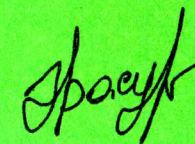


На правах рукописи

УДК 664.959.022 : 664.951.039

РАСУЛОВ Эльдар Магомедтагирович



**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ  
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА ОСНОВЕ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕЛКОВЫХ РЫБНЫХ  
ГИДРОЛИЗАТОВ**

05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки  
злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов,  
плодоовощной продукции и виноградарства

05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Отпечатано на ризографе ООО "Ризограф",  
г. Краснодар, ул. Коммунаров, 31  
Заказ №5/23, Тираж 100 экз. Дата выпуска 25.05.2006 г.

Краснодар – 2006

Работа выполнена в Горном ботаническом саду Дагестанского научного центра Российской Академии наук

Научный руководитель: доктор технических наук,  
**Джаруллаев Джарулла Саидович**

Официальные оппоненты: доктор биологических наук,  
профессор **Проскураков Марк Тихонович**;  
кандидат технических наук  
**Григоренко Светлана Павловна**

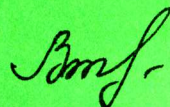
Ведущая организация: ФГУП Краснодарский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства Федерального агентства рыбного хозяйства РФ

Защита состоится 30 июня 2006 года в 16<sup>00</sup> ч на заседании диссертационного совета Д 212.100.05 в Кубанском государственном технологическом университете по адресу: 350072, г. Краснодар, ул. Московская, 2, корп. А, конференц-зал

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Кубанского государственного технологического университета

Автореферат разослан 26 мая 2006 г.

Ученый секретарь диссертационного совета, канд. техн. наук



В.В.Гончар

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Известно, что более 50% населения Земного Шара испытывает острый дефицит в белковых продуктах. В большинстве регионов Российской Федерации потребность в пищевом белке удовлетворяется лишь на 78-80% от нормы. В то же время по данным ученых-гигиенистов Института питания АМН РФ недостаточное поступление легкоусвояемых форм белка в рационах питания приводит к нарушению иммунной устойчивости организма человека.

Известен биотехнологический метод получения белка из отходов переработки животного и растительного сырья. В основе этого метода лежат ферментативные реакции. Высокая специфичность ферментов, наличие в живых организмах полиферментных систем, катализирующих последовательные превращения субстратов, позволяют получать целевые продукты заданного качества наиболее экономичным путем. Переход от химической технологии переработки животного и растительного сырья к биотехнологии – это переход к более совершенному типу производства, приближающемуся по экономичности к естественным процессам, происходящим в природе.

Теорией процесса регулирования скорости протеолиза занимались известные российские ученые – Андреев М.П., Антипова Л.В., Вознесенский Н.А., Глотова И.А., Долганова Н.В., Касьянов Г.И., Леванидов И.П., Левиева А.С., Логвинов М.В., Лысова А.С., Мясоедова В.М., Палагина И.А., Разумовская Р.Г., Слущкая Т.Н., Студенцова Н.А., Цибилова М.Е., Черногорцев А.П., Шендерюк В.И. и др.

В последние годы интерес к получению и применению белковых гидролизатов то затухает, то вновь проявляется. Это объясняется успехами использования очищенных белковых гидролизатов в медицинской практике и их ограниченным применением в пищевой промышленности из-за горького вкуса от присутствия некоторых пептидов, образующихся в процессе гидролиза.

В настоящее время достигнуты успехи в области теоретической энзимологии, технологии ферментов и очистки гидролизатов от примесей. Расшифрован механизм действия ферментов на сложные природные субстраты, установлены закономерности функционирования полиферментных систем, участвующих в последовательных превращениях субстратов, характер влияния коллоидно-химических факторов на кинетику ферментативных реакций в полидисперсных системах, образующихся при переработке сельскохозяйственного сырья. Это существенно продвинуло создание теоретической базы ферментации растительного и животного сырья, основ высокоэффективной технологии его переработки.

Рыбная промышленность длительное время была поставщиком полноценного белка, используемого в рационах питания населения, но сокращение сырьевой базы привело к необходимости создания безотходных технологий переработки объектов речного и морского промыслов. В связи с этим, рациональным представляется получение ферментативных белковых гидролизатов из малоценной и «сорной» рыбы, а также из вторичных ресурсов рыбоперерабатывающих предприятий.

Целью настоящей работы явилась разработка технологии продуктов функционального питания на основе использования белковых рыбных гидролизатов.

**Задачи исследования.** Для достижения намеченной цели решались следующие задачи:

- исследовать кинетику ферментативного гидролиза мяса рыб малоценных пород и вторичных рыбных ресурсов;
- определить возможность подавления паразитной микрофлоры рыбного сырья в процессе гидролиза путем воздействия на него электромагнитным полем низкой частоты;
- разработать технологию получения белковых рыбных гидролизатов из малоценной, «сорной» рыбы и вторичных продуктов рыбоперерабаты-

вающих предприятий;- теоретически обосновать и разработать технологию рыборастительных продуктов на основе использования полученных белковых рыбных гидролизатов;

- разработать рецептуры консервированных рыборастительных продуктов, получаемых на основе использования белковых рыбных гидролизатов;

- разработать, согласовать и утвердить техническую документацию на три вида консервированных рыборастительных продуктов на основе полученных белковых рыбных гидролизатов;

- осуществить производственную проверку разработанной технологии и дать оценку ее экономической эффективности;

**Научная новизна.** Исследован механизм протеолиза рыбного сырья для получения белковых гидролизатов с заданной глубиной гидролиза под действием ферментов, содержащихся в животном и растительном сырье.

Изучено влияние низкочастотного электромагнитного поля на угнетение паразитной микрофлоры в гидролизатах в период направленного ферментолиза.

Исследован химический состав белковых рыбных гидролизатов и других компонентов, входящих в продукты функционального питания.

Теоретически обоснована технология создания сбалансированных по биохимическому составу консервированных рыборастительных продуктов функционального питания для людей трудоспособного возраста на основе использования белковых рыбных гидролизатов.

Новизна предлагаемых технологических решений подтверждена получением трех патентов Российской Федерации на изобретения.

**Практическая значимость работы.** Результаты работы позволили решить задачи, связанные с рациональным использованием маломерной и «сорной» рыбы, малоценного рыбного сырья и отходов от разделки рыбы на

перерабатывающих предприятиях (голов, внутренностей, плавников, костной ткани) для получения белковых рыбных гидролизатов.

Разработана технология получения белковых рыбных гидролизатов из малоценной, «сорной» рыбы и вторичных продуктов рыбоперерабатывающих предприятий.

Разработана технология и рецептуры рыборастворительных консервированных продуктов функционального назначения с использованием овощей, круп и рыбных гидролизатов, апробированная в условиях рыбоконсервного комбината ОАО РКК «Порт-Петровск» (г. Махачкала).

Разработаны и внедрены в производство способы производства консервированных рыборастворительных продуктов на основе использования белковых рыбных гидролизатов (тефтелей, фрикаделей и котлет).

Разработана, согласована и утверждена техническая документация на три вида консервированных рыборастворительных продуктов на основе использования полученных белковых рыбных гидролизатов.

**Апробация работы.** Основные результаты диссертационной работы доложены и обсуждены в период с 1997 по 2001 гг. на научно-техническом совете НПО «Питательные среды» (г. Махачкала); на Ученом совете факультета пищевых технологий Дагестанского государственного технического университета в 1999–2000 гг. (г. Махачкала); на международной научной конференции «Прогрессивные пищевые технологии третьему тысячелетию», (г. Краснодар 2000 г.); на международной научно-практической конференции «Продовольственная индустрия Юга России»; (г. Краснодар, 2000г.), на международной научно-практической конференции «Экологически безопасные энергосберегающие технологии хранения и переработки сырья растительного и животного происхождения», (г. Краснодар, 2001 г.) и на Всероссийской научно – практической конференции «Пищевая промышленность: интеграция науки, образования и производства» в рамках «Круглого стола» работников рыбной отрасли (г. Краснодар, 2005 г.).

**Публикации.** По результатам проведенных исследований опубликована 1 монография, 7 научных статей и получено 3 патента РФ на изобретения.

**Структура и объем работы.** Диссертационная работа состоит из введения, аналитического обзора литературы, трех основных глав, списка использованных источников и приложения. Работа содержит 160 страниц компьютерного текста, 14 таблиц и 16 рисунков. Библиография включает 130 источников, в т.ч. 46 – иностранных авторов.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована необходимость создания рыборастворительных продуктов на основе овощей, круп и рыбных гидролизатов. Определена цель исследований.

**В первом разделе** представлен обзор научно-технической и патентной литературы, проанализированы существующие способы получения белковых гидролизатов, теоретические основы механизма гидролиза белков, очистки ферментативных гидролизатов.

Анализ опубликованных данных показал, что ферментативные гидролизаты, получаемые из рыбного сырья, могут быть высокоценной белковой добавкой к растительному сырью. Из ферментов животного происхождения чаще всего используют протеолитические ферменты внутренних органов рыб, а также пепсин, трипсин,  $\alpha$ -химотрипсин, карбокси – или амилопептидазы, сычужные ферменты.

Проанализирована возможность создания комбинированных рыборастворительных продуктов. Сформулированы задачи исследования.

**Во втором разделе** дана характеристика объектов исследования. В качестве объектов исследования использовали рыбу малоценных пород, маломерных размеров, «сорную» рыбу, молоку, отходы от разделки рыбы, мор-

ковь, лук, яйцо, рисовую и манную крупу, свеклу, алычу, нут, CO<sub>2</sub>-экстракты пряностей, загустители.

В работе применяли современные общепринятые и специальные физико-химические, хроматографические и органолептические методы исследования качества сырья, полуфабрикатов и готовых изделий. Определялось содержание азота летучих оснований, формально-титруемый азот и содержание ЛО/ФТА. Биологическую ценность определяли методом расчета аминокислотного сгора, величину рН – потенциометрическим методом, микробиологические показатели – по ГОСТ 30425-97, ГОСТ 10444.15-99, ГОСТ 10444.11-89, содержание фтор - и хлорорганических пестицидов на газовом хроматографе «Кристалл – 2000 М», содержание радионуклидов на  $\gamma$  -  $\beta$  - спектрометре с программным обеспечением «Прогресс», содержание нитратов - по ГОСТ 29300-92, содержание токсичных элементов - методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторе ТА – 1, биологическая ценность, методы определения комплексного показателя качества с помощью обобщенной функции желательности Харрингтона, реологические свойства на приборе «Реотест», содержание коллагена по методу В.П. Воловиной, определение аминокислот методом тонкослойной ионообменной хроматографии на пластинах.

В третьем разделе представлены результаты определения полного химического состава рыбных белковых гидролизатов, молоко, рыбных фаршей, круп, овощей и CO<sub>2</sub>-экстрактов. Схема этапов исследования приведена на рис 1. Изучена активность протеолитических ферментов внутренних органов и тканей растительноядных и хищных рыб, сычужного фермента и фермента поджелудочной железы кур. Была выявлена зависимость скорости ферментативного гидролиза кильки, молок растительноядных рыб (толстолобика и белого амура), смесей растительного и животного белка от протеолитической активности ферментов системы фермент: субстрат. Максимальная скорость процесса отмечена при активности системы 0,3 ед./г, т.е. при соотношении фермент: субстрат, равном 1:4.

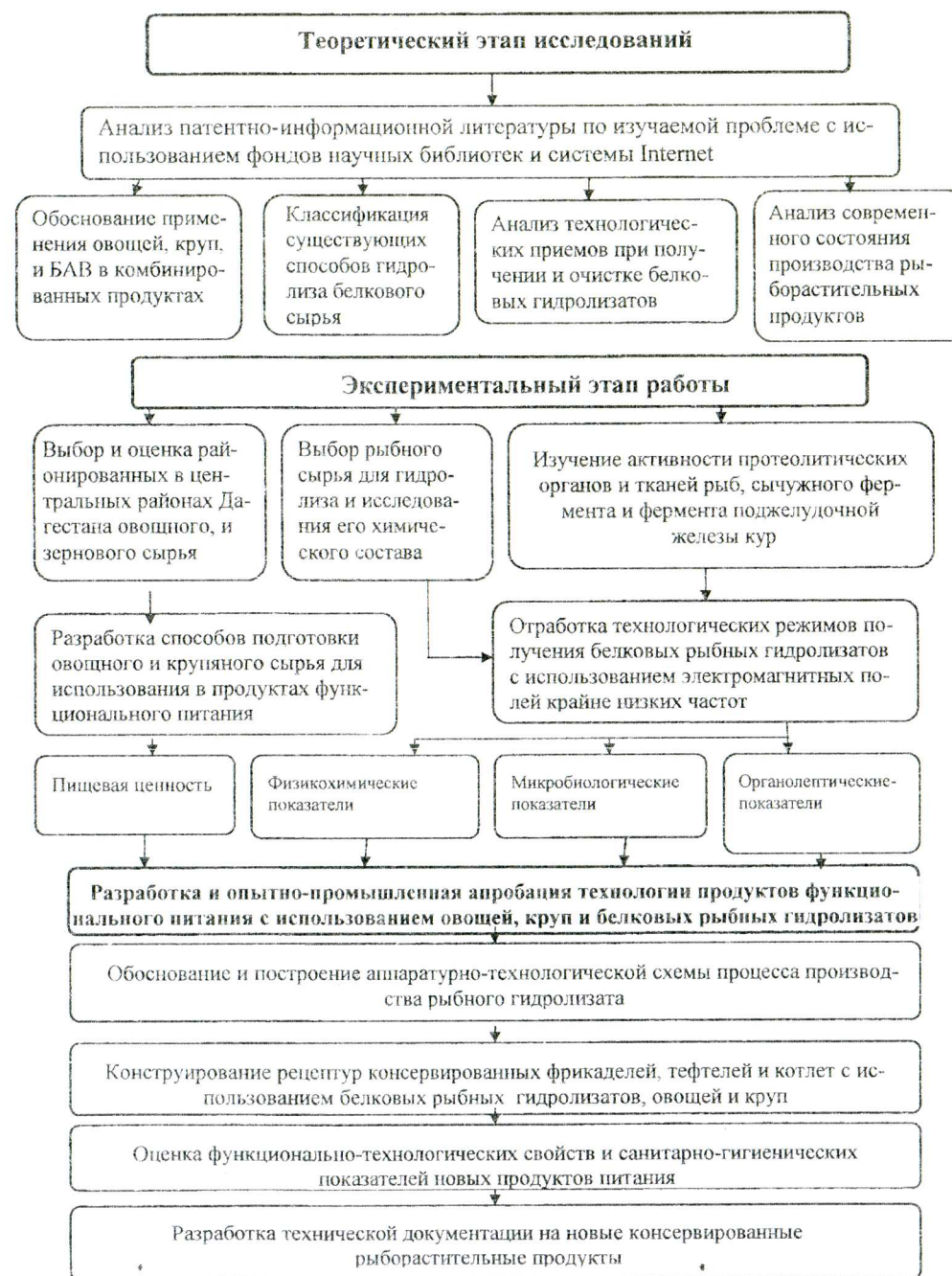


Рисунок 1 – Схема проведения теоретических и экспериментальных исследований

Схема получения рыборастворимых гидролизатов приведена на рис. 2. Отличительной особенностью технологической схемы от ранее существовавших является ферментализация белкового сырья животного и растительного происхождения, обработка полученного гидролизата низкочастотными электромагнитными полями с целью инактивации патогенной микрофлоры и микроультрафильтрация через металлокерамические фильтры для непрерывного удаления продуктов гидролиза.

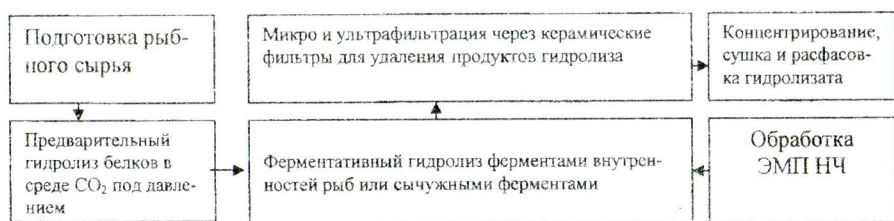


Рисунок 2 – Технологическая схема получения белковых рыбных гидролизатов

Изучение протеолитической активности собственных ферментов кильки (мышечной ткани и внутренностей) показало, что оптимальным режимом является температура 50°C, pH до 6,5, при котором количество гидролизованного белка составило 35 %.

При изучении степени протеолиза фарша кильки каспийской собственными протеолитическими ферментами выявлено, что с наибольшей скоростью идет нарастание содержания водорастворимого азота, затем следуют – небелковый, азот концевых аминокрупп и тирозин (рис. 3).

В связи с тем, что скорость автопротеолиза молока толстолобика значительно ниже, чем кильки, то для молока предложена обработка сычужным ферментом и ферментами поджелудочной железы кур (трипсин и химотрипсин). Установлено, что трипсины поджелудочной железы кур активны при pH=4,5, а химотрипсины при pH=5,0. Динамика накопления небелкового азота в молоках толстолобика при обработке ферментами поджелудочной железы кур также показала, что глубина гидролиза достигает максимума через 6 ч

(1900 мг/100 г молока). Дальнейшее увеличение глубины протеолиза возможно при условии непрерывного удаления продуктов распада белка (аминокислот) с помощью микроультрафильтрации и консервирования ферментируемой смеси спиртом.

Мы предложили заменить процесс консервирования ферментируемой смеси обработкой низкочастотным электромагнитным полем. Для изучения биологической стабильности гидролизата использовали методику сравнения МАФАМ проб образцов с консервантом (изопропанолом), обработанных ЭМП НЧ и контрольных.

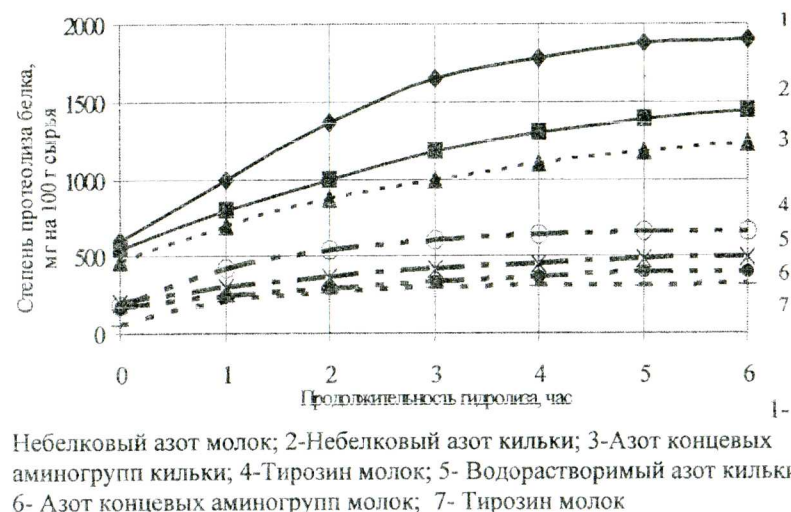


Рисунок 3 – Характеристика автопротеолиза кильки и ферментализации молока толстолобика

В готовом гидролизате, выработанном по новой технологии, не обнаружены санитарно-показательные микроорганизмы E.Coli, Pr.Vilqaris, Staph. Aureus. Аналогичные результаты получены при ферментации смеси растительных и животных белков. На рис. 4 показана кинетика нарастания азота летучих оснований в гидролизате и соотношения «азот летучих оснований – формольно – титруемый азот».

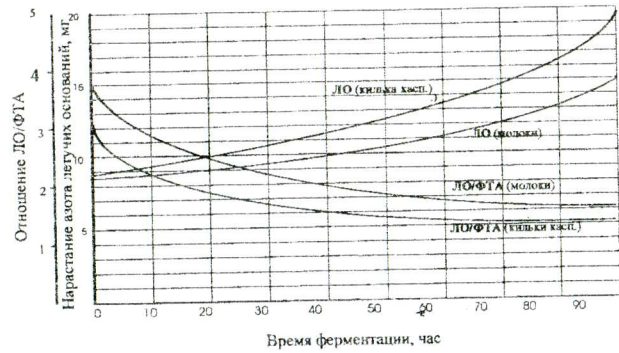


Рисунок 4 – Кинетика содержания азота летучих оснований и соотношения ЛО/ФТА от степени ферментации мышечной ткани кильки и молок черного толстолобика ( $t_f = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

На рис. 5 приведена аппаратурно-технологическая схема процесса производства рыборастворительного гидролизата.

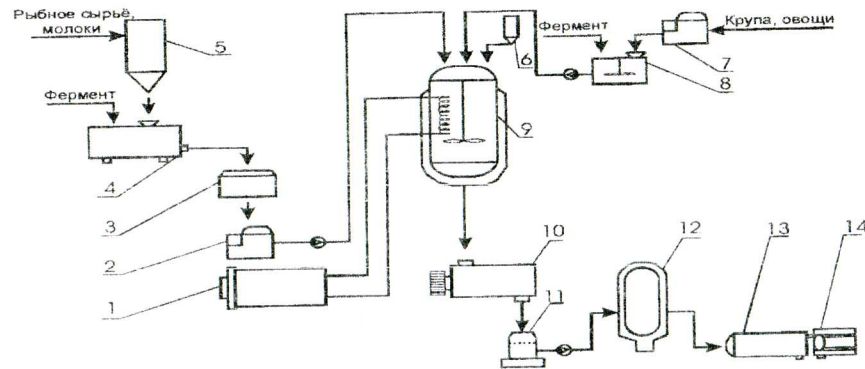


Рисунок 5 – Аппаратурно-технологическая схема процесса производства рыборастворительного гидролизата

1- генератор ЭМП НЧ; 2- гомогенизатор; 3- измельчитель; 4- емкость для термостатирования; 5- сборник для рыбы; 6 - бункер для фермента; 7 - бункер для овощей, круп; 8- смеситель для овощей, круп с ферментом; 9- ферментатор; 10- декандер; 11- УМФ – установка; 12- распылительная сушилка; 13- коллоидная мельница; 14- аппарат для фасовки порошка в среде инертного газа в бактерицидную пленку.

Рецептурный состав консервов, сбалансированных по основным питательным веществам, полученный с помощью обобщенной функции желательности Харрингтона, представлен в табл. 1

Таблица 1 – Рецептúra рыборастворительных консервов «Фрикадельки рыборастворительные»

Наименование компонента	Содержание в консервах, %
Гидролизат рыбный	10
Нут	10
Молочная сыворотка	15
Рисовая крупа	13
Морковь	9
Лук пассированный	4,5
Шрот семян тыквы	9
Казеинат Na	1
CO <sub>2</sub> -экстракт семян петрушки	0,08
CO <sub>2</sub> -экстракт семян укропа	0,05
Масло растительное дезодорированное	5
Соль	0,6
Мука	6,77
Бульон	20

Обобщенный критерий желательности D для данной рецептуры равен 0,9001, что соответствует оценке «очень хорошо» по шкале желательности. Графический номограммный аналог мультипликативной модели изображен на рис. 6.

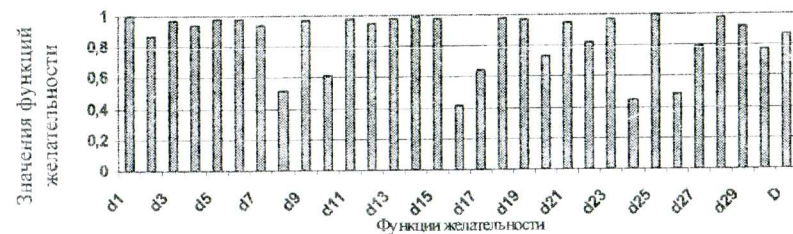


Рисунок 6 – Комплексная модель качества консервов «Фрикадельки рыборастворительные»  
 d- частные функции желательности: d1-общего белка, d2-животного белка, d3 незаменимых аминокислот, d4-общего жира, d5растительного жира, d6-линолевой кислоты от суммы жирных кислот, d7-ПНДЖК в 100 г жира, d8-углеводов, d9-кальция, d10-фосфора, d11-натрия, d12-магния, d13-железа, d14-цинка, d15-марганца, d16-хрома, d17-меди, d18-селена, d19-йода, d20-вит.С, d21-вит.В1, d22-вит. В2, d23-ниацина, d24-пантотеновой кислоты, d25-вит. В6, d26-вит. В12, d27-фолиевой кислоты, d28-вит. А, d29-вит. Е, d30-энергетическая ценность, D-обобщенный критерий желательности.

Таблица 2 – Рецептура рыборастворительных консервов «Тефтели рыборастворительные»

Наименование компонента	Содержание в консервах, %
Гидролизат рыбный	15
Казеинат Na	12
Рисовая крупа	12,4
Нут	14
Морковь	9
Лук	4,5
Творог	6
Меланж	2
СО <sub>2</sub> -экстракт семян горчицы	0,08
СО <sub>2</sub> -экстракт семян укропа	0,05
β-каротин	0,9
Масло растительное	7,1
Соль	0,6
Мука	0,28
Бульон	18,4

Обобщенный критерий желательности D для данной рецептуры равен 0,87, что соответствует оценке «очень хорошо» по шкале желательности.



Графический номограммный аналог мультипликативной модели изображен на рис. 7.

Рисунок 7 – Комплексная модель качества консервов «Тефтели рыборастворительные» d – частные функции желательности: d1-общего белка, d2-животного белка, d3 незаменимых аминокислот, d4-общего жира, d5растительного жира, d6-линолевой кислоты от суммы жирных кислот, d7-ПНЖК в 100 г жира, d8-углеводов, d9-кальция, d10-фосфора, d11-натрия, d12-магния, d13-железа, d14-цинка, d15-марганца, d16-хрома, d17-меди, d18-селена, d19-йода, d20-вит.С, d21-вит.В<sub>1</sub>, d22-вит. В<sub>2</sub>, d23-ниацина, d24-пантотеновой кислоты, d25-вит. В<sub>8</sub>, d26-вит. В<sub>12</sub>, d27-фолиевой кислоты, d28-вит. А, d29-вит. Е, d30-энергетическая ценность, D-обобщенный критерий желательности.

В четвертом разделе представлены экспериментальные данные по химическому составу спроектированных рецептур с использованием рыбного гидролизата. В работе описана подготовка сырья и материалов в условиях технологического стенда. Представлены результаты моделирования аминокислотного, углеводного, витаминного и минерального состава сухого порошкового продукта (СПП), выраженные в виде соответствующей рецептуры (табл.4) и данных химического состава. В работе описана подготовка сырья и материалов в условиях технологического стенда. Представлены результаты моделирования аминокислотного, углеводного, витаминного и минерального состава сухого порошкового продукта (СПП), выраженные в виде соответствующей рецептуры (табл.4) и данных химического состава. В работе описана подготовка сырья и материалов в условиях технологического стенда. Представлены результаты моделирования аминокислотного, углеводного, витаминного и минерального состава сухого порошкового продукта (СПП), выраженные в виде соответствующей рецептуры (табл.4) и данных химического состава.

Таблица 3 – Химический состав консервов «Фрикадели рыборастворительные» соответствующие нормам потребностей организма людей трудоспособного возраста

Наименование компонента	Требования на 100 г продукта	Содержание в осн. сырье	Дефицит	Содержание в осн. и доп. сырье	Общий дефицит
Белки, г	9,6	10,19	Нет	Нет	Нет
Незаменимые аминокислоты, г/100 г белка					
Триптофан	1,0	1,15	Нет	1,15	Нет
Лейцин	7,0	7,05	Нет	7,05	Нет
Валин	5,0	5,10	Нет	5,10	Нет
Изолейцин	4,0	4,17	Нет	4,17	Нет
Треонин	4,0	4,08	Нет	4,08	Нет
Лизин	5,5	6,80	Нет	6,80	Нет
Метион.+Цистин	3,5	4,40	Нет	4,40	Нет
Фенил.+Тирозин	6,0	7,50	Нет	7,50	Нет
Жиры, г	9,6	6,00	3,60	6,00	3,60
В т.ч. раст., г	Не менее 1,3	0,71	0,59	2,01	Нет
Сумма жирн. к-т, г		4,25		8,7	
Линолевая к-та, г		0,22		1,25	
Линол. к-та от суммы жирных к-т, %	10-15	5,1		14,36	
Сумма ПНЖК, г		0,31		1,16	
Содерж. ПНЖК в 100 г жира	Не менее 6	6,6		12,1	
Углеводы, г	37,8	18,66	19,14	20,39	17,41



Наименование компонента	Требования на 100 г продукта	Содержание в осн. сырье	Дефицит	Содержание в осн. и доп. сырье	Общий дефицит
Витамины, мг					
C	6,75			2,85	3,9
B <sub>1</sub>	0,165	0,09	0,075	0,106	0,058
B <sub>2</sub>	0,21	0,1	0,11	0,116	0,094
PP	1,8	2,1	Нет		
Пантот. к-та	0,9	0,535	0,365,40 %	0,64	0,26; 29 %
B <sub>6</sub>	0,195	0,16	0,03	0,259	Нет
Фолиевая к-та	0,015	0,01	0,05	0,013	0,002
B <sub>12</sub>	0,00015	0,00065			
A	0,225	0,005	0,22	0,5	Нет
E	0,0015	1,23	Нет	1,153	Нет
Минеральные вещества, мг					
Ca	150	17,15	132,85	129,05	20,95
P	225	169	57,6	226,6	Нет
Na	225	32,4	192,6	225,9	Нет
Mg	33	49,25	Нет		
Fe	1,5	2,5	Нет		
Zn	1,5	1,5	Нет		
Mn	0,375	0,43	Нет		
Cr	0,0075	0,0042	0,0033,44%		
Cu	0,3	0,24	0,06	0,251	0,049
Se	0,0075	0,0015	0,006	0,008	Нет
I	0,0225	0,0028	0,0197	0,027	Нет
Энергия, МДж	1,18	0,603	0,577	0,868	0,312

В работе описана подготовка сырья и материалов в условиях технологического стенда. Представлены результаты моделирования аминокислотного, углеводного, витаминного и минерального состава сухого порошкового продукта (СПП), выраженные в виде соответствующей рецептуры (табл.4) и данных химического состава.

Таблица 4 – Рецептура сухого быстрорастворимого рыборастворительного продукта

Ингредиент	Содержание в 100 г продукта
Гидролизат кильки	8,0
Нут	24,0
Картофельное пюре	30,0
Морковь	12,0
Лук	5,0
Масло растительное	4,5
Гидролизат молока	6,0
Соль	1,57
Пшеничная мука	2,6
Глюконодельталактон	0,4

Обобщенный критерий желательности D для данной рецептуры равен 0,83, что соответствует оценке «очень хорошо» по шкале желательности. Графический номограммный аналог мультипликативной модели изображен на рисунке 8.

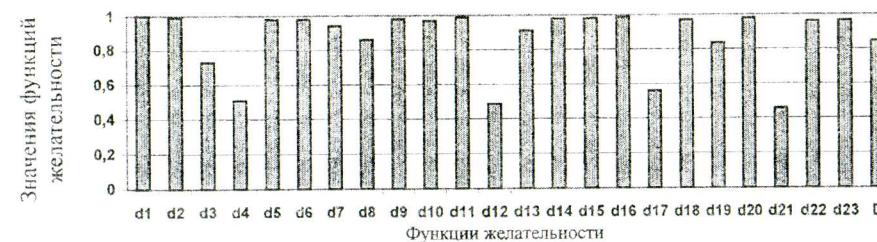


Рисунок 8 – Комплексная модель качества овоще-зернового пюре с гидролизатом кильки, d- частные функции желательности: d1-общего белка, d2-животного белка, d3-жира, d4-углеводов, d5-витамина, d6-каротина, d7-тиамина, d8-рибофлавин, d9-пиридоксина, d10-цианкобаламина, d11-ниацина, d12-пантотеновой кислоты, d13-фолиевой кислоты, d14-кальция, d15-натрия, d16-магния, d17- фосфора, d18-железа, d19-цинка, d20-марганца, d21-меди, d22-селена, d23-йода, D-обобщенный критерий желательности.

Лимитированное содержание гидролизата кильки (выше 8 % появляется привкус, снижающий вкусовые достоинства продукта), а также свойства ингредиентов не позволяют получить желаемую консистенцию смеси. Поэтому в рецептуру был включен пищевой структурообразователь зостерин, полученный из морской водоросли зостеры. Для установления оптимального значения количества вносимого структурообразователя была изучена динамическая вязкость восстановленного продукта (рис. 9).



Рисунок 9 – Зависимость динамической вязкости восстановленного рыборастворительного продукта от содержания пищевого структурообразователя в рецептуре СПП

В таблицах 5,6,7 представлены данные по изучению качественных характеристик продуктов, изготовленных по новым, запатентованным рецептурам.

Таблица 5 – Аминокислотный состав белков содержащихся в рыборасти-тельных консервах

Наимено- вание	фрикадели			тефтели			котлеты		
	мг в 100 г прод.	г в 100 г белка	Скор, %	мг в 100 г прод.	г в 100 г белка	Скор, %	мг в 100 г прод.	г в 100 г белка	Скор, %
Триптофан	110	1,16	116	109	1,11	111	111	1,14	114
Лейцин	770	8,11	116	692	7,03	100,4	829	8,49	121
Изолейцин	431	4,54	113	398	4,04	100,1	410	4,2	105
Валин	484	5,1	102	495	5,03	100	537	5,5	110
Треонин	380	4,01	100	401	4,07	100,2	407	4,24	106
Мет.+цистин	344	3,63	104	419	4,25	121,5	382	3,92	112
Фенилаланин +тирозин	913	9,61	160	921	9,35	156	714	7,32	122
Лизин	570	6	110	649	6,59	119,8	578	5,94	108

Таблица 6 – Общий химический состав, показатели безопасности и микро биологические характеристики рыборастительных консервов

Определяемые показатели	Результаты анализа наименование продукта			Допустимые уровни
	фрикадели	тефтели	котлеты	
<b>Физико-химические, %</b>				
Белок	11,2	10,6	9,8	10-14
Жир	9,1	9,3	3,9	10-18
Влага	73,9	74,1	5	
Соль	0,5	0,6	0,6	<1,2
<b>Токсичные элементы мг/кг не более</b>				
Железо, мг/100 г	1,73	1,39	1,51	1,6-2,0
Мышьяк	<0,0025	<0,0025	Не обн.	0,1
Ртуть	<0,0015	<0,0015	Не обн.	0,02
Медь	3,11	1,79	1,96	5,0
Свинец	0,13	0,15	0,06	0,3
Кадмий	0,02	0,03	Не обн.	0,03
Цинк	16,12	14,84	14,63	50,0
<b>Пестициды, мг/кг, не более</b>				
ГХЦГ сумма изомеров	<0,004	<0,02	Не обн.	0,02
ДЦТ и его изомеры	<0,004	<0,01	Не обн.	0,01
<b>Микробиологические показатели</b>				
МАФАнМ, в 1,0 г не более	Нет роста			Доп. Vac. Subtilis.

Определяемые показатели	Результаты анализа Наименование продукта			Допустимые уровни
	Фрикадели	Тефтели	Котлеты	
Мезоф. анаэробные м/о, в 5 г	Нет роста			Не доп.
Термоф. аэробные и фак. анаэробные м/о в 1 г	Нет роста			Не доп.
Термоф. анаэробные м/о в 1 г	Нет роста			Не доп.
<b>Радионуклиды, Бк/кг</b>				
Стронций-90, не более	8,5	9,5		30,0
Цезий-137, не более	19,4	24,6		70,0

Таблица 7 – Жирнокислотный состав липидов рыборастительных консервов

Наименование	Содержание, мг на 100 г продукта		
	фрикадели	тефтели	котлеты
Капроновая (6:0)	0,05	0,04	0,03
Каприновая (8:0)	0,03	0,03	0,02
Каприловая (10:0)	0,08	0,06	0,05
Лауриновая (12:0)	0,09	0,08	0,06
Миристиновая (14:0)	0,09	0,03	0,02
Пальмитиловая (16:0)	2,76	2,09	1,89
Маргариновая (17:0)	0,02	0,01	0,01
Стеариновая (18:0)	1,41	1,12	1,09
Арахидовая (20:0)	0,06	0,07	0,07
Миристилиновая (14:1)	0,05	-	0,51
Наименование	Содержание, мг на 100 г продукта		
	фрикадели	тефтели	котлеты
Олеиновая (18:1)	2,79	2,57	2,37
Линолевая (18:2)	1,1	1,14	1,12
Линоленовая (18:3)	0,15	0,16	0,14

Для обеспечения потребностей организма и наилучшего усвоения липидов продукта необходимо, чтобы соотношения определенных липидных фракций удовлетворяли медико-биологическим требованиям. Степень соответствия полученных результатов нормам приведена в табл. 8.

Для определения сравнительной относительной биологической ценности консервов, в рецептуру которых включено обработанное протеолитическими ферментами сырье, а также восстановленный сухой овоще - зерновой про-

дукт, использовали тест-микроорганизм – 3-х дневную инфузорию *Tetrahymena pyriformis*.

Таблица 8 – Характеристика жирового компонента новых консервов

Соотношения	Норма	Фрикадели	Тефтели
ПНЖК / НЖК	0,2	0,27	0,37
Линолевая / Олеиновая	Не менее 0,25	0,39	0,44
Линолевая / Линоленовая	Не менее 7,0	7,3	7,12

Таблица 9 – Содержание витаминов, макро- и микроэлементов в рыборастворительных консервах

Наименование	Содержание в 100 г продукта			
	фрикадели	тефтели	котлеты	эталон
<b>Витамины</b>				
V <sub>1</sub> , мг	0,168	0,116	0,114	0,165
V <sub>2</sub> , мг	0,177	0,146	0,147	0,21
V <sub>6</sub> , мг	0,219	0,228	0,215	0,195
V <sub>12</sub> , мкг	0,31	0,06	0,16	0,15
Пантол. к-та, мг	0,68	0,37	0,32	0,9
Фолиевая к-та, мкг	5,32	4,03	4,13	15
A <sub>1</sub> , мкг	330	290	300	225
E <sub>1</sub> , мкг	1300	990		1,5
PP <sub>1</sub> , мг	1,98	1,77	1,82	1,8
C <sub>1</sub> , мг	1,46	2,17	7,8	6,75
<b>Макроэлементы, мг</b>				
Ca	147	139	151	150
P	191	159	140	225
Na	249	250	227	225
Mg	4,1	30	38	33
<b>Микроэлементы, мкг</b>				
Fe	1731	1530	1512	1500
Zn	1612	1484	1463	1500
Mn	694	676	531	375
Cu	311	179	190	300
Se	12	14	9	7,5

Данные диаграммы характеризуют все исследуемые варианты консервов как обладающие высокой биологической ценностью, причем обогащенные продукты дают лучший рост количества инфузорий, что связано с биохимической ролью витаминов и минеральных веществ, являющихся коферментами многих ферментов и способствующих улучшению усвояемости пищи. Комплексная оценка качественного состава и показателей безопасности но-

вых, консервированных продуктов проведена ИЦ ОАО «Тихорецкконсервы» и подтвердила их соответствие требованиям СанПиН 2.3.2.1078 – 01.

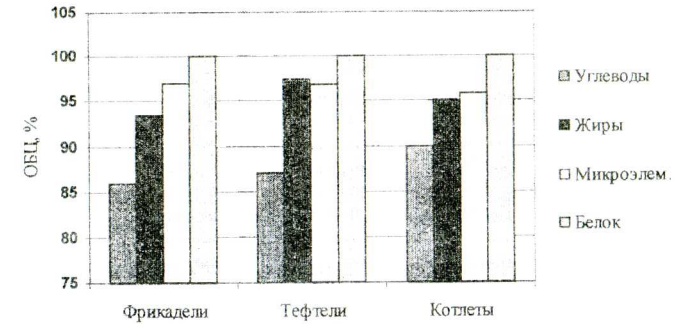


Рисунок 10 – Относительная биологическая ценность рыборастворительных консервов

Таблица 10 – Рецептуры продуктов функционального питания на основе белковых рыбных гидролизатов

Наименование сырья	Соотношение компонентов		
	фрикадели	тефтели	котлеты
Гидролизат рыбный	32	30	27
Рис бланшированный	7,6	5,5	5,0
Крупа манная	8,7	6,0	6,0
Морковь	-	11,5	12,0
Лук пассированный	13	10,0	8,0
Свекла столовая	12	11,0	8,0
Мука из нута	8	12	14
Алыча	7	5	5
Молоко сухое	2,6	-	1,5
Яичный порошок	0,45	0,4	0,5
Зостерин	2,1	2,0	2,5
Янтарная кислота	0,8	0,5	0,5
Наименование сырья	Соотношение компонентов		
	фрикадели	тефтели	котлеты
CO <sub>2</sub> – экстракт перца черного	0,08	0,05	0,08
CO <sub>2</sub> – экстракт перца душистого	0,07	0,05	0,06
CO <sub>2</sub> – экстракт мускатного ореха	0,06	0,06	0,05
CO <sub>2</sub> – экстракт гвоздики	0,06	-	0,03
CO <sub>2</sub> – экстракт чеснока	0,12	0,08	0,10
Стевиозид	0,01	0,02	0,02
Соль поваренная	2,4	2,4	2,4
Пищевые волокна	2,3	2,74	6,36

Разработанная автором технология производства консервных рыбо-растительных продуктов на основе белкового рыбного гидролизата апробирована в производственных условиях рыбоконсервного комбината ОАО РКК «Порт – Петровск» (г. Махачкала). Ожидаемый экономический эффект от внедрения новой технологии составляет 3140 руб. на 1 туб.

### Выводы

1. Теоретически обоснованы способы получения новых рыбо-растительных продуктов на основе использования белковых рыбных гидролизатов, круп, овощей и экстрактов БАВ, позволяющие конструировать сбалансированные по биохимическому составу продукты, расширить ассортимент продуктов функционального питания для людей трудоспособного возраста.

2. Исследована кинетика ферментативного гидролиза маломерной рыбы (килька каспийская, тюлька азовская), малоценной, «сорной» рыбы под действием протеолитических ферментов внутренних органов рыб, сычужного фермента и поджелудочной железы кур.

3. Впервые установлена возможность подавления развития гнилостных микроорганизмов в рыбном сырье путем обработки ферментируемой смеси низкочастотным электромагнитным полем в диапазоне модулирующих частот от 20 Гц до 10 кГц с несущей частотой 25 МГц. Оценка количественного и качественного состава МАФМ гидролизата в процессе ферментализации подтвердила влияние низкочастотного электромагнитного поля на прекращение развития сапрофитных и патогенных форм микроорганизмов.

4. Разработана технология получения белковых рыбных гидролизатов из малоценных пород рыбы и вторичных рыбных ресурсов;

5. С помощью математического метода последовательного симплекс-планирования разработаны и запатентованы три рецептуры консервированных рыбо-растительных продуктов функционального назначения на основе использования белковых рыбных гидролизатов.

6. Разработаны и апробированы в условиях рыбоконсервного комбината ОАО РКК «Порт – Петровск» (г. Махачкала) технологические режимы производства консервированных рыбо-растительных продуктов (тефтелей, фрикаделей и котлет) с использованием белкового рыбного гидролизата, овощей и круп для людей трудоспособного возраста.

7. Разработана, согласована и утверждена техническая документация на консервированные рыбо-растительные продукты (ТУ 9160 – 177 – 04801346 – 05 Тефтели, фрикадели и котлеты на основе белкового рыбного гидролизата).

8. Экономический эффект от внедрения предлагаемой технологии при выпуске 1 муб консервов в год составляет 3,14 млн. рублей.

### ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ СЛЕДУЮЩИЕ РАБОТЫ:

- 1 Расулов Э.М., Джаруллаев Д.С., Касьянов Г.И. Рыбные гидролизаты [Текст]. Монография. - Краснодар: КубГУ, 2001. - С. 123-124.
- 2 Работы по теме диссертации опубликованы в журнале «Вестник Краснодарского государственного технологического университета». - Краснодар: КубГУ, 2001. - С. 53-54.
- 3 Доссу-Ибрагимов, И.А. Палагина, П.С. - С.53-54.
- 4 Работы по теме диссертации опубликованы в журнале «Вестник Краснодарского государственного технологического университета». - Краснодар: КубГУ, 2001. - С. 123-124.
- 5 Доссу-Ибрагимов, И.А. Палагина, П.С. - С.53-54.
- 6 Работы по теме диссертации опубликованы в журнале «Вестник Краснодарского государственного технологического университета». - Краснодар: КубГУ, 2001. - С. 123-124.
- 7 Работы по теме диссертации опубликованы в журнале «Вестник Краснодарского государственного технологического университета». - Краснодар: КубГУ, 2001. - С. 123-124.
- 8 Работы по теме диссертации опубликованы в журнале «Вестник Краснодарского государственного технологического университета». - Краснодар: КубГУ, 2001. - С. 123-124.
- 9 Работы по теме диссертации опубликованы в журнале «Вестник Краснодарского государственного технологического университета». - Краснодар: КубГУ, 2001. - С. 123-124.
- 10 Работы по теме диссертации опубликованы в журнале «Вестник Краснодарского государственного технологического университета». - Краснодар: КубГУ, 2001. - С. 123-124.
- 11 Работы по теме диссертации опубликованы в журнале «Вестник Краснодарского государственного технологического университета». - Краснодар: КубГУ, 2001. - С. 123-124.