

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Орловский государственный институт экономики и торговли»**

На правах рукописи



ПАХОМОВА ОЛЬГА НИКОЛАЕВНА

**РАЗРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО
ПИЩЕВОГО ОБОГАТИТЕЛЯ ИЗ ЖМЫХА РАПСОВОГО**

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

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:
кандидат биологических наук, доцент
Большакова Лариса Сергеевна
д.т.н., профессор, академик РАЕ

Литвинова Елена Викторовна

Орел 2014

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	10
1.1 Характеристика жмыхов масличных культур.....	10
1.1.1 Химический состав жмыхов масличных культур.....	11
1.1.2 Антипитательные вещества жмыхов масличных культур и способы их удаления.....	16
1.2 Способы получения и использование продуктов из жмыхов масличных культур в пищевой технологии.....	17
1.3 Ферментные препараты, используемые при биоконверсии продуктов переработки масличных культур	27
1.4. Актуальность производства рыбного фарша и направления его использования.....	39
Заключение к обзору литературы.....	48
ГЛАВА 2. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	49
2.1. Организация работы и схема проведения экспериментальных исследований.....	49
2.2. Объекты исследований.....	49
2.3. Методы исследований.....	51
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ АНАЛИЗ.....	59
3.1 Обоснование целесообразности использования жмыха рапсового при создании функционального пищевого обогатителя.....	59
3.1.1. Изучение пищевой ценности жмыха рапсового.....	59
3.1.2. Оценка безопасности жмыха рапсового.....	65
3.2. Определение рациональных режимов ферментативного гидролиза жмыха рапсового.....	69
3.2.1 Влияние гидромодуля на степень ферментативного гидролиза жмыха рапсового.....	72

3.2.2.	Влияние рН среды на степень ферментативного гидролиза жмыха рапсового.....	74
3.2.3.	Влияние температуры на степень ферментативного гидролиза жмыха рапсового.....	78
3.2.4.	Влияние длительности замачивания на степень ферментативного гидролиза жмыха рапсового.....	80
3.2.5.	Влияние дозировки на степень ферментативного гидролиза жмыха рапсового.....	82
3.2.6.	Влияние ферментализации на гидролиз семенной оболочки жмыха рапсового.....	85
3.3.	Разработка технологии приготовления функционального пищевого обогатителя из жмыха рапсового.....	87
3.4.	Изучение влияния ферментализации на изменение технологического потенциала жмыха рапсового.....	94
3.4.1.	Исследование химического состава жмыха рапсового и ФПО «Крупка рапсовая»	94
3.4.2.	Оценка безопасности жмыха рапсового и ФПО «Крупка рапсовая».....	99
3.4.3.	Изучение функционально-технологических свойств жмыха рапсового и ФПО «Крупка рапсовая».....	101
3.5.	Использование функционального пищевого обогатителя «Крупка рапсовая» в технологии кулинарных изделий из рыбы.....	105
3.5.1	Выбор гидромодуля и времени набухания ФПО «Крупка рапсовая».....	106
3.5.2	Изучение влияния дозировки ФПО «Крупка рапсовая» на функционально-технологические свойства рыбных фаршей.....	109
3.5.3	Разработка рецептуры и технологии приготовления рыбо-растительного паштета.....	111

3.5.4	Органолептическая оценка «Паштета рыбо-растительного».....	114
3.5.5	Пищевая ценность и показатели безопасности «Паштета рыбо-растительного».....	117
3.5.6	Расчет себестоимости разработанных продуктов.....	123
	Выводы по главе.....	125
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	129
	СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	131
	Приложения.....	150
	Приложение 1 - Проект технических условий на «Крупку рапсовую».....	151
	Приложение 2 - Технологическая инструкция по производству «Крупки рапсовой».....	152
	Приложение 3 - Рецепт на «Крупку рапсовую».....	153
	Приложение 4- Акт выработки опытной партии паштета рыбо-растительного в условиях ОПО «Союз Орловщины».....	154
	Приложение 5 - Акт объединенной приемочной дегустационной комиссии в условиях ОПО «Союз Орловщины».....	155
	Приложение 6 –Протокол расширенной дегустации «Паштета рыбо-растительного».....	157
	Приложение 7- Акт о внедрении результатов исследования в учебный процесс.....	159
	Приложение 8 - Техничко-технологическая карта на «Паштет рыбо-растительный».....	160
	Приложение 9 – Калькуляционная карточка на «Паштет рыбо-растительный».....	162

ВВЕДЕНИЕ

Современное продовольственное положение России характеризуется снижением потребления основных видов продовольствия, так как значительная часть населения из-за низкой покупательной способности не может обеспечить себя продуктами питания, необходимыми для поддержания активной и здоровой жизни. Кроме этого организм современного человека, потребляющего все больше рафинированных и подвергнутых глубокой переработке продуктов, испытывает серьезный дефицит белка, витаминов, макро- и микроэлементов и других веществ [22, 24, 111, 126, 134].

Одним из путей повышения качества продуктов питания и совершенствования структуры питания населения является введение в рацион новых нетрадиционных видов растительного сырья, содержащих в своем составе сбалансированный комплекс белков, липидов, минеральных веществ, витаминов.

Направление развития производства такой продукции в России на сегодняшний день определяется «Стратегией развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года», основными приоритетами в которой закреплены рациональное использование сырьевых ресурсов и внедрение технологических инноваций.

Потенциальным источником растительных физиологически функциональных ингредиентов для пищевой промышленности служат продукты переработки семян крестоцветных масличных культур, в частности, жмых рапсовый. Интерес к нему связан с достижениями в области семеноводства по созданию низкоэруковых и низкоглюкозинолатных сортов.

В настоящее время жмых рапсовый используется, в основном, в кормопроизводстве в качестве добавки для кормления сельскохозяйственных животных. В то же время жмых рапсовый характеризуется наличием таких пищевых функциональных веществ, как белки с полноценным

аминокислотным составом, эссенциальные полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) с преобладающим содержанием линоленовой (ω -3) кислоты, пищевые волокна, в значительном количестве холин, ниацин, рибофлавин, фолиевая кислота и тиамин, минеральные вещества - кальций, фосфор, магний, медь и марганец, что свидетельствует о перспективности его использования в пищевой промышленности [20, 46, 47, 57, 100].

Однако ограничивающим фактором использования жмыха рапсового в качестве функциональной добавки в пищевых продуктах является наличие большого количества клетчатки, которая придает продукту особую прочность, а также снижает его качество и пищевую ценность. Кроме того, антипитательным фактором жмыха рапсового является наличие фитиновых соединений. Из общего фосфора жмыхов рапсовых от 40 до 70% связано с фитином. Фитиновые кислоты жмыхов связывают не только фосфор, они удерживают кальций, блокируют усвоение наиболее ценных белков и аминокислот, затрудняют доступ пищеварительных ферментов к своим субстратам и тем самым существенно снижают переваримость [7,34, 124].

Перспективным направлением переработки жмыха рапсового является его биотрансформация с помощью целлюлолитических ферментных препаратов с фитазной активностью, приводящая к уменьшению и размягчению семенных оболочек, высвобождению свободного фосфора из фитина, с сохранением всех полезных свойств исходного сырья. Полученный продукт будет обладать высокой пищевой и биологической ценностью, что дает возможность использовать его в качестве функционального пищевого обогатителя.

Все выше изложенное послужило основанием для выбора темы диссертационной работы.

Цель и задачи исследования. Целью работы является разработка технологии функционального пищевого обогатителя из жмыха рапсового и обоснование целесообразности его использования в производстве функциональных продуктов питания.

Для достижения поставленной цели в работе решались следующие задачи:

1. Изучить пищевую и биологическую ценность жмыха рапсового и дать оценку его пищевой безопасности;
2. Определить рациональные режимы ферментативного гидролиза жмыха рапсового ферментным препаратом РовабиоTM Макс AP;
3. Разработать рецептуру и технологию приготовления функционального пищевого обогатителя из жмыха рапсового (далее ФПО) «Крупка рапсовая», установить сроки его хранения;
4. Изучить функциональный и технологический потенциал ФПО в сравнении со жмыхом рапсовым;
5. Экспериментально обосновать целесообразность использования ФПО в технологии функциональных продуктов питания;
6. Разработать нормативную документацию на ФПО «Крупка рапсовая» и паштет рыбо-растительный и провести производственную апробацию.

Научная новизна

1. В работе теоретически обоснована и экспериментально подтверждена целесообразность использования жмыха рапсового, ферментного препарата РовабиоTM Макс AP при производстве ФПО, определены рациональные режимы ферментативного гидролиза для получения продукта с низким содержанием антипитательных соединений.
2. Впервые установлено влияние ферментативного гидролиза на химический состав, биологическую ценность и перевариваемость белков, показатели безопасности и функционально-технологические свойства жмыха рапсового.
3. На основании комплексного изучения состава и свойств ФПО «Крупка рапсовая» дано научное обоснование его использования в технологии функциональных продуктов питания.
4. Теоретически и экспериментально обоснована эффективность применения ФПО «Крупка рапсовая» в технологии функциональных кулинарных изделий из рыбы.

Практическая значимость работы.

Полученный в ходе проведенных исследований материал расширяет область практического применения жмыха рапсового и продукта его ферментативной обработки в технологии функциональных продуктов питания.

Опытно-промышленная апробация, проведенная в учебно-производственном комплексе общественного питания ФБГОУ ВПО «Орловского государственного института экономики и торговли» и ОПО «Союз Орловщины» показала воспроизводимость и эффективность новых технологических решений.

Разработан проект технической документации: ТУ 9146 – 026-02537419-13, ТИ 02537419-026, РЦ 02537419-026 на «Крупку рапсовую» (биомодифицированную из жмыха рапсового), ТТК на «Паштет рыбо-растительный».

Результаты работы внедрены в учебный процесс ФБГОУ ВПО «Орловского государственного института экономики и торговли», где используются в ходе преподавания дисциплин «Технология диетического и лечебно-профилактического питания», «Функциональное питание».

Апробация работы. Результаты работы доложены и обсуждены на научных конференциях различного уровня, в т.ч.: международной научно-практической конференции «Управление инновациями в торговле и общественном питании» (Орел, 2010г); VI Международной научно-практической интернет-конференции «Технология и продукты здорового питания» (Саратов, 2011г); VI Международной научно-практической интернет-конференции «Потребительский рынок: качество и безопасность продовольственных товаров (Орел, 2011); II Международной научно-практической конференции «Направления развития технологии, организации и гигиены питания в современных условиях» (Орел, 2012г); I Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в пищевой и перерабатывающей промышленности» (Краснодар,

2012г); XVI Всероссийском Конгрессе диетологов и нутрициологов с международным участием «Питание и здоровье» (Москва, 2012г); VI Международной научно-практической конференции «Технология и продукты здорового питания» (Саратов, 2012г); Всероссийской конференции молодых ученых «Наука и инновации XXI века» (Сургут, 2012г); Международной научно-практической конференции «Наука о питании: технологии, оборудование, качество и безопасность пищевых продуктов, посвященная 100- летию "СГАУ им. Н.И. Вавилова"» (Саратов, 2013); III Международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 100-летию со дня рождения Н.И.Ковалева «Проблемы и приоритеты направления развития технологии, организации и гигиены питания» (Орел, 2013г); III Международной научно-практической интернет-конференции «Приоритеты и научное обеспечение реализации государственной политики здорового питания в России» (Орел, 2013г); Международном Конгрессе «Питание и здоровье» (Москва 2013г).

Публикации. По результатам выполненных исследований опубликовано 16 работ, в том числе 4 статьи в журналах, рекомендуемых ВАК.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части, содержащей результаты исследований, заключения, списка литературы и приложений. Работа изложена на 162 страницах, включает 35 рисунков, 54 таблицы и 9 приложений. Список литературы содержит 156 наименований.

Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Характеристика жмыхов масличных культур

Жмыхи являются побочным продуктом, получаемым при отжиге масла на шнековых и гидравлических прессах из предварительно очищенных, перемолотых и обработанных теплом и влагой маслосемян. Они содержат примерно 8-10% жира [2, 30].

В мировом производстве шротов (рис. 1.1), самая большая доля (почти 68%) приходится на соевый, затем следует рапсовый, хлопковый и только потом подсолнечный. Доля России в мировом производстве шротов всего 1,4% (рис.1.2) [2, 46].

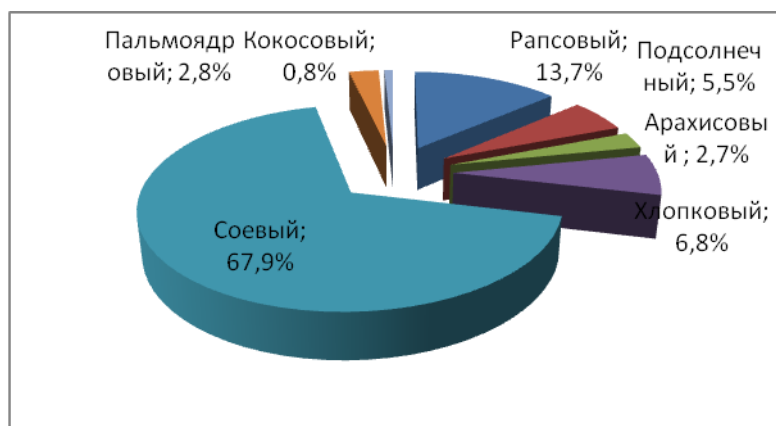


Рисунок 1.1 - Структура мирового производства жмыхов и шротов по видам

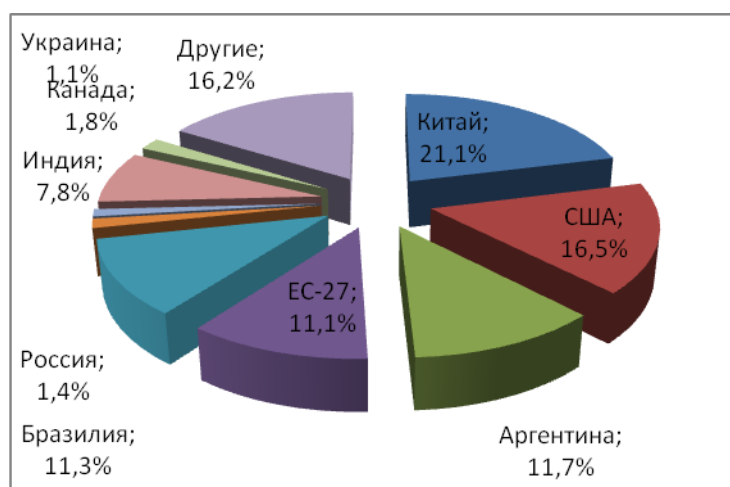


Рисунок 1.2 - Структура мирового производства жмыхов и шротов по странам

На отечественном рынке продукции масложирового комплекса объемы производства жмыхов и шротов занимают довольно значительный сегмент – более 3 млн т ежегодно. И хотя по действующей классификации их относят к побочной продукции, они представляют собой полноценные продукты переработки маслосемян.

В основном, жмыхи и шроты широко используются в комбикормах и рационах животных всех видов, особенно на откорме, для балансирования по протеину. Однако, жмыхи и шроты содержат большое количество полноценного белка, богатый жирнокислотный состав с высоким содержанием линоленовой и линолевой кислот. Это сырье богато также витаминами Е, группы В, а также минеральными веществами [89, 57].

Жмыхи и шроты содержат витамины, мг/кг: В₁ – 1,7-10,2; В₂ – 3-6,8; В₃ – 8,3–14,9; В₄ – 1300-6700; В₅ – 25-220; В₆ – 3,5-18; D – 2,5-9,5; Е – 3-20. [30]

Из минеральных веществ жмыхи и шроты содержат достаточное количество калия (9,5 – 17,4 г/кг) и фосфора (6,6 – 12,9 г/кг), но малое – кальция (2,7 – 5,9 г/кг).

Энергетическая ценность жмыхов и шротов зависит от содержания в них оболочек семян, клетчатка которых трудно переваривается.

1.1.1. Химический состав жмыхов масличных культур

В зависимости от перерабатываемого сырья жмыхи и шроты подразделяют на подсолнечные, льняные, хлопковые, арахисовые, конопляные, кунжутные, кориандровые, рапсовые, сурепные, клещевинные и др.

Жмыхи и шроты различают по способу производства растительных масел. При выработке масла с помощью отжима семян под прессом получают жмых, а при извлечении масла экстрагированием - шрот. В жмыхах количество сырого жира составляет 5 - 10%, в шротах - 1,2 - 5%. Их

особенность - наличие большого количества протеина (до 50%) при высокой энергетической питательности 220 -280 ккал на 100 г (табл. 1.1).

Таблица 1.1- Химический состав жмыхов масличных культур сибирской селекции [93]

Показатель	Наименование жмыха				
	Подсол- нечный	Рапсо- вый	Суреп- ный	Льняной	Рыжи- ковый
Сырой протеин	343,8	351,6	345,8	371,4	372,1
Переваримый протеин	316	295	287	319	309
Сырой жир	185,7	148,8	196,8	156,4	142,7
Сырая клетчатка	149,4	85,1	63,3	56,9	92,4
Сырая зола	45,9	58,4	58,9	54,3	61,5
Макроэлементы: Кальций	3,4	6,5	6	3,3	3,5
Фосфор	6,3	8,4	9	8,4	7,7
Калий	9,1	10,9	9,8	13,7	11,4
Натрий	0,2	0,2	0,2	0,7	
Магний	1,3	1,5	1,6	1,6	1,3
Микроэлементы: Железо	84,9	132,5	143,5	182,3	329,9
Медь	20,8	5,3	5,3	11,9	8,5
Цинк	56,6	40,3	57,4	65,7	51,2
Марганец	17	34,6	30,6	26,6	22,7

Белок обычно хорошего качества, переваримость его составляет 75 - 90%. По биологической полноценности белки шротов масличных культур значительно превосходят белки зерна злаковых, а некоторые из них по качеству приближаются к белкам животного происхождения. Однако они плохо сбалансированы по аминокислотам и имеют дефицит, по крайней мере, по одной из незаменимых аминокислот (табл. 1.2) [52, 143].

Таблица 1.2 - Содержание аминокислот в жмыхах масличных культур сибирской селекции [93]

Показатель	Наименование жмыха				
	Подсол- нечный	Рапсовый	Сурепный	Льняной	Рыжи- ковый
1	2	3	4	5	6
Незаменимые аминокислоты:					
лизин	0,99	1,46	0,78	1,65	1,7
метионин	0,81	0,37	0,71	0,68	0,38
аргинин	2,26	2,15	2,47	2,09	3,04
валин	1,6	1,88	2,12	2,04	2,09
гистидин	1,81	1,32	0,78	1,41	1,47
треонин	1,25	2,08	2,29	1,17	1,19
Заменимые аминокислоты:					
аланин	1,25	0,52	0,51	0,57	0,58
аспарагиновая кислота	3,01	3,79	4,43	1,08	4,4
глутаминовая кислота	5,62	4,25	4,89	4,9	4,92
глицин	1,58	1,55	3,51	1,72	1,71
пролин	2,2	2,4	2,69	2,66	2,55
серин	1,11	1,06	1,03	1,1	1,15
тирозин	0,98	1,02	0,99	0,92	0,97

Белки жмыхов и шротов, например, бедны глютаминовой кислотой, цистином и метионином. Содержание лизина в них варьирует, но обычно бывает низким, поэтому одни шроты не могут обеспечить достаточного балансирования аминокислотного состава. Если качество белка в семенах масличных культур довольно постоянно, то в жмыхе или шроте, приготовленном из этих семян, качество белка варьирует в зависимости от способа и условий извлечения из них масла. Высокие температуры и давление могут вызвать денатурацию белка и снизить его переваримость.

По содержанию аминокислот в жмыхах масличных культур больше лизина, валина, лейцина и треонина установлено в рапсовом жмыхе по сравнению с подсолнечным, в сурепном – аргинина, валина, лейцина, изолейцина и треонина, а в льняном и рыжиковом соответственно лизина, валина, лейцина и изолейцина. Подсолнечный жмых содержит в своем составе больше метионина, фенилаланина и гистидина по сравнению с другими жмыхами.

Определенные отличия установлены по жмыхам и по содержанию заменимых аминокислот: более высокое содержание аспарагиновой кислоты, пролина и тирозина отмечается в рапсовом и сурепном жмыхах.

Из таблицы 1.1. видно, что содержание сырого протеина в рапсовом жмыхе по сравнению с подсолнечным больше на 2,3%, в льняном и рыжиковом - на 8,0 -8,2, тогда как в сурепном - на 0,6%. Более высокое содержание сырой клетчатки установлено в подсолнечном жмыхе (149,4 г/кг), а более низкое - в льняном и сурепном жмыхах. Если проанализировать содержание макроэлементов, то можно отметить, что кальция практически одинаковое количество в подсолнечном, льняном и рыжиковом жмыхах, тогда как в рапсовом по сравнению с подсолнечным содержится в 1,9 раза больше, а в сурепном соответственно в 1,7 раза.

Наименьшее количество фосфора установлено в подсолнечном жмыхе (6,3 г/кг), тогда как в рапсовом - на 33,3% больше, а в сурепном - на 42,9, рыжиковом и льняном - на 22,2 -33,3% соответственно. Более высоким содержанием калия отличается рапсовый жмых, в котором его больше по сравнению с подсолнечным - на 19,8 %, а в рыжиковом и льняном соответственно на 25,3 - 50,5%. Содержание магния одинаковое количество в подсолнечном и рыжиковом жмыхах (1,3 г/кг), тогда как в рапсовом, сурепном и льняном - на 15,4 - 23,1% больше [52, 93].

Жмыхи масличных культур отличаются и по содержанию микроэлементов. Более низкое содержание железа установлено в подсолнечном жмыхе (84,9 мг/кг), тогда как в рапсовом и сурепном жмыхах

его больше на 56,1 - 69,0%, а льняном и рыжиковом соответственно в 2,2 - 3,9 раза. Более высокое содержание меди - в подсолнечном жмыхе, а цинка - в сурепном, льняном и рыжиковом жмыхах. Более высоким содержанием марганца отличаются жмыхи рапсовый, сурепный, льняной и рыжиковый по сравнению с подсолнечным, в которых его больше в 1,6 - 2,0 раза [30, 31].

Жмыхи имеют высокий уровень содержания различных форм углеводов (табл. 1.3).

Таблица 1.3 - Состав различных форм углеводов в жмыхах масличных культур сибирской селекции

Показатель	Жмыхи масличных культур				
	Подсолнечниковый	Рапсовый	Льняной	Сурепный	Рыжиковый
Содержится в сухом веществе, %					
Нейтрально-детергентная клетчатка	29,6	25,9	26,8	23,3	28
Кислотно-детергентная клетчатка	23,9	18,9	16,1	18,6	19,9
Лигнин	9,7	6,6	3,4	5,8	6,9
Гемицеллюлоза	5,7	7	10,7	4,7	8,1
Целлюлоза	14,2	12,3	12,7	12,8	13
БЭВ	15,5	15	19,9	12,8	11,4
В том числе					
Крахмал	1,5	1,5	1,7	1,7	3,7
Сахар	12,2	13,1	7,3	11,1	7,7

В подсолнечниковом жмыхе отмечено наибольшее содержание целлюлозы и лигнина, что повысило уровень кислотно-детергентной клетчатки до 23,9% в сухом веществе.

Содержание целлюлозы в рапсовом, сурепном, рыжиковом и льняном жмыхах практически одинаковое -12,3-13,0%, а количество лигнина, как

вещества более устойчивого к микробной ферментации, в данных жмыхах составило 3,4-6,9%.

В льняном жмыхе установлен наибольший уровень безазотистых экстрактивных веществ и гемицеллюлозы, что выше соответственно на 4,4-8,5 и 2,6-6,0%, чем в жмыхах других видов. Количество нейтрально-детергентной и кислотно-детергентной клетчатки зависит от наличия гемицеллюлозы, целлюлозы и лигнина. В подсолнечниковом, льняном, рапсовом, сурепном и рыжиковом жмыхах уровень нейтрально-детергентной клетчатки варьирует от 23,3 до 29,6%, кислотно-детергентной клетчатки - от 16,1 до 23,9% [93, 122].

Таким образом, жмыхи масличных культур характеризуются высокой пищевой и биологической ценностью, что делает их перспективным сырьем в пищевой промышленности.

1.1.2. Антипитательные вещества жмыхов масличных культур и способы их удаления

Антипитательные соединения масличных культур ограничивают применение продуктов их переработки в качестве пищевых компонентов, а также снижают пищевую ценность получаемых белковых продуктов.

Использование семян льна и продуктов их переработки в рецептурах пищевых продуктов ограничено из-за наличия линамарина – нитрилглюкозида. В результате его гидролиза под действием фермента глюкозидазы происходит образование синильной кислоты, массовая доля которой в семенах льна современной селекции составляет 0,01-0,02% на а. с. в. (следовые качества), следовательно, они могут использоваться при получении белковых добавок пищевого назначения [138, 139].

В отличие от других жмыхов и шротов подсолнечный шрот практически не содержит антипитательных веществ. Из факторов, ограничивающих применение подсолнечного шрота (жмыха) в качестве

пищевых компонентов, можно назвать хлорогеновую и хинную кислоты, уровень которых составляет 1,56 и 0,48% соответственно, кофейную кислоту, фенольные соединения, подобные п-кумариловой, изоферуловой и синапсовой кислотам, а также эфиры оксикоричной кислоты, вызывающие потемнение при тепловой обработке. Отрицательное действие высоких доз хлорогеновой кислоты проявляется в ингибировании трипсина и липазы, поэтому уровень ее не должен превышать 1%. В белковых изолятах, выделенных из шрота с помощью слабых растворов щелочи, наряду с указанными кислотами содержится неизохлорогеновая кислота. Под действием полифенолоксидазы муки хлорогеновая кислота превращается в хиноны, образующие темноокрашенные соединения неустоановленного состава [138, 140].

Все известные методы очистки белковых продуктов от фенольных веществ, в частности от хлорогеновой кислоты, в основном сводятся к промывке растворителями и использованию мембранной технологии. Однако в большинстве случаев при их применении происходит либо денатурация белка, либо недостаточное удаление фенольных соединений, либо снижение пищевой и биологической ценности получаемого продукта из-за токсичности применяемого растворителя и невозможности полного его удаления из белкового продукта [117, 141].

Лимитирующим фактором использования рапса и сурепицы и продуктов их переработки как белковой добавки является наличие в них эруковой кислоты (до 54% в жире) и гликозинолатов (до 4%). Хотя последние исследования показали, что гликозинолаты обладают антиканцерогенными и антимутагенными свойствами. Сами гликозинолаты не представляют токсической опасности. Это хорошо растворимые в воде гликозиды. При отжиге или экстракции масла из рапса они полностью остаются в жмыхе или шроте. Однако, под действием фермента мирозиназы, содержащегося в растениях или некоторых микроорганизмах желудочно-кишечного тракта животных, гликозинолаты расщепляются с освобождением

изотиоцианатов, тиоцианатов, гойтрина и других веществ, способных связывать йод и подавлять функцию щитовидной железы [115, 142].

Часть вредных веществ, содержащихся в необработанном рапсе, при удалении из него масла удаляется вместе с ним. Это эруковая и кротоновая кислоты (если они содержались в рапсе). Часть вредных веществ инактивируется при тостировании рапсового шрота (жмыха).

Для улучшения рапсового шрота применяют термический и биохимический способы обработки, при которых фермент мирозиназа денатурируется. Так, фермент мирозиназа при 100°C инактивируется полностью, а гликозинолаты - на 20-25%. При тепловой обработке удаляется летучая фракция изотиоцианатов, наиболее вредных веществ, и исчезает горький вкус рапса. Однако эти способы не получили широкого распространения в производстве из-за высокой стоимости и потерь масла и белка. Наиболее дешевым и эффективным методом улучшения шрота является выращивание сортов рапса с пониженным содержанием глюкозинолатов, которое в современных сортах не должно превышать 1% от массы абсолютно сухого обезжиренного вещества (или 20 мг воздушно-сухого вещества). Сорта, отвечающие требованиям отсутствия эруковой кислоты в масле и низкого содержания глюкозинолатов в семенах, обозначают «00» [47, 48].

Ограничивающим фактором использования жмыха рапсового в качестве функционального ингредиента в пищевых изделиях в нативном состоянии является наличие большого количества клетчатки, которая придает продукту особую прочность, а также снижает его качество и пищевую ценность. Это связано с особенностями строения семян рапса и, как следствие, технологии их переработки на масло.

Семена масличных культур, если их рассматривать с точки зрения технологии переработки, состоят из ядра и оболочки, между которыми имеется воздушная прослойка разной толщины. У большинства семян имеется только семенная оболочка, у некоторых культур (подсолнечник) есть

и семенная и плодовая оболочки, соответственно и две воздушные прослойки. Состав и питательная ценность ядра и оболочки различны. Ядро содержит такие ценные группы веществ, как липиды и протеины. В оболочке содержится значительное количество безазотистых веществ и клетчатки, липидов всего не более 2 %. К тому же в липидах оболочки содержится много свободных жирных кислот, восков, воскоподобных веществ. В процессе извлечения масла они могут переходить в продукт и тем самым ухудшать его качество. В связи с этим оболочку необходимо удалять. Количество оболочки значительно влияет на качественные характеристики масла [91, 143, 144].

Увеличение содержания оболочки в перерабатываемом ядре ухудшает и качество жмыха в результате обогащения его клетчаткой и безазотисто-экстрактивными веществами.

Таким образом, из всего вышеизложенного следует, что необходимо максимально отделять оболочку от ядра. Однако не все семена освобождают от оболочек. У некоторых культур (лен, рапс, рыжик, сурепка) семенная оболочка срослена с зародышевой частью семечка (эндоспермом). При отделении оболочки эндосперм тоже отделяется вместе с ней и переходит в лузгу, в результате чего заметно снижается выход масла. Поэтому семена этих культур перерабатываются вместе с лузгой. Семена хлопчатника, клещевины, сои перерабатывают с отделением оболочки, так как семенная оболочка с ядром у них не срастается [2, 3].

Переработка семян рапса с целью получения высококачественного масла связана с определенными трудностями. В технологической схеме получения растительных масел из рапса семена, в отличие от других семян масличных культур (хлопчатника, клещевины, сои, подсолнечника) подаются на прессование без отделения ядра от оболочки.

Существуют работы по исследованию возможности семян рапса к шелушению, однако практического применения в промышленности они не

нашли, так не было разработано оборудование, позволяющее эффективно разрушить семена и отделить оболочку [2, 20].

Рядом авторов разработаны и изготовлены опытные установки для обрушения семян рапса и рыжика и для отделения оболочки от массы обрушенных семян. Такая технология комплексной переработки семян рапса и рыжика, по их мнению, позволит повысить качество основных продуктов переработки масличных культур- масел и жмыхов. Недостатком их подхода является использование опытных образцов установок, которые не находят промышленного применения [97,98].

Антипитательным фактором жмыха рапсового является наличие фитиновых соединений. В семенах растений содержится примерно 1-3% фитина. Из общего фосфора жмыхов рапсовых от 40 до 70% связано с фитином. Фитиновые кислоты жмыхов связывают не только фосфор, они удерживают кальций, блокируют усвоение наиболее ценных белков и аминокислот, затрудняют доступ пищеварительных ферментов к своим субстратам и тем самым существенно снижают переваримость. Известно, что белок, связанный фитатами, не может подвергаться гидролизу пепсином (эндогенной протеазе). Это обусловлено пониженной растворимостью белка и его структурными изменениями после объединения с фитатом. Кроме того, белково-фитиновые комплексы легко взаимодействуют с марганцем, цинком, медью, железом, затрудняя их усвоение [124, 132].

1.2. Способы получения и использование продуктов из жмыхов масличных культур в пищевой технологии

В настоящее время существует реальная возможность получения из масличного сырья концентрированных форм белка (концентратов, изолятов, паст) и создания на их основе белковых компонентов пищи (белково-липидных продуктов, белково-углеводных обогатителей и т. д.).

Специфика технологий производства растительных белковых продуктов состоит в возможности как целенаправленного использования отдельных фракций белков, так и комплексной переработки сырья с одновременным получением других полезных пищевых ингредиентов – масла, пищевых волокон и т.п. При этом используют различные методы получения белковых продуктов: с применением кислот (янтарной, соляной, др.), водного раствора хлорида натрия, модификаций (биомодификаций, ограниченного протеолиза и термоденатурации).

Так, на базе Кубанского государственного технологического университета разработан способ получения светлого белкового изолята из промышленного подсолнечного шрота с использованием в качестве экстрагента водного раствора янтарной кислоты [140,141].

Белковый продукт, полученный данным способом, содержит не менее 80% подсолнечного белка (табл. 1.4).

Таблица 1.4 - Физико-химические показатели белкового продукта, полученного из подсолнечного шрота

Показатель	Содержание в БП
Массовая доля сырого протеина, % на а. с. в.	87,3
Относительная биологическая ценность, %	91
Содержание хлорогеновой кислоты, % на а. с. в.	0,022
Массовая доля сырой золы, % на а. с. в.	2,9
рН 10%-й водной суспензии	3,6

На базе лаборатории ВНИПТИМЛ Россельхозакадемии разработана технология выделения белка из жмыха масличного льна, позволяющая достаточно полно экстрагировать как альбуминовую, так и глобулиновую фракцию белка. Белковый продукт, получаемый в ходе реализации данной технологии, содержит не менее 70% льняного белка, что позволяет классифицировать его как белковый концентрат [85].

Известен способ получения белковых продуктов из жмыхов рапса и рыжика, полученных из семян, выращенных в условиях Сибирского региона [99, 100]. В работе использовали жмыхи, полученные из семян рапса (сорта Юбилейный, АНИЗИС-1, СИБНИИК-198, Ратник) и рыжика (сорт Исилькулец), выращенных в Алтайском крае, Кемеровской, Новосибирской, Томской и Омской областях. Перед экстракцией белков их предварительно обезжировали гексаном и получали шроты.

Меньшая массовая доля белка в полученных препаратах (табл. 1.5), по сравнению с принятой нормой для аналогичных продуктов (более 90 %), связана с тем, что они были произведены из вторичных продуктов переработки масличных семян, в ходе которой белки подвергаются тепловой денатурации, что снижает их растворимость.

Таблица 1.5 - Показатели качества рапсовых белковых продуктов из жмыха рапса и рыжика

Показатель	Белковые продукты			
	рыжиковые		рапсовые	
	изолят	паста	изолят	паста
Массовая доля, % влаги	5,2±0,3	82,0±2,0	7,1 ±0,4	82,0±2,0
сырого протеина	80,0±1,9	16,1 ±2,0	77,8±3,0	16,0±2,0
сырой клетчатки	1,5±0,8	1,5±0,8	1,5±0,8	1,5±0,8
жира	0,6±0,4	-	0,5±0,3	-
зола	3,0±0,4	-	3,3±0,5	-
РН	5,8-7,2	6,1-7,0	5,9-7,0	6,0-7,1

Вместе с тем, эти различия незначительны, а использование вторичного сырья для производства белковых препаратов экономически оправдано.

Качественный состав аминокислот рапсового и рыжикового белковых изолятов аналогичен, тогда как количественный несколько отличается (табл. 1.6).

Таблица 1.6 - Аминокислотный состав белковых изолятов из жмыхов рапса и рыжика

Наименование аминокислоты	Массовая доля аминокислот в белковых изолятах, %		
	ФАО/ВОЗ (идеальный белок)	Рапсовый	Рыжиковый
Незаменимые аминокислоты:			
Валин	5	3,28	4,83
Изолейцин	4	2,78	3,78
Лейцин	7	4,53	6,25
Лизин	5,5	3,12	2,91
Метионин + цистин	3,5	2,65	3,2
Треонин	4	2,6	3,35
Фенилалнин + тирозин	6	4,74	6,39
Заменимые аминокислоты:			
Аспарагиновая кислота	-	5,21	7,78
Аргинин	-	4,39	8,71
Глутаминовая кислота	-	11,72	16,96
Гистидин	-	1,67	2,07
Пролин	-	5,09	6,16
Серин	-	2,63	3,66
Глицин	-	3,29	4,72
Аланин	-	2,18	3,11

Оба вида изолятов содержат все незаменимые аминокислоты, что говорит об их высокой биологической ценности. В продукте из семян рыжика больше незаменимых аминокислот. Кроме того, он отличается более сбалансированным составом аминокислот приближенным к параметрам эталонного (идеального) белка в соответствии с рекомендациями ФАО и ВОЗ. Таким образом, в результате проведенных исследований получили продукт, содержащий все незаменимые аминокислоты, а состав белкового изолята жмыха рыжика приближается к параметрам идеального белка.

Разработана технология производства растительных белково-липидных продуктов (БЛП), для получения которых могут быть

использованы шроты и жмыхи, остающиеся после технологической переработки семян масличных растений, в частности растений семейства капустных – рапса и сурепицы. Разработанные принципиальные схемы модификации белкового комплекса ограниченным протеолизом и термоденатурацией позволили направленно получить БЛП, обладающие полноценным липидным и жирнокислотным составом, свойственным исходным масличным семенам [138, 139].

Также известна БАД к пище из биомассы остаточных дрожжей пивной промышленности, в виде белково-углеводных обогатителей пищи, обладающих высокой питательной ценностью, функциональными и лечебно-профилактическими свойствами. В качестве источника углеводов, пищевых волокон, минеральных веществ для получения обогатителя служит остаток после экстрагирования белка из рапсового шрота [10].

Разработанный белково-углеводный обогатитель может широко применяться в пищевой промышленности путем введения его в рецептуры продуктов питания на основе принципов пищевой комбинаторики, тем самым повышая их биологическую ценность.

В пищевой промышленности для обогащения продуктов питания и улучшения их функционально-технологических свойств используются как сами жмыхи и шроты, так и продукты их переработки.

Так, разработано сахарное печенье «Солнечное», в которое вносили рапсовый жмых в сухом виде в количестве 1, 5, 10% взамен массы муки по рецептуре «Изобилие». Оптимальной дозировкой была выбрана 5% замена муки в рецептуре печенья. По всем основным показателям (влажности, щелочности, массовой доли общего сахара и намокаемости) разработанное сахарное печенье соответствует требованиям стандарта: влажность – 4,5%, щелочность – 0,75 град, массовая доля общего сахара – 25,0%, намокаемость – 168%, а по содержанию белка (10,55%) даже превосходит контрольный образец (5,75%) почти в 2 раза. Внесение в рецептуру рапсового жмыха позволили получить продукт с высокими качественными показателями, в

том числе развитой пористостью, за счет присутствия пищевых волокон и белковых веществ, способных к набуханию, а также со сбалансированным составом аминокислот [82, 84, 51].

Также известна научная работа, направленная на решение проблемы использования вторичных продуктов (шрот, жмых), образующихся при переработке рапсового семени на масло, для нужд мясной и рыбной промышленности в аспекте компенсации белковой недостаточности в рационах питания. В рамках этой работы проведены исследования функционально-технологических свойств изолированных биомодифицированных белков рапса в модельных фаршевых системах на основе говядины второго сорта, свинины полужирной, мяса кролика механической обвалки, а также дана оценка потенциальных возможностей белков рапса как источников эссенциальных факторов питания при получении полуфабрикатов и изделий паштетной группы с использованием мясного сырья и продуктов переработки гидробионтов [74].

Обоснован компонентный состав рубленых мясорастительных полуфабрикатов и паштетов, проведено компьютерное моделирование рецептур по критерию минимального коэффициента различия аминокислотного сора с использованием программы Generic 2.0.

Технологические схемы производства соответствуют традиционным, за исключением участка подготовки гидратированного рапсового белка, при соответствующем аппаратурном оформлении [18].

Для повышения биологической ценности и снижения себестоимости изделий из творога разработана технология комбинированной творожной массы с добавлением изолята белка из шрота рапса сорта «Гонар», полученного методами биотехнологии. Для оценки биологической безопасности нативных и подвергнутых биомодификации белков рапса сорта «Гонар» была использована тест-культура *Paramecium caudatum* [41, 81].

Показано, что рапсовый белок прекрасно сочетается с молочным сырьем по аминокислотному составу, что подтверждает эффект взаимного

обогащения, в результате которого возрастает биологическая ценность белка готового продукта на 19,8% и обеспечивается необходимый комплекс функционально-технологических свойств.

Известен способ производства хлеба из пшеничной муки, в рецептуре которого для повышения его пищевой ценности и улучшения органолептических и физико-химических показателей (табл. 1.7) используют белковый изолят подсолнечника (БИП), полученного из промышленного шрота с использованием в качестве экстрагента водного раствора янтарной кислоты [80, 140, 141, 142].

Таблица 1.7- Физико-химические показатели качества готовых изделий

Показатель	Контрольный образец	Образцы с добавкой БИП, % к массе муки			
		Суспензия		Эмульсия	
		7	11	7	11
Влажность, %	42,4	42,7	42,9	42,6	42,8
Пористость, %	70	72	69	77	80
Кислотность, град	3,3	3,4	3,5	3,4	3,5
Удельный объем, см ³ /100 г	320	343	316	367	380
Формоустойчивость, (H:D)	0,4	0,42	0,39	0,45	0,47

Пробные лабораторные выпечки проводили с дозировкой БИП 7 и 11% к общей массе муки. Тесто готовили на большой густой опаре из 70% муки от общего количества; БИП вносили при замесе теста в виде суспензии (БИП : вода = 1:3) и эмульсии (БИП : масло подсолнечное нерафинированное : вода = 3:1:2). Введение в рецептуру пшеничного хлеба БИП изменяет органолептические и физико-химические показатели качества готовых изделий.

При внесении БИП в виде суспензии опытные образцы хлеба имели хорошо развитую пористость, а в виде эмульсии – цвет мякиша опытных образцов хлеба имел желтоватый оттенок и тонкий запах подсолнечного масла. Наиболее существенное положительное влияние на качество пшеничного хлеба оказывает внесение БИП в виде эмульсии в количестве 11%.

Таким образом, при переработке жмыхов масличных культур, в том числе и жмыха рапсового, все методы сводятся к извлечению какого-то одного компонента (чаще всего встречаются работы по извлечению белка), в то время как остальные составные части переходят в отходы. Более того, не встречаются работы, направленные на ферментативную обработку жмыхов с целью получения продукта с низким содержанием антипитательных соединений. Поэтому ферментативная обработка жмыха рапсового для получения продукта с низким содержанием клетчатки и фитиновых соединений является целесообразной.

1.3. Ферментные препараты, используемые при биоконверсии продуктов переработки масличных культур

Биоконверсия, или биотрансформация - это превращение одних органических соединений в другие под действием ферментных систем микроорганизмов. Превращению могут подвергаться как продукты жизнедеятельности микроорганизмов, так и специально вводимые в среду вещества. Классическими примерами биоконверсии служат процессы получения продуктов брожения: спиртов, органических кислот (уксусной, молочной, глюконовой, лимонной) из углеводных субстратов, ферментативное превращение глюкозы во фруктозу, гидрокортизона в преднизолон и т. д.[34, 35, 95].

Большинство промышленно важных процессов биоконверсии осуществляется путем многоступенчатого превращения субстрата в конечный

продукт с участием нескольких ферментов или ферментных систем. Технологическое преимущество биоконверсии по сравнению с процессами химических превращений веществ состоит в том, что необходимые катализаторы синтезируются культурой микроорганизма, и конверсия может быть осуществлена в одну технологическую стадию. Кроме того, ферментативные процессы в живых системах энергетически более выгодны, чем химический синтез.

В технологии биоконверсии наряду с клетками микроорганизмов применяют выделенные из них ферменты, как в свободном (растворенном) состоянии, так и иммобилизованные.

В процессах биоконверсии используют необработанное растительное сырье («прямая» биоконверсия), или сырье, подвергнутое предварительной обработке механическими, химическими, электрохимическими, радиационными методами, а также с помощью ферментных препаратов.

Пути переработки растительного сырья определяются его составом. Основу растительной биомассы составляют полимеры углеводной природы - целлюлоза, гемицеллюлоза, пектин, а также лигнин и белок. Последний является наиболее ценным питательным компонентом, однако количество белка даже в наиболее богатых им видах сырья не превышает 26%. Исключение составляют семена бобовых культур, где содержание белка достигает 50%. Такие виды растительного сырья, как солома злаков, лузга подсолнечника, отходы хлопчатника, чая и др., очень бедны белком, и для их превращения в ценные корма требуется глубокая биоконверсия. В процессе биоконверсии из продуктов расщепления углеводов и из минеральных солей азота и других элементов синтезируется белок. Увеличение содержания белка является основным показателем эффективности биоконверсии растительного сырья в пищевые продукты [19, 35, 135].

Механическое измельчение является наиболее простым способом предобработки растительного сырья. Измельчение позволяет увеличить удельную поверхность материала, то есть площадь его контакта с хими-

ческими агентами или биокатализаторами. Это адекватно повышению реальной концентрации субстратов в реакционной среде и приводит к пропорциональному возрастанию скорости их превращений, в соответствии с законом действующих масс, которому подчиняются как химические, так и ферментативные реакции.

Сильное механическое измельчение приводит к изменению структуры сырья на молекулярном уровне. Так, при измельчении целлюлозы на вибромельнице степень полимеризации снижается с 1200 до 900 глюкозных единиц. Очень важно контролировать температурный режим процесса измельчения, поскольку сильный нагрев вызывает побочные химические реакции в сырье.

Химическая предобработка растительного сырья применяется для разделения комплексов структурных полимеров растений путем преимущественной экстракции какого-либо компонента, а также для расщепления растительных полимеров на низкомолекулярные продукты, которые могут быть использованы микроорганизмами как источники питания.

В качестве химических агентов чаще всего используют кислоты и щелочи. Мягкая обработка этими агентами (при температуре не выше 100° С, в течение 1 -4 ч при атмосферном давлении) применяется для перевода в растворимое состояние гемицеллюлозы, пектиновых веществ, лигнин. Более жесткий режим обработки дает возможность расщепить биополимеры на блоки различной величины, вплоть до полимеров [36, 106, 155].

Недостатком химической обработки является то, что она дает побочные продукты реакции, обладающие токсическим действием на организм. При кислотном гидролизе растительного материала образуются такие токсины как метанол, формальдегид, ацетон, летучие фенолы, фурфурол, и его производные, муравьиная кислота. Как кислотный, так и щелочной гидролиз приводит к деградации аминокислот, образованию продуктов их конденсации с углеводами и другими соединениями. Поэтому использование химических реагентов для предобработки растительного

сырья требует тщательных исследований механизма и кинетики процессов с целью получения продуктов гидролиза заданного состава и качества.

В классической технологии для разрушения клеточных структур в растительном сырье используют механическую и влаготепловую обработку, после чего путем прессования выделяют сырое пищевое масло.

Ферментативная обработка растительного сырья позволяет извлекать масла в мягких условиях, сохраняя их питательную ценность.

В основе ферментативных способов извлечения растительных масел лежит гидролитическое расщепление нелипидных компонентов сырья и водных средах. Измельчение сырья в значительной мере решает задачу дезинтеграции клеток. Часть клеток сохраняет целостность, и их стенки необходимо разрушить с помощью ферментов.

Основу структуры растительных клеточных стенок составляет комплекс целлюлозы, гемицеллюлозы и пектиновых веществ. Целлюлоза образует микрофибриллы, на поверхности которых с помощью водородных связей фиксируются линейные части гемицеллюлозных молекул. Боковые ветви гемицеллюлозы ковалентно связаны с пектином, причем каждая молекула пектина связана с несколькими окружающими ее молекулами гемицеллюлозы. Гидролиз пектина с помощью пектолитических ферментов вызывает разрыхление стенки, поскольку из ее структуры выпадает звено, связующее другие полимеры. Стенка распадается на комплексы целлюлоза-гемицеллюлоза, способные скользить относительно друг друга в пространстве, освободившемся от пектина. В тонких стенках этого может быть достаточно для последующего их разрушения под действием осмотических сил среды. Действие пектиназы приводит также к мацерации растительной ткани, поскольку отдельные клетки соединены пектиновыми веществами [21, 32, 153].

Если эффект пектиназы недостаточен для разрушения клеточных стенок, то в комплекс гидролаз следует ввести целлюлазу и гемицеллюлазы.

Второй задачей ферментативного гидролиза является расщепление белка - основного внутриклеточного компонента, маскирующего липиды.

При проведении ферментативного гидролиза важно правильно выбрать фермент и определить оптимальную степень гидролиза белка. Для дезинтеграции локальных скоплений запасного белка и дестабилизации мембран предпочтителен гидролиз протеазами эндо-типа, расщепляющими белок на крупные фрагменты. При использовании комплекса эндо-и экзопротеаз наряду с дезинтеграцией материала происходит накопление низкомолекулярных продуктов гидролиза [108, 116].

Гидролиз белка сопровождается изменением его жиродерживающей, жироземмульгирующей, водоудерживающей способности (ЖУС, ЖЭС, ВУС) и стойкости эмульсии жиров в присутствии белка (СЭ). При гидролизе демаскируются алифатические цепи аминокислот, экранированные в нативных белковых молекулах, что может выражаться в общей гидрофобизации белковых продуктов, повышении ЖУС, ЖЭС и СЭ. Это было отмечено при протеолизе соевых белков нейтральным и щелочным Протосубтилином, а также Каназой (протеолитическим ферментным препаратом из культуры актиномицета *Str. canamyceticus*). При расщеплении соевых белков на 5-6% нейтральным Протосубтилином ЖУС возросла со 190 до 355, ЖЭС - с 74 до 88, СЭ с 65 до 87%. Водоудерживающая способность снизилась с 437 до 159%. При гидролизе щелочным Протосубтилином и Каназой снижение ВУС было менее выражено (229 и 266% соответственно). Характер изменения этих показателей зависит от вида ферментного препарата и субстрата. После обработки измельченного подсолнечного ядра нейтральным Протосубтилином и Пектофоетидином ЖУС снизилась со 182 до 128 и 82% соответственно [23, 36, 39, 156].

Гидролитическое расщепление белка изменяет его растворимость в воде. При гидролизе соевых белков кислой протеазой аспергилла растворимость понизилась, а под действием Стрептолитина и щелочного Протосубтилина - повысилась, что выразилось в изменении доли

растворимого белка с 66 до 46% (кислая протеаза) и 89-91% (другие препараты).

Гидрофобизация белковых соединений способствует упрочнению белково-липидных комплексов в гидролизуемом материале. В процессе гидролиза белкового компонента сырья происходит как освобождение липидов, так и их связывание с вновь возникающими белковыми продуктами.

Жмыхи масличных культур характеризуются высоким содержанием некрахмалистых полисахаридов, преимущественно клетчатки. В частности жмых рапсовый еще характеризуется содержанием фитиновых соединений. Поэтому выбор ферментного препарата должен основываться на составе жмыхов, на который будет направлено действие фермента.

Анализ литературных источников показал, что ферментативный гидролиз жмыхов масличных культур используют преимущественно в комбикормовой промышленности для улучшения усвоения кормов [27, 29, 34, 132].

Ферментные препараты, используемые для биоконверсии продуктов переработки масличных культур, можно разделить на 3 группы:

1. Ферментные препараты преимущественно с целлюлазной активностью.
2. Ферментные препараты с фитазной активностью.
3. Ферментные препараты с целлюлазной в сочетании с фитазной активностью.

Ферментные препараты преимущественно с целлюлазной активностью

ЦЕЛЛОВИРИДИН-В Г20х – комплексный ферментный препарат целлюлолитического действия, изготовленный по технологии ООО "Промфермент". Катализирует расщепление целлюлозы, гемицеллюлозы (β -глюканов и пентозанов) растительной клетки до моносахаров.

Ферментативные активности: целлюлаза – 2000 ед/г; ксиланаза – до 8000 ед/г; β -глюканаза – до 1000 ед/г; глюкоамилаза – до 20 ед/г. Рекомендуемая дозировка- 100 г/т [40, 58, 114].

ЦЕЛЛОЛЛЮКС–F (ЦЕЛЛОВИРИДИН ВГ20Х) производства ООО ПО «Сиббиофарм» содержит комплекс целлюлолитических ферментов (30 – 40 %), (штамм-продуцент *Trichoderma viride* 21-4Ф): с целлюлолитической активностью – (2000 ± 200) ед/г и ксиланазной активностью – не менее 5000 ед/г, а также вспомогательные вещества в качестве стабилизатора и наполнителя – соль поваренную (40 – 50 %) и лактозу (10 – 18 %). Добавка не содержит генно-инженерно-модифицированных продуктов и организмов.

Катализирует расщепление целлюлозы, ксиланов, β -глюканов растительной клетки до легко доступных сахаров посредством ферментативного гидролиза целлюлозосодержащих материалов.

Специалисты передовых предприятий переходят на препараты нового поколения, в частности на КСИБЕТЕН-ЦЕЛ. (Серия ферментных препаратов ХУВЕТЕН®). ХУВЕТЕН® (КСИБЕТЕН®) - зарегистрированная торговая марка АД «БИОВЕТ» для ферментных препаратов, технология и продукты разработаны АД «Биовет» (Болгария) совместно с ООО «ПРОМФЕРМЕНТ».

Ферментные препараты ХУВЕТЕН® получают на основе глубинного управляемого культивирования запатентованного гриба-продуцента *Trichoderma longibrachiatum* TW-1. Комплекс ферментов-карбогидраз *Trichoderma longibrachiatum* TW-1 содержит: целлюлазу (эндо- β -1,4-глюканазу); бета-глюканазу (эндо- β -1,3-глюканазу); ксиланазу (эндо- β -1,4-ксиланазу) и другие карбогидразы (пектиназы и маннаназы)[36, 112, 121].

В технологии производства ферментных препаратов серии КСИБЕТЕН не используются токсичные и генетически модифицированные материалы и сырье. Штамм-продуцент *T. longibrachiatum* TW-1 получен путем классического мутагенеза и селекции без использования генно-инженерных методов. Безвредность штамма-продуцента и препаратов КСИБЕТЕН проверена уполномоченными организациями России и Болгарии

В зависимости от условий культивирования штамма-продуцента коммерческий продукт может содержать преимущественно бета-глюканазу и целлюлазу (эти активности у *Trichoderma longibrachiatum* TW-1 всегда коррелируют), либо преимущественно ксиланазу. Каждый из типов ферментного препарата выпускается в трех различных формах: жидкий концентрат, гранулированный сухой продукт и порошок.

Ферментный комплекс препарата КСИБЕТЕН®-цел аналогичен хорошо известному препарату Целловиридин Г20х. Однако КСИБЕТЕН®-цел является препаратом нового поколения и качественно отличается от Целловиридина Г20х.

КСИБЕТЕН®-цел стандартизуется по целлюлазной активности по методике АД "Биовет" — 15000 ед./г. Препарат стандартизуется по целлюлазной активности 2000 ед/г по российскому стандарту. При этом сопутствующие активности коррелируют с целлюлазной. Рекомендована дозировка от 50 до 100 г препарата на 1 тонну сырья.

РОКСАЗИМ G2 (производство «Пищепропродукт» ДСМ Нутришнл Продактс) - новый, универсальный, термостабильный, мультиэнзимный ферментный препарат, имеющий целлюлазную (8 000 ед/г), глюканазную (18 000 ед/г) и ксиланазную (26 000 ед/г) активности, полученные микроорганизмом *Trichoderma longibrachiatum*. Рекомендуемая дозировка: 0,08 -0,1 кг/т.

РОНОЗИМ VP представляет собой карбогидразный препарат, полученный путем глубинной ферментации микроорганизмов *Aspergillus aculeatus*. Этот мультиферментный комплекс гидролизует широкий спектр углеводных полимеров, так как содержит: пентоназную, β-глюканазную, гемицеллюлазную и пектиназную активности. Настоящий продукт обладает следующими видами ферментативной активности: грибковая β-глюканаза 50 FBG/г, пектиназа 5000 PSU/г. Общие рекомендации по дозировке: 150 - 250 г на тонну [56,108].

Специалистами компании КЕМИН (Бельгия) был разработан мультиэнзимный комплекс (МЭК) КЕМЗАЙМ. В состав мультиферментного комплекса КЕМЗАЙМ включены экзогенные ферменты: целлулаза - для расщепления целлюлозы, формирующей стенки клеток растений; ксиланаза (пентозаназа) - для расщепления пентозанов, β -глюканаза- для расщепления β -глюканов. Максимальная активность достигается рН 3,0-8,0 и температура 40°C). Производство КЕМЗАЙМа ведется в стерильных условиях, благодаря чему ферменты, входящие в МЭК, соответствуют требованиям для пищевых продуктов, не содержат остатков питательных сред и посторонних микроорганизмов. Высокая эффективность мультиэнзимных комплексов КЕМЗАЙМ обеспечивается их ориентацией на структурные особенности клетчатки и других НПС, содержащихся в различных видах сырья. Нормы ввода препаратов КЕМЗАЙМ составляет 0,5-1кг на 1 т. Выделяются следующие комплексы КЕМЗАЙМ: [8,19, 55, 90]

КЕМЗАЙМ HF – для рационов с высоким содержанием клетчатки (подсолнечный шрот, жмых, рапсовый шрот, жмых, отруби, ячмень и овес с пленками, травяная мука). Содержит большое количество целлулазы (целлулаза с активностью не менее 9000 ед/г, β -глюканаза с активностью не менее 3000 ед/г, протеаза с активностью не менее 450 ед/г и амилаза с активностью не менее 540 ед/г, а также носители: известняк (77,5 - 78,5 %), бентонит (4,5 - 5,5 %) и растительное масло (0,8 - 1,2 %).

КЕМЗАЙМ W –Преобладающая активность – ксиланазная. (ксиланаза с активностью не менее 20000 ед/г, β -глюканаза с активностью не менее 2350 ед/г, целлулаза с активностью не менее 4000 ед/г , протеаза с активностью не менее 450 ед/г и амилаза с активностью не менее 400 ед/г и носители: известняк (77,5 - 78,5 %), бентонит (4,5 - 5,5 %) и растительное масло (0,8-1,2%) [2, 8, 95].

САНЗАЙМ (производитель: Wuhan Sunhy Biology Co., Ltd, Китай) – препарат с ферментными активностями: ксиланаза не менее 12000 ксиланазных ед/г, бета-глюканаза не менее 4000 глюканазных ед/г, маннаназа

не менее 100 маннаназных ед/г, целлюлаза не менее 2000 целлюлазных ед/г; наполнитель – кукурузный крахмал. Механизм действия ферментов, входящих в состав Санзайм, заключается в гидролитическом расщеплении высокомолекулярных некрахмалистых полисахаридов (НПС) – глюканов (бета-глюканаза), ксиланов (ксиланаза), маннанов (маннаназа), и клетчатки (целлюлаза), которые в большом количестве содержатся в масличных культурах. Рекомендуемые нормы ввода: 100г на 1 тонну [2, 8, 21].

РОВАБИО ЭКСЕЛЬ AP - мультиферментный комплекс высокой активности продуцируемый штаммом *Penicilium funiculosum*, в состав которого входят ферменты: эндо-1,4- β -ксиланаза с активностью не менее 22 000 visko ед./г, эндо-1,3(4)- β -глюканаза с активностью не менее 2 000 ед. AGL /г, а также носитель – пшеничная мука (до 100%). Ровабио Эксель AP не содержит генно-инженерно-модифицированных продуктов и организмов. Ферменты, входящие в состав Ровабио Эксель AP, гидролизуют некрахмалистые полисахариды зерновых и способствуют повышению питательной ценности пшеницы, ячменя, тритикале, ржи, кукурузы и соевого, подсолнечного и рапсового жмыхов и шротов [2, 8, 21, 95,].

Ферментные препараты с фитазной активностью

ХОСТАЗИМ Р 5000 (АО «ХЮВЕФАРМА», Болгария) — это бактериальная фитаза нового поколения. Представляет собой микрогранулированный препарат β -фитазы из *E. Coli*, APPA gene, продуцируемый путем глубокой ферментации из дрожжей *Pichia pastoris* с фитазной активностью минимум 5000 FTU. Одна единица фитазной активности (FTU) – это количество фермента, высвобождающего 1 микромоль неорганического фосфора в минуту из раствора фитата натрия 0,0051 моль/л при кислотности pH 5.5 и температуре 37°C [7].

БИОМИН® ФИТАЗА 5000– это фитаза, продуцируемая *E. coli*, которая характеризуется высокой эффективностью в улучшении биодоступности фосфора и других питательных элементов из ингредиентов растительного происхождения. Биомин® Фитаза имеет наиболее высокую активность при рН 1.8 и 5.5, чтобы обеспечить эффективное высвобождение фосфора и других питательных элементов из фитата [27, 29, 39].

ФИТАЗИМ (ТУ У 24.1-32813696-004:2005, ТД «БиоПрепарат») представляет собой фитазу с активностью минимум 5000 ед/г. Установлено, что действие препарата Фитазим высвобождает в растительном сырье не только фосфор, но и значительную часть магния, цинка, меди и других микроэлементов.

РОНОЗИМ NP (M) представляет собой фитазу (50000 FYT/г), полученную из *Peniophora lycii* путем глубоинной ферментации генетически модифицированных микроорганизмов *Aspergillus oryzae*. Способен расщеплять фитаты и тем самым увеличивать доступность фосфора.

РОНОЗИМ NP (CT) обладает следующим видом ферментативной активности: фитаза 10000 FYT/г. Рекомендуемая дозировка 90 -150г на тонну.

Микробиологическая фитаза НАТУФОС (производство BASF, Германия) выпускается в двух видах: Натуфос 5000 и Натуфос 10000 имеет активность не менее 10000 ед/г [9, 16, 27].

НАТУФОС 5000 содержит фитазную активность не менее 5000 единиц активности на 1 г (активное вещество - мио-инозитол-гексакисфосфат β -фосфогидролаза (ЕС 3.1.3.8), выделяемая грибом *Aspergillus niger*. Норма ввода 80-100 г/т.

Ферментные препараты с целлюлазой в сочетании с фитазной активностью

НАТУФОС 5000 Комби G -это комплексный продукт универсального спектра действия. Представляет собой смесь зарекомендовавших себя на рынке ферментов: фитазы Натуфос 5000G и универсального НПС-фермента Натугрэйн TS. Основными действующими ферментными активностями являются фитаза (5000 FTU/г, ксиланаза (5600 TXU эндо-1,4-бета-ксилаказы) и глюканаза (2500 TGU эндо-1,4-бета-глюканазы/г). Вспомогательные ферменты, такие как целлюлаза, протеаза и гемицеллюлаза усиливают действие фермента. Стандартная рекомендуемая дозировка составляет 60-100 г/т. [21, 112, 121].

ОЛЗАЙМ ФИТАЗА –ферментная система для расщепления фитиновой кислоты в растительном сырье, полученная методом поверхностной ферментации. Активность фитазы 11500 FTU/г. Олзайм Фитаза содержит также целлюлазу, ксилазу, пектиназу, протеазу, глюкоамилазу, бетаглюканазу.

КЕМЗАЙМ ХР содержит биомассу ферментов (26 %) - ксиланазу с активностью не менее 48000 ед./г (продуцент *Trichoderma reesei*, CBS 529.94), β -глюказазу с активностью не менее 12000 ед./г (продуцент *Trichoderma reesei*, CBS 526.94), фитазу с активностью 1000 ед./г (продуцент *Aspergillus oryzae*, DSM 14223) и носители: известняк (67,50-77,50 %), двуокись кремния (0,30-0,7 %), рапсовое масло (0,7-1,3%). Предназначен для расщепления некрахмалистых полисахаридов и увеличения доступности фосфора [7, 9, 132]

РОВАБИОTM МАКС AP (производство – Франция, компания «Адиссео Евразия») –полиферментный препарат, представляющий собой натуральную комбинацию 20 ферментов, вырабатываемых штаммами *Penicillium Funiculosum* и *Schizosaccharomyces pombe*. Основные группы ферментов:

ксиланаза, β -глюканаза, фитаза, целлюлазы, протеазы, пектиназы. Данный полиферментный препарат гидролизует некрахмалистые полисахариды и фитаты растительного происхождения. Минимальная активность препарата Ровабио™ Макс AP: Endo-1,4- β -xylanase- 1400 АХС-ед./г (22000 виско-ед./г); Endo-1,3(4)- β -glucanase- 2000 AGL-ед./г; 6-Phytase - 10000 FTU-ед./г [7, 8, 133].

Как видно из представленной выше информации, наилучшими ферментативными активностями в аспекте получения функционального обогатителя из жмыха рапсового с низким содержанием антипитательных соединений, обладает ферментный препарат Ровабио™ Макс AP, что позволило нам выбрать его для дальнейших исследований.

1.4. Актуальность производства рыбного фарша и направления его использования

В последнее время в общемировом вылове возросла доля мелких рыб и рыб пониженной товарной ценности, малопригодных для производства высококачественных пищевых продуктов по традиционным технологиям. В целом это привело к уменьшению душевого потребления рыбы и морепродуктов [1, 13, 24].

Выход из создавшегося положения можно найти путем разработки и применения новых технологий. Прежде всего, это производство рыбного фарша и изготовление на его основе различных кулинарных изделий. Рыбный фарш – это измельченное мясо рыбы, отделенное механическим способом от несъедобных частей, подвергнутое дополнительной технологической обработке с целью увеличения срока хранения, сформированное в блоки и замороженное [5, 15] Из рыбного фарша вырабатывают копченые и вареные колбасы, сосиски, котлеты, биточки и многое другое. Интерес к такой продукции во всем мире постоянно растет. Именно поэтому технология производства рыбных пищевых фаршей

перспективна и актуальна в свете происходящих перемен в сырьевой базе рыбной промышленности многих стран мира [5, 38].

Рыбные фарши открывают новые возможности в области рационального использования сырья. Фаршевая продукция относительно недорогая по сравнению с другими видами рыбных полуфабрикатов, и ее производство дает возможность расширения ассортимента одновременно с созданием продуктов с заданными вкусовыми и биологическими характеристиками. К преимуществам производства рыбного фарша относятся:

- возможность обработки разнообразных видов рыбы, в том числе и непригодных для филетирования на механизированных линиях;
- высокий выход готовой продукции – до 40-60 %, тогда как при филетировании рыбы он составляет 28-33 %;
- рациональное использование рыбного сырья, поскольку применение сепараторов дает возможность получать съедобное мясо из отходов от филетирования рыбы;
- снижение трудоемкости обработки рыбы благодаря большим возможностям механизации и автоматизации процессов производства фарша;
- простота получения из фарша разнообразных видов рыбных продуктов.

В дополнение надо отметить, что фаршевая продукция, благодаря отсутствию костей, широко используется для диетического и детского питания.

Технология переработки рыбных продуктов получила большое распространение за рубежом. В США, Канаде, Англии, Германии и некоторых других странах большой популярностью пользуются рыбные палочки и порции, вырабатываемые из филе тресковых рыб и другого сырья. До начала 70-х годов рыбные палочки вырабатывались из филе. Затем в качестве сырья стали использовать рыбный фарш и ламинированное филе, блоки которого готовят из филе мелких рыб в смеси с рыбным фаршем и

связующими добавками. В конце 70-х в Англии была разработана технология приготовления рыбных палочек из фарша с добавлением альгинатов, что позволяет получать изделия достаточно рыхлой и одновременно прочной структуры. Для производства полуфабрикатов может использоваться различная рыба: лосось, палтус, треска, тунец, путассу, скумбрия и т.д. [15, 25, 37, 53].

В Японии на фарш перерабатывают прежде всего минтай. Также используют морских окуней, хек, тихоокеанскую треску, терпуга, марлин. В Канаде сначала фарш вырабатывали в основном из пресноводной рыбы, не пользующейся спросом из-за большого количества костей, а в настоящее время используют более десяти различных видов пресноводных и морских рыб, а также омаров и крабов. Наибольшее промысловое значение имеют треска, пикша, хек, менек и сайда. Фарш производится, как правило, из рыбы с белым мясом, блоки которого изготавливаются из одного или нескольких видов этих рыб. В Скандинавских странах, а также в Великобритании фарш производят из отходов филетирования и даже из целого филе некоторых видов рыб с белым мясом. В зависимости от степени подготовки сырья получают продукты разного качества, различающиеся цветом, консистенцией, сроком хранения, а также направлением использования [37, 120].

В России на фарш перерабатывают главным образом малоценные виды морских и пресноводных рыб, которые из-за низкого качества мяса, небольших размеров и других причин имеют малую технологическую пригодность и не находят широкого спроса. На фарш перерабатывают в основном путассу, сайду, минтай, аргентину, карася, речного окуня и др. разработана технология производства фарша из сабли и ставриды. Предпринимались попытки изготовить фарш из кильки и анчоуса [38, 53, 119].

Популярным направлением использования рыбного фарша, особенно в США и странах Западной Европы, является производство рыбных продуктов,

изготовленных методом распиливания мороженных блоков на порции. Преимущество этого метода – отсутствие необходимости повторного замораживания пищевого продукта, а также дополнительного измельчения фарша, как при переработке размороженного фарша [53, 118].

В некоторых странах измельченное мясо рыбы применяется для ламинирования (соединения отдельных пластин) замороженного рыбного филе с целью получения монолитных блоков, предназначенных для распиливания на порции. Количество добавляемого фарша не превышает 10 % (Великобритания) или 12-14% (Норвегия) общей массы блока [15, 61].

Одно из старейших направлений использования рыбного фарша - изготовление рыбных колбасных изделий. Однако для приготовления этих изделий фарш должен отвечать довольно строгим требованиям, особенно с точки зрения растворимости белков, поэтому не всякий рыбный фарш пригоден для производства таких продуктов

Самой простой формой использования рыбного фарша является производство из него формованных продуктов. В этом варианте к измельченному мясу рыбы добавляют различные наполнители, изменяющие в требуемом направлении реологические свойства, вкус и запах продукта. Для улучшения вкуса и пищевой ценности в рыбный фарш можно добавлять мясо беспозвоночных, овощи, различные белковые препараты растительного происхождения (соевые концентраты и изоляты), а также молочные белки, свежие, сухие, замороженные овощи, пшеничную муку и различные крупы, пищевые волокна [5, 14, 68, 77, 79, 83, 96, 120].

В настоящее время в России увеличилось число людей, использующих готовые блюда и полуфабрикаты; их легко использовать, они позволяют экономить время на приготовление пищи, не образуют отходов при разделке и полностью употребляются в пищу. Кроме того, существенное изменение традиционных вкусов населения стало результатом все большей осведомленности о воздействии различных продуктов на здоровье и продолжительность жизни человека. В связи с этим спрос на полуфабрикаты

и готовые кулинарные изделия – рыбные палочки, котлеты, биточки, фрикадельки, тефтели, паштеты и др. постоянно растет [1, 13, 113, 119].

Увеличение потребления населением пищевых продуктов, максимально подготовленных к употреблению, явилось толчком к активному развитию рыбной кулинарии и расширению ее ассортимента с целью обеспечения полноценного питания.

Результаты маркетинговых исследований подтвердили популярность кулинарных рыбных продуктов, особенно для респондентов со средним уровнем доходов. Они предпочитают приобретать такую продукцию в гораздо большем количестве, чем потребители, материальное положение которых ниже среднего. Варьирование компонентным составом фаршевых систем позволяет сделать их доступными всем слоям населения [53, 94, 119, 152].

При приготовлении фаршевых кулинарных изделий в фарш добавляют согласно рецептуре вспомогательные компоненты, которые выполняют определенные функции в готовом продукте. Их можно разделить на следующие группы:

- компоненты, повышающие пищевую ценность;
- компоненты, обладающие функциональными свойствами;
- пищевые добавки.

Для повышения пищевой ценности фаршевых кулинарных изделий используют вспомогательные компоненты, позволяющие повысить содержание белков, липидов, углеводов, витаминов и минеральных веществ. К ним относятся масло растительное, лук репчатый свежий, чеснок свежий, сухари панировочные, мука пшеничная. Они повышают пищевую ценность продукта и биологическую активность, а также положительно влияют на вкусовые достоинства готовых продуктов [60, 62, 67, 96].

Пищевые добавки могут быть введены в пищевой продукт на различных этапах его производства, хранения, транспортирования, могут оставаться в продукте полностью или частично в неизменном виде или в

виде веществ, образующихся в результате химического взаимодействия добавок с компонентами пищевых продуктов.

Сотни видов пищевых добавок, представленных на российском рынке рыбопродуктов, относящихся к группам функционально-технологических и органолептико-корректирующих, обеспечивают достаточно высокую эффективность в отношении снижения расходов сырья на производство единицы готовой продукции, стабилизацию ее структурно-механических характеристик, повышение хранимоспособности и улучшение органолептических показателей продукции [85, 96, 150].

Для производства рыбного фарша и изделий из рыбного фарша используют структурирующие пищевые добавки и смеси. Основу композиций обычно составляют белки (животный и растительный) и гидроколлоиды (камеди: E412 – гуаровая, E415 – ксантовая, E410 – рожкового дерева; E407 – каррагинан, крахмал, в том числе модифицированный E1400-1450). В зависимости от назначения смеси в состав также входят эмульгаторы (E322 – лецитины, E471 – моно- и диглицериды жирных кислот), антиоксиданты (E300 – аскорбиновая кислота, E301-303 – соли аскорбиновой кислоты, E315-318 – изоаскорбиновая кислота и ее соли), фосфаты, ароматизаторы или душистые травы, пряности и экстракты пряностей, соль, сахара, усилитель вкуса E621 – глутамат натрия, сушеные овощи, разрыхляющие компоненты (клетчатка, панировочные сухари, картофельные хлопья). Примерная дозировка 1-8% [67, 96, 72, 73].

На основании проведенного патентного поиска установлено, что при производстве кулинарных фаршевых изделий из рыбы применяются различные способы получения рыбного фарша.

При производстве полуфабрикатов для выработки фаршевых продуктов из рыбы часто используют в качестве наполнителя растительное сырье:

- муку (пшеничную, гороховую, нута);

- соевое зерно и продукты его переработки (муку соевую обезжиренную, соевый изолят, соевый концентрат);
- крупяной продукт в виде крупы овсяной, рисовой, ячневой, манной;
- зерновой продукт в виде пшеничных или овсяных отрубей;
- крахмал;
- морскую капусту;
- сухие картофельные хлопья;
- овощи (лук репчатый, морковь, фасоль, топинамбур)
- фрукты (абрикос)

Так, при приготовлении пищевого продукта из фарша маложирных рыб (хек, макруронус, макрорус, ледяная) или морепродуктов [62] с целью повышения качества получаемого продукта и удлинения срока хранения смешивание фарша с мукой осуществляют в соотношении 1:(3...3,5). Влагосодержание смеси доводят до 32,5%. Пропускают смесь через формовочную матрицу. Смесь формуется хорошо, к матрице не липнет, изделия форму держат. Далее изделия подсушивают до влагосодержания 10%. В таком виде они могут храниться длительное время. По сравнению с прототипом энергетическая ценность такого продукта в 2 раза выше, отличается сбалансированным соотношением белков к углеводам, что не требует обязательных дальнейших действий по увеличению белковой субстанции.

Известен способ производства рыбного фарша из пресноводных рыб [61], где в качестве растительного сырья берут гидратированную гороховую муку, кроме этого используют ферментный препарат – трансклутаминазу.

Существует способ производства фарша со стабилизированным составом и свойствами, который по химическому составу и свойствам лишь незначительно отличается от измельченного мяса рыбы. Для стабилизации рыбного фарша с целью увеличения продолжительности его хранения к нему добавляют стабилизирующие вещества (полифосфаты; обычный и модифицированный крахмал; белковые препараты, повышающие

влагоудерживающую способность фарша и улучшающие его консистенцию; аминокислоты; пептиды; синтетические и натуральные антиокислители и эмульгаторы (Tween 80, Span 80); приправы и экстракты трав; витамины; вкусовые добавки (глутаминат натрия, поваренная соль, сахар, приправы); синтетические и натуральные красители, которые воздействуют на реологию мяса рыбы, но не изменяют его пищевых и вкусовых достоинств. В качестве вспомогательных материалов используют: хлеб, картофельный крахмал, белковую рыбную массу, сухое молоко, масло сливочное и растительное, маргарин, яйца, картофель, лук, чеснок, морковь, крупы, пряности или их экстракты, соль и др. Использование этих компонентов улучшает органолептические качества готовых рыбных продуктов, обогащает химический состав [73].

Известен способ приготовления рыбных паштетов на основе фаршевой бинарной композиции из рыбного сырья и соевой белковой пасты, с последующим внесением в нее подготовленных компонентов рецептуры, их смешивание и куттерование, фасование и консервирование.

Известны формованные рыбные изделия – котлеты «Приморье» и «Дальневосточные» [71], которые содержат рыбно-белковую массу, состоящую из непромытого фарша из обводненных рыб пониженной питательной ценности (минтай, макрорус) и соевых белковых продуктов, имеющих форму текстуратов, взятых в количестве, достаточном для обеспечения требуемых структурообразующих и влагоудерживающих свойств

Наполнитель для рыбных фаршей [66] включает соевый белковый препарат (муку соевую, соевый изолят, соевый концентрат) в количестве 20-30%, также пектиновые вещества 10-25%, каротинсодержащее вещество (каролин) 0,2-0,5%, зерновой продукт в виде пшеничных или овсяных отрубей 5-25%, крупяной продукт в виде крупы овсяной или рисовой 10-25%, в качестве растительного масла – растительное масло с содержанием полиненасыщенных жирных кислот не менее 18% 10-20%, в качестве

пряностей – семена фенхеля 1-2%, а дополнительно он содержит ламинарию сушеную 0,1-0,2% и топинамбур сушеный 5-10%. В качестве фаршевой основы используют рыбное сырье, а именно филе с кожей без костей или филе без кожи и костей, которое измельчают на мясорубке, добавляют соль, наполнитель, смесь тщательно вымешивают и используют. Фарш с наполнителем обладает хорошими структурно-механическими характеристиками, а блюда и полуфабрикаты из них отличаются высокими товарными достоинствами и органолептическими показателями. Они могут использоваться для профилактического и школьного питания, так как соотношение белков, жиров и углеводов в наполнителе в соответствии с теорией сбалансированности основных пищевых нутриентов приближается к идеальному.

При производстве рыбного фарша [63] рыбу (свежую или замороженную) направляют на разделку и измельчают, пропуская через мясорубку с диаметром отверстий 4 мм, затем полученный фарш промывают водой и обезвоживают. С целью улучшения структурных свойств фарша, увеличения его влагоудерживающей способности и повышения его биологической ценности в качестве стабилизирующего вещества используют тонко измельченную морскую капусту.

Известны способы приготовления рыбных продуктов для профилактического питания, где используется добавление витаминов [59].

Обобщая изложенное, можно сделать вывод, что комплексные добавки при грамотном применении в технологиях рыбной продукции способны достаточно эффективно и надежно решать целый ряд важных задач по обеспечению здорового питания населения России. Перспективной неизученной добавкой для рыбных фаршей являются жмыхи масличных культур.

Заключение к обзору литературы

Таким образом, жмыхи и шроты масличных культур характеризуются достаточно полноценным по количеству и качеству белком, высоким содержанием жира, минеральных веществ и пищевых волокон, что обуславливает целесообразность их использования для расширения сырьевой базы пищевой промышленности.

Очевидно, в настоящее время активно ведутся исследования, направленные на расширение сырьевой базы производства растительных белков из местного и нетрадиционного сырья. В этой связи масличные культуры привлекают внимание ученых и производителей, о чем свидетельствует значительное количество работ, посвященных исследованию состава, функциональных свойств, способам получения и модификации белковых продуктов, полученных из семян масличных культур.

Однако, содержание в жмыхах и шротах масличных культур большого количества неперевариваемой в желудочно-кишечном тракте человека клетчатки, а также наличие антипитательных веществ ограничивают возможность их использования в сыром виде. Это требует изыскание эффективных способов обработки и повышения качества жмыхов и шротов, которые сводятся к сохранению биологической ценности белков (улучшению и сохранению их аминокислотного состава, повышению их перевариваемости), а также к устранению факторов, снижающих эффективность их использования организмом человека, при комплексном использовании сырья. Одним из перспективных направлений повышения качества жмыхов и шротов является их ферментативная модификация, которая позволит использовать данное сырье для повышения пищевой и биологической ценности продуктов питания.

ГЛАВА 2. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Организация работы и схема проведения экспериментальных исследований

Экспериментальные исследования проводились в научно-исследовательской лаборатории ФГБОУ ВПО «Орловский государственный институт экономики и торговли» и на базе ФГУ «Орловский референтный центр Россельхознадзора».

На рисунке 2.1 представлена структурная схема исследований проведения эксперимента, которая иллюстрирует взаимосвязь этапов работы, начиная с анализа состояния вопроса и заканчивая разработкой конкретной технологией получения функционального пищевого обогатителя из жмыха рапсового и его применения в технологии рыбной кулинарной продукции.

2.2. Объекты исследования

Объектами исследований являлись:

- жмых рапсовый повышенной масличности производства ОАО «Орелрастмасло» (ТУ 9146-005-00336527-2005);

- ферментный препарат Ровабио Макс АР (производство – Франция, поставщик-компания «Адиссео Евразия», Endo-1,4- β -xylanase -14000 АХС-ед./г, Endo-1,3(4)- β -glucanase -2000 АGL-ед./г, 6-Phytase-10000 FTU-ед./г),

- крупка рапсовая (биомодифицированная из жмыха рапсового) по ТУ 9146 – 026-02537419-13;

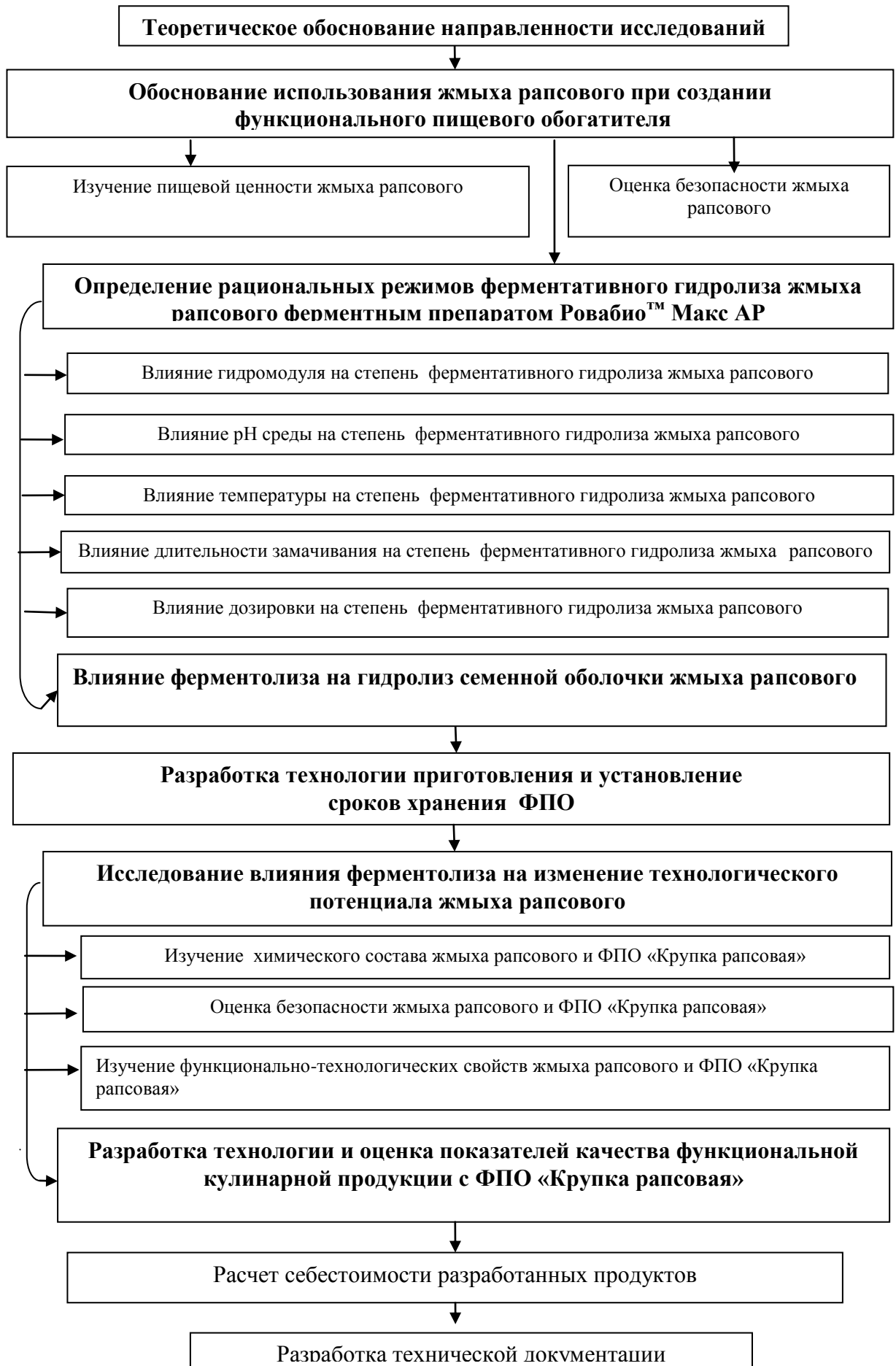


Рисунок 2. 1 -Схема экспериментальных исследований

2.3. Методы исследования

При проведении аналитических исследований использовали общепринятые и специальные химические, физико-химические и органолептические методы исследования свойств сырья, полуфабрикатов и готовых изделий.

Методы исследования жмыха рапсового и ФПО «Крупка рапсовая»:

Органолептические показатели по ГОСТ 13979.4-68.

Массовую долю влаги и летучих веществ по ГОСТ 13979.1-68.

Массовую долю золы, нерастворимой в соляной кислоте, в пересчете на абсолютно сухое вещество, по ГОСТ 13979.6-69.

Посторонние примеси по ГОСТ 11048-95.

Массовую долю металлопримесей по ГОСТ 13979.5-68.

Массовую долю сырого протеина по ГОСТ 13496.4-93.

Массовую долю сырой клетчатки в обезжиренном продукте, в пересчете на абсолютно сухое вещество, по ГОСТ Р 52839-2007.

Массовую долю общей золы, в пересчете на абсолютно сухое вещество, по ГОСТ 13979.6-69.

Массовую долю сырого жира, в пересчете на абсолютно сухое вещество, по ГОСТ 13496.15-97.

Общую энергетическую ценность (ОЭП), в пересчете на абсолютно сухое вещество, по ГОСТ 11048-95.

Массовая доля изотиоцианатов, в пересчете на абсолютно сухое и обезжиренное вещество, по ГОСТ 11048-95.

Зараженность вредителями по ГОСТ 13496.13-75.

Санитарно-микологические исследования микроскопических грибов по МУ 13-5-02/0827.

Бактериологические исследования E. Coli по правилам бактериологического исследования кормов, утвержденных ГУВ МСХ СССР 10.06.1975г.

Бактериологические исследования патогенных, в том числе сальмонеллы, по правилам бактериологических исследований кормов, утвержденных ГУВ МСХ СССР 10.06.1975г.

Пестициды: ГХЦГ (сумма изомеров) по ГОСТ Р 52698-2006.

Пестициды: ДДТ и метаболиты по ГОСТ Р 52698-2006.

Микотоксины – Афлатоксин В1 по МУК 5-1-14/1001.

Токсические элементы: свинец, кадмий по ГОСТ 30692-2000, **ртуть** по ГОСТ 26927-86.

Радионуклиды: стронций-90 по методике измерения активности радионуклидов с использованием сцинтилляционного бета-спектрометра с программным обеспечением «ПРОГРЕСС».

Радионуклиды: цезий-137 по методике измерения активности радионуклидов с использованием сцинтилляционного гамма- спектрометра с программным обеспечением «ПРОГРЕСС».

Определение концентрации фосфора [28] проводили в предварительно замоченном зерне. К 1 см³ замоченной жидкости приливали 1 см³ 10% раствора трихлоруксусной кислоты и 2 см³ реактива «С» (3,66 г сульфата железа (II) растворяли в растворе молибдата аммония (2,5 г молибдата аммония, предварительно растворяли в 8 см³ серной кислоты и доводили до 250 см³ дистиллированной водой). Измеряли оптическую плотность исследуемого раствора по истечении 30 минут выдержки при комнатной температуре на КФК-3 при длине волны 750 нм в кювете с расстояниями между гранями 1 см против дистиллированной воды. По градуировочному графику находили массовую концентрацию фосфора, используя стандартные водные растворы КН₂РО₄ известной концентрации.

Образцовый раствор для определения Р готовили следующим образом: навеску КН₂РО₄ массой 0,1917 г переносили в мерную колбу на 1л,

растворяли в дистиллированной воде, доводили до метки, перемешивали. Из колбы брали 25 мл раствора на 250 мл, доводили до метки, перемешивали. В 1 мл этого раствора содержалось 0,01 мг P_2O_5 .

Определение общей деформации сжатия в соответствии с указаниями к прибору «Структурометр СТ-1».

Функционально-технологические характеристики определяли по следующим методикам [6, 107, 125]:

Для определения влагосвязывающей способности сухого препарата образцы массой 1 г гидратировали дистиллированной водой в различном соотношении с шагом 1 см^3 на 1 г препарата: 1:1, 1:2, 1:3, 1:4 и до 1:10. Далее гидратированный препарат переносили в центрифужные пробирки объемом 10 см^3 и центрифугировали в течении 10 мин при 100 с^{-1} для отделения не связавшейся влаги. За величину влагосвязывающей способности принимали количество связавшейся влаги в процентах к общему объему внесенной при гидратации воды.

$$ВСС = \frac{a}{b} * 100, \quad (2.1)$$

где а – количество связавшейся влаги, см^3 , b- общий объем внесенной при гидратации воды, см^3 .

Определение влагоудерживающей способности проводили после тепловой обработки гидратированных образцов. Образцы массой 1 г гидратировали дистиллированной водой в различном соотношении с шагом 1 см^3 на 1 г: 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:5. Время гидратации 10 минут. Гидратированные образцы помещали на внутреннюю поверхность широкой части молочного жиромера. Жиромер помещали на водяную баню при температуре кипения на 15 мин. Расчет влагоудерживающей способности вели согласно рекомендациям.

$$ВУС = В - ВВС, \quad (2.2)$$

где В – общая доля влаги в навеске,%; ВВС – влаговыделяющая способность;

$BBC = anm^{-1} * 100$, где a – цена деления жиросмера, $a = 0,01 \text{ см}^3$; n – число делений на шкале жиросмера; m – масса навески, г.

При определении жиросудерживающей способности (ЖУС) в центрифужные пробирки емкостью 30 см^3 помещали 1 г препарата и добавляли от 1 до 5 г растительного масла с интервалом 1 г. Содержимое пробирок перемешивали стеклянными палочками в течении 10 мин, после чего пробирки с суспензиями препарата выдерживали 15 мин при температуре $74-76 \text{ }^\circ\text{C}$ в термостате. После термостатирования пробирки охлаждали холодной водой до комнатной температуры и центрифугировали в течении 15 мин при 30 с^{-1} .

За величину ЖУС принимали максимальное количество добавляемого масла, при котором не наблюдается отделение масляной фазы в процессе испытания, в пересчете на 1 г препарата. ЖУС выражали в граммах масла на 1 г препарата.

$$\text{ЖУС} = \frac{a-b}{c} * 100, \quad (2.3)$$

где a – масса пробирки с белком и связанным маслом, г; b – масса пробирки с белком, г; c – навеска белка, г.

При определении эмульгирующей способности и стабильности эмульсии, навеску продукта суспензируют в 100 см^3 воды в гомогенизаторе (или миксере) при частоте вращения $66,6 \text{ с}^{-1}$ в течении 60 с. Затем добавляют 100 см^3 рафинированного подсолнечного масла и смесь эмульгируют в гомогенизаторе или миксере при частоте вращения 1500 с^{-1} в течении 5 минут. После этого эмульсию разливают в 4 калиброванные центрифужные пробирки вместимостью 50 см^3 и центрифугируют при 500 с^{-1} в течении 10 минут. Далее определяют объем эмульгированного масла.

Эмульгирующая способность (%):

$$\text{ЭС} = \frac{V_1}{V} * 100, \quad (2.4)$$

где: V_1 – объем эмульгированного масла, см^3 , V – общий объем эмульсии, см^3 .

Стабильность эмульсии определяют путем нагревания при температуре 80°C в течении 30 минут и охлаждении водой в течении 15 минут. Затем наполняют эмульсией 4 калиброванные центрифужные пробирки вместимостью по 50 см³ и центрифугируют при частоте вращения 500 с⁻¹ в течении 5 минут. Далее определяют объем эмульгированного слоя.

Стабильность эмульсии (%):

$$СЭ = \frac{V_1}{V_2} \times 100, \quad (2.5)$$

где: V_1 - объем эмульгированного масла, см³, V – общий объем эмульсии, см³

Перевариваемость белков определяют согласно методике по [88]:

В качестве субстрата используется 20%-ная суспензия исследуемого объекта в глициновом буфере (рН 2,2). К 10 мл полученного субстрата, приготовленного из объекта и выдержанного в термостате при температуре 37°C в течение 20 минут, добавить 10 мл 0,02%-ного раствора пепсина. Гидролиз провести при температуре 37°C в течение 90 минут в термостате. При этом через каждые 30 минут из реакционной пробы, не прерывая опыта, отбирать по 2 мл исследуемой суспензии в стакан. Затем в сосуд вносят такой же объем глицинового буфера. К отобранной для анализа суспензии добавить 3 мл 10%-ного раствора трихлоруксусной кислоты для ингибирования протеолиза и поставить стаканы с суспензией в термостат. Через 90 минут осадок отделить центрифугированием в течение 5 минут при 3000 об/мин. В надосадочной жидкости провести определение оптической плотности растворов, содержащих продукты гидролиза белка с помощью фотоэлектрокалориметра в кювете с шириной грани 1 см при длине волны 300 нм. Значение переваримости можно получить взвешиванием остатков переваривания. По графику динамики гидролиза белков исследуемого объекта под действием пепсина судят о перевариваемости белков.

Методы исследования сырья, полуфабрикатов и готовых изделий

Отбор проб и подготовка их к анализу по ГОСТ 7631-85, ГОСТ 7636-85, ГОСТ 31339-2006;

Определение водоудерживающей способности пресс-методом Grau P., Hamm R в модификации Воловинской В.П. и Кельман В.Я.

Определение влагосвязывающей способности по методике, описанной в [6].

Определение предельного напряжения сдвига неразрушенной структуры готовых изделий и адгезионной способности в соответствии с указаниями к прибору «Структурометр СТ-1».

Определение массовой доли воды по ГОСТ 7636-85.

Контроль массы сырья, полуфабрикатов и готовых изделий, определение потерь массы при тепловой обработке по ГОСТ 7631-2008;

Органолептическая оценка модельных фаршей, полуфабрикатов и готовых изделий по ГОСТ 7631-85, ГОСТ 7631-2008;

Органолептическая оценка паштетов методом «А» не «А» по ГОСТ Р ИСО 8588-2008;

Методы исследования биологической ценности белка определяли расчетным методом [42, 43, 44]. Для характеристики биологической ценности белков использовали следующие показатели:

Коэффициент различия аминокислотного сора:

$$K_{PAC} = \frac{\sum \Delta PAC_j}{n}, \quad (2.6)$$

где: K_{PAC} – коэффициент различия аминокислотного сора, %

ΔPAC_j - различие аминокислотного сора j-той аминокислоты белка исследуемого продукта, %

n – количество незаменимых аминокислот

$$\Delta PAC_j = C_j - C_{min}, \quad (2.7)$$

где: C_{\min} - минимальный из скоров незаменимых аминокислот белка исследуемого продукта по отношению к эталону, %.

Биологическая ценность белка:

$$\text{БЦ} = 100 - \text{КРАС}, \quad (2.8)$$

где: БЦ – биологическая ценность белков исследуемого продукта, %

Коэффициент утилитарности аминокислотного состава белков:

$$U = \frac{\sum_{j=1}^n (A_j a_j)}{\sum_{j=1}^n A_j}, \quad (2.9)$$

где: U – коэффициент утилитарности аминокислотного состава белка

A_j - содержание j –той незаменимой аминокислоты в белке

исследуемого продукта, г/100 г белка

$$a_j = \frac{C_{\min}}{C_j}, \quad (2.10)$$

где: a_j - утилитарность содержания j-той аминокислоты в белке продукта

C_{\min} - минимальный из скоров незаменимых аминокислот белка исследуемого продукта по отношению к эталону, %

C_j - аминокислотный скор незаменимой аминокислоты по отношению к эталону, %

На основании этого показателя рассчитывается количество j-той аминокислоты, которое может быть утилизировано организмом

$$\approx A_j = A_j a_j, \text{ г/100 г белка}, \quad (2.11)$$

Показатель «избыточности содержания»:

$$\delta_n = \sum_{j=1}^n (A_j - A_{эj} * C_{\min}), \quad (2.12)$$

где: δ_n - показатель «избыточности содержания аминокислот, г/100г белка

$A_{эj}$ - содержание j-той незаменимой аминокислоты в эталоне, г/100г белка.

Показатель «сопоставимой избыточности»:

$$\delta_c = \frac{\delta_n}{C_{\min}} = \frac{\sum_{j=1}^n (A_j - A_{эj} * C_{\min})}{C_{\min}}, \quad (2.13)$$

Подготовка и отбор проб для микробиологических исследований
ГОСТ 26668-85, ГОСТ 26669-85;

КМАФанМ по ГОСТ 10444.15-94;

БГКП по ГОСТ Р 50474-93;

Патогенные микроорганизмы, в т.ч.: сальмонеллы, L.monocytoenes ГОСТ Р 50480-93, ГОСТ Р.51921-2002, МУК 4.2.1122-02.

Все анализы выполняли в пятикратном повторе. Достоверность экспериментальных данных оценивали методами математической статистики с использованием прикладных программ «Microsoft Excel». Для объективного суждения о степени достоверности полученных результатов проводили математическую обработку с нахождением среднего интервального значения измеряемой величины при 95 % коэффициенте надёжности.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ АНАЛИЗ

3.1. Обоснование целесообразности использования жмыха рапсового при создании функционального пищевого обогатителя

3.1.1. Изучение пищевой ценности жмыха рапсового

Функционально-технологические свойства продуктов переработки, прежде всего, зависят от химического состава сырья, из которого его получают. В свою очередь химический состав жмыха рапсового зависит не только от почвенно-климатических условий и сорта перерабатываемой культуры, но и от технологических схем извлечения масла [49,50].

Изучали жмых рапсовый повышенной масличности производства ОАО «Орелрастмасло», полученного по ТУ 9146-00336527-2005 методом двукратного прессования. При выработке рапсового масла на данном предприятии используют яровые сорта «Ратник» российской селекции, «Неман» - белорусской селекции, «Хидалго», «Сиеста» «Сальса»-германской селекции, которые относятся все к двунулевым сортам.

Богатый химический состав жмыха рапсового определяет его пищевое достоинство, поэтому считали целесообразным дать ему характеристику по основным пищевым веществам, которые и предопределяют технологические и пищевые свойства продуктов, получаемых из данного сырья.

Результаты исследований представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Химический состав жмыха рапсового повышенной масличности

Химические показатели, г/100 г сухого вещества	Значение показателя
1	2
Массовая доля сырого жира	7,45±0,03
Массовая доля сырого протеина	38,87±0,2
Углеводы:	
Массовая доля сырой клетчатки в обезжиренном продукте	13,7±0,1
Гемицеллюлозы	12,6±0,1
Лигнин	9,44±0,03

Продолжение табл.3.1

1	2
Крахмал	1,65±0,3
Сахар	3,72±0,01
Массовая доля общей золы, в т.ч. не растворимой в соляной кислоте	6,6±0,1 0,2
Массовая доля влаги	8,83±2,5
Минеральные вещества, мг/100г:	
Макроэлементы, мг/100г сухого вещества	
Кальций	744±0,7
Фосфор	875±0,5
Фосфор усвояемый (свободный)	498±0,3
Магний	461,04±0,3
Калий	1240,39±5,5
Натрий	76,84±0,92
Хлор	60,38±0,5
Сера	439,96±0,3
Микроэлементы, мкг/100г сухого вещества	
Железо	59714,60±51,5
Медь	916,67±7,94
Цинк	5280,74±45,5
Кобальт	17,56±0,4
Йод	43,91±0,5
Марганец	4829,86±53,2
Витамины, мг/100г сухого вещества	
Витамин А	0,03±0,001
α-каротин	0,43±0,001
Витамин Е	1,32±0,05
Витамин В ₁	0,49±0,001
Витамин В ₂	0,42±0,001
Витамин В ₃	1,33±0,01
Витамин В ₄	433,59±1,5
Витамин В ₅	10,81±0,01
Витамин В ₆	1,27±0,01

Анализируя химический состав жмыха рапсового можно сделать вывод о том, что данное сырье характеризуется высоким содержанием протеина (до 40%), из углеводов - сырой клетчатки, гемицеллюлозы, макроэлементами такими, как кальций, фосфор, калий, магний. Из микроэлементов превалирует содержание железа, марганца и цинка.

Жмых рапсовый содержит природный антиоксидант – токоферол (витамин Е) и витамины группы В.

Особый интерес представляет аминокислотный состав белков жмыха рапсового, который определяет его биологическую ценность. Полученные экспериментальные данные аминокислотного состава жмыха рапсового, свидетельствуют об их высокой биологической ценности, поскольку в нем идентифицированы все незаменимые аминокислоты (табл. 3.2).

Таблица 3.2 - Аминокислотный состав белков жмыха рапсового повышенной масличности, мг/100 г продукта

Показатели	Жмых рапсовый
Содержание белка, %	38,87
Коэффициент пересчета	6,25
Незаменимые аминокислоты:	12785
Валин	1792
Изолейцин	1300
Лейцин	2877
Лизин	2360
Метионин	555
Треонин	1843
Триптофан	544
Фенилаланин	1514
Заменимые аминокислоты:	25404
Аланин	2183
Аргинин	2322
Аспарагиновая кислота	3433
Гистидин	1300
Глицин	2145
Глутаминовая кислота	7900
Пролин	2663
Серин	1779
Тирозин	1098
Цистин	581
Общее количество аминокислот	38189
Лимитирующая аминокислота, скор, %	Изол. - 83, Мет.+цис. - 83

Рапсовый жмых содержит значительные количества таких незаменимых аминокислот, как лейцина, лизина, заменимых аминокислот -

аспарагиновой и глутаминовой кислоты, пролина, аланина, аргинина и глицина.

Расчет аминокислотного сора жмыха рапсового (табл.3.3.) показал, что лимитирующими аминокислотами являются изолейцин, метионин и цистин.

Таблица 3.3 - Аминокислотный скар белков жмыха рапсового повышенной масличности

Аминокислоты	Содержание в белке-эталоне ФАО/ВОЗ, г/100 г белка	Жмых рапсовый	
		Содержание, г/100г белка	Аминокислот- ный скар, %
Валин	5	4,6	92
Изолейцин	4	3,3	83
Лейцин	7	7,4	106
Лизин	5,5	6,1	111
Метионин + цистин	3,5	2,9	83
Треонин	4	4,7	118
Триптофан	1	1,4	140
Фенилаланин + тирозин	6	6,7	112
Сумма незаменимых аминокислот	36	37,1	

Результаты расчета показателей биологической ценности (табл. 3.4) показали, что белки жмыха рапсового характеризуются достаточно высоким значением коэффициента утилитарности аминокислотного состава, который численно показывает сбалансированность незаменимых аминокислот по отношению к физиологически необходимой норме (эталону), и низким значением показателя сопоставимой избыточности, показывающий суммарную массу незаменимых аминокислот, не используемых на анаболические нужды в таком количестве белка оцениваемого продукта, которое эквивалентно по их потенциально утилизируемому содержанию 100 г белка эталона.

Таблица 3.4 - Показатели биологической ценности белков жмыха рапсового повышенной масличности

Показатель	Жмых рапсовый
Коэффициент различия аминокислотного сора (КРАС), %	22,85
Биологическая ценность белков (БЦ), %	77,15
Коэффициент утилитарности аминокислотного состава (U)	0,80
Показатель «сопоставимой избыточности», (δ) г/100 г белка	-35,55

Чем выше значение коэффициента утилитарности и меньше значение показателя сопоставимой избыточности, тем лучше сбалансированы незаменимые аминокислоты в белке и тем рациональней они могут быть использованы организмом. В идеале $U \rightarrow 1$ и $\delta \rightarrow 0$ [44,45,47].

Особый интерес, с точки зрения прогноза функционально-технологических свойств жмыха рапсового, имеет изучение фракционного состава белков. Результаты эксперимента приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 - Фракционный состав белков жмыха рапсового повышенной масличности

Фракции белков	Содержание белка, % на а.с.в.	Содержание к общему количеству белка, %	
		%	г
Водорастворимая (альбумины)	38,87	39,72	15,44
Солерастворимая (глобулины)		26,38	10,25
Щелочерастворимая (глутелины)		16,8	6,53
Нерастворимый остаток		17,1	6,65

Основные растворимые фракции белков жмыха рапсового представлены альбуминами и глобулинами, относящимися к перевариваемым организмом человека белкам, общее содержание которых достигает 66%, а также обладающими функционально-технологическими свойствами.

Считали целесообразным исследовать жирно-кислотный состав жмыха рапсового, представленного в таблице 3.6.

Таблица 3.6 - Жирно-кислотный состав жмыха рапсового

Наименование жирной кислоты	Массовая доля жирной кислоты, %
C ^{14:0} Тетрадекановая (миристиновая)	0,18
C ^{16:0} Гексадекановая (пальмитиновая)	4,92
C ^{16:1} Гексадеценовая (пальмитолеиновая)	0,53
C ^{18:0} Октадекановая (стеариновая)	1,90
C ^{18:1} Октадеценовая (олеиновая)	53,61
C ^{18:2} Октадекадиеновая (линолевая ω-6)	21,27
C ^{18:3} Октадекатриеновая (линоленовая ω-3), в том числе α-линоленовая	8,29
C ^{20:0} Эйкозановая (арахиновая)	0,65
C ^{20:1} Эйкозеновая (гондоиновая)	1,20
C ^{20:2} Эйкозадиеновая	0,09
C ^{22:0} Докозановая (бегеновая)	0,32
C ^{22:1} Докозеновая (эруковая)	0,20
C ^{22:2} Докозодиеновая	0,06
C ^{24:0} Тетракозановая (лигноцериновая)	0,19
C ^{24:1} Тетракозеновая (нервоновая)	0,19

Анализируя данные таблицы 3.6, можно сделать вывод о том, что жмых рапсовый имеет ценный жирно-кислотный состав. Его выгодно отличает низкое содержание насыщенных жирных кислот (прежде всего миристиновой, пальмитиновой, стеариновой, арахидиновой и бегеновой) и высокое содержание ненасыщенных жирных кислот, в том числе эссенциальных полиненасыщенных жирных кислот семейств омега-6 и омега-3 (соотношение 3:1).

3.1.2. Оценка безопасности жмыха рапсового

При использовании продуктов переработки семян крестоцветных в технологии пищевых продуктов особые требования предъявляют к показателям безопасности. С целью анализа безопасности нами совместно с ФГУ «Орловским референтным центром Россельхознадзора» были исследованы содержание токсичных элементов, микотоксинов, пестицидов, радионуклидов и микробиологические показатели в жмыхе рапсовом повышенной масличности в соответствии с «Едиными санитарно-эпидемиологическими и гигиеническими требованиями к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)». В качестве регламентируемого был выбран индекс 9.1 «Изоляты, концентраты, гидролизаты и текстураты растительных белков; пищевой шрот и мука с различным содержанием жира из семян бобовых, масличных и нетрадиционных культур». Результаты исследований приведены в таблицах 3.7, 3.8.

Таблица 3.7 – Показатели безопасности жмыха рапсового

Показатели		Допустимые уровни (индекс 1.9)	Содержание
		мк/кг, не более	
Токсичные элементы:	Свинец	1,0	0,08
	Мышьяк	1,0	0,03
	Кадмий	0,2	0,07
	Ртуть	0,03	0,008
Микотоксины:	Афлатоксин В ₁	0,005	0,001
Пестициды:	Гексахлорциклогексан (α, β, γ-изомеры)	0,4	не обнаружено
	ДДТ и его метаболиты	0,1	не обнаружено

Установлено, что по показателям безопасности и микробиологическим показателям жмых рапсовый повышенной масличности соответствует

требованиям нормативной документации и может быть использован в качестве сырья для пищевой промышленности

Одним из ограничивающих фактором использования рапса и продуктов его переработки в пищевой промышленности относят наличие в нем эруковой кислоты и глюкозинолатов. В соответствии с рекомендациями ФАО, содержание эруковой кислоты в пищевом масле должно быть не более 5%, глюкозинолатов в семенах –не более 3% [45].

Таблица 3.8 –Микробиологические показатели жмыха рапсового

Наименование показателя		Значение показателя	
		Допустимое (индекс 9.1)	в жмыхе рапсовом повышенной масличности
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более		$5 \cdot 10^4$	$1,35 \times 10^1$
Плесени, КОЕ/г, не более		100	30
Дрожжи, КОЕ/г, не более		100	не выделено
Масса продукта (г), в которой не допускаются:	БГКП (колиформы)	0,1	не выделено
	<i>S. aureus</i>	0,1	не выделено
	Патогенные (в том числе сальмонеллы)	25	не выделено
	Сульфитредуцирующие клостридии	0,1	не выделено

Фактором, ограничивающим использование рапса и продуктов его переработки в пищевой промышленности, является наличие в нем эруковой кислоты и глюкозинолатов.. В соответствии с рекомендациями ФАО, содержание эруковой кислоты в пищевом масле должно быть не более 5%, глюкозинолатов в семенах –не более 3% [45].

Сами глюкозинолаты не представляют токсической опасности. Это хорошо растворимые в воде гликозиды. Однако, под действием соответствующей температуры в процессе маслодобывания и фермента мирозиназы, содержащегося в семенах рапса, глюкозинолаты расщепляются с освобождением изотиоцианатов, тиоцианатов, гойтрина и других, в том

числе, токсичных веществ, способных связывать йод и тем самым подавлять функцию щитовидной железы.

Механизм действия тиоцианатов и изотиоциатов заключается в нарушении транспорта йода в ЩЖ. Они являются конкурентными ингибиторами захвата йода фолликулярными клетками ЩЖ, препятствуют поглощению йода железой, что вызывает угнетение биосинтеза тиреотропного гормона [24].

Изотиоцианаты имеют резкий запах и входят в состав горчичных масел. При потреблении значительного количества пищевых продуктов, содержащих тиоцианаты и изотиоцианаты, диета, которая в других условиях является адекватной по содержанию йода, может оказаться йоддефицитной; этим объясняется наличие эндемических очагов зоба в некоторых районах мира [20].

Общее содержание изотиоцианатов и эруковой кислоты в жмыхе рапсовом (табл. 3.9) говорит о том, что сорта, из которых он получен, относятся к низкоглюкозинолатным и низкоэруковым, что может гарантировать безопасность исследуемого жмыха рапсового.

Исследования качества жмыха рапсового были дополнены проверкой на токсичность биотестированием на инфузориях стилонихиях (*Stylonychia mytilus*) (табл.3.10).

Таблица 3.9 - Содержание антипитательных веществ в жмыхе рапсовом повышенной масличности

Наименование вещества	Значение по ТУ 9146-00336527-2005, не более	Фактическое значение
Массовая доля изотиоцианатов в пересчете на абсолютно сухое и обезжиренное вещество, %	0,8	0,24
Массовая доля эруковой кислоты, %, в жире	5	0,20

Таблица 3.10- Оценка токсичности жмыха рапсового с помощью тест-культуры *Stylonychia mytilus*

Наименование образца	Численность в начале анализа, шт.					Сумма клеток в начале анализа	Среднеарифметическая численность клеток в начале анализа, N_1	Численность в конце анализа, шт.					Сумма клеток в начале анализа	Среднеарифметическая численность клеток в начале анализа, N_2	% выживаемости, $N = N_2 / N_1 * 100$	Прирост, шт.
	1	2	3	4	5			1	2	3	4	5				
Жмых рапсовый (ацетоновый экстракт)	6	7	8	7	9	37	7,4	6	7	9	9	11	42	8,4	114	5
Жмых рапсовый (водный экстракт)	6	7	7	9	6	35	7	6	7	7	9	7	36	7,2	103	1

Из данных таблицы видно, что исследуемый образец жмыха рапсового абсолютно не токсичен, что подтверждается большим процентом выживаемости инфузорий *Stylonychia mytilus* как в ацетоновом (114%), так и в водном (103%) экстрактах. Кроме того, безопасность жмыха рапсового отразилась на жизнедеятельности одноклеточного организма –на его приросте, что свидетельствует о большой биологической активности клеток.

По результатам экспериментальных исследований химического состава можно сделать вывод, что жмых рапсовый обладает как функциональным, так и технологическим потенциалом за счет высокой пищевой ценности по содержанию белка, в том числе альбуминовой и глобулиновой фракций, незаменимых аминокислот, пищевых волокон –клетчатки и гемицеллюлозы, витаминов и минеральных веществ, полиненасыщенных жирных кислот на фоне низкого содержания насыщенных жирных кислот, которые оказывают негативное влияние на качество продукта в процессе хранения. Также в результате экспериментальных исследований выяснили, что жмых рапсовый

безопасен и соответствует по всем показателям требованиям нормативной документации.

Анализ пищевой и биологической ценности, безопасности жмыха рапсового с точки зрения функционально-технологического потенциала позволил сделать вывод о целесообразности его использования для дальнейших исследований в аспекте получения продукта ферментативного гидролиза.

3.2. Определение рациональных режимов ферментативного гидролиза жмыха рапсового

Ограничивающим фактором использования жмыха рапсового в качестве функционального ингредиента в пищевых изделиях в нативном состоянии является наличие большого количества клетчатки, которая придает продукту особую прочность, а также снижает его качество и пищевую ценность. Это связано с особенностями строения семян рапса и, как следствие, технологии их переработки на масло.

Кроме того, антипитательным фактором жмыха рапсового является наличие фитиновых соединений. Из общего фосфора жмыха рапсового до 43% (табл. 3.1.) связано с фитином. Фитиновые кислоты жмыхов связывают не только фосфор, они удерживают кальций, они блокируют усвоение наиболее ценных белков и аминокислот, они затрудняют доступ пищеварительных ферментов к своим субстратам и тем самым существенно снижают переваримость. Известно, что белок, связанный фитатами, не может подвергаться гидролизу пепсином (эндогенной протеазе). Это обусловлено пониженной растворимостью белка и его структурными изменениями после объединения с фитатом. Кроме того, белково-фитиновые комплексы легко взаимодействуют с марганцем, цинком, медью, железом, затрудняя их усвоение [46, 10, 100, 97, 124].

Значительное улучшение перевариваемости фосфора из растительных компонентов достигается благодаря введению фитазы, полученной микробиальным путем, которая катализирует процессы гидролиза фитина и способствует высвобождению не только фосфора, связанному в фитате, но также белки, макро- и микроэлементы, повышая тем самым биологическую ценность. Фитазное расщепление растительных соединений фосфора способствуют также повышению эффективности использования витамина А, Е и В₂ [7, 29, 124, 132].

На наш взгляд перспективным направлением переработки жмыха рапсового является применение целлюлолитических ферментных препаратов в сочетании с фитазной активностью с целью частичной биотрансформации, приводящей к уменьшению и размягчению семенных оболочек, и высвобождению свободного фосфора из фитина, что облегчает более рациональное использование сырья, улучшает качество и пищевую ценность получаемых продуктов питания.

Выбор ферментного препарата обосновывался несколькими факторами.

Во-первых, прежде всего, тем, какие функционально-технологические свойства должен иметь продукт биоконверсии, так как на сегодняшний день пищевая промышленность испытывает недостаток в отечественных структурообразователях, свойствами которых обладают – целлюлоза, гемицеллюлоза, белки альбуминовой и глобулиновой фракций.

Во-вторых, максимальной активностью фермента и его доступностью на российском рынке.

Целесообразность выбора ферментного препарата была основана высокой целлюлазной в сочетании с фитазной активностью, что позволит частично гидролизовать матрикс клеточных стенок семенных оболочек жмыха рапсового и в результате приведет не только к их размягчению, но и перевести в доступное состояние фосфор в конечном продукте, а также доступностью этого ферментного препарата на российском рынке.

Всем этим факторам отвечает полиферментный препарат Ровабио™ Макс АР (производство – Франция, поставщик - компания «Адиссео Евразия»), представляющий собой натуральную комбинацию 20 ферментов, вырабатываемых штаммами *Penicillium Funiculosum* и *Schizosaccharomyces pombe*. Основные группы ферментов: ксиланаза, β -глюканаза, фитаза, целлюлазы, протеазы, пектиназы. Данный полиферментный препарат гидролизует некрахмалистые полисахариды и фитаты растительного происхождения. Минимальная ферментная активность препарата Ровабио™ Макс АР представлена в табл. 3.11.

Таблица 3.11 - Минимальная активность ферментного препарата Ровабио™ Макс АР

Минимальная активность	Значение
Endo-1,4- β -xylanase (№ЕС 3.2.1.8)	14000 АХС-ед./г (22 000 виско-ед./г)
Endo-1,3(4)- β -glucanase (№ЕС 3.2.1.6)	2000 АGL-ед./г
6-Phytase (№ЕС 3.1.3.26)	10000 FTU-ед./г

В связи с тем, что жмых рапсовый является сложной биологической системой, в которой присутствует целый ряд факторов (липиды, остаточное количество ингибиторов белковой природы и т.д.), способных оказывать как активирующее, так и ингибирующее действие на ферментолиз, а также с целью рационального использования ферментного препарата и установления рациональных режимов ферментации, а также повышения экономичности технологического процесса исследовали влияние параметров ферментолиза: гидромодуля, рН, температуры, времени и дозировки на степень гидролиза жмыха рапсового [21, 31, 36, 101, 104].

Физико-химические и биохимические свойства жмыха рапсового оказывают большое влияние на процессы его переработки. Наибольшую важность оказывают показатели содержания сырой клетчатки и прочности жмыха рапсового, влияющие на его поведение в процессе размола, и способность к получению продукта высокого качества. Прочность жмыха рапсового, т.е. способность сопротивляться механическому разрушению,

характеризуется работой, затраченной на образование единицы площади новой поверхности, или величиной разрушающего усилия при различных видах деформирования. Одной из характеристик прочности жмыха рапсового является его общая деформация сжатия [32, 33, 102].

Не менее важным показателем для получения продукта высокого качества является содержание свободного фосфора.

Поэтому о степени гидролиза судили по изменению массовой доли сырой клетчатки, общей деформации сжатия и по количеству свободного фосфора. Ферментативный гидролиз проводили следующим образом: жмых рапсовый замачивали при различных параметрах ферментации растворами ферментного препарата. В качестве контроля использовали жмых рапсовый замоченный без ферментного препарата с добавлением цитратного буфера для поддержания требуемого pH. Общая схема представлена на рис. 3.1.

3.2.1. Влияние гидромодуля на степень ферментативного гидролиза жмыха рапсового

Гидромодуль является важным фактором, от которого зависит скорость гидролитической реакции и тем самым степень гидролиза клетчатки и освобождения фосфорной кислоты из жмыха рапсового [21, 32, 33, 103].

Поэтому считали целесообразным исследовать влияние гидромодуля на изменение содержания сырой клетчатки, общей деформации сжатия и свободного фосфора в жмыхе рапсовом в процессе ферментативного гидролиза.

Данное исследование проводили при изменении соотношения жмыха рапсового и воды 1:2, 1:3, 1:4 при pH=5,0, температуре замачивания 50°C, длительности замачивания 180 мин и дозировке ферментного препарата 0,05% к массе жмыха рапсового по сухому веществу.

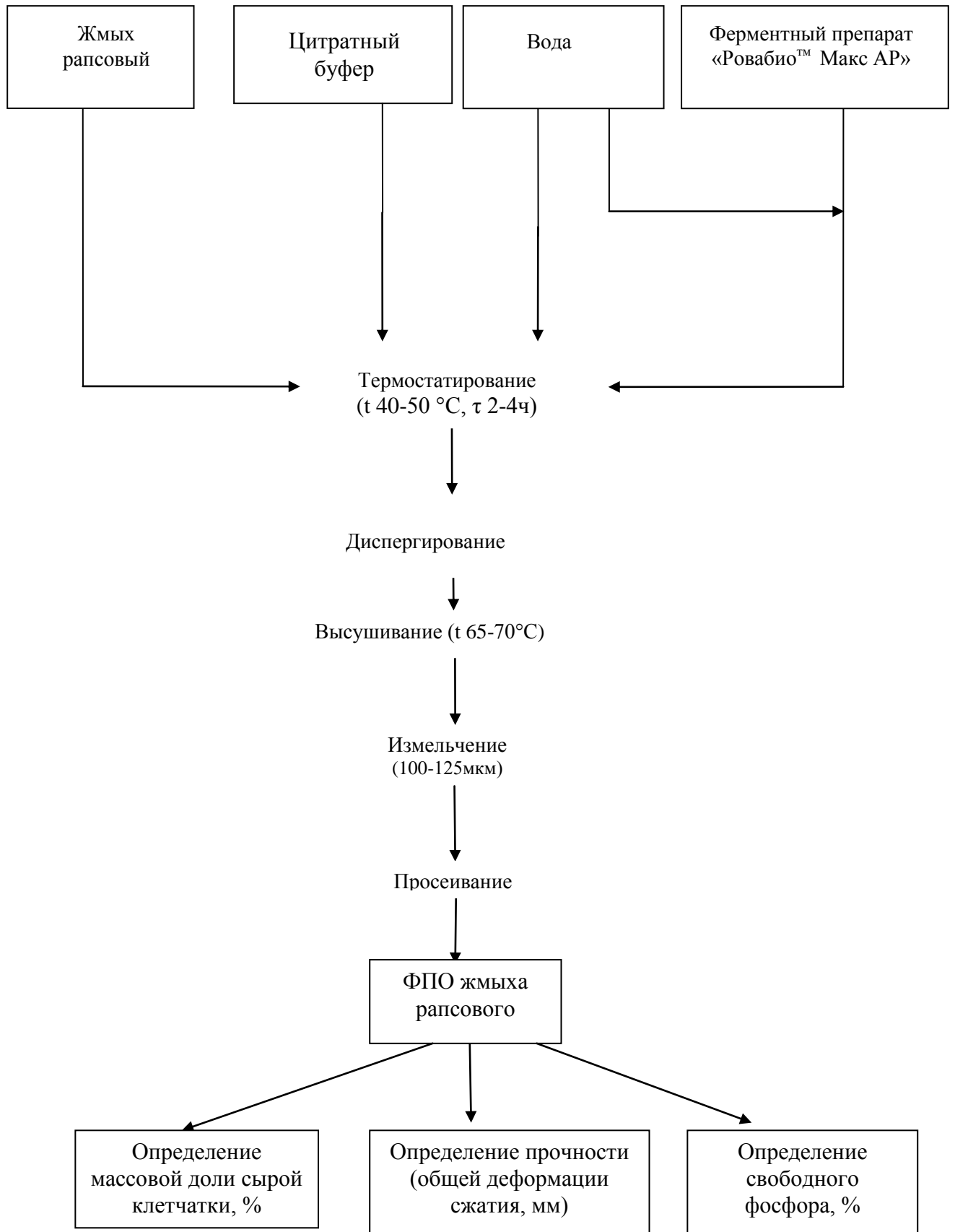


Рис. 3.1. Общая схема экспериментального ферментативного гидролиза жмыха рапсового

Полученные результаты представлены на рисунках 3.2, 3.3, 3.4.

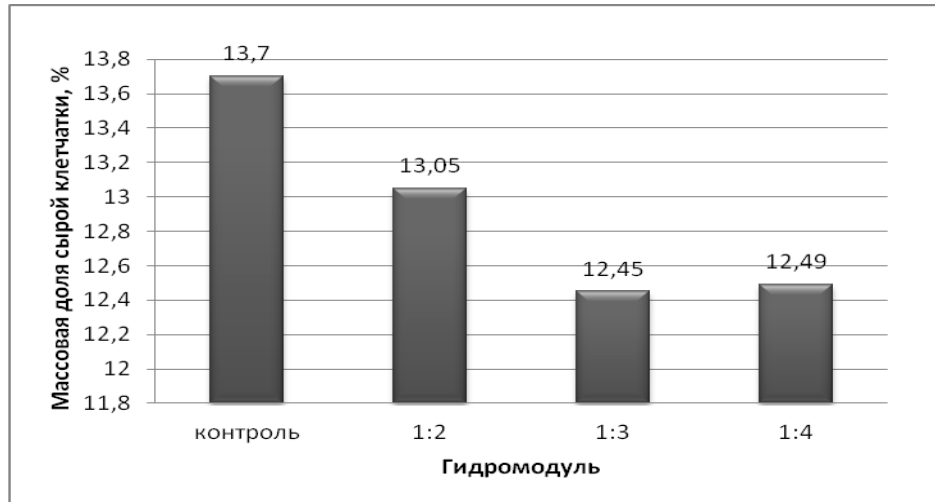


Рисунок 3.2 - Влияние гидро модуля на изменение содержания сырой клетчатки жмыха рапсового в процессе ферментативного гидролиза

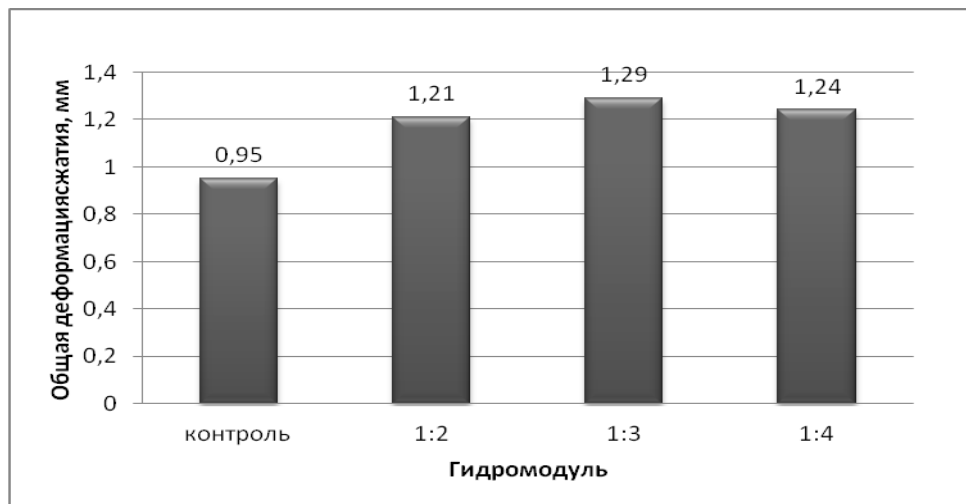


Рисунок 3.3 - Влияние гидро модуля на изменение общей деформации сжатия жмыха рапсового в процессе ферментативного гидролиза

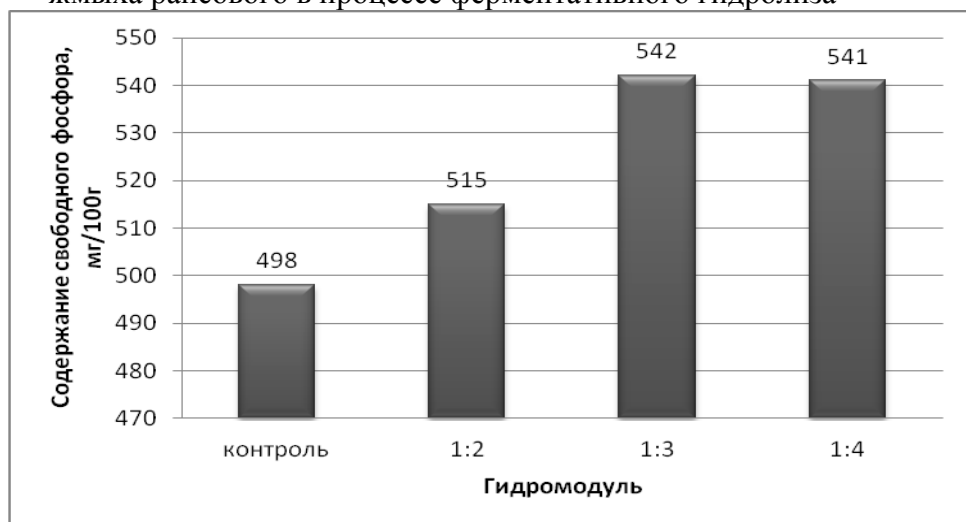


Рисунок 3.4 - Влияние гидро модуля на изменение содержания свободного фосфора жмыха рапсового в процессе ферментативного гидролиза

Из приведенных экспериментальных данных можно сделать вывод, что массовая доля сырой клетчатки уменьшается, общая деформация сжатия и содержание свободного фосфора увеличивается по сравнению с контролем при гидромодуле 1:2:

- массовая доля сырой клетчатки на 4,74%, общая деформация сжатия на 27,37% и содержание свободного фосфора на 3,41% соответственно.

При гидромодуле 1:3:

-массовая доля сырой клетчатки на 9,12%, общая деформация сжатия на 35,79% и содержание свободного фосфора на 8,84% соответственно.

При гидромодуле 1:4:

-массовая доля сырой клетчатки на 8,83%, общая деформация сжатия на 30,53% и содержание свободного фосфора на 8,63% соответственно.

Как видно из представленных экспериментальных данных наименьшей массовой доли клетчатки и максимальных значений общей деформации сжатия и свободного фосфора жмых рапсового достигает при гидромодуле 1:3 для ферментного препарата Ровабио™ Макс AP, дальнейшее увеличение гидромодуля является нецелесообразным.

3.2.2. Влияние pH среды на степень ферментативного гидролиза жмыха рапсового

Реакция среды влияет на состояние фермента и субстрата, на их сродство и, соответственно, скорость гидролитической реакции. При максимальном значении pH на поверхности ферментной молекулы реализуется такое количество и расположение разноименных зарядов, которое оптимально для гидролиза конкретного субстрата [32, 104, 114]. Поэтому считали целесообразным исследовать влияние pH на степень ферментативного гидролиза жмыха рапсового: на изменение общей деформации сжатия, содержания сырой клетчатки и свободного фосфора.

Данное исследование проводили при изменении рН=4,5, 5,0 и 5,5, гидромодуле 1:3, температуре замачивания 50°C, длительности замачивания 180 мин и дозировке ферментного препарата 0,05% по отношению к сухому веществу жмыха рапсового. Активную кислотность изменяли с помощью лимонной кислоты, а поддерживали цитратным буфером.

Полученные результаты представлены на рисунках 3.5, 3.6, 3.7.

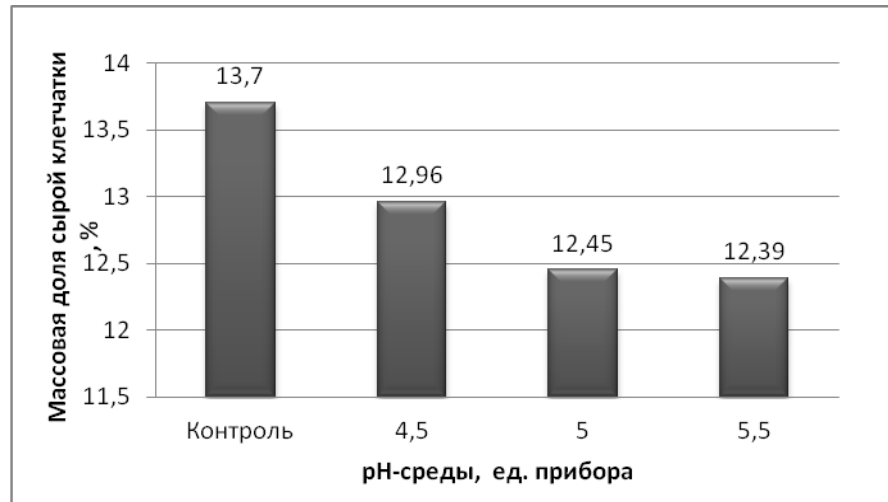


Рисунок 3.5 - Влияние рН на изменение содержания сырой клетчатки жмыха рапсового в процессе ферментативного гидролиза

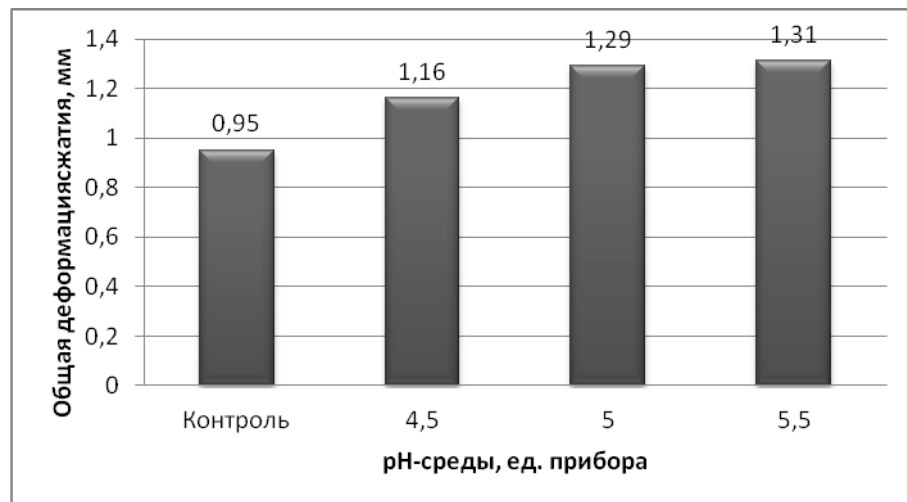


Рисунок 3.6 - Влияние рН на изменение общей деформации сжатия жмыха рапсового в процессе ферментативного гидролиза

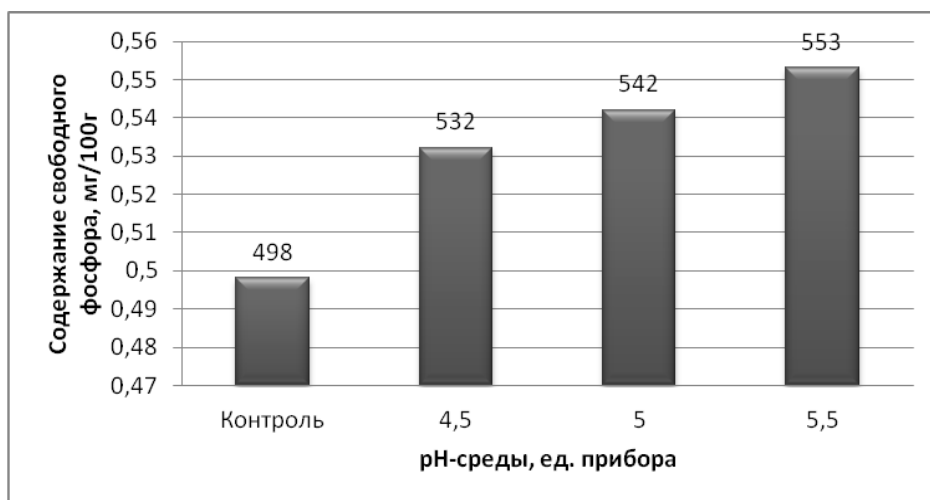


Рисунок 3.7 - Влияние pH на изменение содержания свободного фосфора жмыха рапсового в процессе ферментативного гидролиза

Из приведенных экспериментальных данных можно сделать вывод, что массовая доля сырой клетчатки уменьшается, общая деформация сжатия и содержание свободного фосфора увеличивается по сравнению с контролем при pH=4,5:

- массовая доля сырой клетчатки на 5,40%, общая деформация сжатия на 22,11% и содержание свободного фосфора на 6,83% соответственно.

При pH=5,0:

- массовая доля сырой клетчатки на 9,12%, общая деформация сжатия на 35,79% и содержание свободного фосфора на 8,84% соответственно.

При pH=5,5:

- массовая доля сырой клетчатки на 9,56%, общая деформация сжатия на 37,89% и содержание свободного фосфора на 11,04% соответственно.

Как видно из представленных экспериментальных данных, наибольшую активность ферментный препарат Ровабио™ Макс AP проявляет при pH=5,5, так при данной активности наблюдается максимальное снижение массовой доли сырой клетчатки и увеличение общей деформации сжатия и содержания свободного фосфора жмыха рапсового.

3.2.3. Влияние температуры на степень ферментативного гидролиза жмыха рапсового

Температура является очень важным фактором, влияющим на скорость протекания отдельных стадий ферментативной реакции и на стабильность ферментов. Активность фермента наиболее высока при рациональной температуре. Снижение интенсивности действия ферментов при температуре не рациональной объясняется главным образом, начинающимся разрушением (денатурацией) белка [16,35, 102].

Поэтому считали целесообразным исследовать влияние температуры замачивания на изменение общей деформации сжатия, содержания сырой клетчатки и свободного фосфора в жмыхе рапсовом в процессе ферментативного гидролиза.

Данное исследование проводили при изменении температуры замачивания 45, 50 и 55°C, гидромодуле 1:3, рН=5,5, длительности замачивания 180 мин и дозировке ферментного препарата 0,05% по отношению к сухому веществу жмыха рапсового.

Полученные результаты представлены на рисунках 3.8, 3.9, 3.10.

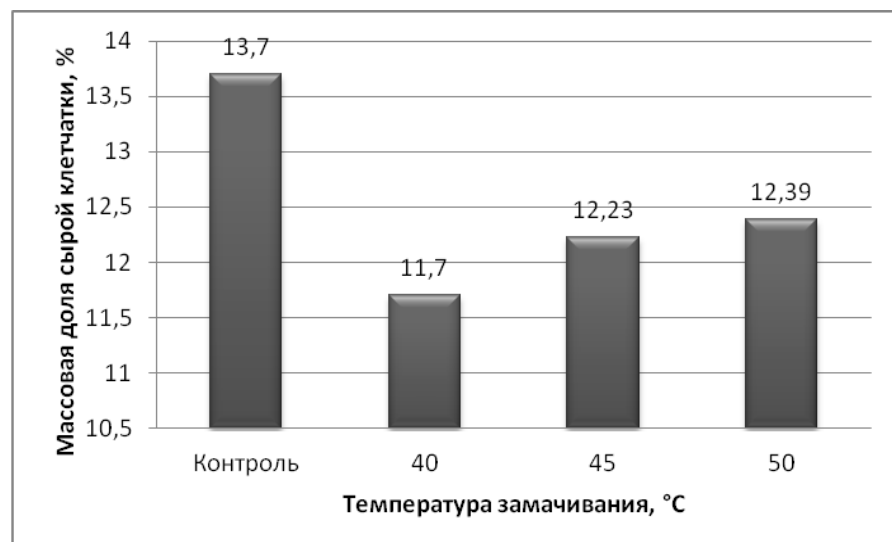


Рисунок 3.8 -Влияние температуры замачивания на изменение содержания сырой клетчатки жмыха рапсового в процессе ферментативного гидролиза

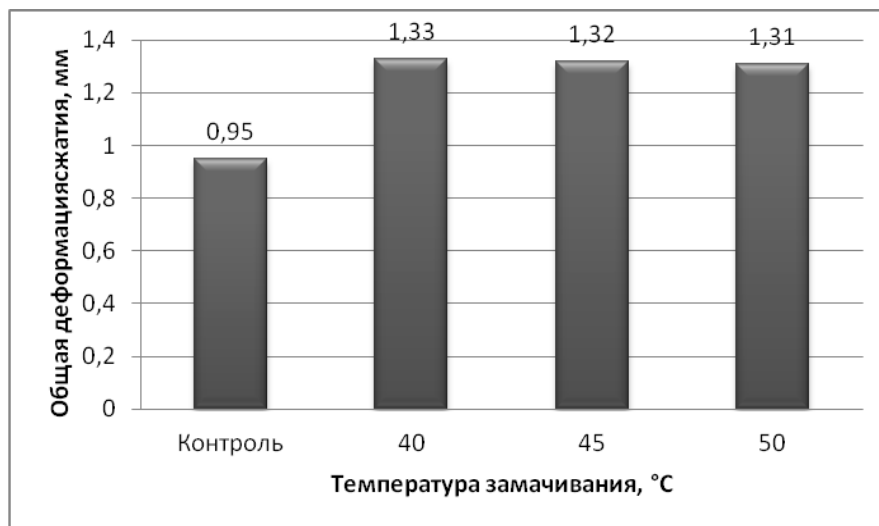


Рисунок 3.9 - Влияние температуры замачивания на изменение общей деформации сжатия жмыха рапсового в процессе ферментативного гидролиза

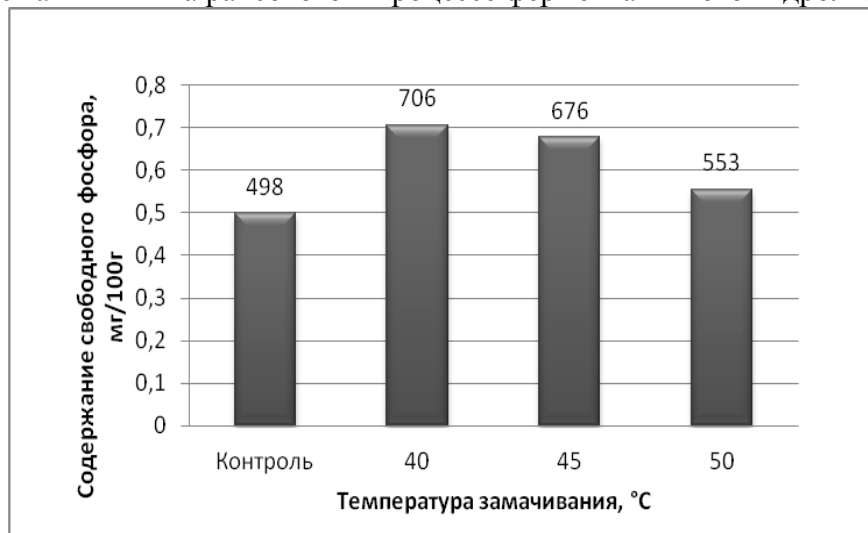


Рисунок 3.10 - Влияние температуры замачивания на изменение содержания свободного фосфора жмыха рапсового в процессе ферментативного гидролиза

Из приведенных экспериментальных данных можно сделать вывод, что массовая доля сырой клетчатки уменьшается, общая деформация сжатия и содержание свободного фосфора увеличивается по сравнению с контролем при температуре замачивания 40 °C:

- массовая доля сырой клетчатки на 14,60%, общая деформация сжатия на 40% и содержание свободного фосфора на 41,77% соответственно.

При температуре замачивания 45°C:

- массовая доля сырой клетчатки на 10,73%, общая деформация сжатия на 38,95% и содержание свободного фосфора на 35,74% соответственно.

При температуре замачивания 50°C:

- массовая доля сырой клетчатки на 9,56%, общая деформация сжатия на 37,89% и содержание свободного фосфора на 11,04% соответственно.

Как видно из представленных экспериментальных данных, максимальное снижение массовой доли сырой клетчатки и увеличение общей деформации сжатия и содержания свободного фосфора наблюдается при температуре замачивания 40°C жмыха рапсового с ферментным препаратом Ровабио™ Макс АР. Следовательно, наибольшую активность ферментный препарат проявляет при температуре 40°C.

3.2.4. Влияние длительности замачивания на степень ферментативного гидролиза жмыха рапсового

Длительность замачивания является важным фактором, от которого зависят экономические показатели производства продукта ферментализа, связанные с затратами на поддержание температуры, а также количества и состава конечных продуктов реакции, которые могут выступать ингибиторами реакции [9, 27, 101].

Поэтому считали целесообразным на следующем этапе исследовать влияние длительности замачивания на степень гидролиза жмыха рапсового, о котором судили по изменению общей деформации сжатия, содержания сырой клетчатки и свободного фосфора в жмыхе рапсовом в процессе ферментативного гидролиза.

Данное исследование проводили при длительности замачивания 120, 180 и 240 мин при гидромодуле 1:3, рН=5,5, температуре замачивания 40°C, дозировке ферментного препарата 0,05% по отношению к сухому веществу жмыха рапсового.

Полученные результаты представлены на рисунках 3.11, 3.12, 3.13.



Рисунок 3.11 - Влияние длительности замачивания на изменение содержания сырой клетчатки жмыха рапсового в процессе ферментативного гидролиза

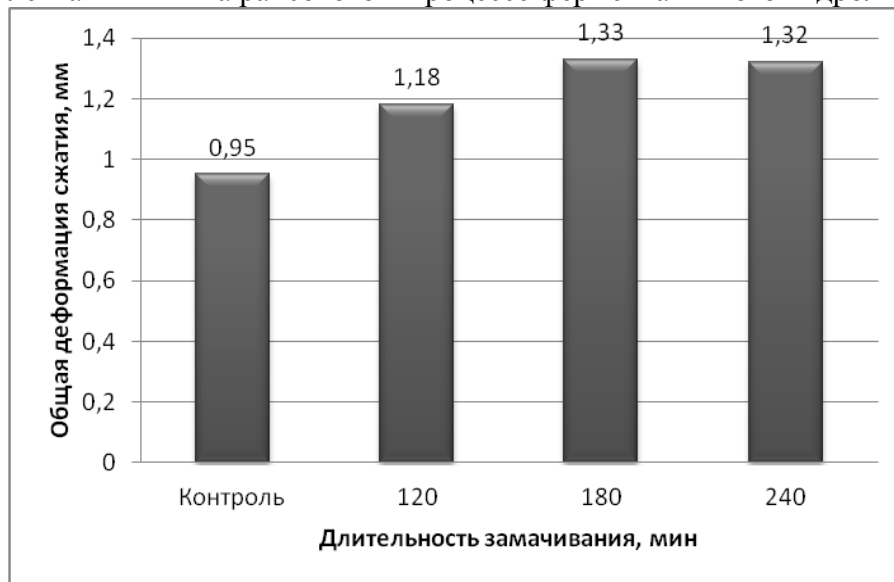


Рисунок 3.12 - Влияние длительности замачивания на изменение общей деформации сжатия жмыха рапсового в процессе ферментативного гидролиза

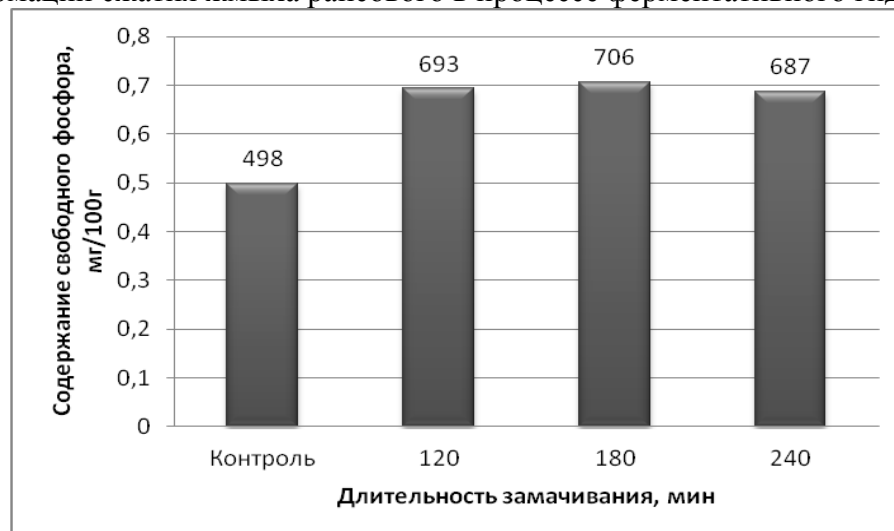


Рисунок 3.13 - Влияние длительности замачивания на изменение содержания свободного фосфора жмыха рапсового в процессе ферментативного гидролиза

Из приведенных экспериментальных данных можно сделать вывод, что массовая доля сырой клетчатки уменьшается, общая деформация сжатия и содержание свободного фосфора увеличивается по сравнению с контролем при длительности замачивания 120 мин:

- массовая доля сырой клетчатки на 5,55 %, общая деформация сжатия на 24,21% и содержание свободного фосфора на 39,16% соответственно.

При длительности замачивания 180 мин:

- массовая доля сырой клетчатки на 14,60%, общая деформация сжатия на 40% и содержание свободного фосфора на 41,77% соответственно.

При длительности замачивания 240 мин:

- массовая доля сырой клетчатки на 11,68%, общая деформация сжатия на 38,95% и содержание свободного фосфора на 37,95% соответственно.

По результатам экспериментальных данных установили, что минимальную массовую долю сырой клетчатки и максимальные значения общей деформации сжатия и содержания свободного фосфора жмыха рапсового достигает через 180 мин с ферментным препаратом Ровабио™ Макс AP.

3.2.5. Влияние дозировки на степень ферментативного гидролиза жмыха рапсового

Большое влияние на скорость ферментативной реакции оказывает дозировка ферментного препарата: чем она выше, тем выше скорость реакции и тем больше субстрата может подвергнуться гидролизу, но чрезмерное его количество ведет к снижению экономических показателей технологического процесса [16, 33, 36, 103]. Поэтому считали целесообразным на следующем этапе исследовать влияние дозировки ферментного препарата на изменение общей деформации сжатия, содержания сырой клетчатки и свободного фосфора в жмыхе рапсовом в процессе ферментативного гидролиза.

Данное исследование проводили при изменении дозировки ферментного препарата 0, 0,025%, 0,05% и 0,075% к массе сухого вещества, гидромодуле 1:3, рН=5,5, температуре замачивания 40°C, длительности замачивания 180 мин.

Полученные результаты представлены на рисунках 3.14, 3.15, 3.16.

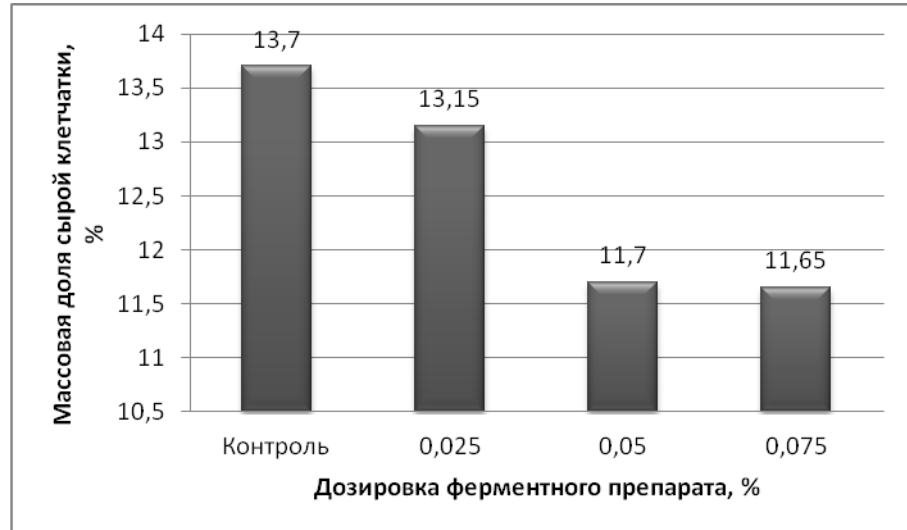


Рисунок 3.14 - Влияние дозировки ферментного препарата на изменение содержания сырой клетчатки жмыха рапсового в процессе ферментативного гидролиза

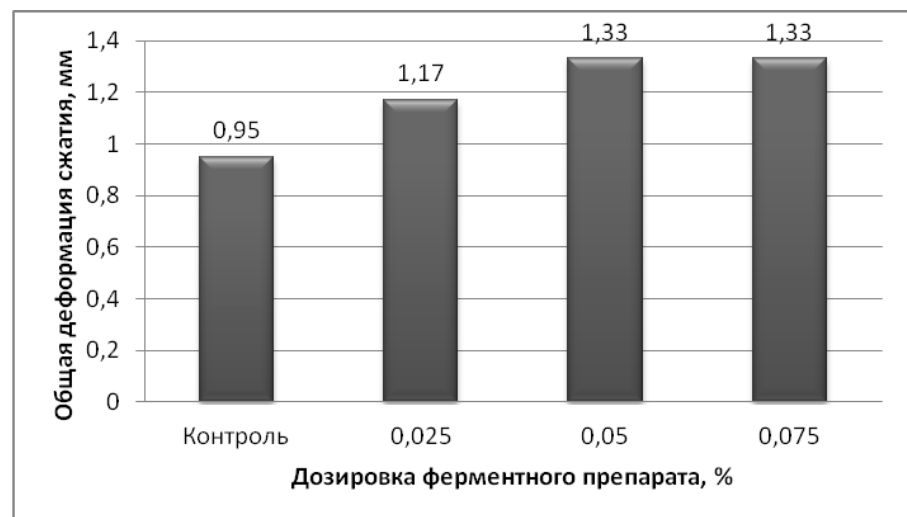


Рисунок 3.15 - Влияние дозировки ферментного препарата на изменение общей деформации сжатия жмыха рапсового в процессе ферментативного гидролиза

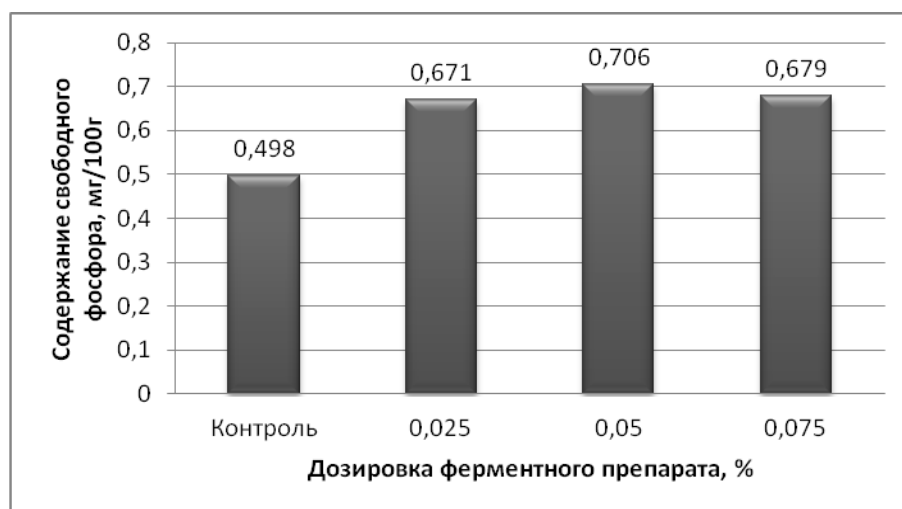


Рисунок 3.16 - Влияние дозировки ферментного препарата на изменение содержания свободного фосфора жмыха рапсового в процессе ферментативного гидролиза

Из приведенных экспериментальных данных можно сделать вывод, что массовая доля сырой клетчатки уменьшается, общая деформация сжатия и содержание свободного фосфора увеличивается по сравнению с контролем при дозировке ферментного препарата 0,025%:

- массовая доля сырой клетчатки на 4,01%, общая деформация сжатия на 23,16% и содержание свободного фосфора на 34,74% соответственно.

При дозировке ферментного препарата 0,05%:

- массовая доля сырой клетчатки на 14,60%, общая деформация сжатия на 40% и содержание свободного фосфора на 41,77% соответственно.

При дозировке ферментного препарата 0,075%:

- массовая доля сырой клетчатки на 14,96%, общая деформация сжатия на 40% и содержание свободного фосфора на 36,35% соответственно.

По результатам экспериментальных данных установили, что минимальную массовую долю клетчатки жмых рапсового достигает при дозировке 0,075% к массе сухого вещества, а максимальные значения общей деформации сжатия и содержания свободного фосфора – при дозировке 0,05%. Рациональной выбрали дозировку 0,05% к массе сухого вещества.

На основании проведенных исследований и математической обработки экспериментальных результатов были определены оптимальные параметры ферментативного гидролиза жмыха рапсового, приведенные в таблице 3.12.

Таблица 3.12 - Рациональные параметры ферментативного гидролиза жмыха рапсового

Параметры гидролиза	Режимы гидролиза
Гидромодуль	1:3
pH, ед. прибора	5,5
Температура замачивания, °С	40
Длительность замачивания, мин	180
Дозировка, %	0,05

Таким образом, применяя данные условия ферментативного гидролиза, можно рационально использовать ферментный препарат.

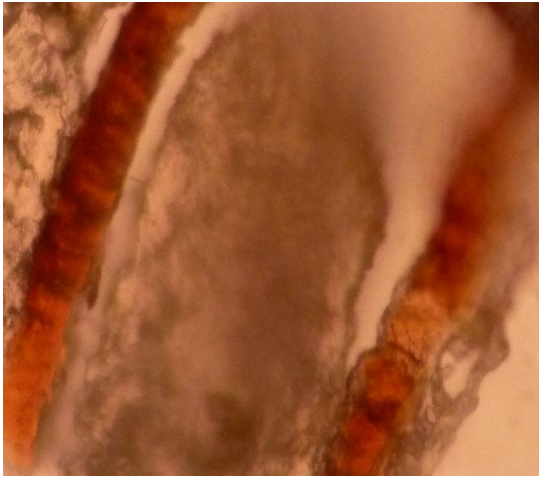
3.2.6. Влияние ферментализации на гидролиз семенной оболочки жмыха рапсового

Вносимый при замачивании жмыха рапсового целлюлолитический ферментный препарат с фитазной активностью Ровабио™ Макс AP воздействует на компоненты периферических слоев семенной оболочки жмыха рапсового, осуществляет мягкий гидролиз гемицеллюлоз и изменяет структуру целлюлозы, переход из кристаллического состояния в аморфное, при этом способствует более быстрому движению влаги за счет диффузионного переноса [34, 35, 101]. Разрыхляется структура жмыха рапсового, образуются микротрещины, что подтверждается увеличением общей деформации сжатия на 40%.

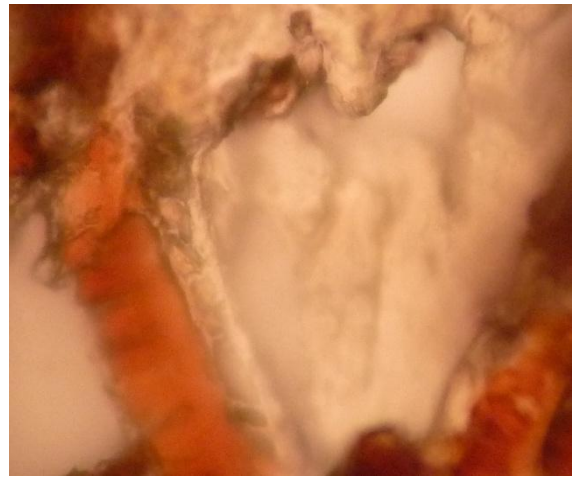
Считали целесообразным дать оценку характера изменения структуры поверхности жмыха рапсового в процессе ферментативного гидролиза.

С помощью информационно-измерительной системы, состоящей из светоптического микроскопа (Olympus CX41), компьютера и цифровой

фотокамеры были получены изображения срезов жмыха рапсового до и после ферментативной обработки (рис. 3.17.).



а) до ферментативного гидролиза (x40)



б) после ферментации ферментным препаратом Ровабио™ Макс АР (x40)

Рисунок 3.17 - Микрофотографии среза жмыха рапсового

Результаты микрофотографии среза жмыха рапсового показали, что под действием ферментного препарата «Ровабио™ Макс АР» при рациональных параметрах происходит частичное разрушение полисахаридного комплекса матрикса клеточных стенок. Слои семенной оболочки связаны непрочны, при увлажнении и ферментативном гидролизе отдельные волокна дефибрируются и увеличивается расстояние между молекулами, через которые ускоряется процесс диффузии воды в более глубокие слои жмыха рапсового. В целом жмых рапсовый приобретает сглаженные очертания, оболочки размягчаются. Под действием ферментного препарата семенная оболочка приобретает более рыхлую структуру. Оболочки представляют собой аморфные образования. Семенные оболочки претерпевают резкие изменения, это связано с набуханием жмыха рапсового и с воздействием раствора с целлюлолитическим ферментным препаратом.

Процесс ферментативного гидролиза привел к резкому увеличению размеров клетки жмыха рапсового, за счет разрыхления структуры семенных оболочек, образования аморфного слоя, уменьшению плотности жмыха

рапсового, а следовательно, и сопротивляемости разрушающим усилиям, что приводит к снижению нагрузки на электродвигатель и соответственно к снижению силы тока, затрат энергии при измельчении продукта [101]

Считали целесообразным изучить влияние рациональных режимов ферментации на скорость диспергирования жмыха рапсового. В связи с тем, что в процессе ферментации происходит размягчение семенных оболочек жмыха рапсового, нагрузка на электродвигатель снижается, а следовательно, снижается сила тока. О скорости диспергирования судили по изменению силы тока в процессе измельчения на диспергаторе [101, 104].

Результаты эксперимента представлены в таблице 3.13.

Таблица 3.13 - Влияние рациональных режимов ферментации жмыха рапсового на изменение силы тока

Наименование	Сила тока, А
Жмых рапсовый	0,51
Продукт ферментативного гидролиза	0,29

Анализируя экспериментальные данные можно сделать вывод, что при получении продукта ферментативного гидролиза жмыха рапсового нагрузка на электродвигатель снижается, а следовательно, снижается сила тока при диспергировании на 43,14% по сравнению с контролем.

Предположительно, такое явление можно объяснить тем, что при разработанных параметрах ферментации клеточные стенки жмыха рапсового максимально размягчаются, в связи с этим усилие на диспергирование происходит с наименьшей затратой энергии и снижением потерь биологически значимых веществ.

3.3. Разработка рецептуры и технологии приготовления функционального пищевого обогатителя жмыха рапсового

На основании научно-обоснованных экспериментальных данных были разработаны рецептура и технология приготовления продукта, получившего торговое название «Крупка рапсовая» (ТУ 9146– 026-02537419-13).

Рецептура «Крупки рапсовой» представлена в табл. 3.14, технологическая схема производства - на рисунке 3.18.

Приготовление растворов на 1 т ФПО «Крупка рапсовая»:

- 0,1 М раствор лимонной кислоты готовят путем растворения 48,57 кг лимонной кислоты в 2312 мл воды.

- 0,1 М раствор цитрата натрия готовят путем растворения 104,43 кг цитрата натрия пищевого в 3551 мл воды.

Таблица 3.14 Рецепт «Крупки рапсовой»

Наименование	Содержание сухих веществ, %	Расход сырья на 1 т готовой продукции, кг	
		в натуре	в пересчете на сухое вещество
1	2	3	4
Жмых рапсовый	91,17	1000,0	911,7
Ферментный препарат «Ровабио™ Макс АР»	97,0	0,47	0,46
Лимонная кислота	92,5	81,07	74,99
Цитрат натрия	99,00	99,49	98,5
Итого		1181,03	1085,65
Выход	91	1000,0	910,0

- цитратный буфер рН 5,5 готовят путем смешивания 993,9757 мл 0,1 М раствора лимонной кислоты и 2620,481 мл 0,1 М раствора цитрата натрия.

Технологический процесс производства ФПО «Крупка рапсовая» включает следующие операции:

- подготовка сырья к производству;
- проведение ферментативного гидролиза препаратом Ровабио Макс АР;
- диспергирование;
- сушка;
- измельчение;
- просеивание;
- маркировка, упаковка, транспортирование и хранение.

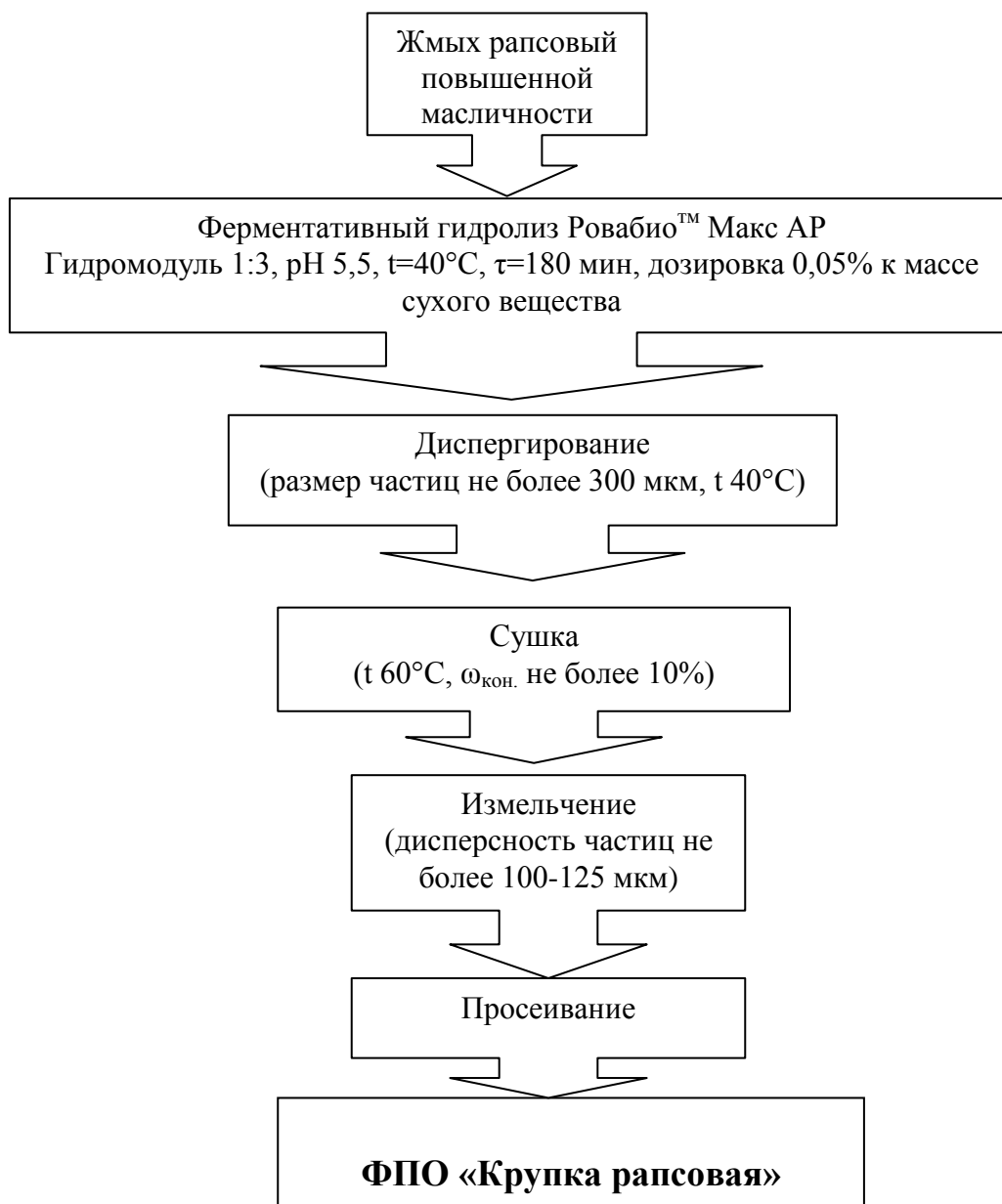


Рисунок 3.18 - Технологическая схема производства ФПО «Крупка рапсовая»

1. Подготовка сырья к производству

1.1. Жмых рапсовый очищается от посторонних примесей, подвергается магнитной очистке, взвешивается.

1.2. Кислота лимонная пищевая просеивается через сито с размером ячеек 1,5 мм. Растворяется в воде для получения 0,1 М раствора.

1.3. Цитрат натрия пищевой просеивается через сито с размером ячеек 1,5 мм. Растворяется в воде для получения 0,1 М раствора.

1.4. Цитратный буфер pH 5,5 готовят путем смешивания 0,1 М раствора лимонной кислоты и 0,1 М раствора цитрата натрия в соотношениях, указанных в рецептуре.

1.5. Ферментный препарат Ровабио™ Макс AP просеивается через сито с размером ячеек не более 2 мм, растворяется в цитратном буфере pH 5,5.

2. Проведение ферментативного гидролиза препаратом Ровабио™ Макс AP

Жмых рапсовый заливают раствором ферментного препарата Ровабио™ Макс AP с соблюдением гидромодуля 1:3, температура которого 40°C и pH на уровне 5,5 (для поддержания pH использовали цитратный буфер) и выдерживают в условиях термостатирования в течение 180 мин.

3. Диспергирование

Гидролизат жмыха рапсового подвергают процессу диспергирования на диспергаторе до размеров не более 300 мкм при поддержании температуры на уровне 40°C, которая максимально избежать физико-химических и биохимических процессов, приводящих к снижению пищевой ценности при измельчении.

4. Сушка

Полученный ФПО «Крупка рапсовая» высушивают в вакуумных кондуктивных сушилках при температуре не выше 60°C и давлении не более 19,92 кПа до достижения влажности продукта не более 10%.

5. Измельчение

Высушенный ФПО измельчают до дисперсности частиц не более 100-125 мкм.

6. Просеивание

Полученный ФПО просеивают через сито с размером ячеек 1,5 мм.

Выход ФПО «Крупка рапсовая» составляет не менее 95%.

Полученный продукт представляет собой тонкодисперсный порошок светло-коричневого цвета влажностью не более 10% с размером частиц не более 100-125 мкм в общем объеме не менее 81%.

Считали целесообразным определить органолептические и физико – химические показатели качества ФПО «Крупка рапсовая». Результаты исследований приведены в таблицах 3.15, 3.16.

Таблица 3.15- Органолептические показатели ФПО «Крупка рапсовая»

Наименование показателя	Характеристика
Цвет	От серого до светло-коричневого, однотонный
Запах	Свойственный муке из масличных культур, без посторонних запахов, не плесневый, не затхлый
Вкус	Свойственный муке из масличных культур, без посторонних привкусов, не кислый, не горький, с оттенками орехового привкуса

Таблица 3.16 - Физико-химические показатели качества ФПО«Крупка рапсовая»

Наименование показателя	Требования ТУ 9146– 026- 02537419-13	Значение показателя
Массовая доля влаги, %, не более	10,0	8,82
Массовая доля клетчатки %, не более	13	11,72
Крупность помола, %, Остаток на сите из проволочной сетки № 0,8 не более:	12	10
Проход сита из проволочной сетки № 0,67, не менее:	70	81
Массовая доля золы, в пересчете на сухое вещество, %,	7	6,8
Наличие минеральной примеси	При разжевывании не должно ощущаться хруста	Не обнаружено
Зараженность вредителями	Не допускается	Не обнаружено
Загрязненность вредителями	Не допускается	Не обнаружено
Металломагнитная примесь, мг в 1 кг: - размером отдельных частиц в наибольшем линейном измерении 0,3 мм и (или) массой не более 0,4 мг, не более - размером и массой отдельных частиц более указанных выше значений	3,0 Не допускается	Не обнаружены Не обнаружены

Экспериментальное обоснование сроков хранения функционального пищевого обогатителя из жмыха рапсового

Для определения сроков хранения разработанного функционального пищевого обогатителя из жмыха рапсового его хранили в течение 6 месяцев при относительной влажности воздуха не более 70% и температуре не выше 20°C, упакованным в пергаментную бумагу.

В процессе хранения через каждые 30 суток из образца брали пробы для определения влажности и кислотности. Органолептические и микробиологические показатели качества определяли в начале хранения, через 2, 4 и 6 месяцев.

Результаты исследования представлены на рисунках 3.19, 3.20.

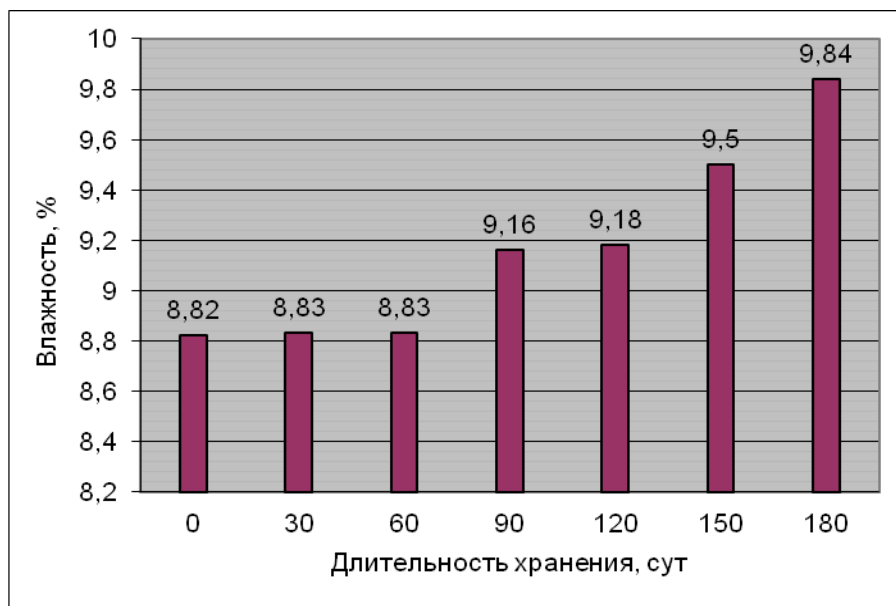


Рисунок 3.19 - Изменение влажности ФПО в процессе хранения

Результаты изменения влажности функционального пищевого обогатителя жмыха рапсового на 1,02% в процессе хранения свидетельствуют о его незначительной гигроскопичности.

Результаты исследования изменения кислотности на 31% в процессе хранения свидетельствуют о гидролитическом и окислительном изменении липидов. В течение 120 суток значительного изменения кислотности не

происходит, однако при дальнейшем хранении происходит интенсификация кислотонакопления. Увеличение кислотности происходит в результате гидролитического расщепления под влиянием ферментов составных веществ продуктов, прежде всего липидов и белковых веществ. Более того, по истечении 120 суток в ФПО появляется некоторый прогорклый запах и вкус.

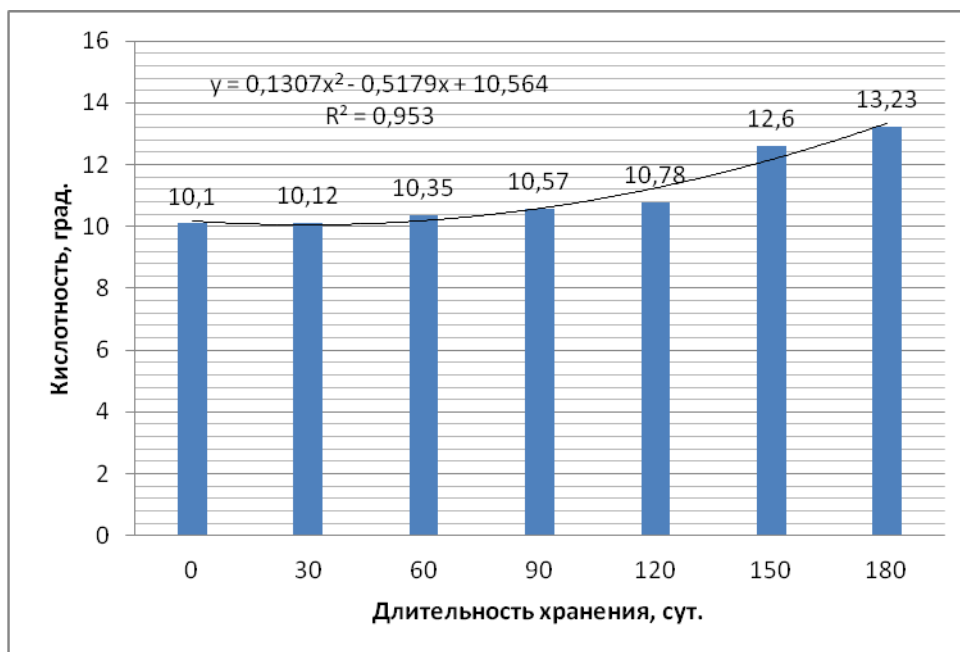


Рисунок 3.20 - Изменение кислотности ФПО в процессе хранения

Изменение микрофлоры функционального пищевого обогатителя жмыха рапсового в процессе хранения представлено в табл.3.17

Таблица 3.17 - Изменение микрофлоры функционального пищевого обогатителя жмыха рапсового в процессе хранения

Продолжительность хранения	КМАФАнМ, КОЕ/г		Плесени, КОЕ/г	
	Требования НД	Фактическое значение	Требования НД	Фактическое значение
В начале хранения	$5 \cdot 10^4$	$1,0 \times 10^1$	100	22,5
2 месяца		$3,2 \times 10^1$		30
4 месяца		$5,1 \times 10^1$		33,8
6 месяцев		$3,43 \times 10^2$		60

Количественное изменение микрофлоры функционального пищевого обогатителя жмыха рапсового свидетельствует о его стойкости к

микробиологической порче, так как в течение всего периода хранения количество КМАФАнМ и плесневых грибов соответствовало «Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)» (индекс 9.1 «Изоляты, концентраты, гидролизаты и текстураты растительных белков; пищевой шрот и мука с различным содержанием жира из семян бобовых, масличных и нетрадиционных культур»).

При хранении продукты под влиянием света и кислорода воздуха, а также влаги приобретают неприятный вкус и запах, что связано с окислительными процессами липидов. Поэтому целесообразно рекомендовать хранение функционального пищевого обогатителя жмыха рапсового в герметичной упаковке.

На основании проведенных исследований определили рекомендуемый срок хранения ФПО «Крупка рапсовая» - 4 месяца при температуре 20°C и относительной влажности воздуха не более 70% в герметичной упаковке.

3.4. Исследование влияния ферментолиза на изменение технологического потенциала жмыха рапсового

3.4.1. Изучение химического состава жмыха рапсового и ФПО «Крупка рапсовая»

Температурное, ферментативное и механическое воздействие, могут привести к изменению состава жмыха рапсового, поэтому считали целесообразным изучить химический состав, фракционный состав и перевариваемость белков «Крупки рапсовой» [36, 102]

Результаты исследований представлены в таблице 3.18

По полученным экспериментальным данным можно утверждать, что в процессе ферментолиза происходит следующее изменение химического состава: количество белка снизилось для «Крупки рапсовой» на 7,05%, клетчатки – на 14,45%, гемицеллюлозы – на 15%, количество жира

увеличилось на 22,14%, содержания свободного фосфора – на 41,77% по сравнению с исходным сырьем – жмыхом рапсовым. Витаминный и минеральный состав «Крупки рапсовой» практически не изменяется.

Таблица 3.18 - Химический состав жмыха рапсового и «Крупки рапсовой»

Показатели, г/100г сухого вещества	Жмых рапсовый	Крупка рапсовая
1	2	3
Массовая доля белка	38,87±0,2	36,13±0,2
Массовая доля жира	7,45±0,03	9,10±0,03
Углеводы:		
Массовая доля клетчатки в обезжиренном продукте	13,7±0,1	11,72±0,1
Гемицеллюлозы	12,6±0,1	10,71±0,1
Лигнин	9,44±0,03	9,5±0,03
Крахмал	1,65±0,3	1,6±0,3
Сахар	3,72±0,01	4,0±0,01
Массовая доля влаги	8,83±2,5	8,82±2,5
Массовая доля общей золы	6,6±0,1	6,7±0,1
Минеральные вещества, мг/100г:		
Макроэлементы, мг/100г		
Кальций	744±0,7	748±0,7
Фосфор	875±0,5	756±0,5
Фосфор усвояемый (свободный)	498±0,3	706±0,3
Магний	461,04±0,3	465,88±0,3
Калий	1240,39±5,5	1235,01±5,5
Натрий	76,84±0,92	76,82±0,92
Хлор	60,38±0,5	59,41±0,5
Сера	439,96±0,3	435,86±0,3
Микроэлементы, мкг/100г		
Железо	59714,60±51,5	60834,91±51,5
Медь	916,67±7,94	928,09±7,49
Цинк	5280,74±45,5	5275,67±45,5
Кобальт	17,56±0,4	17,51±0,4
Йод	43,91±0,5	43,05±0,5
Марганец	4829,86±53,2	4870,47±53,2
Витамины, мг/100г		
Витамин А	0,03±0,001	0,02±0,001
α-каротин	0,43±0,001	0,42±0,001
Витамин Е	1,32±0,05	1,34±0,05
Витамин В ₁	0,49±0,001	0,47±0,001
Витамин В ₂	0,42±0,001	0,45±0,001
Витамин В ₃	1,33±0,01	1,33±0,01
Витамин В ₄	433,59±1,5	432,85±1,5
Витамин В ₅	10,81±0,01	10,78±0,01
Витамин В ₆	1,27±0,01	1,25±0,01

В связи с увеличением массовой доли жира в «Крупке рапсовой» увеличилось содержание жирных кислот по сравнению со жмыхом рапсовым (табл.3.19).

Таблица 3.19- Характеристика жирнокислотного состава жмыха рапсового и крупки рапсовой

Наименование жирной кислоты	Массовая доля жирной кислоты, %	
	Жмых рапсовый	Крупка рапсовая
C ^{14:0} Тетрадекановая (миристиновая)	0,18	0,21
C ^{16:0} Гексадекановая (пальмитиновая)	4,92	6,1
C ^{16:1} Гексадеценная (пальмитолеиновая)	0,53	0,61
C ^{18:0} Октадекановая (стеариновая)	1,90	2,2
C ^{18:1} Октадеценная (олеиновая)	53,61	64,5
C ^{18:2} Октадекадиеновая (линолевая ω-6)	21,27	26
C ^{18:3} Октадекатриеновая (линоленовая ω-3), в том числе α-линоленовая	8,29	9,9
C ^{20:0} Эйкозановая (арахиновая)	0,65	0,78
C ^{20:1} Эйкозеновая (гондоиновая)	1,20	1,47
C ^{20:2} Эйкозадиеновая	0,09	0,11
C ^{22:0} Докозановая (бегеновая)	0,32	0,38
C ^{22:1} Докозеновая (эруковая)	0,20	0,23
C ^{22:2} Докозодиеновая	0,06	0,07
C ^{24:0} Тетракозановая (лигноцериновая)	0,19	0,22
C ^{24:1} Тетракозеновая (нервоновая)	0,19	0,21

Считали целесообразным провести сравнительный анализ аминокислотной сбалансированности белков жмыха рапсового до и после ферментативной обработки. Результаты исследования приведены в таблице 3.20.

На фоне общего снижения белка в результате ферментализации параметры аминокислотной сбалансированности белков изменяются незначительно: биологическая ценность «Крупки рапсовой» повышается на 1,34%, коэффициент утилитарности аминокислотного состава на 1,25%, КРАС уменьшается на 4,51%.

Таблица 3.20 - Параметры аминокислотной сбалансированности белков
(в пересчете на абсолютно сухое вещество)

Показатель	Жмых рапсовый	Крупка рапсовая
Содержание белка, %	38,87	36,13
Аминокислотные скоры, %:		
<i>валин</i>	92	74
<i>изолейцин</i>	83	85
<i>лейцин</i>	106	76
<i>лизин</i>	111	95
<i>метионин + цистин</i>	83	74
<i>треонин</i>	118	105
<i>триптофан</i>	140	140
<i>фенилаланин + тирозин</i>	112	118
Сумма незаменимых аминокислот, г/100 г белка	37,21	32,9
Коэффициент различия аминокислотного сора (КРАС),	22,85	21,82
Биологическая ценность белков (БЦ), %	77,15	78,18
Коэффициент утилитарности аминокислотного состава (U)	0,80	0,81
Показатель сопоставимой избыточности (д), г/100 г белка эталона	-35,55	-35,56

Коэффициент утилитарности аминокислотного состава численно показывает сбалансированность незаменимых аминокислот по отношению к физиологически необходимой норме (эталону). Значением показателя сопоставимой избыточности показывает суммарную массу незаменимых аминокислот, не используемых на анаболические нужды в таком количестве белка оцениваемого продукта, которое эквивалентно по их потенциально утилизируемому содержанию 100 г белка эталона [42, 43, 44].

Чем выше значение коэффициента утилитарности и меньше значение показателя сопоставимой избыточности, тем лучше сбалансированы незаменимые аминокислоты в белке и тем рациональней они могут быть использованы организмом. В идеале $U \rightarrow 1$ и $\delta \rightarrow 0$.

Фракционный состав белков жмыха рапсового и продукта его ферментативной обработки представлен в табл. 3.21.

Таблица 3.21- Фракционный состав белков

Фракции белков	Содержание к общему количеству белка, %			
	Жмых рапсовый		Крупка рапсовая	
	%	г	%	г
Водорастворимая (альбумины)	39,72	15,44	40,38	14,59
Солерастворимая (глобулины)	26,38	10,25	27,21	9,83
Щелочерастворимая (глютелины)	16,8	6,53	16,27	5,88
Нерастворимый остаток	17,1	6,65	16,14	5,83

Основные растворимые фракции белков жмыха рапсового представлены альбуминами и глобулинами, относящимися к перевариваемым организмом человека белкам, общее содержание которых достигает до 66%.

Анализируя таблицу 3.20, можно сделать вывод, что ферментативный гидролиз оказывает влияние на белково-протеиназный комплекс жмыха рапсового: происходит незначительное снижение количества водорастворимой фракции белка на 5,5%, солерастворимой фракции белка на 4,1%, щелочерастворимой фракции белка на 9,95%, нерастворимого остатка на 12,33% на фоне снижения общего количества белка на 7,05%.

Считали целесообразным исследовать влияние гидролиза ферментным препаратом Ровабио™ Макс АР на перевариваемость белков жмыха рапсового (рис. 3.21).

Экспериментальные данные влияния ферментативного гидролиза на перевариваемость белков жмыха рапсового описывали полиномиальными уравнениями 2-ой степени:

Для жмыха рапсового:

$$y = - 0,0003x^2 + 0,0124x - 0,0364 (R^2 = 0,9382),$$

Для крупки рапсовой:

$$y = - 0,0002x + 0,1308 (R^2 = 0,8),$$

где y – оптическая плотность, D ;

x – количество пепсина, мл

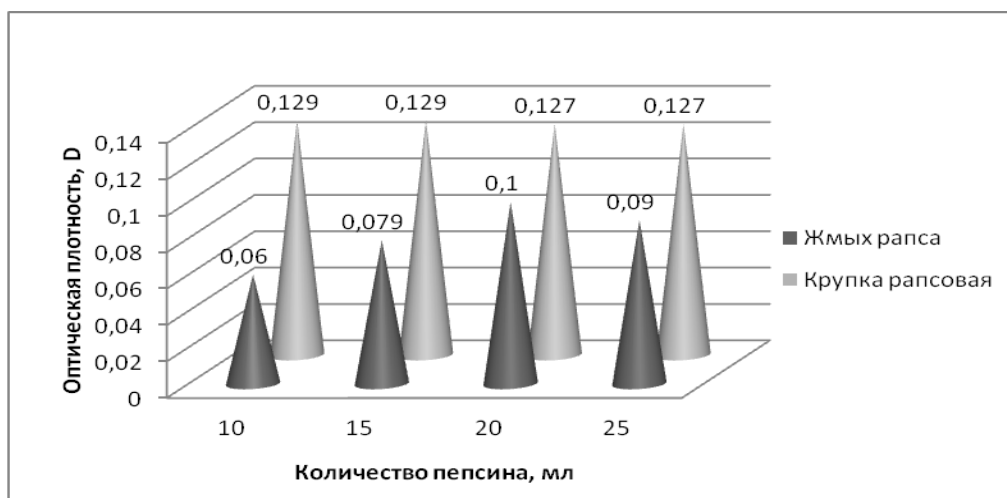


Рисунок 3.21 - Влияние ферментативного гидролиза на перевариваемость белков жмыха рапсового

Результаты исследования позволяют говорить о том, что ферментативный гидролиз жмыха рапсового способствует увеличению перевариваемости белков, причем перевариваемость белков «Крупки рапсовой» практически не зависит от количество пепсина, тогда как перевариваемость белков жмыха рапсового находится в прямой зависимости от него. Такое явление можно объяснить действием протеаз, входящих в комплекс ферментного препарата Ровабио™ Макс AP.

3.4.2. Оценка безопасности жмыха рапсового и ФПО «Крупка рапсовая»

Содержание токсичных элементов, микотоксинов, пестицидов и радионуклидов в «Крупке рапсовой» и микробиологические показатели, характеризующие безопасность данного продукта, не превышает допустимые уровни, установленные «Едиными санитарно-эпидемиологическими и гигиеническими требованиями к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)» для индекса 9.1. 1 «Изоляты,

концентраты, гидролизаты и текстураты растительных белков; пищевой шрот и мука с различным содержанием жира из семян бобовых, масличных и нетрадиционных культур», приведенные в таблице 3.22 и 3.23 соответственно.

Таблица 3.22 -Показатели безопасности жмыха рапсового и «Крупки рапсовой»

Наименование вещества	Допустимый уровень (индекс 9.1.)	Жмых рапсовый	«Крупка рапсовая»
	мк/кг (для радионуклидов –Бк/кг), не более		
1	2	3	4
Токсичные элементы:	1,0	0,08	0,04
Свинец	1,0	0,03	0,01
Мышьяк	0,2	0,07	0,05
Кадмий			
Ртуть	0,3	0,08	Не обнаружено
Микотоксины: Афлатоксин В ₁	0,005	0,001	Не обнаружено
Пестициды:		Не обнаружено	Не обнаружено
Гексахлорциклогексан (α, β, γ-изомеры)	0,4	Не обнаружено	Не обнаружено
ДДТ и его метаболиты	0,1	Не обнаружено	Не обнаружено

Таблица 3.23 - Микробиологические показатели жмыха рапсового и «Крупки рапсовой»

Наименование показателя		Значение показателя		
		Допустимый уровень (индекс 9.1)	Жмых рапсовый	«Крупка рапсовая»
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более		$5 \cdot 10^4$	$1,35 \cdot 10^1$	$1,0 \cdot 10^1$
Плесени, КОЕ/г, не более		100	30	22,5
Дрожжи, КОЕ/г, не более		100	Не выделено	Не выделено
Масса продукта (г), в которой не допускаются:	БГКП (колиформы)	0,1	Не выделено	Не выделено
	<i>S. aureus</i>	0,1	Не выделено	Не выделено
	Патогенные (в том числе сальмонеллы)	25	Не выделено	Не выделено
	Сульфитредуцирующие клостридии	0,1	Не выделено	Не выделено

3.4.3. Изучение функционально-технологических свойств жмыха рапсового и ФПО «Крупка рапсовая»

Функциональные свойства белка - это комплекс физико-химических характеристик белоксодержащей системы, моделирующей по составу реальную перерабатываемую систему и исследованный в условиях, соответствующих реальным условиям её переработки в готовые изделия [50, 105, 123].

Исследование функциональных свойств белков важно для разработки рецептур, выбора технологических режимов переработки.

К наиболее важным функциональным свойствам относятся водоудерживающая, влагосвязывающая, жирудерживающая, жируммульгирующая способности, стабильность эмульсии.

Водоудерживающая способность (ВУС) – это свойство белковых препаратов абсорбировать и удерживать воду за счет присутствия гидрофильных групп. ВУС характеризует способность связывать воду в процессе технологической обработки. С помощью ВУС можно рассчитать необходимое количество белкового продукта в рецептуре для обеспечения необходимых свойств продукта. ВУС зависит от химического состава, строения молекул, присутствия сахаров, липидов, углеводов и т.д. [4, 6, 107, 117].

За величину влагосвязывающей способности (ВСС) принимали количество связавшейся влаги в процентах к общему объему внесенной при гидратации воды.

В ходе опыта было выявлено небольшое снижение ВУС и ВСС крупки рапсовой по сравнению с жмыхом рапсовым (табл. 3.24), что объясняется незначительным снижением количества водорастворимой фракции белка в ней на 5,5% после ферментной модификации.

Таблица 3.24 - Органолептическая оценка и показатели ВУС и ВСС жмыха рапсового и «Крупки рапсовой» при различном гидромодуле

Гидромодуль замачивания	Органолептическая оценка	ВСС, % к общей влаге		ВУС, %	
		Жмых рапсовый	Крупка рапсовая	Жмых рапсовый	Крупка рапсовая
1:1	Недостаточно увлажненный комок	100	100	100	100
1:2	Густая масса	100	100	100	100
1:3	Отделение небольшого количества воды после центрифугирования	73,3	63,3	93,5	80,8
1:4	Отделение небольшого количества воды после центрифугирования	60	55	73,5	62,2
1:5	Отделение небольшого кол-ва воды после центрифугирования	52	42	59,9	50,8
1:6	Отделение небольшого количества воды после центрифугирования	46,7	36,7	49,8	42,4
1:7	Отделение небольшого количества воды после центрифугирования	34,3	34,3	43,3	36
1:8	Отделение небольшого количества воды после центрифугирования	30	26,3	38,5	31,9
1:9	Отделение небольшого количества воды после центрифугирования	25,6	24,4	27,4	28,5
1:10	Отделение небольшого количества воды после центрифугирования	20	22	23,5	24,75

Взаимодействие белковых препаратов с жирами имеет большое значение. Жиродерживающая способность (ЖУС) характеризует способность абсорбировать и удерживать жир. Молекула белка удерживает жир на поверхности с помощью гидрофобных связей. То есть происходит захватывание, связывание и удерживание масла пористой молекулой белка [6, 107, 125]. Результаты исследования ЖУС жмыха рапсового и «Крупки рапсовой» представлены на рис. 3.22

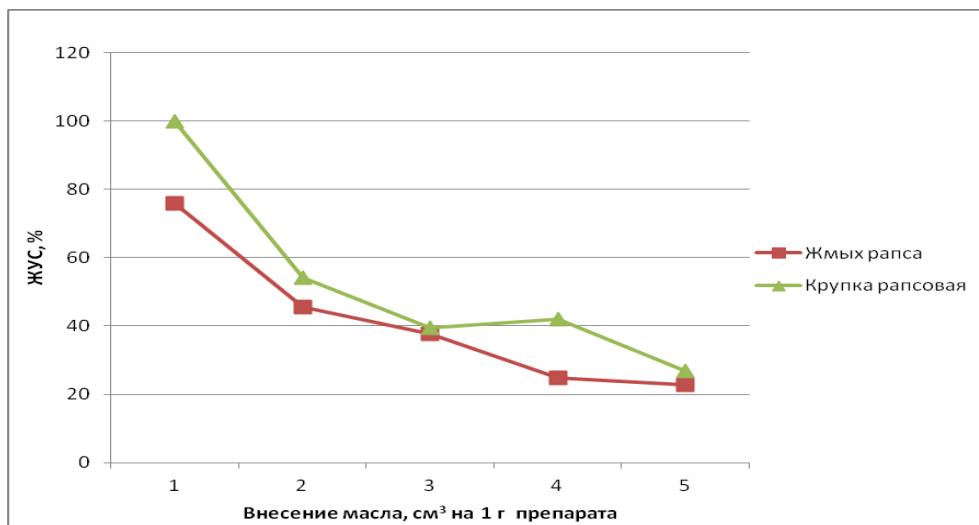


Рисунок 3.22 - Жиродерживающая способность жмыха рапсового и «Крупки рапсовой»

Было выяснено, что модификация жмыха рапсового ферментным препаратом привела к улучшению жиродерживающих свойств продукта, что наглядно иллюстрируется на рисунке 3.22. Это свидетельствует о повышении числа гидрофобных связей после ферментативной модификации.

Белки являются хорошими стабилизаторами эмульсий «масло-вода». Поведение белков в данных эмульсиях характеризует их жиroadэмульгирующую способность (ЖЭС). Повышение устойчивости эмульсий происходит благодаря росту вязкости дисперсионной среды и формированию сорбционного слоя белка [6, 107, 125].

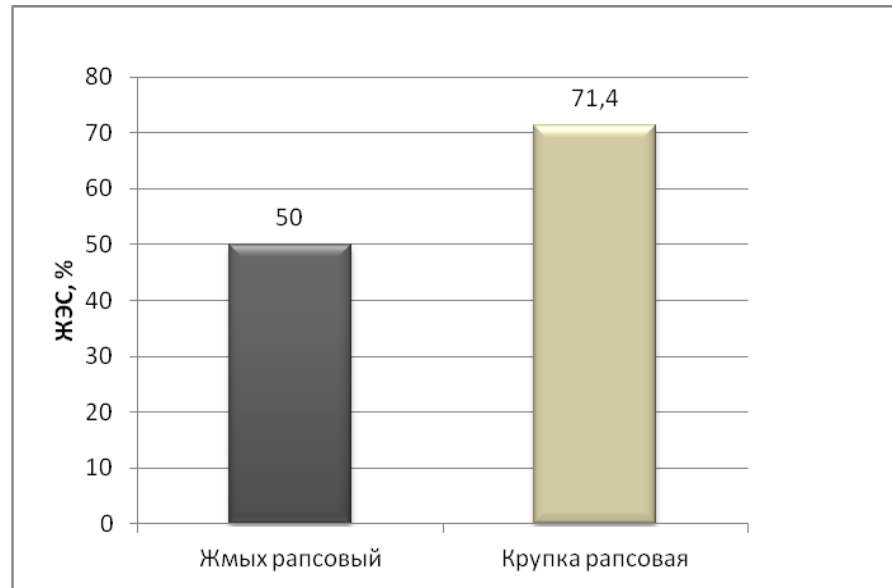


Рисунок 3.23 - Показатели жирозэмульгирующей способности жмыха рапсового и «Крупки рапсовой» при соотношении воды и масла 50:50

Как видно на рис. 3.23, в результате ферментативной модификации жмыха рапсового наблюдается увеличение ЖЭС в «Крупке рапсовой» на 42,8% по сравнению с исходным сырьем.

Эмульгирующая способность (ЭС) и стабильность эмульсии (СЭ) определяет поведение белков при их хранении, переработке и нагревании. Поверхностно-активные свойства белков, их поведение на поверхностях раздела фаз «вода-масло» имеют большое практическое значение при получении пищевых эмульсий [125].

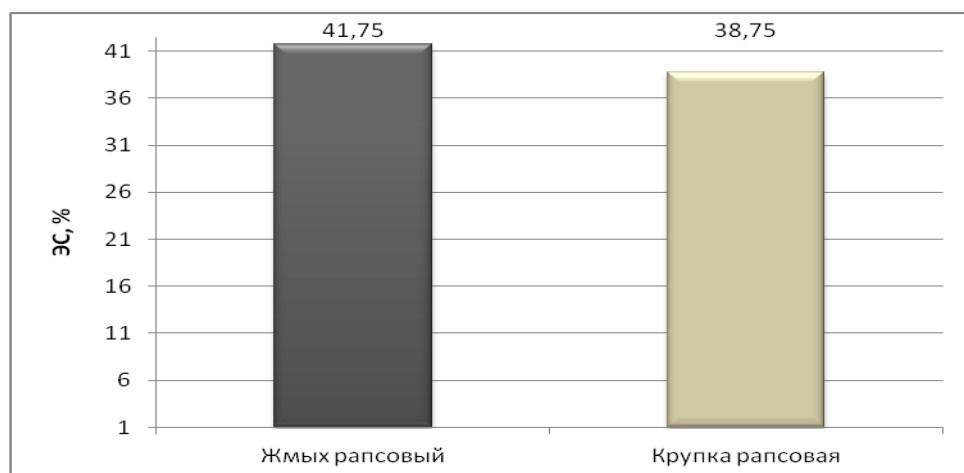


Рисунок 3.24 - Показатель эмульгирующей способности жмыха рапсового и «Крупки рапсовой»

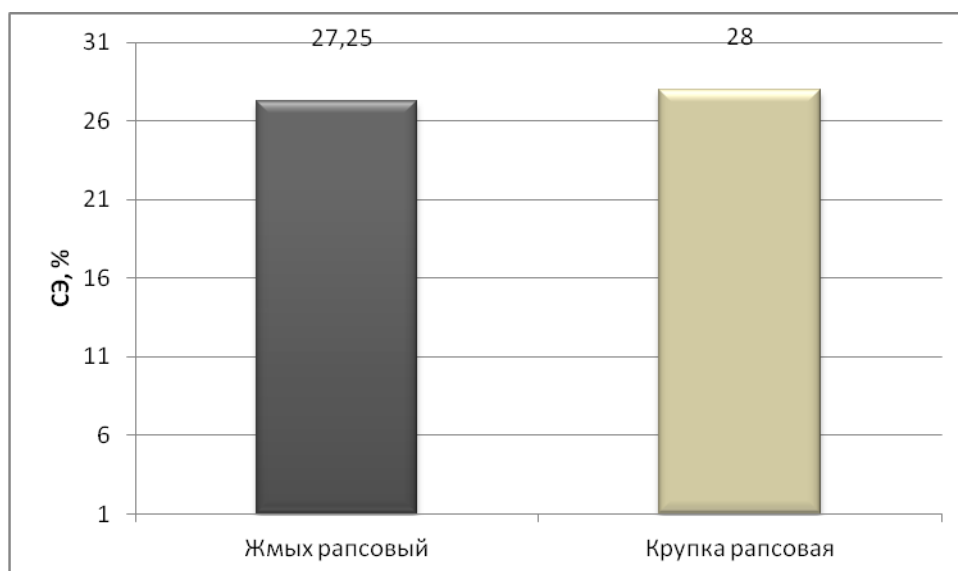


Рисунок 3.25 - Показатель стабильности эмульсии жмыха рапсового и «Крупки рапсовой»

Анализируя рис. 3.24, 3.25 можно сделать вывод о том, что жмых рапсовый и «Крупка рапсовая» характеризуются низкими ЭС и СЭ. В результате ферментативной модификации выявлено незначительное снижение ЭС и увеличение СЭ в крупке рапсовой на 7,19% и 2,68%, соответственно, по сравнению со жмыхом рапсовым.

Исследования функционально-технологических свойств «Крупки рапсовой» позволяют рассматривать ее как эффективный регулятор технологических свойств фаршевых изделий.

3.5. Использование функционального пищевого обогатителя «Крупка рапсовая» в технологии кулинарных изделий из рыбы

Как следует из обзора литературы, жмыхи масличных культур и продукты их переработки используются в технологии хлебобулочных, кондитерских изделий, но не нашли пока применения в технологии мясных и рыбных продуктов. Поэтому было решено изучить возможность использования «Крупки рапсовой» в технологии рыбных кулинарных изделий. Как известно, рыба является источником полноценных,

легкоусвояемых белков, кальция, фосфора, витаминов. Однако в рыбе отсутствуют пищевые волокна, некоторые витамины, микроэлементы, которые содержатся, к примеру, в растительном сырье. Это позволяет путем комбинирования создать продукт, способствующий оптимизации рецептуры по основным ингредиентам и удовлетворяющий дифференцированным требованиям функционального питания. Введение «Крупки рапсовой», обладающей разнообразным химическим составом и высокими функционально-технологическими свойствами, в рецептуру рыбных фаршей позволит изменить не только пищевую ценность, но и улучшить структуру и консистенцию готовых кулинарных изделий, а также снизить их себестоимость.

3.5.1. Выбор гидромодуля и времени набухания «Крупки рапсовой»

В качестве объектов исследования из рыбного сырья была выбрана пикша, которая постоянно представлена в торговых сетях и имеет относительно невысокую стоимость.

Для определения оптимальных технологических параметров производства рыбо-растительного фарша были изучены условия предварительной подготовки «Крупки рапсовой», предполагающей ее замачивание в воде.

Результаты влияния гидромодуля и времени замачивания на влагосвязывающую способность «Крупки рапсовой» представлены на рис 3.26.

Из полученных данных видно, что оптимальным уровнем гидратации является соотношение «Крупки рапсовой» и воды 1:2, при оптимальном времени гидратации 10 мин. Такое явление, по-видимому, объясняется тем, что основная часть влаги связывается в «Крупке рапсовой» за счет наличия в ее составе гидрофильных групп белков.

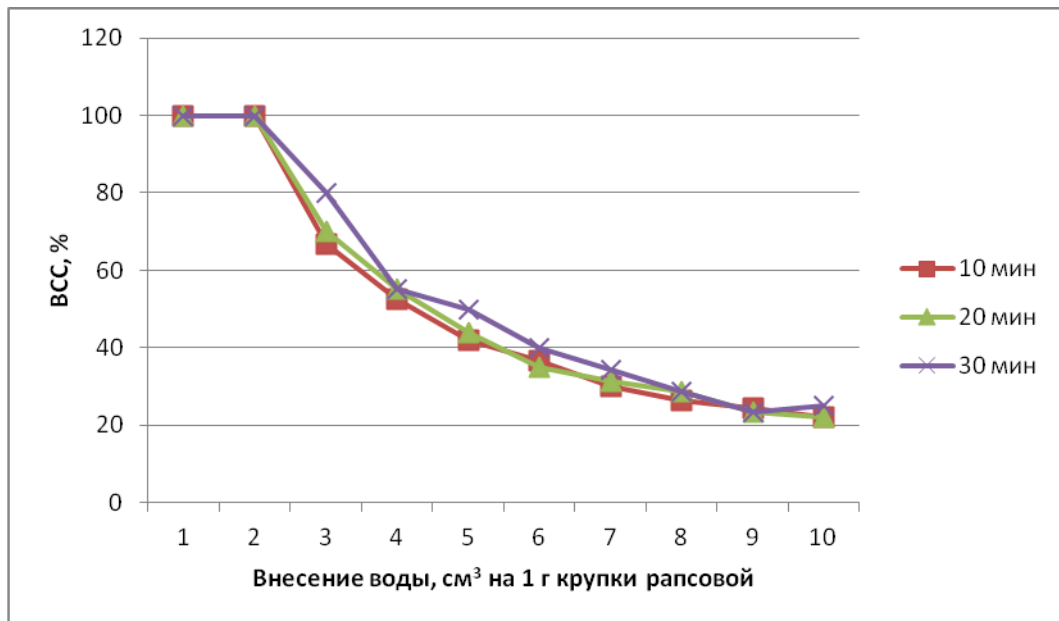


Рисунок 3.26 – Влияние гидромодуля и времени замачивания на влагосвязывающую способность «Крупки рапсовой»

К одному из важных технологических свойств растительных добавок, используемых в производстве фаршевых изделий, следует отнести набухание.

Набухание «Крупки рапсовой» связано с изменением физического состояния гидрофильных компонентов, в частности белков и полисахаридов, в результате их взаимодействия с растворителем. При набухании часть воды поглощается продуктом в результате диффузии молекул жидкости в продукт, а часть расходуется на сольватацию – взаимодействие растворителя с молекулами полимеров [107]

Набухание определяют либо весовым, либо объемным методом. Мерой набухания является степень набухания или коэффициент набухания. Результаты исследования представлены на рис. 3.27.

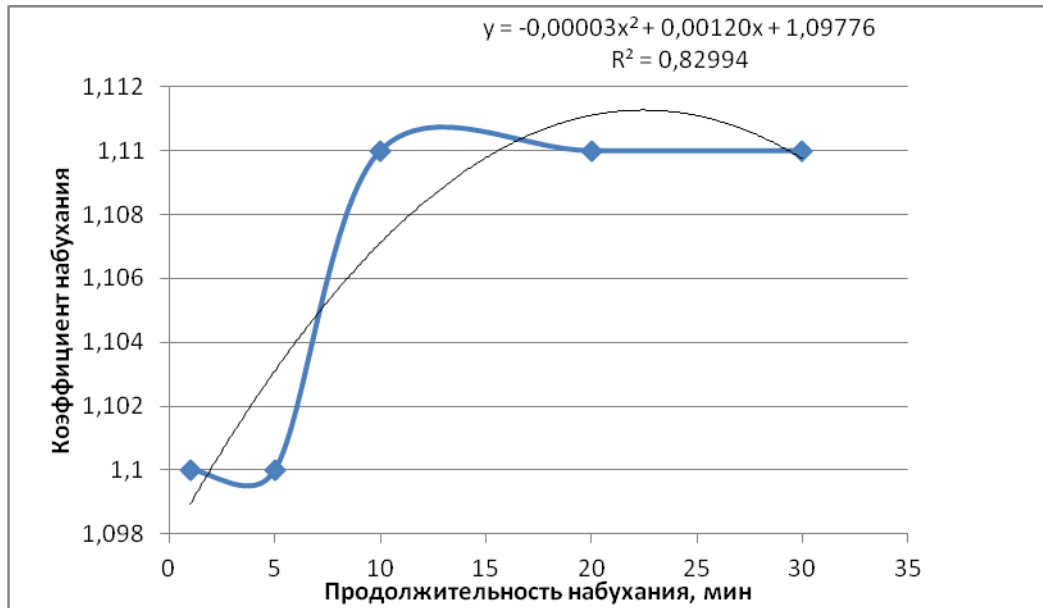


Рисунок 3.27 - Зависимость коэффициента набухания от продолжительности набухания «Крупки рапсовой»

Анализ рис. 3.27 показывает, что набухание в значительной степени зависит от времени контакта «Крупки рапсовой» с водой. Наиболее интенсивно набухание происходит в первую минуту, при этом коэффициент набухания достигает значения 1,100. При увеличении времени контакта «Крупки рапсовой» с водой с 5 до 10 минут набухание достигает максимального значения - 1,11 и при дальнейшем увеличении времени контакта не изменяется, то есть «Крупка рапсовая» перестает увеличиваться в объеме.

Набухающая способность «Крупки рапсовой», способность поглощать и удерживать влагу является важным фактором при преобразовании или формировании консистенции продукта.

Таким образом, в результате проведенных исследований для дальнейшей работы выбран оптимальный гидромодуль замачивания в воде «Крупки рапсовой» - 1:2 с продолжительностью набухания 10 мин.

3.5.2. Изучение влияния дозировки «Крупки рапсовой» на функционально-технологические свойства рыбных фаршей

Для определения оптимального рецептурного количества гидратированной «Крупки рапсовой» изучали влияние дозировки последней на влагоудерживающую и влагосвязывающую способность модельных фаршей, характеристика которых приведена в табл. 3.25

Таблица 3.25 - Характеристика образцов фаршей

Название образца	Характеристика образца
Контроль	Рыбный фарш из пикши
Образец 1	20% набухшей «Крупки рапсовой»
Образец 2	25% набухшей «Крупки рапсовой»
Образец 3	30% набухшей «Крупки рапсовой»
Образец 4	35% набухшей «Крупки рапсовой»

Результаты исследования влияния гидратированной «Крупки рапсовой» на функционально-технологические свойства рыбных фаршей представлены на рисунках 3.26, 3.27.

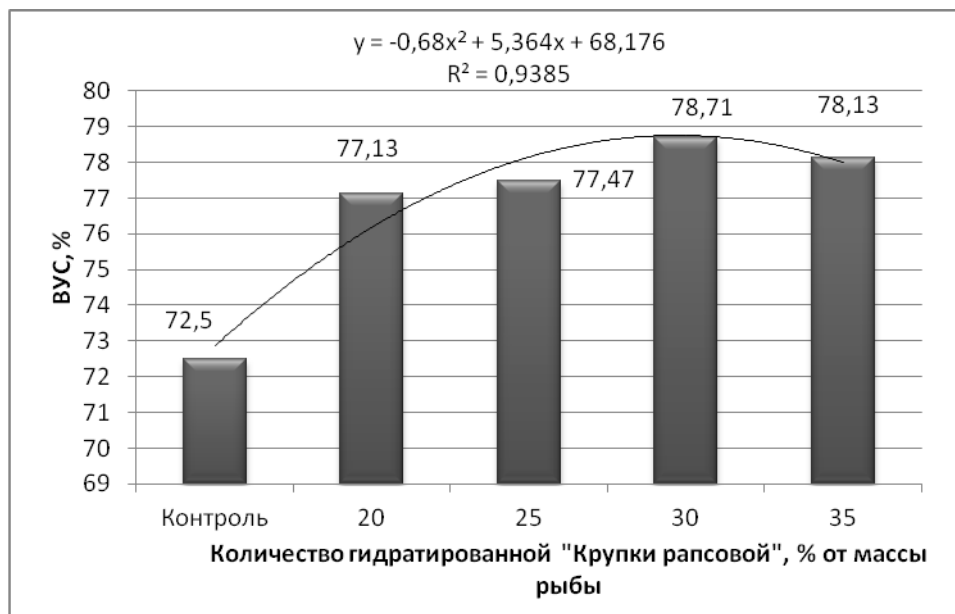


Рисунок 3.26- Влияние количества гидратированной «Крупки рапсовой» на ВУС рыбного фарша

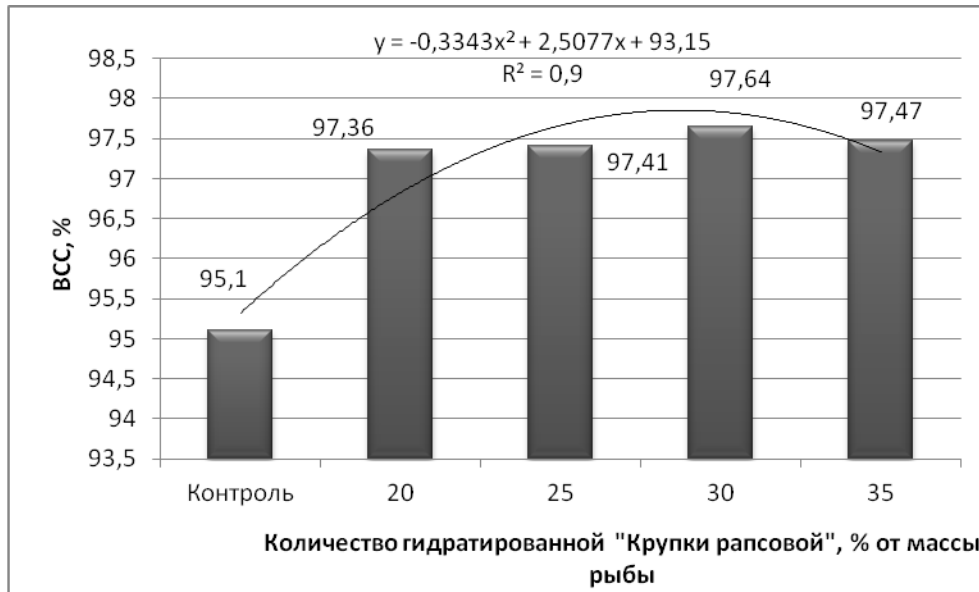


Рисунок 3.27- Влияние количества гидратированной «Крупки рапсовой» на ВСС рыбного фарша

Из приведенных экспериментальных данных можно сделать вывод о повышении ВУС, ВСС по сравнению с контролем при введении 20% гидратированной «Крупки рапсовой»:

- ВУС на 6,39%, ВСС на 2,38% соответственно.

При введении 25% гидратированной «Крупки рапсовой»:

- ВУС на 6,86%, ВСС на 2,43% соответственно.

При введении 30% гидратированной «Крупки рапсовой»:

- ВУС на 8,57%, ВСС на 2,67% соответственно.

При введении 35% гидратированной «Крупки рапсовой»:

- ВУС на 7,77%, ВСС на 2,49% соответственно.

Как видно из представленных экспериментальных данных максимальное значение ВУС - 78,71%, ВСС - 97,64% достигается при введении в рыбный фарш 30% гидратированной «Крупки рапсовой». Это позволяет прогнозировать меньшие потери массы полуфабрикатов при тепловой обработке.

Далее проводили сравнительную органолептическую оценку кулинарных изделий из модельных фаршей, которая позволила в комплексе с

изученными функционально-технологическими свойствами выбрать в качестве объекта для дальнейших исследований оптимальный образец модельного рыбо-растительного фарша с 30% гидратированной «Крупкой рапсовой».

3.5.3. Разработка рецептуры и технологии приготовления рыбо-растительного паштета

На основании проведенных исследований разработана рецептура рыбо-растительного фарша, приведенная в табл. 3.26. В качестве контроля использовали рецептуру №92 «Паштет рыбный» из сборника технологических нормативов [129,130, 131].

Для разработки рецептуры паштета определяли потери при тепловой обработке рыбных фаршей, которую проводили в пароконвектомате UNOX ХВ/ХV в режиме №2: конвекция с добавлением 50% пара, $t = 105^{\circ}\text{C}$.

Результаты определения потерь при тепловой обработке рыбных фаршей приведены на рис. 3.28

Таблица 3.26- Рецептуры рыбных фаршей

Продукты	Рецептура № 92 «Паштет рыбный» (контроль)		Паштет рыбо-растительный	
	Брутто, г	Нетто, г	Брутто, г	Нетто, г
Пикша потрошенная обезглавленная	1030	910 ¹ /750 ²	562	770 ¹
Масло сливочное	250	250		-
Вода			33,4	153
«Крупка рапсовая»			16,7	77
Выход, г		1000		1000

Примечания: ¹ - масса филе с кожей без реберных костей (отходы и потери при холодной обработке пикши на филе с кожей без реберных костей составляют 27% к массе брутто) [71]

² - масса припущенного филе с кожей без реберных костей (потери при припускании филе пикши с кожей без реберных костей составляют 18% к массе нетто.

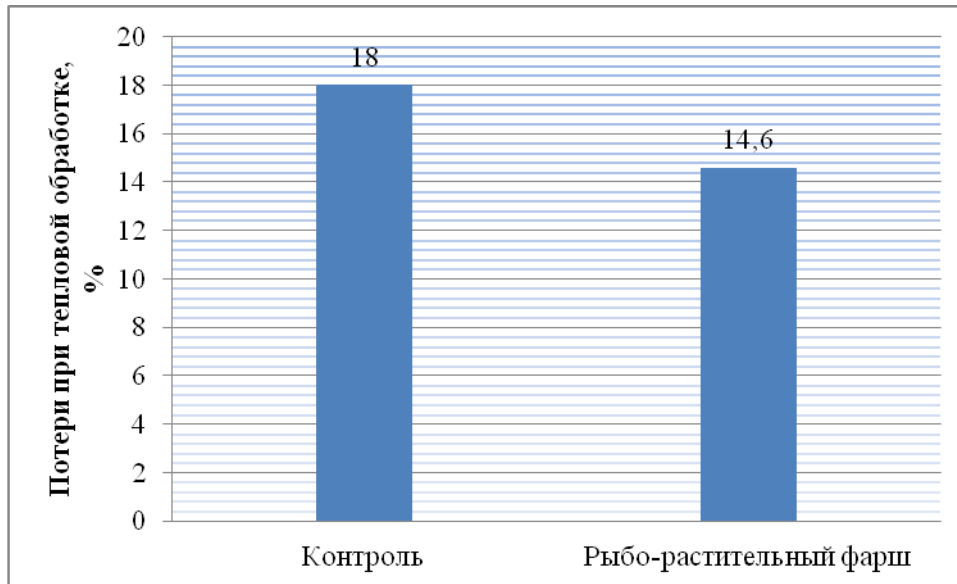


Рисунок 3.28- Потери при тепловой обработке рыбных фаршей

Установлено, что введение в рыбный фарш «Крупки рапсовой» способствует уменьшению потерь при тепловой обработке на 4% по сравнению с контролем. С учетом определенных потерь при тепловой обработке рассчитана рецептура «Паштета рыбо-растительного», приведенная в табл. 3.27, а также разработана технологическая схема приготовления паштета (рис.3.29).

Таблица 3.27 - Рецептура «Паштета рыбо-растительного»

Продукты	Масса	
	Брутто, г	Нетто, г
Пикша потрошенная обезглавленная	123	90 ¹
Вода	18	18
Крупка рапсовая	9	9
Масло сливочное		-
Масса полуфабриката		117
Выход, г		100

Примечания: ¹ - масса филе с кожей без реберных костей (отходы и потери при холодной обработке пикши на филе с кожей без реберных костей составляют 27% к массе брутто) [71]

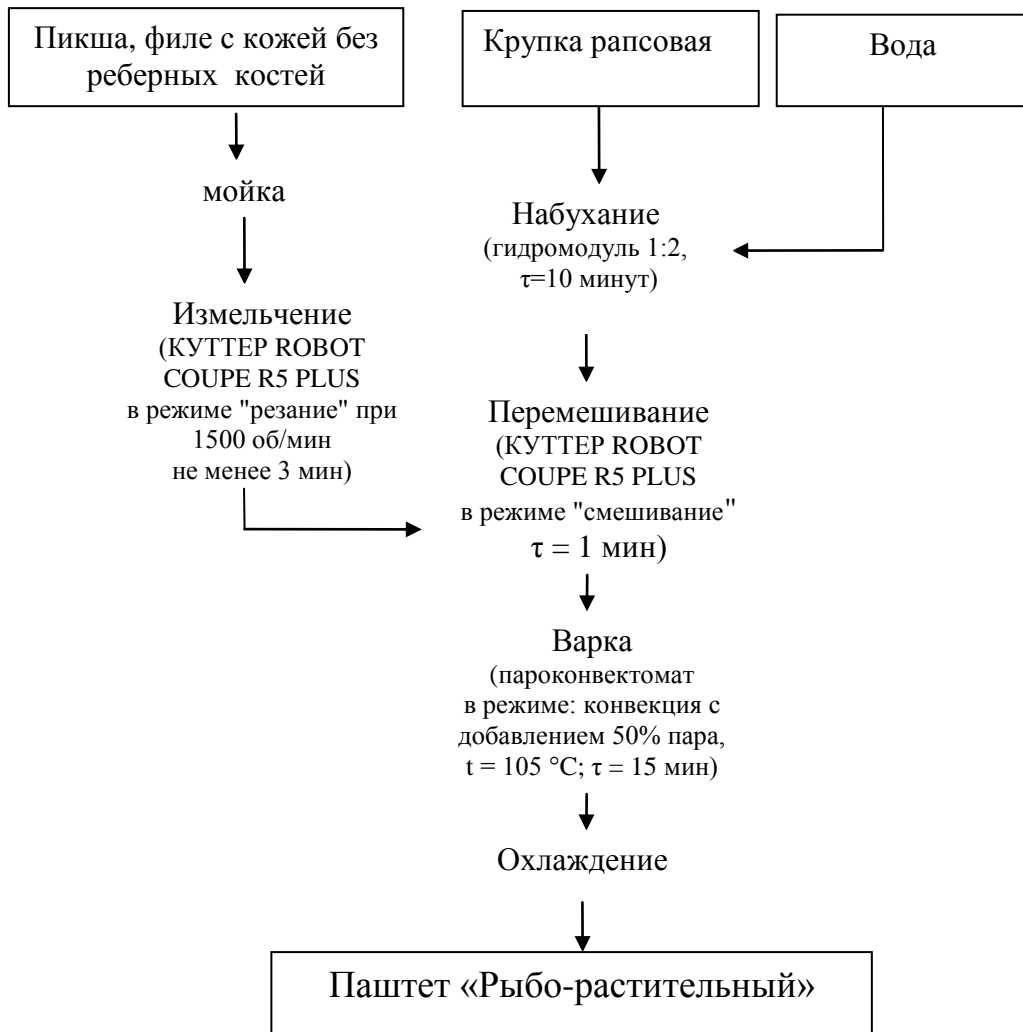


Рис.3.29 - Технологическая схема приготовления «Паштета рыбо-растительного»

Так как при тепловой обработке происходит уплотнение структуры фарша, считали целесообразным провести сравнительную оценку структурно-механических свойств контрольного и разработанного «Паштета рыбо-растительного» (рис.3.30).

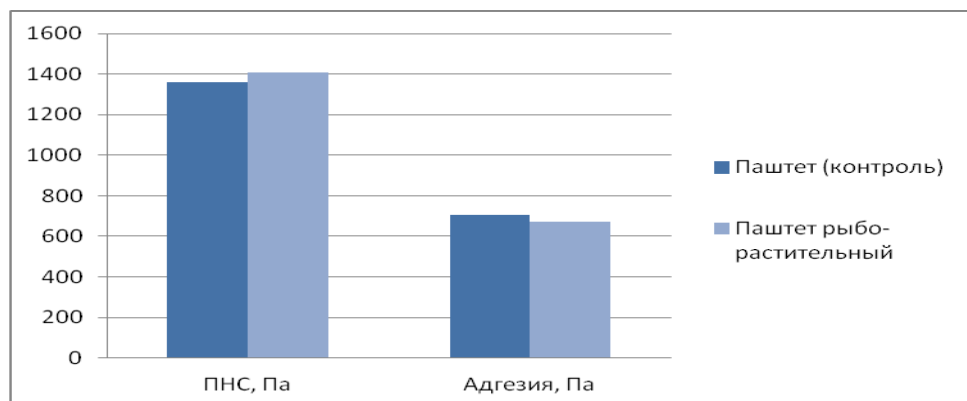


Рисунок 3.30 – Структурно-механические свойства рыбных паштетов

Проведенные исследования показывают, что замена масла сливочного на гидратированную «Крупку рапсовую» практически не влияет на структурно-механические свойства паштета.

3.5.4. Органолептическая оценка «Паштета рыбо-растительного»

Сравнительную оценку рыбных паштетов проводили по ГОСТ Р ИСО 8588-2008 «Органолептический анализ. Методология. Испытания «А» не «А». Стандарт описывает испытание «А» не «А» для использования в органолептическом анализе, как испытание на:

а) различие (discrimination): количественное и /или качественное различие между двумя или несколькими стимулами;

б) предпочтение (preference): признание преимущества одного продукта в сравнении с другим;

в) узнавание, особенно для определения того, может ли эксперт или группа экспертов идентифицировать новый раздражитель в сравнении с известным раздражителем (в данном исследовании распознавание качества вкуса паштета при замене масла сливочного гидратированной «Крупкой рапсовой»).

Параметрами критерия качества (quality factor) были выбраны: консистенция и вкус паштетов.

Число экспертов, принимавших участие в испытании: 20.

Число образцов: пять «А» (паштет контроль) и пять «Не А» (паштет с заменой масла сливочного гидратированной «Крупкой рапсовой»).

В начале исследования все эксперты были ознакомлены с образцом «А» и имели свободный доступ к этому образцу в течение всего процесса испытания.

Испытание 1. Различие консистенции

Результаты (для всех испытателей вместе) представлены в табл.3.28, 3.29.

Таблица 3.28- Результаты экспертной оценки консистенции паштетов

Оценка эксперта	Представленный образец (E ₀)		Итого
	«А» (графа 1)	«Не А» (графа 2)	
«А» (строка 1)	n ₁₁ =95	n ₁₂ =96	n _{1c} =191
«Не А» (строка 2)	n ₂₁ =5	n ₂₂ =4	n _{2c} =9
Всего	n _{1г} =100	n _{2г} =100	n=200

где: n₁₁ и n₂₂ – число правильных ответов «А» и «Не А» соответственно;

n₂₁ и n₁₂ – число неправильных ответов «А» и «Не А» соответственно

n_{1c} и n_{2c} – суммы ответов по строкам 1 и 2 соответственно;

n_{1г} и n_{2г} – суммы ответов по графам 1 и 2 соответственно

n - суммарное число ответов.

Интерпретация результатов заключается в сравнении двух распределений (n₁₁ - n₂₁) и (n₁₂ - n₂₂) для того, являются ли различия отношения n₁₂/n₂₂ существенными. Для этого используют критерий X².

$$X^2 = \frac{\sum_{ij} (E_o - E_t)^2}{E_t}$$

Где: E₀ – наблюдаемое число при i –том и j-том значениях;

E_t – теоретическое число, определяемое отношением произведения i –того и j-того чисел к суммарному числу, (n_i * n_j)/n.

Наблюдаемое значение критерия X² сравнивают с критическим значением, приведенным в приложении В к ГОСТ Р ИСО 8588-2008, для числа степеней свободы, равного 1.

Если данное значения критерия больше критического значения, то принимается решение, что для выбранного риска имеется значительное различие в распознавании образцов.

Если данное значение критерия X² меньше теоретического значения, то принимается решение об отсутствии существенного различия в распознавании исследуемого параметра.

Таблица 3.29 - Расчетные значения для экспертных оценок
консистенции паштетов

Показатели	Значение
Теоретическое число E_t по строке 1 «А» $E_t = \frac{n_{1c} * n_{1z}}{n}$	95,5
Теоретическое число E_t по строке 2 «Не А» $E_t = \frac{n_{2c} * n_{2z}}{n}$	4,5
Критерий X^2 $X^2 = \frac{\sum_{ij} (E_o - E_t)^2}{E_t}$ $X^2 = \frac{(95 - 95,5)^2}{95,5} + \frac{(96 - 95,5)^2}{95,5} + \frac{(5 - 4,5)^2}{4,5} + \frac{(4 - 4,5)^2}{4,5} = 0,1164$	0,1164
Критическое значение ($X^2_{кр}$) для степени свободы 1 и степени риска 2,5% (по ГОСТ Р ИСО 8588-2008)	3,84
Выводы:	$X^2 < X^2_{кр}$

Согласно ГОСТ Р ИСО 8588-2008, при значении рассчитанного критерия меньше теоретического (критического) значения, принимается решение, что для выбранной степени риска отсутствуют существенные различия в распознавании консистенции и гипотеза является односторонней.

Испытание 2. Различие вкуса

Результаты (для всех испытателей вместе) представлены в табл.3.30, 3.31.

Таблица 3.30 - Результаты экспертной оценки вкуса паштетов

Оценка эксперта	Представленный образец (E_0)		Итого
	«А» (графа 1)	«Не А» (графа 2)	
«А» (строка 1)	$n_{11}=78$	$n_{12}=67$	$n_{1c}=145$
«Не А» (строка 2)	$n_{21}=22$	$n_{22}=33$	$n_{2c}=55$
Всего	$n_{1r}=100$	$n_{2r}=100$	$n=200$

Таблица 3.31 - Расчетные значения для экспертных оценок вкуса паштетов

Показатели	Значение
Теоретическое число E_t по строке 1 «А» $E_t = \frac{n_{1c} * n_{1\bar{a}}}{n}$	72,5
Теоретическое число E_t по строке 2 «Не А» $E_t = \frac{n_{2c} * n_{2\bar{a}}}{n}$	27,5
Критерий X^2 $X^2 = \frac{\sum_{ij} (E_o - E_t)^2}{E_t}$	3,0344
Критическое значение ($X^2_{кр}$) для степени свободы 1 и степени риска 2,5% (по ГОСТ Р ИСО 8588-2008)	3,84
Выводы:	$X^2 < X^2_{кр}$

Согласно ГОСТ Р ИСО 8588-2008, при значении рассчитанного критерия меньше теоретического (критического) значения, принимается решение, что для выбранной степени риска отсутствуют существенные различия в распознавании вкуса и гипотеза является односторонней.

Учитывая полученные результаты органолептической оценки можно утверждать, что разработанный «Паштет рыбо-растительный» по вкусу и консистенции не уступает традиционному пашкету рыбному.

3.5.5. Пищевая ценность и показатели безопасности «Паштета рыбо-растительного»

При изучении химического состава «Паштета рыбо-растительного» содержание воды, белка, жира, золы и сухих веществ определяли экспериментально по методикам, представленным в главе 2. Остальные показатели определяли расчетным путем, используя справочные данные из таблиц химического состава пищевых продуктов [129, 130, 131].

Расчет химического состава «Паштета рыбо-растительного» приведен в табл.3.32.

Таблица 3.32- Химический состав рыбных паштетов (в 100 г)

Пищевые вещества	Рецептура № 92 «Паштет рыбный» (контроль)	Паштет рыбо-растительный
Вода, г	48,88	54,80
Белок, г	12,29	17,61
Жиры, г	13,78	0,71
Зола, г	1,11	1,52
Углеводы, г	0,25	3,45
В т.ч.пищевые волокна,г	-	3
Минеральные вещества, мг		
Натрий, мг	138,78	104,57
Калий, мг	219,45	362,09
Кальций, мг	18,33	16,98
Магний, мг	25,38	68,60
Фосфор, мг	131,60	209,75
Железо, мг	0,52	5,77
Йод, мкг	47,7	0,06
Витамины:		
А	0,11	0,003
Бета-каротин	0,08	0,04
В1	0,05	0,10
В2	0,13	0,16
РР	2,05	2,43
С	0,11	-
Холестерин, мг/100г	60	-
Энергетическая ценность	194,01	87,59

Интегральный скор паштетов рыбных (табл. 3.33) определяли по формуле:

$$ИС = \frac{П * 100}{Пфсп} \quad (3.1)$$

где: ИС – интегральный скор;

Пфсп – величина показателя в формуле сбалансированного питания;

П – величина соответствующего показателя в исследуемом блюде.

Расчет интегрального сора показал, что за счет 100 г «Паштета рыбо-растительного» удовлетворение потребности в белке достигает 24%, калии – 10%, магнии -17%, фосфоре -20%, железе –41%, йоде -38%.

Таблица 3.33 - Интегральный скор паштетов рыбных (по 100 г готовых паштетов)

Пищевые вещества	Суточная потребность (МР 2.3.1.2432-08)	Интегральный скор, %	
		Рецептура №92 «Паштет рыбный (контроль)»	Паштет рыбо-растительный
Белки, г	73	16,83	24,12
Жиры, г	83	16,59	0,85
Углеводы, г	365	0,06	0,94
Пищевые волокна, г	20	-	15
Na,мг	2400	5,78	4,36
K,мг	3500	6,27	10,35
Ca,мг	1000	1,83	1,70
Mg,мг	400	6,34	17,15
P,мг	1000	13,15	20,98
Fe,мг	14	3,69	41,18
J, мкг/100г	150	31,8	38,68
A,мг	0,9	12,5	0,3
B ₁ , мг	1,5	3,6	6,67
B ₂ ,мг	1,8	7	8,64
PP, мг	18	11,37	13,5
Энергетическая ценность, ккал	2800	6,93	3,13

Кроме того, замена сливочного масла на гидратированную «Крупку рапсовую» позволяет исключить из продукта холестерин и дополнительно обогатить его пищевыми волокнами (15% суточной потребности).

Таким образом, добавление в рецептуру рыбного паштета «Крупки рапсовой» привело к обогащению его функциональными пищевыми ингредиентами в количестве, обеспечивающем восполнение имеющегося в организме человека дефицита питательных веществ (не менее 15% от суточной потребности, что позволяет рекомендовать применение «Паштета рыбо-растительного» в функциональном питании.

Биологическая ценность – показатель качества пищевого белка, показывающий степень соответствия его аминокислотного состава потребностям организма в аминокислотах для синтеза белка.

В табл. 3.34 представлена характеристика аминокислотного состава рыбных паштетов, доказывающая, что введение «Крупки рапсовой» в

рыбный фарш способствует увеличению содержания всех аминокислот в конечном продукте.

Таблица 3.34 – Аминокислотный состав белков рыбных паштетов

Аминокислоты	«Паштет рыбный» (контроль)		Паштет рыбо-растительный	
	мг/100г продукта	г/100г белка	мг/100г продукта	г/100г белка
Валин	728	5,3	993	5,1
Изолейцин	692	5,1	940	4,8
Лейцин	1031	7,5	1410	7,2
Лизин	1197	8,8	1607	8,2
Метионин+ цистин	581	4,3	782	4,0
Треонин	592	4,3	846	4,3
Триптофан	136	1,0	207	1,1
Фенилаланин+ тирозин	876	6,4	1284	6,5
Сумма	5875	42,73	8068	41,10

Расчет аминокислотного сора (табл. 3.35) показал, что лимитирующими аминокислотами в опытном образце являются валин и лейцин, а в контрольном образце - триптофан.

Таблица 3.35 – Аминокислотный скор белков рыбных паштетов

Аминокислоты	Шкала ФАО/ ВОЗ, г/100г белка	Аминокислотный скор, %	
		«Паштет рыбный» (контроль)	Паштет рыбо- растительный
Валин	5	107	101
Изолейцин	4	127	120
Лейцин	7	108	103
Лизин	5,5	159	149
Метионин+цистин	3,5	122	114
Треонин	4	108	108
Триптофан	1	99	106
Фенилаланин+ тирозин	6	107	109

В таблице 3.36 представлена характеристика расчетных показателей биологической ценности белка рыбных паштетов.

По результатам таблицы 3.36 можно сделать следующие выводы: значение коэффициента различия аминокислотного сора разработанного «Паштета рыбо-растительного» меньше на 5%, значение коэффициента утилитарности выше на 6% по сравнению с контролем, Следовательно,

аминокислоты в белке «Паштета рыбо-растительного» лучше сбалансированы и могут использоваться организмом рациональней.

Таблица 3.36- Показатели качества белка рыбных паштетов

Показатель	Рецептура №92 «Паштет рыбный (контроль)	Паштет рыбо- растительный
Коэффициент различия аминокислотного сора (КРАС), %	17,69	12,42
Биологическая ценность белков (БЦ), %	82,31	87,58
Коэффициент утилитарности аминокислотного состава (U)	0,84	0,89
Показатель «сопоставимой избыточности), г/100 г белка (сп)	-35,57	-35,59

Значение биологической ценности разработанного «Паштета рыбо-растительного» выше на 5% по сравнению с контролем. Это позволяет отнести его к кулинарной продукции с повышенной (по сравнению с традиционной рецептурой) биологической ценностью.

Таким образом, можно сделать вывод, что характеристика сбалансированности аминокислотного состава подтверждает высокое качество разработанного «Паштета рыбо-растительного».

Согласно СанПиН 2.3.2.1324-03 «Гигиенические требования к срокам годности и условиям хранения пищевых продуктов» срок хранения кулинарных изделий из рыбы с термической обработкой (блюда из рыбной котлетной массы и др.) составляет 36 часов. Для аналогичных видов новых пищевых продуктов, в том числе выработанных по новым технологическим процессам их изготовления, могут быть установлены те же сроки годности и условия хранения.

В качестве регламентирующих микробиологических показателей для оценки гигиенической безопасности «Паштета рыбо-растительного» были использованы показатели «Единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требований к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)» для индекса 3.3. «Рыба сушеная, вяленая, копченая, соленая, пряная, маринованная, рыбная кулинария и

другая рыбная продукция, готовая к употреблению», группа продуктов 3.3.9 «Кулинарные изделия с термической обработкой: рыба и фаршевые изделия, пасты, паштеты, запеченные, жареные, отварные, в заливках и др.». Результаты исследований представлены в табл.3.37.

Таблица 3.37 - Микробиологические показатели «Паштета рыбо-растительного» в процессе хранения

Показатели	Нормативы в соответствии с НД индекс 3.3.9	Срок хранения, час	
		1	36
КМАФанМ, КОЕ/г, не более	$1 \cdot 10^4$	$2,1 \cdot 10^3$	$3,5 \cdot 10^3$
Плесени и дрожжи, КОЕ/г, не более	100	Не обнаружено	Не обнаружено
БГККП (колиформы), в 1,0 г, не более	Не допускаются	Не обнаружено	Не обнаружено
<i>S.aureus</i> , в 1,0 г, не более	Не допускаются	Не обнаружено	Не обнаружено
Сульфитредуцирующие клостридии в 1,0г	Не допускаются	Не обнаружено	Не обнаружено
Патогенные микроорганизмы, в т.ч.: сальмонеллы, 25 г, не более	Не допускаются	Не обнаружено	Не обнаружено

В качестве регламентирующих показателей содержания токсичных элементов, антибиотиков, пестицидов, ДДТ и его метаболитов и радионуклидов были использованы показатели «Единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требований к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)» для индекса 3.1. Рыба живая, рыба сырец, охлажденная, мороженая, фарш, филе, мясо морских млекопитающих» (табл.3.38).

На основании проведенных исследований установлено, что микробиологические показатели и показатели безопасности «Паштета рыбо-растительного» не превышают регламентирующих показателей «Единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требований к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)».

Таблица 3.38 - Показатели безопасности «Паштета рыбо-растительного»

Показатели	Допустимые уровни Индекс 3.3, мг/кг, не более	Фактический результат
1	2	3
Токсичные элементы:		
свинец	1,0	Менее 0,5
мышьяк	5,0	Менее 0,05
кадмий	0,2	Менее 0,01
ртуть	0,5	Менее 0,01
Нитрозамины Сумма НДМА и НДЭА	0,003	Не обнаружено
Пестициды:		
гексахлорциклогексан (α, β, γ - изомеры)	0,2	Не обнаружено
ДДТ и его метаболиты	0,2	Не обнаружено
Полихлорированные бифенилы	2,0	Не обнаружено

4.5.6. Расчет себестоимости разработанных продуктов

В современных условиях продвижение новой продукции на рынке товаров определяется не только потребительскими свойствами продукции, но и рентабельностью их производства, ценовой предпочтительностью по сравнению с другими аналогичными товарами [22, 24]. В этой связи нами был произведен расчет возможной цены реализации разработанного функционального пищевого обогатителя «Крупки рапсовой» и «Паштета рыбо-растительного» с его применением.

В основу экономических расчетов положена сметная калькуляция. Сметное калькулирование позволяет установить оптимальную цену на производимую продукцию, оптимизировать ассортимент выпускаемой продукции и определить целесообразность выпуска разрабатываемого вида продуктов. Объектом исследования калькулирования был сырьевой набор, необходимый для производства продукции, предназначенной для продажи. За калькуляционную единицу принимается для «Крупки рапсовой» -1тонна

продукции, для рыбо-растительного паштета - 10 кг изделий. Результат расчетов представлены в виде таблиц 3.39, 3.40.

Таблица 3.39- Расчет себестоимости ФПО «Крупка рапсовая»

Наименование продукции	Сырье			
	Вид сырья	Норма расхода сырья на 1г продукции, кг	Стоимость сырья, руб	
			За 1 кг	На 1 т
ФПО «Крупка рапсовая»	Жмых рапсовый	1000	13,5	13500
	Лимонная кислота	81,07	44	3567,08
	цитрат натрия	99,49	46	4576,54
	Фермент	0,47	800	376
Итого				22019,62

Себестоимость сырья, и готовых кулинарных изделий из рыбы представлены на рис. 3.31-3.32 соответственно.

Таблица 3.40- Расчет себестоимости «Паштета рыбо-растительного»

Наименование продукции	Сырье				
	Вид сырья	Норма расхода сырья на 10 кг продукции, кг	Стоимость сырья, руб		
			За 1 кг	На 10 кг продукции	На 100 г продукции
Паштет рыбный №92	Пикша	9,1	126	1146,6	11,47
	Масло сливочное	2,5	219	547,5	5,48
Итого					16,94
«Паштет рыбо-растительный»	Пикша	9	126	1134	11,34
	Крупка рапсовая	0,9	22,02	19,82	0,20
Итого				1359,49	13,6

Результаты расчета себестоимости показали, что себестоимость разработанного «Паштета рыбо-растительного» уменьшилась на 33% по сравнению с контролем. Это объясняется заменой в традиционном рыбном паштете более дорогостоящего сырья - масла сливочного (219 руб/кг) на более дешевое - «Крупку рапсовую» (22,02 руб/кг) и указывает на экономическую целесообразность их производства.

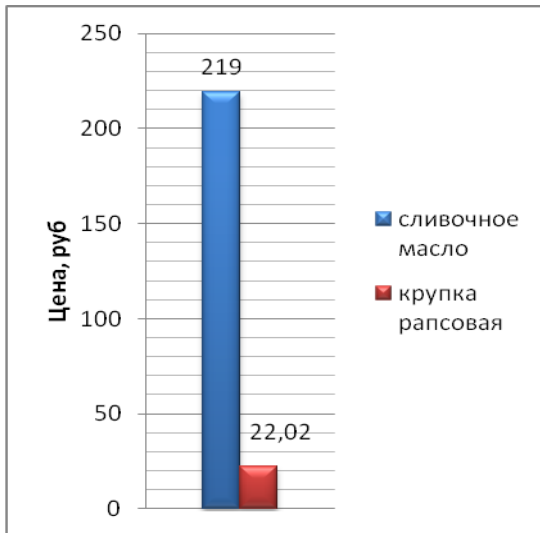


Рисунок 3.31 – Себестоимость сырья

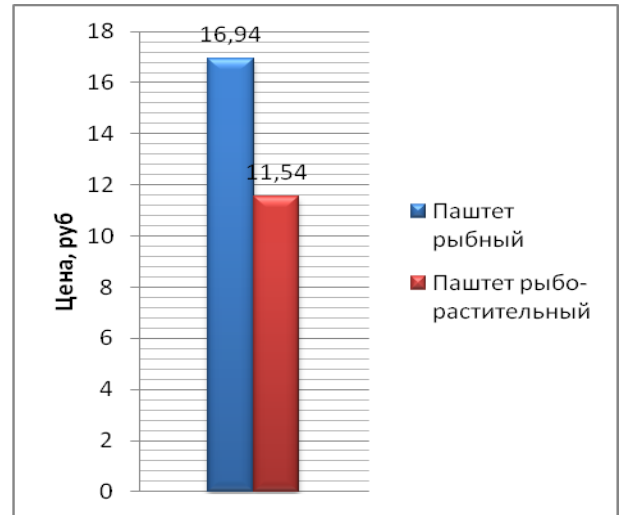


Рисунок 3.32 – Себестоимость кулинарных изделий

Выводы к главе

1. В результате проведенных исследований определен химический состав жмыха рапсового, дана оценка его безопасности. Доказана целесообразность применения жмыха рапсового в качестве субстрата для действия ферментного препарата, обеспечивающего разрушение клетчатки и фитиновых соединений.

2. Определены рациональные режимы ферментативного гидролиза жмыха рапсового ферментным препаратом Ровабио Макс АР: температура 40°C; гидромодуль 1:3; время выдерживания 180 минут; рН воды = 5,5; дозировка 0,05% к массе сухого вещества.

3. Процесс ферментативного гидролиза привел к резкому увеличению размеров «Крупки рапсовой» за счет разрыхления структуры семенных оболочек, образования аморфного слоя и уменьшению прочности крупки по сравнению со жмыхом.

4. Разработана технология переработки жмыха рапсового и получения функционального пищевого обогатителя из него.

5. В процессе ферментализации происходит следующее изменение химического состава: количество белка снизилось на 7,05%, целлюлозы – на 14,45%, гемицеллюлозы на 15%, увеличилось количество жира на 22,15%, содержание свободного фосфора – на 41,77%. Витаминный и минеральный состав «Крупки рапсовой» практически не изменяется по сравнению с исходным сырьем – жмыхом рапсовым.

6. На фоне общего снижения белка в результате ферментализации параметры аминокислотной сбалансированности белков изменяются незначительно. Биологическая ценность «Крупки рапсовой» достигает 78,18%, что на 1,34% больше, чем в исходном сырье.

7. Ферментативный гидролиз жмыха рапсового способствует увеличению перевариваемости белков в «Крупке рапсовой».

8. Содержание токсичных элементов, микотоксинов, пестицидов в «Крупке рапсовой» и микробиологические показатели, характеризующие безопасность данного продукта, не превышают допустимые уровни, установленные «Едиными санитарно-эпидемиологическими и гигиеническими требованиями к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)».

9. Выявлено незначительное снижение ВУС и ВСС, увеличение ЖУС и ЖЭС у «Крупки рапсовой» по сравнению с исходным сырьем. Эмульгирующая способность и стабильность эмульсии «Крупки рапсовой» практически не изменились.

10. Оптимальными параметрами подготовки «Крупки рапсовой» для использования в технологии фаршевых изделий являются гидромодуль - 1:2, время набухания - 10 мин.

11. Максимальные значения ВУС (78,71%), ВСС (97,64%) достигаются при введении в рыбный фарш 30% гидратированной «Крупки рапсовой».

12. Введение в рыбный фарш «Крупки рапсовой» способствует уменьшению потерь массы при тепловой обработке на 4% по сравнению с контролем.

13. Сравнительная оценка предельного напряжения сдвига и адгезионной способности контрольного и разработанного рыбо-растительного паштетов, показала, что замена масла сливочного на гидратированную «Крупку рапсовую» практически не влияет на структурно-механические свойства паштета.

14. По результатам органолептической оценки паштетов по методу «А» не «А» установили, что разработанный «Паштет рыбо-растительный» по вкусу и консистенции не уступает традиционному паштету рыбному.

15. По показателям безопасности и микробиологическим показателям «Паштет рыбо-растительный» отвечает «Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)» для индекса 3.3.9 «Кулинарные изделия с термической обработкой: паштеты отварные».

16. Добавление в рецептуру рыбного паштета «Крупки рапсовой» привело к обогащению его функциональными пищевыми ингредиентами в количестве, обеспечивающем восполнение имеющегося в организме человека дефицита питательных веществ (не менее 15% от суточной потребности), что позволяет рекомендовать применение «Паштета рыбо-растительного» в функциональном питании.

17. Себестоимость разработанного «Паштета рыбо-растительного» уменьшилась на 33% по сравнению с контролем. Это объясняется заменой в традиционном рыбном паштете более дорогостоящего сырья - масла сливочного (219 руб/кг) на более дешевое - «Крупку рапсовую» (22,02 руб/кг) и указывает на экономическую целесообразность их производства.

Таким образом, с помощью ферментного препарата Ровабио™ Макс АР получен функциональный пищевой продукт жмыха рапсового, обладающий высокой пищевой ценностью за счет богатого аминокислотного

и жирнокислотного состава, значительного содержания пищевых волокон и минеральных веществ, имеющих высокие функционально-технологическими характеристики. Исследования показателей качества рыбо-растительного паштета, произведенного с использованием «Крупки рапсовой», доказали эффективность ее использования в качестве функционального пищевого обогатителя в производстве функциональных продуктов питания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Изучены пищевая и биологическая ценность жмыха рапсового. Определено, что данное сырье характеризуется значительным содержанием протеина, пищевых волокон, микроэлементов, витаминов (токоферол и витамины группы В). Белки жмыха рапсового обладают высокой биологической ценностью (77,15%), поскольку в нем идентифицированы все незаменимые аминокислоты. Жмых рапсовый имеет ценный жирнокислотный состав с преобладанием ненасыщенных жирных кислот, в том числе эссенциальных полиненасыщенных жирных кислот семейств омега-3 и омега-6 (соотношение 1:3). Установлено, что по показателям безопасности жмых рапсовый соответствует предъявляемым требованиям нормативной документации и может быть использован в качестве сырья для пищевой промышленности.
2. На основании проведенных исследований и математической обработки результатов определены рациональные режимы ферментативного гидролиза жмыха рапсового ферментным препаратом РовабиоTM Макс AP. Процесс следует проводить при следующих условиях: температура раствора - 40°C; гидромодуль - 1:3; время выдерживания -180 минут; pH раствора - 5,5; дозировка ферментного препарата - 0,05% к массе сухого вещества жмыха рапсового.
3. Разработаны рецептура и технология приготовления функционального пищевого обогатителя из жмыха рапсового «Крупка рапсовая». Срок хранения ФПО «Крупка рапсовая» составляет 4 месяцев при температуре 20°C и относительной влажности воздуха не более 70%.
4. В процессе ферментализации в ФПО «Крупка рапсовая» снизилось количество белка на 7,05%, целлюлозы – на 14,45%, количество жира увеличилось на 22,15%, содержание усвояемого фосфора – на 41,77%, витаминный и минеральный состав практически не изменился по сравнению с исходным сырьем – жмыхом рапсовым. Биологическая ценность «Крупки

рапсовой» повысилась на 1,34% и достигла 78,18%. Ферментативный гидролиз жмыха рапсового способствовал увеличению перевариваемости белков. Выявлено небольшое снижение влагоудерживающей и влагосвязывающей способности, увеличение жирудерживающей способности и жироземмульгирующей способности «Крупки рапсовой» по сравнению с исходным сырьем.

5. Установлено, что использование ФПО «Крупка рапсовая» в технологии кулинарной продукции из рыбы позволяет получить продукт по органолептическим показателям не уступающий контрольному образцу, по показателям безопасности соответствующий допустимым нормам, имеющий более низкую себестоимость, чем контрольный образец. Высокая пищевая и биологическая ценность разработанного рыбо-растительного паштета дает возможность отнести его к функциональным продуктам питания. В качестве физиологически функциональных ингредиентов паштет содержит, % от суточной потребности: белок (24%), пищевые волокна (15%), калий (10%), магний (17%), фосфор (20%), железо (41%), йод (38%).

6. На основании проведенных исследований разработана техническая документация: ТУ 9146 – 026-02537419-13, ТИ 02537419-026, РЦ 02537419-026 на «Крупку рапсовую» (биомодифицированную из жмыха рапсового), ТТК на «Паштет рыбо-растительный».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамова, Л. С. Пути рационального использования сырьевых ресурсов рыбного хозяйства страны [Текст] / Л. С. Абрамова // Пищевая промышленность.-2004.- № 3.-С.6-10.
2. Авраменко В.И. Отходы технического производства. Корма и кормление домашнего скота птицы [Текст] // авт.сост. В.И.Авраменко. - М. : "АСТ"; Донец: "Сталкер", 2003. - с.36
3. Акаева Т.К., Основы химии и технологии получения и переработки жиров. Ч.1. Технология получения растительных масел: Учеб. пособие. [Текст] / Т.К. Акаева, С.Н. Петрова // Подготовительные операции при подготовке масличного сырья. Целесообразность отделения оболочек от ядра.- Иваново, 2007, С. 38-39
4. Антипова Л.В. Биохимия мяса и мясных продуктов [Текст] // Л.В.Антипова, И.А. Глотова, И.А. Рогов – М.: Колос. 2001 – с. 376
5. Антипова, Л. В. Кулинарные рыбные изделия [Текст] / Л.В. Антипова, В.В. Батищев, И.Н. Головина // Рыбное хозяйство. – 2001. - №2. – С.53-54
6. Антипова, Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов [Текст] / Л. В. Антипова, И. А. Глотова, И. А. Рогов . -М.:Колос, 2001.-570 с.
7. Анчиков Э.В. Использование фитазы в комбикормах для свиней и птицы (обзор иностранной литературы) [Текст] / Э.В. Анчиков // Сельскохозяйственная биология, 2008, № 4, с. 3-14.
8. Анчиков Э.В. Кормовые ферменты в свиноводстве [Текст] //Комбикорма. -1999.-№3. –С.43-45.
9. Безбородов, А.М. Ферменты микроорганизмов и их применение [Текст] / А.М. Безбородов // Биотехнология / А.М. Безбородов. – М. : Наука, 1984. – С. 86 - 92.
10. Белова, Е. И. Перспективы вторичных продуктов переработки рапса в разработке комплексных пищевых белково-углеводных обогатителей

[Текст] / Е. И. Белова, И.А. Глотова, С.С. Забурунов // Современные наукоемкие технологии.- 2010.- №3.- С. 58-59.

11. Беро, С. Технология извлечения и очистки белковых растительных продуктов [Текст] / С. Беро, А. Давэн. Растительный белок. М., 1991, с 359-367.

12. Блекберн, К. де В. Микробиологическая порча пищевых продуктов [Текст] / К. де В.Блекберн. –СПб.: Профессия, 2008. -784 с

13. Блок, М. А. Региональная продовольственная безопасность и система ее обеспечения [Текст] / М. А. Блок . – СПб: ИНФО-ДА, 2007. – 130

14. Богданов, В.Д. Пищевые структурообразователи [Текст]: Учебное пособие/ В.Д. Богданов. –Находка: Институт технологии и бизнеса, 2000. – с. 96.

15. Бойцова, Т.М. Технология пищевых рыбных фаршей [Текст]/ Т.М. Бойцова. - Владивосток: Дальрыбвуз.- 1997. – 70 с. (17)

16. Витол, И.С. Ферменты и их применение в пищевой промышленности [Текст] / И.С. Витол, И.Б. Кобелева, С.Е. Траубенберг. – М. : ИК МГУПП, 2000 – 80 с.

17. Воловинская, В. П. Разработка метода определения влагопоглощаемости мяса [Текст] / В. П. Воловинская, Б.Я. Кельман // Тр.ВНИИМП.-М.-1961.-Т.2.-С.128-137 .

18. Глотова И. А. Перспективы вторичных продуктов переработки рапса в обеспечении производства биологически полноценных продуктов питания на мясной и рыбной основе [Текст] / Глотова И. А., Забурунов С. С. // Успехи современного естествознания.- 2007. -№ 11. - С 47.

19. Голубев, В.Н. Экоресурсосберегающие технологии – путь к эффективному использованию аграрных ресурсов страны [Текст] / В.Н. Голубев // Экоресурсосберегающие технологии переработки сельскохозяйственного сырья: Тез. докл. Междунар. конф. – Москва – Астрахань, 1993. – С 9-14.

20. Горпинченко Т.В. Актуальные вопросы продовольственного и

кормового использования рапса (обзор) [Текст] / Т.В. Горпинченко // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья, 2003, №7

21. Датунашвили, Е.Н. Ферментные препараты в пищевой промышленности [Текст] /Е.Н. Датунашвили. –М., 1975. -345 с.

22. Дёмина А.И. Система показателей, характеризующих качество жизни населения [Текст] / Дёмина А.И. Дёмина Е.И // ФЭН-наука – 2012 - №3 – с. 36

23. Доморощенкова, М. Л. Современные технологии получения пищевых белков из соевого шрота [Текст] / М.Л. Доморощенкова // Масла и жиры. – 2009. - №4. – С. 21-22.

24. Донченко, Л.В. Безопасность пищевых продуктов [Текст] / Л.В. Донченко, В.Д. Надыкта. – М. : Пищепромиздат, 2001. - 528 с.

25. Доценко, С. М. Кулинарные изделия на основе рыбного комбинированного фарша [Текст] / С.М. Доценко, О.В. Скрипко, Е.С. Стаценко // Известия вузов. Пищевая технология. – 2006.- №1.- С.63-66.

26. Доценко, С. М. Обоснование дозы, оценка качественных характеристик фаршевых бинарных композиций на основе рыбного сырья и соевой белковой пасты [Текст] / С. М. Доценко, О. В. Скрипко // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. - №7. – С.50-53.

27. Ездаков Н. Применение ферментных препаратов в животноводстве [Текст] / Н. Ездаков. – М: Колос, 1976. – 224с.

28. Ермаков, А.И. Методы биохимического исследования растений [Текст] / А.И. Ермаков, В.В. Арасимович, Н.П. Ярош. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – Л. : Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1987. – 430 с.

29. Жеребцов, Н.А. Ферменты: их роль в технологии пищевых продуктов /Н.А.Жеребцов, О.С. Корнеева, Е.Д. Фараджева. –Воронеж:изд-во ВГУ, 1999. -120с.

30. Жмыхи и шроты в рационах домашних животных [Электронный ресурс]-Режим доступа http://revolution.allbest.ru/agriculture/00235330_0.html.

31. Иванова, Г. В. Использование БАД в производстве пищевых

продуктов функционального назначения [Текст] / Г. В. Иванова, Е. О. Никулина // Известия вузов. Пищевая технология. – 2006. - № 2-3. – С. 52-53.

32. Иванова, Л.А. Химико-ферментативная обработка пищевых продуктов растительного сырья [Текст] / Л.А. Иванова, В.В. Матреничева // Пищевая промышленность. -2004.-№8.-С.50.

33. Келети, Т. Основы ферментативной кинетики [Текст] / Т. Келети. –М.: Мир, 1990. -350 с.

34. Кислухина О.В., Надыкта В.Д., Минасян Н.М. Применение ферментов в масло-жировой промышленности // Известия вузов.Пищевая технология. -1995. -№1-2. –С.14-21.

35. Кислухина, О.В. Биотехнологические основы переработки растительного сырья [Текст] / О.В. Кислухина, И. Кюдулас. –Каунас: Технология 1997. -183 с.

36. Кислухина, О.В. Ферменты в производстве пищи и кормов [Текст] / О.В. Кислухина. –М.: ДеЛи принт, 2002. -336 с.

37. Козмава, А.В. Технология производства паштетов и фаршей [Текст]: учеб. пособие / А. В. Козмава, Г. И. Касьянов, И. А. Палагина. – Ростов н/Д: Издательский центр «Март», 2002. –145 с.

38. Козырев, А. Современные тенденции на рынке рыбопродуктов [Текст] / А. Козырев // Пищевая промышленность. – 2002. - № 11. - С. 42-43.

39. Колеснов, А.Ю. Ферментативный анализ в пищевой промышленности [Текст] / А.Ю. Колеснов // Пищевая промышленность. - 1996. -№11. –С.24-28.

40. Комарова, З. Влияние целловиридина на продуктивность кур-несушек [Текст] / З. Комарова // Комбикорма. -2000. -№1. –С.43-44.

41. Кондратьев, А. В. Проектирование рецептур комбинированных творожных продуктов с использованием изолята белка рапса [Текст] /А.В. Кондратьев, И.А. Глотова, С.С. Забурунов // Современные наукоемкие технологии.- 2010.- №3.- С.63.

42. Липатов, Н.Н. Некоторые аспекты моделирования аминокислотной сбалансированности пищевых продуктов [Текст] / Н.Н. Липатов // Пищевая и перерабатывающая промышленность. -1986. -№4. – С.48-52

43. Липатов, Н.Н. Предпосылки компьютерного проектирования продуктов и рационов питания с задаваемой пищевой ценностью [Текст] / Н.Н.Липатов // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья.-1995.- №3.-С.4-9.

44. Липатов, Н.Н. Совершенствование методики проектирования биологической ценности пищевых продуктов [Текст] / Н.Н. Липатов // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. -1996. -№2. –С.24-25.

45. Лисицин, А.Н. Расширение переработки семян крестоцветных культур и льна для северных регионов России / А.Н. Лисицин, В.Н. Григорьева // Масложировая промышленность. -2000. -№4. – С. 8-10.

46. Лишаёва Л.Н. Отдельные экономические аспекты производства жмыхов и шротов и их использование в кормопроизводстве [Текст] / Лишаёва Л.Н., Турчина Т.Н., Кириллова О.В., Назарова Н.И. // Масложировая промышленность – 2010 - №4 – с.12-13

47. Лобанов, В. Г. Масличные растения семейства капустных - перспективное сырье для России [Текст]/ В. Г. Лобанов, А. Д. Минакова, И. В. Шульвинская, В. Г. Щербаков // Известия вузов. Пищевая технология. – 2003. - № 2-3. – С.24-26.

48. Лобанов, В. Г. Структурная и функциональная модификация белков сурепицы и рапса термоденатурацией [Текст] / В. Г. Лобанов, А. Д. Минакова, И. В. Шульвинская , В. Г. Щербаков // Известия вузов. Пищевая технология. – 2004. - № 5-6. – С.53-55.

49. Максимов А.С. Реология пищевых продуктов. Лабораторный практикум [Текст]: Учебник / А.С. Максимов, В.Я. Черных. – СПб: ГИОРД, 2006. – 176

50. Максимов, А. С. Лабораторный практикум по реологии сырья, полуфабрикатов и готовых изделий хлебопекарного, макаронного и кондитерского производства [Текст] / А. С. Максимов, В. Я. Черных. - М.: Издательский комплекс МГУПП, 2004. - 163 с.

51. Манжесов, В. И. Разработка сахарного печенья повышенной биологической ценности [Текст]/ В. И. Манжесов, С. В. Трухман, Е. Е. Курчаева // Современные наукоемкие технологии. – 2010. - №8. –С. 90.

52. Марченков, Ф. Шроты и жмыхи в рационе сельскохозяйственных животных и птиц [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biochem.net.ru/publ.php?D=34&cmd=33&file=Publikac&view=1&id=5>.

53. Маслова, Г. В. Инновационные технологии переработки объектов водного промысла [Текст] / Г. В. Маслова // Пищевая промышленность. – 2004. - №4. – С.28-29.

54. Матвеева, И.В. Новые аспекты применения ферментных препаратов фирмы «Нова Нордикс» в хлебопекарном производстве [Текст] / И.В. Матвеева // Хлебопечение России. -2000. –№4. –С.20-22.

55. Матвеева И.В. Ферментные препараты для хлебопекарной отрасли: новые технологии и перспективы применения [Текст] / И.В. Матвеева //Хлебопечение России. -2003. -№4. –с.24-27.

56. Молоскин, С. Новый фермент на рынке России [Текст] / С. Молоскин // Комбикорма. -2000. -№6. –С.51.

57. Мухина Н.В. Продукты переработки маслоэкстракционной промышленности [Текст] / Н.В. Мухина // Комбикорма. -2000. -№6. -С.98.

58. Околелова Т., Морозов А., Румянцев С. Целловиридин при использовании ржи [Текст] // Т. Околелова, А. Морозов, С.Румянцев. Комбикорма. -2000. №3. –С.47-48.

59. Пат. 1391574 СССР, А 23 L 1/325. Способ производства рубленых полуфабрикатов из мороженого рыбного продукта [Текст] / Абрамова Ж. И., Широкожухов В. В.; заявитель и патентообладатель Ленинградский институт

советской торговли им. Ф. Энгельса. - № 4086828/31-13; заявл. 07.07.86; опубл. 30.04.88, Бюл. № 16. – 2 с.

60. Пат. 1692525 СССР, А 23 L 1/325. Кулинарное изделие из налима [Текст] / Алюкина Р. В.; заявитель и патентообладатель Сибирский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт рыбного хозяйства. - № 4403759/13; заявл. 05.04.88; опубл. 23.11.91, Бюл. № 43. – 5 с.

61. Пат. 1741748 СССР, А 23 L 1/325. Способ получения рыбного фарша [Текст] / Богданов В. Д., Максимова С. Н.; заявитель и патентообладатель Дальневосточный технический институт рыбной промышленности и хозяйства. - № 4857742/13; заявл. 07.08.90; опубл. 23.06.92, Бюл. № 23. – 4 с.

62. Пат. 1792309 СССР, МПК А 23 L 1/325. Способ приготовления пищевого продукта из фарша маложирных рыб или морепродуктов [Текст] / Москвитина Ю. А., Косий Н. В., Лаптев В. И., Куприянова Л. Ф., Косинова Р. М., Роква Н. В.; заявитель и патентообладатель Научно- производственное предприятие «Югрыбтехцентр». - № 4862545/13; заявл. 29.08.90; опубл. 30.01.93, Бюл. № 4. – 2 с.

63. Пат. 1810037 СССР, А 23 L 1/325. Способ приготовления рыбного полуфабриката [Текст] / Абрамова Ж. И., Казимирчик С. В., Широкожухов В. В.; заявитель и патентообладатель Ленинградский институт советской торговли им. Ф. Энгельса. - № 4873389/13; заявл. 11.10.90; опубл. 23.04.93, Бюл. № 15. – 2 с.

64. Пат. 2019977 МПК А23J1/14 Способ получения белка из хлопкового шрота [Текст] / Юнусов Т.С., Рафиков Р.А., Стопницкий А.Я., Черный В.В., Рамазанов С.И.; заявитель и патентообладатель : Юнусов Т.С., Рафиков Р.А., Стопницкий А.Я., Черный В.В., Рамазанов С.И. - № 5003751/13, заявл. 27.09.1991; опубл. 30.09.1994.

65. Пат. 2134991 Российская Федерация МПК А23J1/14 Способ получения белка из растительного белка [Текст] / Коновалов А.И., Офицеров Е.Н., Соснина Н.А., Шекуров В.Н., Миронов В.Ф., Карлин В.В., Лапин А.А.,

Минзанова С.Т., Карасева А.Н., Бережной А.Н., Мутрисков А.Я.; заявитель и патентообладатель : Институт органической и физической химии им.А.Е.Арбузова Казанского научного центра РАН, Научно-производственное предприятие "ЭТГА" - № 97119239/13, заявл.18.11.1997; опубл. 27.08.1999.

66. Пат. 2192148 Российская Федерация, МПК7 А 23 L 1/325, 1/30, 1/314, 1/317, 1/212. Наполнитель для мясных, рыбных или овощных фаршей, а также блюд и полуфабрикатов из них [Текст] / Шамкова Н. Т., Зайко Г. М.; заявитель и патентообладатель Кубанский гос. технолог. университет. - № 2000121282/13; заявл.09.08.2000; опубл.10.11.2002. – 7с.

67. Пат. 2193331 Российская Федерация, МПК7 А 23 L 1/314, 1/317, 1/052, 1/325. Добавка пищевая структурорегулирующая для формованных продуктов и способ получения формованных продуктов [Текст] / Богданов В. Д., Андреева Е. И.; заявитель и патентообладатель Дальневосточный гос. техн. рыбохозяйственный университет. - № 99126236/13; заявл.14.12.1999; опубл. 27.11.2002. – 6 с.

68. Пат. 2195129 Российская Федерация МПК А23J3/16, А23J1/14, А23L1/20 Способ производства концентрата белкового растительного из соевого сырья [Текст] / Крючин С.В., Нартов Г.А., Пепельницина О.В.; заявитель и патентообладатель : ООО "Кропоткинские фермерские крестьянские хозяйства АККОР- АГРО" - № 2001113550/13; заявл. 16.05.2001, опубл. 27.12.2002

69. Пат. 2198570 Российская Федерация, МПК7 А 23 L 1/325, 1/29, 1/212. Способ производства рыбных котлет [Текст] / Касьянов Г. И., Квасенков О. И., Студенцова Н. А., Иванова Е. Е., Шаманова Т. С.; заявитель и патентообладатель Краснодарский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства. - № 2001103374/13; заявл. 07.02.2001; опубл. 20.02.2003. – 4 с.

70. Пат. 2232513 Российская Федерация МПК А23J1/14, С11В1/10 Способ получения альбуминно-глобулинового белка «Линумина» из жмыха

семян льна [Текст] /Стеблинин А.Н., Григорьева А.Л. , Миневич И.Э., Зелинский А.М., Акаро А.И. , Исакова А.В. , Зубанов В.В.; заявитель и патентообладатель :Общество с ограниченной ответственностью "Научно-внедренческое товарищество содействия полезности научных разработок "Внедрение" , Всероссийский научно-исследовательский, проектно-технологический институт механизации льноводства - №2002129154/13; заявл. 31.10.2002; опубл. 20.07.2004.

71. Пат. 2255611 Российская Федерация, МПК7 А 23 L 1/325, 1/30. Формованное рыбное изделие (варианты) [Текст] / Ольховая Л. П., Петрова Л. Д., Богданов В. Д.; заявитель и патентообладатель Тихоокеанский гос. эконом. университет. - № 2002123863/13; заявл.06.09.2002; опубл.10.08.2004. – 12 с.

72. Пат. 2255612 Российская Федерация, МПК7 А 23 L 1/325, 1/30. Способ приготовления комбинированной рыбной массы [Текст] / Ольховая Л. П., Петрова Л. Д., Богданов В. Д.; заявитель и патентообладатель Тихоокеанский гос. эконом. университет. - № 2002123864/13; заявл.06.09.2002; опубл.10.08.2004. – 6 с.

73. Пат. 2278554 Российская Федерация, МПК А 23 L 1/325. Способ приготовления комбинированного рыбного фарша [Текст] / Доценко С. М., Скрипко О. В., Стаценко Е. С.; заявитель и патентообладатель Всерос. Научно-исследовательский ин-т сои. - № 2004118123/13; заявл.15.06.2004; опубл.10.01.2006. – 4 с.

74. Пат. 2286065 Российская Федерация МПК А23J1/14 , А23J3/14, А23J3/30, А23J3/34 Способ получения биомодифицированного рапсового белкового продукта [Текст] / Лобанов В.Г., Минакова А.Д., Шульвинская И.В. , Щербаков В.Г., Щербин В.В.; заявитель и патентообладатель : Кубанский государственный технологический университет" (ГОУВПО «КубГТУ») - № 2004138387/13, заявл. 27.12.2004, опубл. 27.10.2006.

75. Пат. 2287304 Российская Федерация, МПК А 23 L 1/325, 1/20. Способ производства пищевого продукта [Текст] / Горбатовский А. А., Шлейкин А. Г., Ишевский А. Л., Лучков Д. В.; заявитель и патентообладатель Санкт-Петербургский гос. университет низкотемпературных и пищевых технологий». - № 2005111453/13; заявл.18.04.2005; опубл.20.11.2006, Бюл. № 32. – 3 с.

76. Пат. 2368142 Российская Федерация МПК А21D13/08 Способ приготовления заварных пряников «Маячок» [Текст] /Пащенко Л.П., Ильина Т.Ф., Дьяченко А.В., Пащенко В.Л.; заявитель и патентообладатель : Воронежская государственная технологическая академия - № 2008121437/13, заявл. 27.05.2008, опубл. 27.09.2009.

77. Пат. 2370161 Российская Федерация МПК А23L1/315, А23L1/31 Способ производства полукопченной колбасы [Текст] / Гергардт О.С., Мотовилов К.Я., Мотовилов О.К.; заявитель и патентообладатель : Сибирский научно-исследовательский и проектно-технологический институт переработки сельскохозяйственной продукции Сибирского отделения Россельхозакадемии - № 2007148481/13, заявл. 24.12.2007, опубл. 20.10.2009.

78. Пат. 2437552 Российская Федерация МПК А23J1/14 Способ получения белка из жмыха семян льна [Текст] /Миневич И.Э., Осипова Л.Л., Зубцов В.А.; заявитель и патентообладатель : Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт механизации льноводства Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ ВНИИМЛ Россельхозакадемии) - № 2010128645/10, заявл. 09.07.2010, опубл. 27.12.2011.

79. Пат. 2440765 Российская Федерация МПК А23В 4/023, А23L 1/325 Способ получения пресервов [Текст] / Ким И.Н., Федосеева Е.В., Лазаренко Г.А.; заявитель и патентообладатель Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет. - № 2010107135/13; заявл. 26.02.2010; опубл. 27.01.2012 Бюл. № 3 – с.4

80. Пат. 2453115 Российская Федерация МПК A21D8/02, A21D2/36 Способ приготовления хлебобулочного изделия [Текст] / Вершинина О.Л., Кучерявенко И.М.; заявитель и патентообладатель : Кубанский государственный технологический университет - № 2011109023/13, заявл. 10.03.2011, опубл. 20.06.2012.

81. Пат. 2458518 Российская Федерация МПК A23C23/00 Способ получения молочно-растительного продукта[Текст] / Осадченко И.М., Горлов И.Ф., Божкова С.Е., Сложенкина М. И.; заявитель и патентообладатель : Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции Российской академии сельскохозяйственных наук - № 2010147680/10, заявл. 22.11.2010, опубл. 20.08.2012.

82. Пат. 2459414 Российская Федерация МПК A21D13/08 Способ приготовления сахарного печенья [Текст] /Трухман С.В. , Манжесов В.И., Курчаева Е.Е.; заявитель и патентообладатель : Воронежский государственный аграрный университет имени К.Д. Глинки - № 2011115604/13, заявл. 21.04.2011, опубл. 27.08.2012.

83. Пат. 2471381 Российская федерация МПК A23L 1/325 Способ приготовления вареного рыбного колбасного изделия Богданов[Текст] / В.Д. Дементьева Н.В.; заявитель и патентообладатель Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет. - № 2011116800/13; заявл. 27.04.2011; опубл. 10.01.2013 Бюл. №1 – с.5

84. Пат.2073448 Российская Федерация МПК A21D13/08 Состав для приготовления сахарного печенья «Пшеничное» [Текст] /Шиманов О.М., Перегудова Т.Ф., Симонова Л.М., Каплунова Г.М., Бормотова Н.Д.; заявитель и патентообладатель : Акционерное общество открытого типа "Большевик" - № 94005888/13, заявл. 28.02.1994, опубл. 20.02.1997.

85. Пахомов П. М. Количество и качество белка в продуктах переработки льняного жмыха [Текст] / Пахомов П. М., Григорьева А. Л.,

Панкрушина А. Н., Хижняк С. Д., Стеблини А. Н. // Известия вузов. Пищевая технология. – 2006. - № 1. – С.27-30.

86. Пащенко Л.П. Влияние способа получения белоксодержащего продукта на его состав и выход [Текст] / Пащенко Л.П., Спивакова Л.В., Тареева И.М., Пащенко Л.Ю. // Известия ВУЗов. Пищевая технология – 2001 - №1 – с. 17

87. Пащенко, В. Л. Пряники «Маячок» функционального значения [Текст]/ В.Л. Пащенко // Современные наукоемкие технологии.-2009. - №8. – С.34-44.

88. Нечаев, А.П. Пищевая химия [Текст] / А.П. Нечаев и др. // под ред.А.П. Нечаева. Издание 3-е, исправл. –СПб.:ГИОРД, 2004.-640с.

89. Плотникова Т.В. Характеристика потребительских свойств паст из жмыха кедрового ореха [Текст] / Плотникова Т.В., Осипова Е.Н. // Хранение и переработка сельхозсырья – 2006 - №11 – с.66,68

90. Поляков В.А., Римарева Л.В., Оверченко М.Б., Трифанова В.В. Сравнительная характеристика ферментных препаратов протеолитического действия по степени гидролиза микробного белка [Текст]/ В.А. Поляков, Л.В. Римарева, Л.В. Оверченко, В.В. Трифанова // Прикл. Биохимия и микробиология. 1997. -№2. –С.217-221.

91. Поморова Ю.Ю. Изменчивость форм желтосеменного ярового рапса по качеству белка и окислительной стойкости масла [Текст] / Ю.Ю. Поморова // Известия ВУЗов. Пищевая технология, – 2004г – №2-3 - с.17

92. Проектирование рецептур комбинированных творожных продуктов с использованием изолята белка рапса А.В. Кондратьев, И.А. Глотова, С.С. Забурунов // Современные наукоемкие технологии.- 2010.- №3.- С.63

93. Проскурня, М. А. Биологические свойства пищевых волокон, полученных из жмыхов масличных культур сибирской коллекции [Текст]/ М. А. Проскурня, Л. В. Бурлакова, И. А. Лошкомойншов // Аграрный вестник Урала. – 2008. - №4. – С. 48-50.

94. Пути повышения качества и безопасности рыбных продуктов [Текст]: сб. науч. тр. / Государственный Комитет РФ по рыболовству, АтлантНИРО; под. ред. М. П. Андреева. – Калининград: издательство АтлантНИРО, 2002. – 150 с.

95. Рабинович, М.Л. Прогресс в изучении целлюлолитических ферментов и механизм биodeградации высокоупорядоченных форм целлюлозы [Текст] / М.Л. Рабинович, М.С. Мельник // Успехи биологической химии, т.40. -2000. –С.205-266.

96. Радыгина, А. Ф. Применение пищевых добавок в технологии рыбной продукции [Текст] / А.Ф. Радыгина, Л.С. Абрамова // Пищевая промышленность. – 2004. - №3. – С.14-17.

97. Рензьева Т.В. Разработка способа повышения качества продуктов переработки рапса и рыжика [Текст] /Т.В. Рензьева, О.П. Рензьев, А.О. Рензьев// Масложировая промышленность, -2009, -№3, с.32-34

98. Рензьева, Т. В. Функциональные свойства белковых продуктов из жмыхов рапса и рыжика [Текст] / Т. В. Рензьева // Техника и технология пищевых производств. – 2009. - №4(15). – С.23-26.

99. Рензьева, Т. В. Белковые продукты из жмыхов рапса и рыжика: получение, качество, биологическая ценность [Текст] / Т. В. Рензьева // Достижения науки и техники АПК.- 2009.- №4. – С.70-72.

100. Рензьева, Т.В. Качество семян крестоцветных масличных культур Сибирского региона и продуктов их переработки [Текст] / Т.В. Рензьева, А.О. Рензьев, А.А. Проскурин, И.В. Пикулева //Масложировая промышленность.- 2009.-№2. – с.17-19.

101. Румянцева В.В. Научно-практические основы ресурсосберегающих технологий получения и применения биомодифицированных продуктов из овса и ячменя / В.В. Румянцева // Дис. докт. техн. наук. – Орел: ФГОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК», 2011. – 510 с.

102. Румянцева, В.В. Влияние технологических факторов на изменение технофункциональных свойств продуктов биомодификации овса и

ячменя [Текст] / В.В. Румянцева, Н.М. Ковач, А.Ю. Гурова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2010. - №9. – С.30 – 32.

103. Румянцева, В.В. Применение процессов ферментализации при производстве зерновых гидролизатов [Текст] / В.В. Румянцева, Н.М. Ковач, Т.Н. Шеламова // Хранение и переработка сельхозсырья.– 2010. - №10.– С. 18-21.

104. Румянцева, В.В. Теория и практика использования направленного биокатализа в технологии переработки зерна и пищевых продуктов [Текст] / В.В. Румянцева. – Орел: издатель С. Зенина, 2010. – 175 с.

105. Русанова, Л.А. Использование нетрадиционных источников белка растительного происхождения [Текст] / Л.А. Русанова., Л.Д. Ерашова, Г.Н. Павлова, Р.С. Ермоленко, Л.В. Артюх, Л.Л. Гром // Хранение и переработка сельхозсырья – 2009 - №4 – с.75.

106. Рязанова, О.В. Использование местного растительного сырья в производстве обогащенных продуктов [Текст] / О.В. Рязанова, О.Д. Кириличева // Пищевая промышленность. -2005.-№6. –с.72-73.

107. Салихов, А.Р. Получение и применение органических йодсодержащих препаратов в технологии функциональных мясных продуктов [Текст] / Салихов А.Р. Диссертация на соискание степени кандидата технических наук: 18.05.07 – Воронеж – 2005 – с.50-52, 65-68.

108. Саубенова, М.Г. Использование целлюлолитических бактерий в кормопроизводстве [Текст] / М.Г. Саубенова, О.М. Пузыревская, Е.Г. Владимирова //Прикл. Биохимия и микробиология. -1998. -№1. –С.91-94.

109. Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий: для предприятий обществ. питания [Текст] / Авт.-сост.: А. И. Здобнов, В. А. Цыганенко, М. И. Пересичный. – К.: А.С.К., 2005.- 656 с. – ISBN 966-539-209-3.

110. Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий:Для предприятий общественного питания [Текст] // Авт.-сост.:Здобнов А.И., Цыганенко В.А. – К.:, ООО «Издательство Арий», М.: ИКТЦ «Лада», 2010. – 680 с. – с.229

111. Сергеев, В. Н. Продовольственная проблема России [Текст] / В.Н. Сергеев // Пищевая промышленность. – 2000. – №7. – С.28-30.
112. Сирвидис, В. Влияние МЭК на питательную ценность комбикормов [Текст] / В. Сирвидис // Комбикорма. -1999.-№2. –С.32.
113. Смирнов, В. Наша цель – безотходное производство [Текст] / В. Смирнов // Рыбное хозяйство. - 2000. - №1. – С.59-60.
114. Сновицкая, Л.В. Совершенствование технологии переработки зерна ячменя [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01, 05.20.01: защищена 15.03.2004 / Сновицкая Лариса Владимировна. – Улан-удэ, 2004. – 183 с.
115. Солонникова, Н. В. Технологические свойства семян рапса новых селекционных сортов [Текст] / Н. В. Солонникова, С. Ю. Ксандопуло, С. М. Прудников// Известия вузов. Пищевая технология. - 2005. - № 4. –С. 3-15.
116. Степанов, В. М. Молекулярная биология. Структура и функции белков /В.М. Степанов //М: Высшая школа, 1996.-335с.
117. Степуро, М. В. Влияние обработки белковых концентратов из семян подсолнечника раствором янтарной кислоты на их функциональные свойства [Текст] / М. В. Степуро, В. Г. Лобанов, В. Г. Щербаков // Известия вузов. Пищевая технология. – 2006. - № 2-3. – С. 71-72.
118. Студенцова, Н.А. Перспективы развития функциональных продуктов питания из рыбного сырья [Текст] / Н.А.Студенцова // Рыбное хозяйство.- 2003.- №4.- С.57-59.
119. Студенцова, Н.А. Перспективы развития функциональных продуктов питания из рыбного сырья [Текст] / Н.А. Студенцова // Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России: Матер. научно-практической конф. Адлер 24-27.09.2001. – Краснодар, 2001. – С.297-298.
120. Студенцова, Н.А. Функциональные продукты питания из гидробионтов [Текст] / Н. А. Студенцова // Пищевая промышленность.- 2003.- №11.- С.80-81.

121. Супрунов, Д. Обогащение комбикормов ферментным комплексом для цыплят-бройлеров [Текст] / Д.Супрунов // Комбикорма.- 2000.-№1.-С.30-32.

122. Типсина Н.Н. Использование в продуктах питания добавок, содержащих пищевые волокна [Текст] / Типсина Н.Н., Цугленок Н.В. // Вестник КрасГАУ – 2006 - №11 – с. 245-246

123. Толстогузов В.Б. Новые формы белковой пищи (Технологические проблемы и перспективы производства) [Текст] / – М.: Агропромиздат, 1987. –с.77, 303

124. Труфанов О. В. Фитаза в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы [Текст]/ О.В. Труфанов.— Киев: ПолиграфИнко, 2011.— 112 с

125. Трухман, С.В. Использование жмыха семян рапса в технологии производства мучных кондитерских изделий функционального значения [Текст] дис. ... канд. с/х. наук : 05.18.01, защищена 09.12.2010 / Трухман Сергей Викторович; [Место защиты: Мичурин. гос. аграр. ун-т].- Воронеж, 2010.- 216 с.

126. Тутельян, В. А. Микронутриенты в питании здорового и больного человека [Текст]/ В. А. Тутельян, В. Б. Спиричев, Б. П. Суханов, В. А. Кудашова. – М.: Колос, 2002.- 424 с.

127. Уажанова Р.У. Хлеб «Илийский» функционального назначения [Текст] / Уажанова Р.У., Кизатова М.Ж. // Вестник КрасГАУ – 2010 - № 9 – с.180

128. Федоров, А. А. Применение жмыха из семян амаранта в производстве комбинированных мясных продуктов [Текст]/ А. А. Федоров, Л. В. Антипова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2010. - № 4. – С. 11-12.

129. Химический состав пищевых продуктов. Кн. 2:Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов [Текст] / Под ред. И.М.

Скурихина и А.М. Волгарева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987

130. Химический состав пищевых продуктов: Кн. 1:Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов [Текст] / Под ред. проф., д-ра техн. наук И.М.Скурихина, проф., д-ра мед. наук М.Н.Волгарева.- 2-е изд., перераб. и доп. - М.:ВО «Агропромиздат»,1987.-224с.

131. Химический состав пищевых продуктов: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов [Текст] / Под ред. д-ра техн. наук М.Ф.Нестерина, д-ра техн. наук И.М.Скурихина. -М.:Пищевая пром-сть,1979.-247с

132. Хохрин С. Н. Кормление сельскохозяйственных животных: учеб. [Текст] / С.Н.Хохрин. - М. : КолоС, 2004. - 325 с.

133. Целлюлолитические микроорганизмы и ферменты [Текст] // Итоги науки и техники. Сер. Биотехнология.Т.10.-М.:ВИНИТИ, 1998.-221с.

134. Шабанова Т.И. Проблема обеспечения населения безопасными продуктами питания и состояние продовольственного рынка России [Текст] / Шабанова Т.И. // Сибирский торгово-экономический журнал – 2009 - №9 – с.132

135. Шарова, Е.И. Клеточная стенка растений [Текст] // СПб.: Изд. СПб университета, 2004.- 156 с.

136. Шкапов, Е.И. Совершенствование технологии диспергирования зерна для производства хлебобулочных изделий [Текст]: Дис...канд. техн. Наук. –М., 2002.

137. Шатнюк, Л.Н. Пищевые микроингредиенты в создании продуктов здорового питания [Текст] / Л.Н. Шатнюк // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки.-2005.-№2.- С18-22.

138. Шульвинская И. В. Модификация функциональных свойств белково-липидных продуктов из семян рапса и сурепицы [Текст] /

Шульвинская И. В. // Известия вузов. Пищевая технология. – 2006. - № 1. – С.23-24

139. Шульвинская, И. В. Композиционные белковые добавки из семян масличных и бахчевых растений [Текст] /И. В. Шульвинская, О. А. Доля, О. В. Широкомядова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2007. - № 5-6. – С. 40-42.

140. Щеколдина Т. В. Получение белкового изолята из подсолнечного шрота [Текст] / Щеколдина Т. В., Кудинов П. И., Бочкова Л. К., Чалова И. А. // Известия вузов. Пищевая технология. – 2008. - № 1. – С. 19 – 20

141. Щеколдина Т. В. Применение белкового изолята подсолнечника в производстве хлеба из пшеничной муки[Текст] / Щеколдина Т. В., Кудинов П. И., Бочкова Л. К., Социянц Г. Г. // Известия вузов. Пищевая технология. – 2010. - № 1. – С.31-32

142. Щеколдина, Т. В. Математическое моделирование и разработка оптимальных режимов извлечения белковых веществ из подсолнечного шрота [Текст]/ Т. В.Щеколдина, П. И. Кудинов, Л. К. Бочкова, Г. Г. Социянц // Известия вузов. Пищевая технология. – 2010. - № 2-3. – С. 50-52.

143. Щербаков В.Г. Биохимия и товароведение масличного сырья [Текст] / В.Г. Щербаков. –М.: Агропромиздат, 1991. -304 с.

144. Щербаков, В.Г. Биохимия растительного сырья [Текст] / Под ред.В.Г. Щербакова, -М.:Колос, 1999.-376 с.

145. Alina, K-P. Trace elements in soil and plants. 2nd ed. [Text] / K-P. Alina, K.P. Herry. — N.Y., L.: CRC Press, 1992.

146. Dickinson E. Interfacial structure and stability of food emulsions as affected by protein-polysaccharide interactions. *Soft Matter*, v.4, p.932-942, 2008.

147. Ferretti, A. The effect offish oil supplementation on the excretion of the major metabolite of prostaglandin E in healthy male subject [Text] / A. Ferretti, J.T. Judd, R. Ballard-Barbash [et al.] // *Lipids*. -1991. - Vol. 26, № 7. - P. 500-503.

148. Guven, K.C. Pharmacological activities of marine algae [Text] / K.C.

Guven, B. Gavener, E. Guler // Introduction to Applied Phycology, SPB Academic Publishing by the Hague. — The Netherlands, 1990. - P. 67-92.

149. Haglund, O. The effect of fish oil on triglycerides, cholesterol, fibrinogen and malondialdehyde in humans supplemented with vitamin E [Text] / O. Haglund, R. Luostarinen, R. Wallin [et al.] // J. Nutr.- 1991.-Vol. 121, №2.-P. 165-169.

150. Hou, X. Determination of chemical species of iodine in some seaweeds (I) [Text] / X. Hou, C. Chai, Q. Qian [et al.] // The Science of Total Environment. — 1997. — Vol. 204. — P. 215-221.

151. Ikeda Shinya. Scaling behaviour of physical properties of food polysaccharide solutions: Dielectric properties and viscosity of sodium alginate aqueous solutions [Text] / Ikeda Shinya, Kumagai Hitoshi // J.Agr. and Food Chem. – 1997. – 45. 9. – c. 3452-3458.

152. ipatov N.N., Yudina S.B., Lisitsin A.B. Balanced gerodietic product based on meat // 35 godina casopisa tehnologija mesa godular.-Beograd.-1995.-Mai-jini.-P.136-139.

153. Marriott, B.M. Functional foods: an ecological perspective/ Marriott, B.M. // Am.J.Clin.Nutr. 2000.- P. 28-34

154. Mizota, T. Functional and nutritional food containing bifidogenic factors./ Mizota, T. // Bull.Int.Dairy.1996.- P. 31-35

155. Noda, H. Antitumor activity of marine algae [Text] / H. Noda, H. Amano, K. Arashima, K. Nisizawa // Hydrobiologia. — 1990. — № 204/205. - P. 577-584.

156. Schmitt C., Aberkane L., Sanchez C. Protein-polysaccharide complexes and coacervates. In: Handbook of hydrocolloids. Eds: Phillips G.O., Williams P.A., 2nd, Cambridge, UK: Woodheadp, p.420-476, 2009.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
"Орловский государственный институт экономики и торговли"

ОКП 91 46 15

Группа Н 68

УТВЕРЖДАЮ

Ректор

ФГБОУ ВПО ОрелГИЭТ

 Н.И. Лыгина15 мая

2013 г.

«КРУПКА РАПСОВАЯ»
(БИОМОДИФИЦИРОВАННАЯ ИЗ ЖМЫХА РАПСОВОГО)
ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ
ТУ 9146-026-02537419-13
Введены впервые

Дата введения в действие _____

РАЗРАБОТАНО

ФГБОУ ВПО ОрелГИЭТ

д.т.н., профессор, кафедры "Технологии,
организации и гигиены питания Литвинова Е.В.ассистент, кафедры "Технология,
организация и гигиена питания" Пахомова О.Н.

Орел

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего профессионального образования
 "Орловский государственный институт экономики и торговли"

ОКП 91 46 15



УТВЕРЖДАЮ

Ректор

ФГБОУ ВПО ОрелГИЭТ

Лыгина Н.И. Лыгина

15 мая

2013 г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ
 по производству
 «КРУПКИ РАПСОВОЙ»
 (БИОМОДИФИЦИРОВАННОЙ ИЗ ЖМЫХА РАПСОВОГО)

ТИ 02537419-026

Дата введения в действие _____

РАЗРАБОТАНО

ФГБОУ ВПО ОрелГИЭТ

д.т.н., профессор, кафедры "Технологии,
 организации и гигиены питания

Литвинова Литвинова Е.В.

ассистент, кафедры "Технология,
 организация и гигиена питания"

Пахомова Пахомова О.Н.

Орел

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего профессионального образования
 "Орловский государственный институт экономики и торговли"

ОКП 91 46 15



2013 г.

РЕЦЕПТУРА

«КРУПКА РАПСОВАЯ»
 (БИОМОДИФИЦИРОВАННАЯ ИЗ ЖМЫХА РАПСОВОГО)

РЦ 02537419-026

по ТУ 9146-026-02537419-13

Производится по технологической инструкции ТИ

Дата введения в действие _____

РАЗРАБОТАНО

ФГБОУ ВПО Орел ГИЭТ

д.т.н., профессор, кафедры "Технологии,
 организации и гигиены питания Литвинова Е.В.ассистент, кафедры "Технология,
 организация и гигиена питания" Пахомова О.Н.

Орел

УТВЕРЖДАЮ

Председатель Правления
ОРЛОВСКОГО РАЙПО
«ЕДИНСТВО»

Н.М. Павлова

3-го " Октября 2013 г.

АКТ

выработки опытной партии паштета рыбо-растительного

Мы, нижеподписавшиеся, представители ОПО "Союз Орловщины": директор общественного питания Бондаренко А.И., зав. производством Богданова Т.И., с одной стороны, а также представители ФБГОУ ВПО Орловского государственного института экономики и торговли: д.т.н., профессор кафедры "Технологии, организации и гигиены питания" Литвинова Е.В., ассистент кафедры "Технологии, организации и гигиены питания" Пахомова О.Н. с другой стороны, составили настоящий акт о том, что в течение сентября 2013 г. в производственном цехе ОПО "Союз Орловщины" были проведены опытные выработки паштета рыбо-растительного в соответствии с ТТК.

Оценка качества по физико-химическим и органолептическим показателям установила, что выработанные партии паштета рыбо-растительного соответствовали требованиям нормативной технической документации.

Комиссия рекомендует использование «Крупки рапсовой» (биомодифицированной из жмыха рапсового) в технологии фаршевых рыбных кулинарных изделий и дальнейшее ее применение на предприятиях пищевой промышленности.

Члены комиссии:**от ОПО "Союз Орловщины"**директор общественного питания
зав. производством

Бондаренко А.И. Бондаренко
Богданова Т.И. Богданова

от ФБГОУ ВПО ОрелГИЭТд.т.н., профессор, кафедры "Технологии,
организации и гигиены питания"
ассистент кафедры "Технологии,
организации и гигиены питания"

Литвинова Литвинова Е.В.
Пахомова Пахомова О.Н.

УТВЕРЖДАЮ
 Председатель Правления
 ОРЛОВСКОГО РАЙПО
 «ЕДИНСТВО»
 Н.М. Павлова
 20 13 г.



АКТ

объединенной приемочной дегустационной комиссии ОПО «Союз Орловщины» и кафедры «Технологии, организации и гигиены питания ФГБОУ ВПО ОрелГИЭТ.

Приемочная дегустационная комиссия в составе:

Председатель комиссии – Председатель Правления ОРЛОВСКОГО РАЙПО «ЕДИНСТВО» Павлова Н.М.

Члены комиссии:

Директор общественного питания Бондаренко А.И., зав. производством Богданова Т.И., д.т.н., профессор кафедры «Технологии, организации и гигиены питания» Литвинова Е.В., ассистент кафедры «Технологии, организации и гигиены питания» Пахомова О.Н. произвели оценку качества паштета рыбо-растительного, выработанного в течение сентября 2013 г. в условиях производственного цеха ОПО «Союз Орловщины».

Комиссия считает:

1. Представленный образец паштета рыбо-растительного характеризуется однородной, пластичной консистенцией, не имеющей следов заветривания. Запах и вкус соответствует отварной рыбе с легким ароматом крупки рапсовой без всяких посторонних оттенков.

Результаты органолептической оценки образцов нового вида паштета рыбо-растительного получены на основании дегустационных листов комиссии и представлены в форме сводной таблицы (использовалась разработанная 5-ти бальная шкала).

2. Представленный образец рыбо-растительного паштета по показателям качества соответствует требованиям технических документов и рекомендуется для внедрения в производство.

Таблица 1- Органолептическая оценка паштета рыбо-растительного

Показатель	Паштет рыбо-растительный	
	Балльная оценка	Коэффициент весомости
Цвет	4,8±0,2	1
Внешний вид	4,7±0,1	2
Консистенция	4,7±0,2	3
Запах	4,9±0,1	1
Вкус	4,8±0,1	3
Балльная оценка блюда	4,8	

ОПО "Союз Орловщины"

директор общественного питания

зав. производством

от ФГБОУ ВПО ОрелГИЭТ

д.т.н., профессор, кафедра "Технологии,
организации и гигиены питания"ассистент кафедры "Технологии,
организации и гигиены питания"

Бондаренко А.И. Бондаренко
Богданова Т.И. Богданова
Литвинова Е.В. Литвинова Е.В.
Пахомова О.Н. Пахомова О.Н.

ФГБОУ ВПО Орловский государственный институт экономики и торговли

ПРОТОКОЛ № 7

расширенной дегустации паштета рыбо-растительного

от « 15 » марта 2013 г.

Состав комиссии:

Зубцов Ю.Н.	д.м.н., профессор, зав. кафедрой «Технологии, организации и гигиены питания»
Литвинова Е.В.	д.т.н., профессор кафедры «Технологии, организации и гигиены питания»
Большакова Л.С.	к.б.н, доцент кафедры «Технологии, организации и гигиены питания»
Меркулова Е.Г.	к.б.н, доцент кафедры «Технологии, организации и гигиены питания»
Подкопаева З.П.	к.т.н, доцент кафедры «Технологии, организации и гигиены питания»
Пахомова О.Н.	Ассистент кафедры «Технологии, организации и гигиены питания»

На дегустации был представлен образец паштета рыбо-растительного, выработанного в лаборатории кафедры «Технологии, организации и гигиены питания» ОрелГИЭТ.

Представленный образец паштета рыбо-растительного характеризуется однородной, пластичной консистенцией, не имеющей следов заветривания. Запах и вкус соответствует отварной рыбе с легким ароматом крупки рапсовой без всяких посторонних оттенков.

Результаты оценки органолептических показателей паштета рыбо-растительного показали, что он по качеству соответствует требованиям нормативной документации и способен удовлетворять спрос потребителя.

Дегустационная комиссия, оценив образец паштета рыбо-растительного, приняла решение рекомендовать его к внедрению в производство.

Подписи присутствующих:

Зубцов Ю.Н. Профессор, д.м.н., зав. кафедрой
«Технологии, организации
и гигиены питания»

Литвинова Е.В. д.т.н., профессор кафедры «Технологии,
организации и гигиены питания»

Большакова Л.С. к.б.н., доцент кафедры «Технологии,
организации и гигиены питания»

Меркулова Е.Г. к.б.н., доцент кафедры «Технологии,
организации и гигиены питания»

Подкопаева З.П. к.т.н., доцент кафедры «Технологии,
организации и гигиены питания»

Пахомова О.Н. Ассистент кафедры «Технологии,
организации и гигиены питания»

Удостоверяю

начальник отдела кадров

ФГБОУ ВПО Орловского государственного

института экономики и торговли

Садовникова Е.М.



Приложение 7

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГБОУ ВПО «ОрелГИЭТ»

д.э.н. профессор

 Н.И. Лыгина

« 5 » сентября 2013 г.

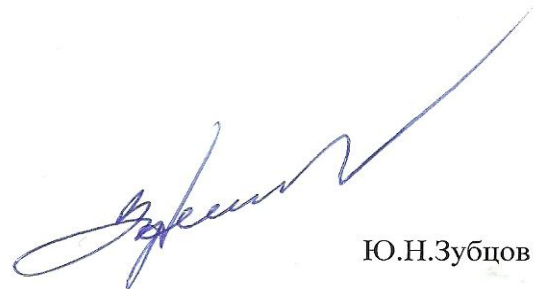
АКТ

о внедрении результатов исследования в учебный процесс

Результаты научных исследований ассистента кафедры «Технологии, организации и гигиены питания» Пахомовой Ольги Николаевны используются в учебном процессе для студентов, обучающихся по специальности 260501.65 «Технология продуктов общественного питания», при чтении лекций, выполнении лабораторных работ, курсовом и дипломном проектировании по дисциплинам «Технология продуктов общественного питания», «Технология функционального питания», «Технология диетического и лечебно – профилактического питания»

Зав. кафедрой «Технологии,
организации и гигиены питания»,
д.м.н., профессор

Секретарь, доцент, к.т.н. кафедры «Технологии,
организации и гигиены питания»



Ю.Н.Зубцов



О.Л. Ладнова



УТВЕРЖДАЮ
 ДИРЕКТОР УПК ОП
 ФГБОУ ВПО ОрелГИЭТ
 Гревцева Т.И. *[Signature]*
 « 6 » *декабря* 2013 г

Технико-технологическая карта №237

Наименование изделия: Паштет рыбо-растительный

Область применения: УПК ОП ФГБОУ ВПО ОрелГИЭТ

Перечень сырья: пикша потрошенная обезглавленная, крупка рапсовая, вода.

Нормы закладки сырья

Наименование сырья	Нормы закладки на 100 порций	
	Брутто, кг	Нетто, кг
Пикша потрошенная обезглавленная	12,3	9,0 ¹
Вода	1,8	1,8
Крупка рапсовая	0,9	0,9
Выход		10,0

Примечания: ¹ - масса филе с кожей без реберных костей

Технологический процесс

Для приготовления паштета рыбо-растительного филе рыбы без кожи и костей нарезают на куски, измельчают на куттере ROBOT COUPE R5 PLUS в режиме "резание" при 1500 об/мин не менее 3 мин, перемешивают в вместе с обводненной крупкой рапсовой (гидромодуль 1:2, время набухания 10 мин) в куттере ROBOT COUPE R5 PLUS в режиме «смешивание» в течение 1 мин и укладывают в формы.

Варят в пароконвектомате в режиме: конвекция с добавлением 50% пара, $t = 105 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $\tau = 15 \text{ мин}$.

Требования к оформлению, подаче, реализации и хранению

Отпускают по 30-100 г на порцию. Хранят при температуре 4 °С не более 48 ч.

Органолептические показатели

Цвет	Однородный с коричневым оттенком
Внешний вид	Однородная, равномерно измельченная масса, не имеет следов заветривания
Консистенция	Гомогенная, мягкая, пластичная, в меру маслянистая масса без признаков зернистости
Запах	Соответствующий отварной рыбе с легким ароматом крупки рапсовой
Вкус	Вкус отварной рыбы с незначительной привкусом крупки рапсовой без всяких посторонних оттенков

Пищевая и энергетическая ценность 1 порции (100 г)

Пищевые вещества	Паштет рыбо-растительный
Белки, г	17,6
Жиры, г	0,7
Углеводы, г	3,4

Ответственный разработчик:

Пахомова О.Н.  подпись

Срок действия технико-технологической карты « _____ »
(определяется предприятием)

Организация ФГБОУ ВПО ГИЭТ
Предприятие УПК ОП

Типовая форма №57

КАЛЬКУЛЯЦИОННАЯ КАРТОЧКА

Номер по сборнику рецептов-----

Наименование блюда **Паштет рыбо-растительный**

Порядковый номер калькуляции, дата утверждения	№1 « 6 » декабря 2013г.			№2 « ____ » 2012г			№3 « ____ » 2012г			№4 « ____ » 2012г			№5 « ____ » 2012г			№6 « ____ » 2012г				
	№ п/п	Продукты наименование	ко д	Норма, г/кг	Цена а, руб. коп	Сумма а, руб. коп	Норма а, кг	Цена , руб. коп	Сумма , руб. коп	Норма , кг	Цена , руб. коп	Сумма , руб. коп	Норма , кг	Цена , руб. коп	Сумма , руб. коп	Норма , кг	Цена , руб. коп	Сумма , руб. коп		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	Пикша		9	126	1134															
2	Крупка рапсовая		0,9	22,0	19,82															
3	Вода		1,8																	
	Общая стоимость сырьевого набора на 100 блюд				1153,8															
	Продажная цена одного блюда				11,54															
	Выход в готовом виде одного блюда (в гр)				100															
	Заведующий производством																			
	Калькуляцио составил																			
	УТВЕРЖДАЮ Руководитель организации																			



[Handwritten signature]