На правах рукописи

Баюми Ахмед Адель Ахмед Сайед

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ НИЗКОКАЛОРИЙНЫХ МЯСНЫХ РУБЛЕНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ (ТИГРОВЫХ ОРЕХОВ И КИНОА)

05.18.04 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов
и холодильных производств

АВТОРЕФЕРАТ
Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук

МОСКВА – 2021

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет пищевых производств»

Научный руководитель:	Доктор технических наук, профессор **Бобренева Ирина Владимировна**
Официальные оппоненты:	**Красуля Ольга Николаевна** доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева» (ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева), профессор кафедры «Технология хранения и переработки продуктов животноводства»
	Соколов Александр Юрьевич кандидат технических наук, доцент, «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова» (ФГБОУ ВО РЭУ им. Г.В. Плеханова), доцент кафедры «Ресторанный бизнес»
Ведущая организация:	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Уральский государственный экономический университет (УрГЭУ)

Защита состоится « » 2021 года в _____часов
на заседании диссертационного совета Д 006.021.02 при ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН по адресу 109316, Москва, Талалихина, 26.
С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН: www.vniimp.ru
Автореферат разослан «___» _____ 2021 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник Захаров А.Н.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Восприятие пищи менялось на протяжении веков. Первоначально пища воспринималась просто как средство для получения необходимых организму питательных веществ и энергии. Позже, в связи с развитием науки о питании, ее стали рассматривать как средство поддержания адекватного роста и развития организма. В настоящее время пища рассматривается как ключевой фактор профилактик некоторых заболеваний, связанных с питанием. Таким образом, значительные усилия в пищевой промышленности направлены на улучшение качества пищевых продуктов.

Для повышения качества и пищевой ценности продуктов используются различные функциональные добавки животного и растительного происхождения. Растущая осведомленность потребителей пищевых продуктов и усиление глобальной конкуренции производителей мяса оказывают влияние на создание новых мясных продуктов функциональной направленности в русле концепции позитивного (здорового, функционального) питания. Это продукты питания, содержащие ингредиенты, которые приносят пользу здоровью человека, повышают его сопротивляемость заболеваниям.

В настоящее время все большее внимание уделяется обогащенным пищевым продуктам. К ним относятся функциональные пищевые продукты, получаемые добавлением одного или нескольких функциональных пищевых ингредиентов к традиционным пищевым продуктам. В мире большое внимание уделяется новым видам пищевых ингредиентов, получаемых из орехов, фруктов, овощей, трав и специй. Их используют с целью обогащения продуктов питания пищевыми волокнами, микро-макроэлементами, для увеличения срока годности, улучшения вкусовых характеристик и расширения ассортимента продуктов на мясной, растительной, мясорастительной основе, в том числе различных видов охлажденных и замороженных полуфабрикатов. Остро стоят проблемы, связанные с нехваткой белка, растёт число заболеваний желудочно-кишечного тракта и сердечно-сосудистой системы. В жарких странах остро стоит проблема увеличения сроков годности продуктов. В связи с этим, существует необходимость создания и применения функциональных продуктов, позволяющих предупреждать ряд этих проблем. Необходимо выбрать такие компоненты, которые будут сочетать в себе ряд качеств, таких как: антиоксидантные свойства, наличие пищевых волокон и большое содержание белка, так же важным условием является их синергизм. Учитывая, изложенное выше, использование нетрадиционного растительного сырья, произрастающего в Республике Египет, изучение природы и механизма взаимодействия его между собой и в пищевых системах, является актуальным.

Степень разработанности темы. В теорию и практику разных аспектов создания, комбинированных рубленых мясных полуфабрикатов с добавлением нетрадиционного растительного сырья внесли вклад работы многих российских и зарубежных ученых: И. В. Бобреневой О. Н. Красули, Л.С. Кудряшова, А. Б. Лисицына, М.А. Меркучевой, Г.Ю. Сажинова, О.Н. Самченко, А.А. Семеновой, Е.И. Титова, С. Л. Тихонова, И. М. Чернухи, M. Gibis, J.T. Keeton, J. Weiss и др.

Цель диссертационной работы. Целью является разработка композиции на основе нетрадиционных растительных компонентов и создание с ее использованием низкокалорийных рубленых полуфабрикатов с увеличенным сроком годности и обогащенных пищевыми волокнами.

В соответствии с целью были поставлены следующие **задачи**:

- обосновать выбор нетрадиционного растительного сырья для разработки композиции.
- провести исследование влияния межфазного взаимодействия растительных компонентов на качественные характеристики мясных модельных образцов.
- разработать рецептуру, изучить показатели качества разработанной композиции, дать рекомендации по ее использованию.

- разработать рецептуру и технологию рубленых полуфабрикатов с использованием нового вида растительной композиции.

Научная новизна работы.

Научно обоснован и экспериментально подтвержден выбор нетрадиционного для Российской Федерации растительного сырья - киноа и тигрового ореха - для их дальнейшего использования в составе комплексной растительной композиции.

Изучены физические, химические и коллоидные характеристики порошка киноа и тигрового ореха, а также их смесей; на основании результатов исследований межфазного взаимодействия компонентов в смеси доказан их синергизм. Обосновано оптимальное соотношение киноа и тигрового ореха (50:50) в составе разработанной комплексной растительной композиции.

Установлено, что разработанная растительная композиция обладает высокой антиоксидантной активностью (20,41 мг/г), что способствует снижению уровня окисления липидов при хранении и обеспечивает увеличение срока годности рубленых полуфабрикатов на 20–25 %.

Обоснован оптимальный уровень замены мясного сырья растительной композицией в гидратированном виде (1:1), который составляет 10 %.

Научно обоснованы рецептуры рубленых полуфабрикатов с применением аппарата имитационного моделирования, обладающих пониженной (на 30%) калорийностью и обогащенных пищевыми волокнами (3,04 г/100 г).

Практическая значимость работы.

Разработана композиция из растительного сырья, содержащая в своем составе нетрадиционное растительное сырье - тигровый орех и киноа - и даны рекомендации по ее использованию.

Разработана рецептура и технология рубленых полуфабрикатов. Утверждена нормативная документация на комплексную добавку «ТиКи» и рубленые полуфабрикаты с ее содержанием – котлеты «Восточные» и котлеты для бургера «Каирский». В производственных условиях (ЗАО «ВКЗ-М») проведена их промышленная апробация. Произведен расчет экономической эффективности использования растительной композиции и рубленых полуфабрикатов. Разница в себестоимости, при сравнении с контрольными образцами, в среднем, составила 4,50 рубля на килограмм продукта. Рентабельность составляет: для котлет «Восточные» - 18%, для котлет для бургера «Каирский» - 15%. Разработаны методические указания «Определение межфазных структурных взаимодействий в гетерогенных многокомпонентных пищевых системах» для магистров по дисциплине «Биологически активные вещества мяса и мясных продуктов» по направлению 19.04.03. «Продукты питания животного происхождения».

Научные положения, выносимые на защиту.

- Результаты анализа растительного сырья, нетрадиционного для Российской Федерации, с целью обоснования возможности его использования в рубленых полуфабрикатах.
- Результаты оценки физических, химических и коллоидных характеристик выбранных сырьевых ингредиентов, а также их межфазного взаимодействия.
- Результаты моделирования рецептур рубленых полуфабрикатов, и оценка их показателей качества.

Методология и методы исследования. Организация и проведение исследований основаны на работах российских и зарубежных ученых, направленных на изучение состава и свойств различных нетрадиционных растительных добавок и исследование возможности их использования в мясных рубленых полуфабрикатах. Для определения свойств и состава исследуемых объектов применялись физические и химические методы, а также методы изучения коллоидных систем и их антиоксидантной активности. Для изучения эффекта применения полученной растительной композиции в качестве замены животного жира в

мясных продуктах использовались различные методы оценки качества разработанных продуктов, в том числе микробиологические, гистологические и органолептические.

Личный вклад диссертанта. Автор лично проводил сбор и анализ литературных данных, осуществлял планирование и проведение научных экспериментов, обработку и интерпретацию полученных данных, а также подготовку материалов научных публикаций.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Диссертация соответствует пунктам 1, 2, 3 и 9 паспорта специальности 05.18.04 Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств.

Степень достоверности и апробация работы. Достоверность результатов диссертационного исследования и сделанных выводов подтверждается использованием методов исследований, которые соответствуют поставленным в работе целям и задачам. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, подкреплены данными, представленными в таблицах и рисунках. Статистическую обработку данных проводили с доверительной вероятностью 0,95 в программе Microsoft Office Excel.

Основные положения работы и результаты исследований представлены на российских и международных конференциях и симпозиумах: научно-практической конференции с международным участием (Москва, 2016, 2017); международной конференции молодых ученых, аспирантов студентов и учащихся – Казань, 2017.; Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (23–24 марта 2018 г., г. Коломна); VI международной научно-практической конференции «Биотехнология: наука и практика» 17-21 Сентября 2018 г. в г. Ялта (Крым); Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (22–23 марта 2019 г., г. Коломна). Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (марта 2020 г.).

Публикации. По результатам диссертационной работы опубликовано 17 печатных работ, 6 статей в журналах, рекомендованных ВАК РФ и 2 (Scopus) за рубежом.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, аналитического обзора литературы, методов исследований, главы, посвященной экспериментальным исследованиям с обсуждением их результатов, выводов, списка литературы, содержащего 210 источников отечественных и зарубежных авторов, и приложений. Работа изложена на 177 страницах машинописного текста, содержит 13 страниц приложений, 50 таблиц и 26 рисунков.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность проблемы, сформулированы цели и задачи исследования, определены основные направления реализации цели, приведена научная новизна, теоретическая и практическая значимость результатов.

В главе 1 «Аналитический обзор литературы» проанализированы основные вопросы, связанные с мясом и мясными продуктами и их ролью в питании человека, дан анализ рынка мясных продуктов в России и Республики Египет. Изучены новые тенденции в потреблении мясных функциональных продуктов питания. Представлены основные сведения о диетических продуктах, а также о продуктах с пониженной калорийностью. Рассмотрены биологически активные добавки и пищевые ингредиенты, в том числе обладающие антиоксидантной активностью и способствующие увеличению срока годности мясных продуктов. Изучены и проанализированы характеристики и свойства нетрадиционного растительного сырья.

В главе 2 «Объекты и методы исследования» представлены схема эксперимента (рис.1), характеристика объектов исследований, методы определения показателей.

Объектами исследований служили: моринга, киноа, тигровый орех, пшеница, рис, растительная композиция «ТиКи» на основе тигрового ореха и киноа, (измельчение проводили на коллоидной мельнице, до достижения размера частиц 0,8 мм), мясные модельные образцы, мясные и мясорастительные рубленые полуфабрикаты.

Методы исследования. В работе использовались следующие методы исследований: (1) определение растворимости по ГОСТ 8756.11; (2) величина pH по ГОСТ 26188-2016; (3) оптическая плотность по ГОСТ 27981.5-2015; (4) показатель преломления по ГОСТ 18995.2-73; (5) динамическая вязкость по ГОСТ 33768-2015; (6) поверхностное натяжение по ГОСТР 50003-92 (ИСО 304-85); (7) электропроводность по ГОСТ 31770-2012; (8) массовая доля жира методом Сокслета по ГОСТ 31770-2012; (9) массовая доля золы по ГОСТ 25555.4-91; (10) массовая доля влаги по ГОСТ 28561-90; (11) массовая доля белка на полуавтоматическом приборе Kjeltec System 1002 «Tecator»; (12) содержание массовой доли углеводов - расчетным методом; (13) содержание пищевых волокон по методике Fibertec; (14); содержание витаминов и минеральных веществ на методике AOAC 2010; (15) влагосвязывающая способность по ГОСТ 33692-2015; (16) степень гидратации – визуально; (17) интегральная антиоксидантная активность - на приборе «Экперт-006» по ТУ 4215-003-41541647; (18) обработка данных с использованием метрических и неметрических мер сходства проводили с помощью программы Microsoft Excel; (19) обработка экспериментальных данных с использованием программного комплекса «МультиМит Эксперт»; (20) структурно-механические свойства - напряжение среза и работа резания - на универсальной испытательной машине «Instron–1140»; (21) микроструктурные и гистологические исследования по ГОСТ 31479-2012; (22) органолептические показатели по ГОСТ 9959-91; (23) аминокислотный состав на аминокислотном анализаторе AAAT 339 (24) жиронокислотный состав с помощью газо-жидкостной хроматографии «Кристалл-2000М»; (25) тиобарбитуровое число – дистилляционном методом; (26) кислотное число по ГОСТ Р 53747-2009; (27) пероксидное число по ГОСТ 54346; (28) микробиологические показатели – МУК 4.2.1847–04, ГОСТ Р 51448, ГОСТ Р 52814, ГОСТ Р 52816, ГОСТ Р 10444.15, ГОСТ 30425; (29) потери массы – взвешиванием; (30) переваримость «in vitro» определяли по методу Покровского-Ертанова на модифицированном приборе МГУПБ; (31) статистическую обработку данных проводили с доверительной вероятностью 0,95 в программе Microsoft Office Excel.

Рисунок 1 - Общая схема проведения исследований

В главе 3 представлены экспериментальные исследования.

В разделе 3.1 приведена разработка рецептуры композиции, содержащей нетрадиционные растительные компоненты с исследованием их межфазного взаимодействия. В настоящее время все большую актуальность приобретает исследование природы и механизма взаимодействия различных добавок растительного и животного происхождения, используемых в пищевых продуктах**.** Межфазное взаимодействие, возникающее при совместном применении пищевых добавок, проявление синергизма, антагонизма или аддитивного действия и влияние этих процессов на характеристики пищевых систем мало изучено. Изучение физико-химических и коллоидно-химических характеристик позволит узнать о влиянии межфазного взаимодействия различных видов добавок на показатели качества многокомпонентных пищевых систем.

Даны результаты исследования показателей химического состава (табл.1) и антиокислительной активности (табл.2) исследуемого растительного сырья - моринга, киноа, тигрового ореха, пшеницы и риса.

Таблица 1- Результаты исследования химического состава растительного сырья

Исследуемые показатели, Массовая доля, %	Растительное сырье				
	Киноа	Пшеница	Рис	Тигровый орех	Моринга
Влаги	13,28±0,11	9,91±0,09	13,29±0,14	7,30±0,14	10,74±0,12
Золы	2,37±0,06	1,52±0,19	0,53±0,14	2,64±0,12	4,56±0,09
Белка	14,12±0,11	11,21±0,14	6,50±0,11	4,33±0,15	9,38±0,11
Жира	6,07±0,07	2,01±0,07	0,52±0,15	22,14±0,09	7,76±0,15
Углеводов	57,16	65,85	76,34	48,12	56,33
Пищевых волокон	7,0±0,12	9,50±0,11	2,82±0,12	15,47±0,14	11,23±0,11

Таблица 2 – Результаты определения антиоксидантной активности растительного сырья

Антиоксидантная активность, мг на 1г	Растительное сырье				
	Киноа	Пшеница	Рис	Тигровый орех	Моринга
(АОА)	29,79±0,14	8,12±0,15	5,15±0,09	10,42±0,12	56,63±0,13

На основании проведенных исследований (табл. 1, 2), выбраны в качестве растительных компонентов для производства мясных продуктов тигровый орех, моринга и киноа. Для оценки возможности использования выбранных растительных компонентов было изучено их влияние на органолептические показатели мясного сырья. В качестве мясного сырья использовали модельные образцы (говядина жилованная 1 сорта), которые подвергали термической обработке (жарке). В модельных образцах часть мясного сырья заменяли на растительное сырье в количестве от 2,5 до 10 % с шагом 2,5%. Органолептическую оценку проводили по пятибалльной шкале (табл. 3).

Таблица 3 - Органолептические показатели мясных модельных образцов после тепловой обработки (жарки) с использованием растительного сырья

Исследуемые образцы	Внешний вид	Цвет	Аромат	Консистенция	Вкус
	Баллы				
Контрольный образец	4,50±0,13	4,50±0,11	4,00±0,13	4,75±0,12	4,25±0,13
Опытные образцы					
Уровень замены мясного сырья тигровым орехом, %					
2,5	4,50±0,14	4,50±0,1 4	4,25±0,12	4,75±0,10	4,50±0,11
5,0	4,50±0,10	4,50±0,07	4,50±0,12	4,75±0,11	4,75±0,10
7,5	4,25±0,12	4,25±0,11	4,25±0,13	4,50±0,10	4,50±0,09
10,0	4,25±0,12	4,25±0,11	4,0±0,13	4,25±0,13	4,25±0,12
Уровень замены мясного сырья киноа, %					
2,5	4,50±0,10	4,50±0,08	4,25±0,10	4,75±0,11	4,50±0,09
5,0	4,50±0,14	4,50±0,11	4,50±0,10	5,0±0,08	4,75±0,11
7,5	4,25±0,12	4,25±0,13	4,25±0,08	4,50±0,11	4,50±0,13
10,0	4,0±0,09	4,25±0,10	4,0±0,08	4,25±0,11	4,25±0,10
Уровень замены мясного сырья моринга, %					
2,5	4,00±0,12	3,75±0,11	3,50±0,14	4,00±0,13	3,75±0,12
5,0	3,75±0,11	3,50±0,14	3,25±0,13	3,75±0,11	3,50±0,09
7,5	3,50±0,11	3,25±0,14	3,25±0,15	3,75±0,12	3,50±0,11
10,0	3,25±0,12	3,00±0,14	3,00±0,13	3,50±0,12	3,25±0,10

Анализ приведенных в таблице данных показал, что опытные образцы с содержанием 7,5 и 10% тигрового ореха и киноа имели незначительно сниженные оценки за внешний вид

(на 0,25 баллов). При внесении 10% тигрового ореха наблюдалось снижение интенсивности цвета. Наряду с этим при внесении 5% киноа наблюдалось улучшение аромата (на 0,5 баллов) по отношению к контрольному образцу. Лучшим вкусом обладали образцы с введением 5% тигрового ореха и киноа (на 0,5 баллов).

Моринга отрицательно влияла на цвет модельного образца, придавая ему зеленоватый оттенок, снижала вкус и аромат, поэтому в дальнейшем не использовалась.

Далее были изучены физико-химические и коллоидные показатели растительного сырья - тигрового ореха, киноа и их смеси. Выявлено влияние межфазного взаимодействия различных видов растительного сырья на физико-химические и коллоидные показатели многокомпонентных пищевых систем. Для изучения коллоидных свойств тигрового ореха и киноа проводили опыты на растворах с концентрацией тигрового ореха, киноа и их смесей (в равном соотношении данных компонентов), в диапазоне от 0,5 до 10% с шагом 0,5%. Чем ниже была концентрация растительного сырья в растворе, тем сильнее проявлялись взаимодействия в коллоидных системах с изучаемыми объектами. (табл. 4).

Таблица 4 – Результаты исследования физических, химических и коллоидных показателей растительных компонентов (тигрового ореха и киноа) и их смеси (50:50)

Концентрация вещества в растворе С, %	**Растворимость, %**			**Оптическая плотность (D)**			**pH раствора**		
	Исследуемый образец			**Исследуемый образец**			**Исследуемый образец**		
	Тигровый орех	Киноа	Смесь	Тигровый орех	Киноа	Смесь	Тигровый орех	Киноа	Смесь
0,5%	35,43	38,23	36,72	0,671	0,357	0,492	7,22	7,34	7,29
1%	32,62	35,81	33,83	1,199	0,731	0,923	7,35	7,41	7,37
1,5%	30,25	33,74	32,21	1,538	1,142	1,245	7,43	7,53	7,51
2%	27,91	30,82	28,94	1,721	1,426	1,543	7,54	7,66	7,58
2,5%	25,73	29,41	27,92	1,921	1,620	1,756	7,66	7,75	7,71
5%	23,52	27,43	25,53	2,124	1,740	1,942	7,84	7,89	7,86
10%	21,41	26,54	24,81	2,221	1,830	2,056	7,96	7,98	7,95
Концентрация вещества в растворе С, %	**Вязкость, мПа·с**			**Электропроводность, мкСм/см**			**Показатель преломления, n**		
	Исследуемый образец			**Исследуемый образец**			**Исследуемый образец**		
	Тигровый орех	Киноа	Смесь	Тигровый орех	Киноа	Смеси	Тигровый орех	Киноа	Смесь
0,5%	0,6	1,8	1,1	492	548	523	1,3341	1,3345	1,3343
1%	3,6	1,8	2,6	555	599	584	1,3343	1,3347	1,3344
1,5%	4,2	7,8	6,2	592	761	643	1,3346	1,3349	1,3348
2%	3,0	14,6	8,8	668	812	756	1,3349	1,3353	1,3351
2,5%	7,8	15,6	11,7	747	872	813	1,3353	1,3357	1,3355
5%	12,7	26,5	19,5	860	960	923	1,3366	1,3368	1,3366
10%	19,7	36,5	27,9	912	1084	1012	1,3373	1,3377	1,3375

Анализ данных таблицы 4 показал, что смесь растительных компонентов имела среднее значение по отношению к киноа и тигровому ореху, т.е. тигровый орех и киноа являются синергистами. Для создания комплексной растительной композиции и определения процентного соотношения в ней киноа и тигрового ореха, обеспечивающего оптимальные значения функционально-технологических показателей фарша, на модельных образцах были исследованы следующие показатели: pH, ВСС и органолептические показатели. Контрольным образцом служил фарш из говядины 1 сорта, опытными образцами - тот же фарш с 10%-ой заменой на композиции из растительного сырья. В растительной композиции соотношение изучаемых компонентов изменяли от 10 до 90% с шагом 10%. Опытные модельные образцы массой 50±0,3 г исследовали до и после тепловой обработки (жарки). (Табл. 5,6)

Таблица 5 – Результаты определение pH и ВСС модельных образцов фарша до термической обработки с 10 % заменой мясного сырья на растительную композицию при различных соотношениях тигрового ореха и киноа

Соотношение тигрового ореха: киноа, (%)		ВСС, % к общей влаге	pH
Контрольный образец			
Мясное сырье 100%		67,45±0,03	6,15±0,01
Опытные образцы			
Тигровый орех, (%)	Киноа, (%)		
100	0	75,82±0,03	6,43±0,01
90	10	76,25±0,01	6,35±0,03
80	20	76,44±0,02	6,31±0,01
70	30	77,23±0,01	6,22±0,02
60	40	77,45±0,02	6,16±0,03
50	50	77,83±0,04	6,11±0,03
40	60	77,64±0,02	6,03±0,01
30	70	77,21±0,03	6,09±0,03
20	80	76,33±0,01	6,07±0,04
10	90	76,12±0,01	6,01±0,02
0	100	76,02±0,01	6,04±0,01

Таблица 6 – Результаты органолептической оценки модельных образцов с 10% заменой мясного сырья на растительную композицию при различных соотношениях тигрового ореха и киноа

Соотношение тигрового ореха: киноа (%)		Внешний вид,	Цвет,	Аромат,	Консистенция,	Вкус,	Общая оценка приемлемости
		Баллы					
Контрольный образец		4,50±0,15	4,50±0,12	4,00±0,15	4,75±0,11	4,25±0,13	4,40
Опытные образцы							
Тигровый орех	Киноа	Баллы					
100	0	4,50±0,11	4,50±0,08	4,25±0,14	4,75±0,12	4,50±0,12	4,50
90	10	4,50±0,10	4,25±0,06	4,50±0,12	4,50±0,10	4,50±0,13	4,45
80	20	4,50±0,12	4,25±0,07	4,50±0,11	4,75±0,12	4,50±0,14	4,50
70	30	4,50±0,11	4,25±0,06	4,50±0,12	4,75±0,11	4,50±0,11	4,50
60	40	4,50±0,14	4,50±0,09	4,25±0,13	4,75±0,14	4,75±0,12	4,55
50	50	4,75±0,10	4,75±0,08	4,75±0,12	4,75±0,12	5,0±0,0	4,80
40	60	4,50±0,12	4,50±0,07	4,50±0,13	4,75±0,13	4,75±0,10	4,60
30	70	4,50±0,11	4,50±0,04	4,25±0,15	4,75±0,10	4,75±0,12	4,55
20	80	4,50±0,13	4,50±0,06	4,50±0,11	4,75±0,12	4,50±0,11	4,55
10	90	4,50±0,10	4,50±0,09	4,50±0,10	4,75±0,14	4,50±0,12	4,55
0	100	4,50±0,15	4,50±0,13	4,50±0,11	4,50±0,07	4,75±0,13	4,55

Полученные данные были использованы для оценки экономических показателей разработанной композиции при различных соотношениях исследуемых видов растительного сырья с помощью программного комплекса «МультиМит Эксперт». Оптимальное соотношение киноа и тигрового ореха составило (50:50). При этом стоимость добавки составила 200 рублей за 1 кг (в ценах 2019 г.), рентабельность - 28,1%. Разработанная композиция получила название «ТиКи». Показатели качества композиции приведены в табл. 7 и 8.

Таблица 7 - Химический состав и степень гидратации композиции «ТиКи»

Наименование показателя	**Значение показателя**
Показатели химического состава	
Массовая доля влаги, %	10,35±0,17
Массовая доля золы, %	2,47±0,14
Массовая доля белка, %	9,37±0,13
Массовая доля жира, %	14,35±0,11
Массовая доля углеводов, %	52,08
Массовая доля пищевых волокон, %	11,38±0,14
Гидратация	
Соотношение «композиция: вода», при котором гидратация составляет 100%	1:1,3

Таблица 8 - Содержание минеральных веществ, витаминов и антиоксидантная активность композиции «ТиКи»

Наименование показателя	**Значение показателя**
Минеральные вещества	**Содержание, мг/100 г**
Na	8,52±0,07
K	636,61±0,03
Mg	143,72±0,08
P	245,67±0,02
Fe	2,68±0,01
Zn	1,55±0,02
Cu	0,47±0,01
Ca	68,54±0,04
Витамины	**Содержание, мг/100 г**
Витамин С	11,0±0,02
α-токоферол (Е)	3,82±0,02
Тиамин (В1)	0,23±0,01
Рибофлавин (В2)	0,25±0,02
Ниацин (В3)	0,76±0,03
Пиридоксин (В6)	0,51±0,01
Антиоксидантная активность	**мг на г**
(АОА)	20,41±0,14

Для разработки рекомендаций по использованию композиции «ТиКи» исследовано влияние способа введения этой композиции (в гидратированном и сухом виде) на показатели качества мясных модельных образцов. В модельные образцы вносили композицию «ТиКи» в интервале от 2,5 % до 10 % в качестве замены части мясного сырья с шагом 2,5%.

Таблица 9 - Органолептические показатели модельных образцов после термической обработки (жарки).

Испытуемые образцы	Внешний вид	Цвет	Аромат	Консистенция	Вкус	Общая оценка приемлемости
	Баллы					
Контрольный образец	4,50±0,15	4,50±0,12	4,0±0,15	4,75±0,11	4,25±0,13	4,40
Опытные образцы						
Замена части мясного сырья на композицию «ТиКи» в сухом виде						
2,5%	4,50±0,13	4,50±0,09	4,25±0,11	4,75±0,13	4,50±0,09	4,50
5%	4,50±0,10	4,50±0,14	4,75±0,16	4,75±0,07	4,75±0,06	4,65
7,5%	4,50±0,07	4,25±0,08	4,50±0,14	4,50±0,11	4,50±0,10	4,45
10%	4,50±0,11	4,25±0,09	4,50±0,13	4,50±0,13	4,25±0,11	4,40
Замена части мясного сырья на гидратированную композицию «ТиКи» (гидратация1:1)						
2,5%	4,50±0,12	4,25±0,08	4,50±0,10	4,50±0,12	4,50±0,08	4,45
5%	4,50±0,14	4,25±0,09	4,50±0,05	4,75±0,08	4,50±0,13	4,50
7,5%	4,50±0,13	4.50±0,09	4,50±0,14	4,75±0,10	4,75±0,11	4,60
10%	4,75±0,09	4,75±0,08	4,75±0,09	4,75±0,10	5,0±0,0	4,80

Анализ данных таблицы 9 показал, что замена 10 % мясного сырья на такое же количество композиции в гидратированном виде обеспечивало наиболее высокие органолептические показатели.

По результатам исследований была разработана и утверждена нормативная документация (ТУ 10.89.19-006-00655959-2020) Комплексная растительная пищевая добавка «ТиКи»; Композиция «ТиКи», состоит из смеси тигрового ореха и киноа. Технологический процесс включает измельчение растительного сырья на коллоидной мельнице, до достижения размера частиц 0,8 мм. с последующим смешиванием компонентов в равных соотношениях. Получаемый мелкодисперсный порошок имеет кремовый цвет, без запаха и посторонних примесей. Рекомендуется применение композиции «ТиКи» в гидратированном виде (1:1) при производстве мясных и мясосодержащих полуфабрикатов, с последующей выдержкой в течение 20 минут в количестве 10% взамен мясного сырья и/или животного жира. Композиция может использоваться также с целью обогащения полуфабрикатов пищевыми волокнами,

микро- и макроэлементами, для увеличения срока годности и улучшения вкусовых характеристик.

В разделе 3.2 представленные результаты исследований по разработке рецептуры и технологии мясных рубленых полуфабрикатов - котлеты «Восточные», обогащенные пищевыми волокнами

Разработаны низкокалорийные полуфабрикаты котлеты «Восточные» с использованием в качестве заменителя жира композиции «ТиКи» в количестве 10%. Полуфабрикаты категории (В), рубленые формованные, порционные, без панировки. Контрольным образцом служили котлеты «Московские» (ТУ 9214-553-00419779-2008). Образцы котлет массой 50 г. Рецептура котлет приведена в таблице 10.

Таблица 10 - Рецептура котлет

Компоненты рецептуры	Массовая доля компонентов рецептуры, %	
	Контрольный образец	Опытный образец
Говядина первого сорта	50	50
Жир говяжий	10	-
Добавка «ТиКи» гидратация 1: 1	-	10
Хлеб	14	14
Соль, поваренная пищевая	1,2	1,2
Лук репчатый	4	4
Вода питьевая	20	20
Специи	0,8	0,8
Итого	100	100

На основании проведенных исследований разработана технология котлет «Восточные» со сниженным содержанием жира и обогащенных пищевыми волокнами. (Рис.2)

Рисунок 2 - Технологическая схема котлет «Восточные»

Результаты исследования химического состава и физико-химических показателей котлет «Восточные» с использованием композиции «ТиКи» до хранения приведены в таблице 11.

Таблица 11- Химический состав и физико-химические показатели котлет

Наименование показателя	Значение показателя для	
	Контрольный образец	Опытный образец
Массовая доля влаги, %	62,32±0,18	66,65±0,16
Массовая доля золы, %	2,21±0,12	2,41±0,09
Массовая доля белка, %	15,31±0,13	16,13±0,16
Массовая доля жира, %	15,81±0,09	6,95±0,08
Массовая доля углеводов, %	2,21	4,82
Пищевые волокна, %	2,14±0,09	3,04±0,05
Калорийность, ккал	212,37	146,35
ВСС, % к общей влаге	68,37±0,17	78,43±0,14
Потери массы при тепловой обработке, %	22,31±0,37	16,79±0,28
pH	5,98±0,11	6,24±0,14

Исходя из анализа таблицы 11, выявлено, что при введении в рецептуру композиции «ТиКи» в количестве 10 % в гидратированном виде 1:1 возрастало содержание влаги на 4,33%, значение ВСС увеличивалось на 10,06%, белка - на 0,82%, углеводов - на 2,61%, пищевых волокон - на 0,9% и pH - на 0,26. Наряду с этим наблюдалось снижение содержания жира на 8,86%, калорийности - на 31,08% и потерь массы при тепловой обработке - на 5,52%.

Опытный образец, обогащенный пищевыми волокнами за счет введения в рецептуру композиции «ТиКи», обладал более высокой ВСС, что свидетельствовало о более высоком уровне гидратации белков и влиянии композиции на характер связывания влаги с компонентами продукта. Это сказывалось на способности системы удерживать влагу при термический обработке.

Исследование содержания незаменимых аминокислот в контрольных и опытных образцах по отношению к эталону ФАО/ВОЗ (табл. 12) выявило, что по сумме незаменимых аминокислот как контрольный, так и опытный образцы превышали значения ФАО/ВОЗ, соответственно, на 2,69 и 4,07 г на 100 г белка. В опытном образце наблюдалось увеличение содержания НАК на 1,38 % по отношению к контрольному.

Таблица 12 - Содержание незаменимых аминокислот в контрольном и опытном образцах относительно эталона ФАО/ВОЗ

Аминокислота	Содержание,г/100 г белка		Данные ФАО/ВОЗ,г/100 г белка
	Контрольный образец	Опытный образец	
Треонин	4,04	4,09	4,0
Валин	5,02	5,08	5,0
Метионин+Цистин	3,72	3,90	3,50
Фенилаланин+Тирозин	6,20	6,50	6,0
Изолейцин	4,24	4,46	4,0
Лейцин	7,05	7,31	7,00
Лизин	6,79	6,94	5,50
Триптофан	1,63	1,79	1,0
ΣНАК	38,69	40,07	36,0

Пищевые достоинства мясных продуктов зависят от степени усвояемости продукта организмом, характеризующей его биологическую ценность. В таблице 13 приведены данные по переваримости «in vitro» рубленых полуфабрикатов (котлет).

Таблица 13 - Переваримость «in vitro» рубленых полуфабрикатов (котлет)

Фермент	Переваримость, мг тирозина/100 г белка	
	Контрольный образец	Опытный образец
Пепсин	5,34±0,14	5,03±0,17
Трипсин	9,32±0,16	9,33±0,15
Общая переваримость	14,66±1,15	14,36±1,16

Установлено, что использование композиции «ТиКи» фактически не влияло на изменение показателей переваримости продукта в опытном образце по сравнению к контрольному.

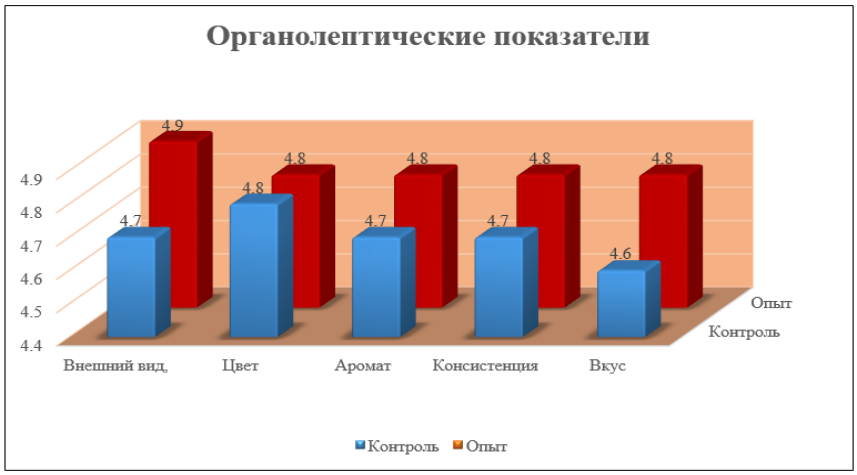

Рисунок 3 - Органолептические показатели рубленых полуфабрикатов (котлет)

Анализ результатов органолептической оценки контрольных и опытных образцов котлет (рис.3) свидетельствовал о том, что использование композиции «ТиКи» положительно влияло на все органолептические показатели. Улучшение внешнего вида, цвета, аромата, вкуса составило от 0,1 до 0,2 балла. Консистенция продукта улучшилась в опытном образце по отношению к контрольному на 0,1 балл.

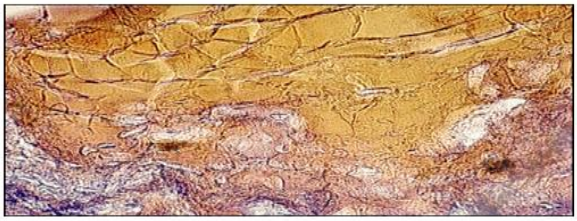

Рис. 4 - Контрольный образец. Мышечная, жировая ткани и растительные ингредиенты. Увеличение Об. 20х.

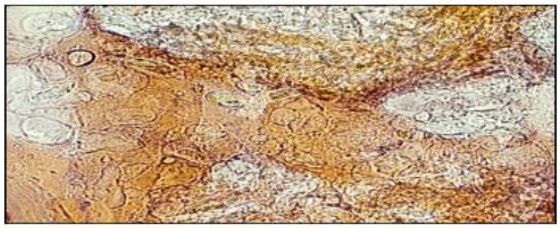

Рис. 5 - Контрольный образец. Фарш котлетный с жировыми каплями и фрагментами специй. Увеличение Об. 40х.

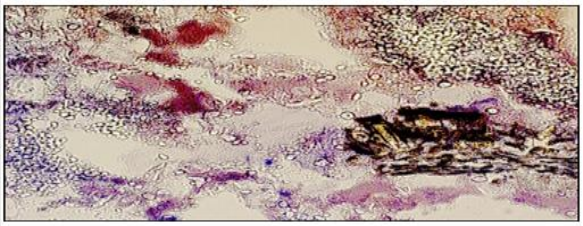

Рис. 6 - Опытный образец. Котлеты «Восточные». Пряности и фрагменты орехов. Увеличен Об. 40х.

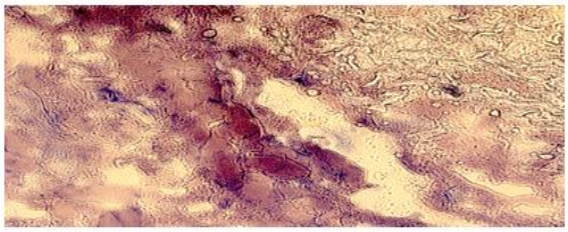

Рис. 7 - Опытный образец. Котлеты «Восточные». Мясные и хлебные ингредиенты. Увеличение Об. 40х.

Как показали результаты микроструктурных исследований (Рис. 4, 5, 6, 7), введение композиции «ТиКи» приводило к взаимосвязанности структурных компонентов в мясной системе. Микроструктурные исследования подтвердили полученные данные по структурно-механическим, органолептическим показателям и потерям массы после термической обработки.

Исследования структурно-механических показателей рубленых полуфабрикатов (котлет) до и после термической обработки представлены в таблице 14.

Таблица 14 - Структурно-механические показатели рубленых полуфабрикатов (котлет)

Показатели	**Контрольный образец**	**Опытный образец**
До термической обработки		
Предельное напряжение сдвига, $x10^{-3}$ кПа	1,98±0,09	1,83±0,07
После термической обработки		
Работа резания Дж/м²	376,41±1,63	370,12±2,11
Напряжение среза, кПа	46,12±0,22	45,60±0,28

Выявлено, что предельное напряжение сдвига (ПНС) в опытных образцах снижалось относительно контрольных образцов на 0,15 кПа. В готовом продукте, при исследовании напряжения среза и работы резания установлено, что в опытных образцах происходило снижение значений напряжения среза и работы резания на 0,52 кПа и 6,29 Дж/м^2, соответственно, относительно контрольных образцов. Это положительно сказывалось на структуре продукта, полученного с использованием композиции «ТиКи».

Охлажденные мясные продукты (котлеты) хранили в течение 33 часов при температуре +4°С. Рассматривалась возможность увеличения срока годности полуфабрикатов на 6 часов относительно контрольных образцов. Была изучена динамика изменения физико-химических показателей котлет в процессе хранения - содержания влаги и потерь массы при тепловой обработке (табл. 15).

Таблица15 - Общее содержание влаги и потери массы при тепловой обработке полуфабрикатов (котлет), подвергнутых хранению различной продолжительности при температуре +4 °С

Наименование образца	Сроки хранения, часы.	Общее содержания влаги, %	Потери массы при тепловой обработке, %
Контрольный образец	0	63,35±0,16	22,31±0,37
	12	62,93±0,11	22,56±0,24
	24	62,54±0,21	22,89±0,31
	27	62,46±0,12	23,21±0,27
	30	62,38±0,18	23,45±0,29
	33	62,31±0,17	23,76±0,31
Опытный образец	0	65,72±0,12	16,79±0,28
	12	65,63±0,14	16,92±0,22
	24	65,46±0,23	17,12±0,24
	27	65,32±0,10	17,34±0,21
	30	65,21±0,13	17,47±0,23
	33	65,12±0,14	17,65±0,21

Как видно из данных таблицы 15, в опытных образцах котлет «Восточные», по сравнению с контрольным образцом, содержание общей влаги было выше в течение всего периода хранения. Однако, в процессе хранения, как в опытных, так и в контрольных образцах котлет наблюдалось снижение содержания общей влаги.

В процессе хранения котлет в охлажденном состоянии происходило изменение белков, обусловливающие снижение их водосвязывающей способности. Это приводило к снижению содержания прочносвязанной влаги в образцах и увеличению потерь массы при тепловой обработке.

Были исследованы в процессе хранения микробиологические показатели и показатели окислительной порчи полуфабрикатов. Результаты исследований показали, что после33 часов хранения наблюдалось увеличение общего количества микроорганизмов в обоих образцах. При дальнейшем хранении отмечалось увеличение количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ). В опытных и контрольных образцах на 30 часов хранения значение КМАФАнМ составило соответственно - 4,7*10^6 КОЕ/г и -5,7*10^6 КОЕ/г. В опытных образцах значения микробиологических показателей на 30 часов хранения не превышали допустимыхуровней (5,0*10^6 КОЕ/г) для рубленых полуфабрикатов. В контрольных образцах превышение допустимых значений наблюдалось после 24 часов. В

контрольных и опытных образцах охлажденных котлет не выявлены патогенные микроорганизмы, бактерии рода *Salmonella*, энтеропатогенные эшерихии, возбудители пищевых токсинов, токсикоинфекций, острых кишечных инфекций, бактерии группы кишечной палочки, а также стафилококки. (табл. 16).

Таблица 16 - Микробиологический анализ охлажденных рубленых полуфабрикатов (котлет +4°С) в течение 33 часов хранения

Микробиологические показатели, часы	Контрольный образец	Опытный образец
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более $5*10^6$	КОЕ/г	
0	$2,3*10^3$	$1,8*10^3$
12	$2,7*10^4$	$2,4*10^4$
24	$4,8*10^5$	$3,9*10^5$
27	$5,2*10^6$	$4,2*10^6$
30	$5,7*10^6$	$4,7*10^6$
33	$6,4*10^6$	$5,3*10^6$
Плесени, не более 500	КОЕ/г	
0	54	43
12	86	78
24	106	97
27	124	123
30	167	158
33	194	189

Динамика кислотного, пероксидного и тиобарбитурового чисел липидов, охлажденных котлет контрольных и опытных образцов в процессе хранения приведены в таблице 17.

Таблица 17 - Результаты определения показателей гидролитического распада и окислительной порчи жиров охлажденных котлет в процессе хранения на +4 °С

Наименование образца	Сроки хранения, часы.	Кислотное число, мг КОН	Пероксидное число, М.экв O_2/кг продукта	Тиоборбитуровое число мг МА/кг продукта
Контрольный образец	0	1,34±0,03	0,089±0,002	0,215±0,04
	12	1,76±0,09	0,096±0,001	0,283±0,03
	24	2,45±0,06	0,124±0,003	0,342±0,02
	27	2,79±0,13	0,137±0,002	0,389±0,06
	30	3,02±0,11	0,146±0,004	0,452±0,03
	33	3,37±0,14	0,158±0,001	0,521±0,05
Опытный образец	0	1,15±0,02	0,071±0,001	0,172±0,02
	12	1,32±0,05	0,075±0,002	0,231±0,04
	24	1,74±0,12	0,081±0,001	0,278±0,06
	27	1,96±0,14	0,092±0,003	0,321±0,02
	30	2,21±0,09	0,098±0,004	0,339±0,04
	33	2,48±0,11	0,114±0,003	0,382±0,05

Определение кислотного, пероксидного и тиобарбитурового чисел липидов в процессе хранения полуфабрикатов показали, что у котлет «Восточные», выработанных с использованием композиции «ТиКи» взамен животного жира, отмечался болеенизкий уровень окисления липидов, по сравнению с контрольными образцами. Согласно полученным данным (табл. 17), замена животного жира на композицию «ТиКи» положительно влияла на показатели качества в течение всего периода хранения.

По полученным данным был сделан вывод, что использование композиции «ТиКи» вместо животного жира увеличивало срок годности охлажденного продукта на 6 часов, по сравнению с контрольным образцом.

Одной из задач исследований был анализ экономической эффективности использования растительной композиции «ТиКи» в качестве замены животного жира в котлетах «Восточные». На основании полученных результатов рассчитана себестоимость полуфабрикатов с помощью программного комплекса «МультиМит Эксперт». Анализ полученных данных свидетельствовал о том, что использование композиции «ТиКи» положительно влияло на экономические показатели котлет «Восточные». При сравнении с контрольным образцом снижение себестоимости составило 5,07 руб./кг продукта (на 2019 год). При этом

использование композиции «ТиКи» оказывает положительное влияние на показатели качества котлет - способствует повышению их пищевой ценности, снижению потерь массы при тепловой обработке и увеличению срока годности.

В разделе 3.3 дана разработка рецептуры и технологии мясных рубленых полуфабрикатов котлет для бургера «Каирский», обогащенных пищевыми волокнами за счет применения композиции «ТиКи»

Разработана рецептура мясного рубленого полуфабриката категории (Б) - низкокалорийных котлет для бургера «Каирский» формованных, порционных, без панировки, замороженных, с использованием в качестве заменителя жира композиции «ТиКи». Контрольным образцом служили котлеты для бургера традиционные для Республики Египет. (ES: 1688 / 2005 ICS: 67.120.10) Египетская организация по стандартизации Арабская Республика Египет. В опытных образцах говяжий жир заменяли в количестве 10%. Масса опытных и контрольных образцов котлет составляла 100 г. Рецептура котлет приведена в таблице 18.

Таблица 18 - Рецептура котлет для бургера

Компоненты рецептуры	Массовая доля компонентов рецептуры, %	
	Контрольный образец	Опытный образец
Говядина второго сорта	65	65
Жир говяжий	15	5
Добавка «ТиКи» (гидратация 1: 1)	-	10
Соевый текстурат (гидратация 1: 3)	10	10
Соль, поваренная пищевая	1,7	1,7
Лук репчатый	5	5
Сухое молоко	2	2
Специи	1,3	1,3
Итого	100	100

На основании проведенных исследований разработана технология котлет для бургера «Каирский» со сниженным содержанием жира и обогащенных пищевыми волокнами. Контрольные и опытные образцы были изготовлены, упакованы и хранились при температуре -18°С. Технологический процесс был аналогичным изготовлению котлет «Восточные» (раздел 3.2.). Отличие заключалось в рецептуре продукта, массе котлет и их формовке.

При исследовании влияния композиции «ТиКи» на качество мясных рубленых полуфабрикатов (табл.19) - котлет для бургера «Каирский» - были изучены показатели химического состава, ВСС, pH, аминокислотный и жирно кислотный состав, переваримость «in vitro», структурно-механические, гистологические, микробиологические, органолептические показатели, потери массы при термообработке, а также кислотное, перекисное и тиобарбитуровое числа.

Таблица 19 - Химический состав и физико-химические показатели котлет для бургера

Наименование показателя	Значение показателя для	
	Контрольный образец	Опытный образец
Массовая доля влаги, %	59,23±0,14	63,95±0,09
Массовая доля золы, %	2,14±0,03	2,43±0,04
Массовая доля белка, %	16,53±0,18	17,33±0,16
Массовая доля жира, %	18,33±0,07	8,87±0,04
Массовая доля углеводов, %	1,81	4,41
Пищевые волокна, %	1,96±0,07	3,01±0,09
Калорийность, ккал	238,33	166,79
ВСС, % к общей влаге	67,45±0,03	77,83±0,04
Потери массы при тепловой обработке, %	21,04±0,23	15,32±0,23
pH	5,86±0,10	6,14±0,12

Исходя из анализа результатов (табл.19) выявлено, что при введении в рецептуру композиции «ТиКи» в количестве 10 % в гидратированном виде 1:1 возрастало содержание влаги на 4,72%, ВСС - на 10,38%, белка - на 0,80%, углеводов - на 2,60% и пищевых волокон -

на 1,05%. Показатель pH увеличивался на 0,28. Наряду с этим наблюдалось снижение содержания жира на 9,46%, калорийности продукта - на 30,02%, и потерь массы при тепловой обработке - на 5,72%.

Анализ аминокислотного состава контрольных и опытных образцов котлет для бургера выявил различия в содержании общего количества незаменимых (НАК) и заменимых аминокислот (ЗАК). Общая сумма ЗАК опытного образца была выше на 0,38%. Общая сумма НАК - на 0,42%. Очевидно, это связано с заменой говяжьего жира на композицию «ТиКи».

На рисунках 8 и 9. приведены данные по переваримости «in vitro» и органолептические показатели мясных рубленых полуфабрикатов (котлет для бургера).

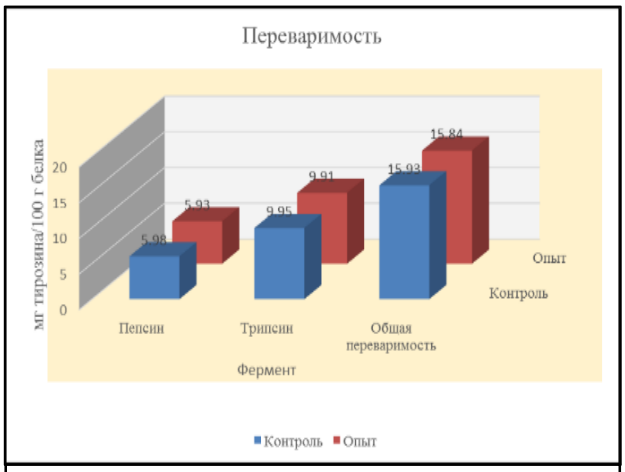

Рисунок 8 - Переваримость «in vitro» рубленых полуфабрикатов (котлет для бургера).

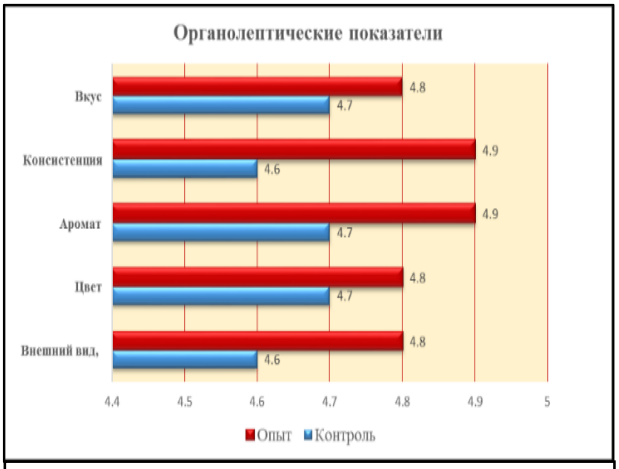

Рисунок 9 - Органолептические показатели котлет для бургера

Исследуя степень атакуемости белков пепсином и трипсином было установлено, что использование композиции «ТиКи» фактически не влияло на изменение переваримости продукта в опытном образце и положительно влияло на все органолептические показатели. Также были исследованы структурно-механические показатели мясных рубленых полуфабрикатов (котлет для бургера) до и после термической обработки. (табл.20).

Таблица 20 - Структурно-механические показатели мясных рубленых полуфабрикатов (котлет для бургера)

Показатели	**Контрольный образец**	**Опытный образец**
До термической обработки		
Предельное напряжение сдвига, $x10^{-3}$ кПа	1,83±0,07	1,71±0,08
После термической обработки		
Работа резания Дж/м²	376,38±1,92	354,14±2,11
Напряжение среза, кПа	43,62±0,34	41,24±0,24

Предельное напряжение сдвига (ПНС) в опытных образцах было ниже относительно контрольного образца на 0,12 кПа. При исследовании напряжения среза и работы резания после термической обработки (жарки) установлено, что в опытных образцах с введением композиции «ТиКи» происходило снижение значений напряжения среза и работы резания в опытном образце на 2,38 кПа и 22,24 Дж/м^2, соответственно, относительно контрольного образца.

Замороженные продукты хранились при температуре -18°С в течение 4-х месяцев. Три месяца хранения согласно документации и дополнительно 1 месяц для выявления возможности увеличения сроков годности. При исследовании микробиологического анализа образцов через 4 месяца хранения при температуре -18°С установлено увеличение общего количества микроорганизмов в обоих образцах. При дальнейшем хранении наблюдается некоторое

увеличение количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. Так, количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) в котлетах для бургера «Каирский» увеличилось до $5,0*10^6$, в течение 108 суток хранения. В контрольном образце увеличение до $4,9*10^6$ произошло уже на 90 сутки хранения. Патогенные микроорганизмы, в том числе бактерии рода *Salmonella*, энтеропатогенные эшерихии в образцах котлет после хранения не выявлены. По полученным данным был сделан вывод, что использование композиции «ТиКи» вместо животного жира увеличивало срок годности замороженного продукта на 18 суток, по сравнению с контрольным образцом.

Динамика изменения кислотного, пероксидного и тиобарбитурового чисел липидов, замороженныхкотлет для бургера в контрольных и опытных образцов в процессе хранения при температуре -18°С приведена в таблице 21.

Таблица 21 - Динамика изменения кислотных, пероксидных и тиобарбитуровых чисел липидов замороженных котлет для бургера в процессе хранения на -18°С

Наименование образца	Сроки хранения, сутки	Кислотное число, мг КОН	Пероксидное число, М.экв O_2/кг продукта	Тиоборбитуровое число мг МА/кг продукта
Контрольный образец	0	1,56±0,04	0,099±0,002	0,269±0,05
	18	1,92±0,08	0,114±0,003	0,317±0,07
	36	2,98±0,11	0,148±0,003	0,384±0,02
	72	3,74±0,17	0,168±0,004	0,447±0,05
	90	4,94±0,18	0,179±0,007	0,496±0,02
	108	5,54±0,14	0,197±0,006	0,588±0,03
	126	6,18±0,11	0,214±0,005	0,684±0,04
Опытный образец	0	1,37±0,05	0,082±0,003	0,194±0,04
	18	1,74±0,07	0,094±0,004	0,268±0,05
	36	1,98±0,14	0,117±0,003	0,343±0,05
	72	2,42±0,11	0,128±0,005	0,369±0,04
	90	2,85±0,13	0,136±0,002	0,447±0,06
	108	3,53±0,14	0,149±0,008	0,496±0,08
	126	4,26±0,11	0,168±0,004	0,552±0,05

Определение кислотных, пероксидных и тиобарбитуровых чисел липидов в процессе хранения полуфабрикатов показали, что в котлетах для бургера «Каирский», выработанных с использованием композиции «ТиКи», взамен животного жира, отмечался более низкий уровень окисления липидов, по сравнению с контрольным образцом. Согласно полученным данным (табл. 21), был сделан вывод, что замена животного жира на композицию «ТиКи» положительно влияла на показатели качества и сроки годности продуктов. Рассчитаны себестоимость, стоимость, рентабельность с учетом выхода продукта с помощью программного комплекса «МультиМит Эксперт». Анализ полученных данных свидетельствовал о том, что использование композиции «ТиКи» положительно влияло на экономические показатели производства котлет для бургера «Каирский». При сравнении с контрольным образцом разница в себестоимости составила 4,30 руб./кг. продукта.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ И ВЫВОДЫ

1. На основании результатов оценки показателей химического состава киноа, пшеницы, риса, тигрового ореха и моринга обоснован выбор нетрадиционного для Российской Федерации растительного сырья с целью дальнейшего использования в рубленых полуфабрикатах.

2. Проведено исследование влияния растительного сырья и его смеси на качественные характеристики мясных модельных образцов. Изучены физические, химические характеристики растительного сырья и их смеси и доказан их синергизм. С помощью программного комплекса «МультиМит Эксперт» выбрано соотношение (50:50) киноа и тигрового ореха в рецептуре разработанной добавки («ТиКи»). Определена стоимость добавки (200 руб./кг.) и рентабельность (28,1%).

3. Изучены показатели качества разработанной композиции «ТиКи». Установлено, что она содержит 9,37% белка, 11,38% пищевых волокон, 14,35% жира, а также большое количество минеральных веществ и витаминов. Определена ее антиоксидантная активность, которая составляет 20,41 мг на 1 г. Установлен, уровень замены мясного сырья и/или животного жира на композицию «ТиКи», (10%).

4. С применением программного комплекса «МультиМит Эксперт», разработаны рецептуры рубленых полуфабрикатов, содержащих композицию «ТиКи», – котлеты «Восточные» и котлеты для бургера «Каирский». Полученные рецептуры характеризуются пониженной, в среднем, на 30%, калорийностью по сравнению с контрольным образцом и могут служить источником пищевых волокон.

5. Установлено, что разработанная композиция «ТиКи» обладает высокой антиоксидантной активностью (20,41 мг. / 1 г.), что позволяет снизить уровень окисления липидов в рубленых полуфабрикатах и, таким образом, обеспечить увеличение их срока годности. (Для котлет «Восточные» (охлажденные) и котлет для бургера «Каирский» (замороженные) - на 6 часов и 18 суток, соответственно).

6. На композицию «ТиКи» разработана и утверждена нормативная документация - ТУ 10.89.19 -006-00655959- 2020. «Комплексная растительная пищевая добавка «ТиКи». На рубленые полуфабрикаты - котлеты «Восточные» и котлеты для бургера «Каирский» разработаны и утверждены ТУ 10.89.19-001-55260136-2020 «Мясные рубленые полуфабрикаты из говядины». Разработанная технология апробирована в промышленных условиях ЗАО «ВКЗ-М» (Выхинский колбасный завод). С помощью программного комплекса «МультиМит Эксперт» рассчитана себестоимость рубленых полуфабрикатов. Разница в себестоимости, при сравнении с контрольными образцами, в среднем, составила 4,50 рубля на килограмм продукта. Рассчитана рентабельность продуктов, которая составляет: для котлет «Восточные» - 18%, для котлет для бургера «Каирский» - 15%.

Список работ, опубликованных по материалам диссертации:

Материалы, опубликованные в журналах, рекомендованных ВАК РФ:

1. Бобренева, И.В. Растительная добавка киноа, её характеристика и возможность использования в мясных продуктах / И.В. Бобренева, **А.А. Баюми**, В.Л. Лапшина // Всё о мясе. – 2019. -№ 3. – С.20-22.

2. Бобренева, И. В. Возможность использования тигровых орехов в мясных продуктах / И. В. Бобренева, **А. А. Баюми** //Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, -№ 2. – С.185-192.

3. Бобренева, И.В. Нетрадиционные растительные добавки и их использование в мясных продуктах / И.В. Бобренева, **А.А. Баюми** // Мясная индустрия. – 2019. -№ 7. – С. 25-29.

4. Бобренева, И. В. Разработка рецептуры полифункциональной добавки на основе взаимодействия ее компонентов / И. В. Бобренева, **А. А. Баюми**, А. В. Токарев // Техника и технология пищевых производств. – 2020. – Т. 50, -№ 1. – С. 1-10.

5. Бобренева, И.В. Мясные рубленые полуфабрикаты со сниженной калорийностью / И.В. Бобренева, **А.А. Баюми,** А.Н. Габараев, Ю.Г. Дегтярев, В.С. Денисенко // Мясная индустрия. – 2020. -№ 3. – С. 34-37.

6. Бобренева, И.В. Качественные характеристики котлет «восточные» с использованием растительной добавки / И.В. Бобренева, **А.А. Баюми,** С. И. Хвыля // Мясная индустрия. – 2020. -№ 4. – С. 34-36.

Статьи в сборниках научных трудов, материалов конференций:

7. Баюми, А. А. Возможность использования растительных добавок нетрадиционных для республики Египет при разработке диетических мясных полуфабрикатов /А. А. Баюми, И. В. Бобренева //Сборник материалов XIV научно-практической конференции с международным участием «Живые системы» Москва МГУПП – 2016. – С. 91-93.

8. Баюми, А. А. Возможность использования тигровых орехов для увеличения срока хранения мясных продуктов / А. А. Баюми, И. В. Бобренева //Сборник научных трудов международной конференции молодых ученых, аспирантов, студентов и учащихся – Казань. – 2017. – С. 322-324.

9. Баюми, А. А. Изучение антиоксидантной активности растений, традиционных в республике Египет / А. А. Баюми, И. В. Бобренева, И.С. Краснова //Сборник материалов XIV научно-практическая конференция с международным участием «Живые системы». Москва МГУПП – 2017. – С. 19-20.

10. Баюми, А. А. Изучение качественных характеристик растительной добавки (*Moringa oleifera*) традиционной для Республики Египет / А. А. Баюми, И. В. Бобренева // Сборник научных статей по итогам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (23–24 марта 2018 г.) Коломна. – 2018 г. – С. 49-52.

11. Баюми, А. А. Перспективы использования новых видов растительных компонентов при разработке мясных продуктов общего и диетического назначения в Республике Египет / А. А. Баюми // Сборник научных статей по итогам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (23–24 марта 2018 г.) Коломна. – 2018 г. – С. 53-54.

12. Баюми, А. А. Биологическая активная добавка киноа (*Chenopodium quinoa*) и возможность ее использования / А. А. Баюми, И. В. Бобренева // Актуальная биотехнология -№3 (26) – 2018. – С. 374-376.

13. Баюми, А. А. Анализ рынка мясных продуктов в Республике Египет / А. А. Баюми, И. В. Бобренева, В.Л. Лапшина, Е. В. Савкина //Сборник научных статей по итогам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (22–23 марта 2019 г.). Коломна. – 2019 г. – С. 43-47.

14. Бобренева, И.В. Анализ рынка мясных продуктов в России /И. В. Бобренева, **А. А. Баюми**, В.Л. Лапшина, Е. В Савкина, //Сборник научных статей по итогам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (22–23 марта 2019 г.). Коломна. – 2019 г. – С. 47-52.
15. Бобренева, И.В. Новые тенденции в потреблении функциональных продуктов питания в условиях цифровизации экономики /И. В. Бобренева, **А. А. Баюми,** А.А. Мордовина //Сборник научных статей по итогам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (марта 2020 г.). Коломна. – 2020 г. – С. 63-66.

Статьи входят в международную базу цитирования (Scopus)

16. Bobreneva, I. V**.** Effect of using tiger nuts (*Cyperus esculentus*) on nutritional and organoleptic characteristics of beef burger / I. V**.** Bobreneva, **A. A. Baioumy** //Bioscience Research – (2018) 15(3) – P. 1424-1432.
17. Baioumy, A. A. Possibility of using quinoa seeds (*Chenopodium quinoa*) in meat products and its impact on nutritional and organoleptic characteristics / A. A. Baioumy**,** I. V**.** Bobreneva, A. A. Tvorogova, T. V. Shobanova //Bioscience Research – (2018) 15(4) – P. 3307-3315.