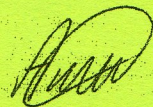


На правах рукописи



ЛЮТОВА ЕКАТЕРИНА ВЛАДИМИРОВНА

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ
ПЛАВЛЕННОГО СЫРА, ОБОГАЩЕННОГО ИКРОЙ И МОЛОКАМИ
СЕЛЬДИ БАЛТИЙСКОЙ (CLUPEA HARENGUS MEMBRAS)**

05.18.04 Технология мясных, молочных, рыбных продуктов
и холодильных производств

05.18.07 Биотехнология пищевых продуктов и биологических активных веществ

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Калининград - 2015

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Калининградский государственный технический университет» (ФГБОУ ВПО «КГТУ»)

Научный руководитель кандидат технических наук, доцент
Ключко Наталия Юрьевна

Официальные оппоненты: **Забодалова Людмила Александровна**
доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой технологии молока и пищевой биотехнологии Института холода и биотехнологий ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», Заслуженный работник высшей школы РФ

Чупахина Галина Николаевна
профессор кафедры молекулярной физиологии и биофизики ФГАОУ ВПО «Балтийский федеральный университет им. И. Канга», доктор биологических наук, профессор, Почетный работник высшей школы РФ

Ведущая организация **ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный технический университет»**

Защита диссертации состоится «14» мая 2015 г. в 12 ч. 00 мин. на заседании диссертационного совета Д 307.007.01, на базе Федерального государственного бюджетного высшего профессионального образования «Калининградский государственный технический университет» по адресу: 236022, г. Калининград, Советский проспект, д. 1, конференц-зал (ауд. 255).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет»

[http:// www.klgtu.ru/science/](http://www.klgtu.ru/science/)

E-mail: alexbelykh87@gmail.ru

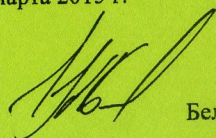
Факс: 8 (4012) 99-53-46

Автореферат разослан «12» марта 2015 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета

кандидат технических наук



Белых Александр Владимирович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. В современных условиях жизни человеку приходится испытывать последствия стрессов и неблагоприятной экологической обстановки, что приводит к иммунодепрессивному состоянию организма. По данным Всемирной организации здравоохранения у 70% населения России снижен иммунитет (Мировая статистика здравоохранения, 2013).

Питание - важный фактор повышения иммунитета и профилактики многих распространенных заболеваний. Актуальной задачей является создание пищевых продуктов массового потребления, обогащенных биологически активными веществами (БАВ) иммуностропного действия. В настоящее время доказана биологическая активность нуклеиновых кислот при их употреблении в пищу, проявляющаяся в иммуномодулирующем, противовирусном, кардиопротекторном и противоопухолевом действиях, повышении физической и умственной работоспособности человека (Беседнова, Эпштейн, 2002). Среди известных сырьевых источников нуклеиновых кислот особое внимание заслуживают гонады (икра и молоки) рыб, в которых дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК) находится в комплексе с белком протамином, благодаря чему они обладают наиболее эффективным фармакологическим действием (Беседнова, 1999). При этом гонады сельдевых рыб содержат повышенное количество протаминов с антимикробным действием (Чернышева, 2002).

На рынке молочных изделий плавленный сыр (ПС) является одним из наиболее популярных продуктов. По сравнению с натуральными сырами он содержит больше растворимых форм белка и хорошо эмульгированный жир, что способствует его повышенной усвояемости. Производители расширяют ассортимент плавленных сыров за счет обогащения ветчиной, салями, лососем, грибами, ягодами и другими компонентами (Чечко, 2014; Tamime, 2013; Дунаев, 2012).

Однако до сих пор в рецептуре обогащенного плавленного сыра (ОПС) не используются икра и молоки рыб, в том числе сельдевых. Практически не находят пищевого использования гонады сельди балтийской или салаки (*Clupea harengus membras*). Её икра и молоки в основном утилизируются с отходами. При этом они характеризуются высоким содержанием белка (до 22 %), липидов (до 10 %), минеральных (до 7 %) и других биологически ценных соединений. Икра и молоки салаки четвертой стадии зрелости отличаются повышенными вкусовыми и пищевыми качествами, они содержат 0,22-1,0% ДНК (Klüver, 2007), что позволяет рекомендовать их в качестве обогащающей добавки при производстве ОПС.

№ 19К1.
Библиотека

Существенным фактором повышения качества ОПС является применение современных жидких копильных сред (ЖКС) – фитокопильных композиций, содержащих не только вкусо-ароматические, антиокислительные и консервирующие компоненты, но и БАВы растений, повышающие их пищевую ценность: флавоноиды, гликозиды и другие (Мезенова, Клочко, 2009).

Степень разработанности темы. Большой теоретический и практический вклад в развитие технологий сыров и сырных продуктов внесли ученые отечественных и зарубежных школ прикладной биотехнологии: Н.Н. Липатов (ст), Н.Н. Липатов (мл), Н.И. Дунченко, З.С. Зобкова, Н.П. Захарова, Л.А. Остроумов, Н.А. Тихомирова, И.А. Евдокимов, Н.Б. Гаврилова, В.Г. Тиняков, А.У. Tamime, К. Michelle и другие.

Направления рационального использования рыбных ресурсов в технологии молочных продуктов научно обоснованы в исследованиях Л.С. Абрамовой, И.В. Кизеветтера, И.Н. Кима, Л.Р. Копыленко, Н.В. Назаренко, Т.Н. Радаковой, Т.М. Сафроновой, М.Е. Цибизовой и др. Однако в данных работах отсутствует обоснование совместного использования компонентов сырного продукта, икры и молоко сельдевых рыб, фитокопильных компонентов в технологии ОПС повышенной пищевой ценности.

Цель и задачи исследования. Цель работы заключалась в обосновании технологии обогащения плавленого сыра, позволяющей получить продукт функционального назначения путем внесения икры и/или молока салаки.

Для достижения поставленной цели решались следующие основные задачи:

1. Исследовать биотехнологический потенциал и безопасность гонад салаки, обосновать их использование в составе ОПС как полифункциональной добавки.
2. Изучить динамику окислительно-гидролитической биотрансформации липидов икры и молоко салаки в процессе их холодильного хранения.
3. Провести моделирование рецептур и установить оптимальные значения дозировок полифункциональных добавок в составе ОПС.
4. Обосновать рациональный режим плавления обогащенной сырной массы.
5. Изучить динамику показателей качества и установить срок годности ОПС.
6. Исследовать пищевую ценность и обосновать функциональность плавленого сыра, обогащенного икрой и/или молоками салаки.
7. Разработать технологическую схему и документацию на производство ОПС и готовый продукт.
8. Провести промышленную апробацию предлагаемой технологии.
9. Оценить эффективность разработанной технологии.

Научная новизна работы. Научно обосновано и экспериментально подтверждена целесообразность обогащения на этапе плавления многокомпонентной сырной

массы биологически активными веществами мороженых икры и/или молока салаки, что позволяет получить продукцию функционального назначения, обладающую повышенной сбалансированностью по белковой, липидной и нуклеиновой фракциям.

Показан высокий биотехнологический потенциал гонад салаки по содержанию незаменимых аминокислот (НАК), ненасыщенных жирных кислот (ННЖК), нуклеотидов, протаминов и других БАВ. Изучена динамика биотрансформации липидов икры и молоко салаки в процессе гидролитических и окислительных изменений, происходящих при холодильном хранении.

Получены математические модели, адекватно описывающие процесс формирования качества обогащенного плавленого сыра. Установлено количественное влияние и оптимальные значения дозировок икры и/или молока и молока на качество обогащенной продукции. Установлено влияние температуры плавления на функционально-технологические свойства сырной системы.

Исследована пищевая ценность готового продукта. Установлены его общий химический, а также аминокислотный и жирнокислотный составы белков и липидов обогащенного сыра; показаны его повышенная сбалансированность по БАВ-м, функциональность по содержанию эссенциальных жирных кислот и ДНК. Подтверждена безопасность продукции по регламентированным в стандартах показателям.

Установлены особенности формирования качества готовой продукции на этапах получения и хранения сыра по комплексу органолептических оценок, биохимических характеристик белков и липидов, микробиологических показателей.

Теоретическая и практическая значимость работы. Усовершенствована технология плавленого сыра с добавлением икры и/или молока салаки, регламентированная в ТУ 9225–006–00471544–2014 «Сыры плавленые «Янтарная икринка» и соответствующей технологической инструкции (ТИ 9225–007–00471544–2014). Рекомендовано хранение мороженых икры и молоко салаки не более 4 месяцев при минус 18⁰С. Проведена промышленная апробация технологии на молокоперерабатывающем предприятии «Кировский Сыродельный Завод» (Калининградская область, Полесский район, п. Тургенево). Результаты работы используются в учебном процессе подготовки бакалавров по направлениям 240700 и 19.03.01 – «Биотехнология», специалистов по специальности 240902.65 – «Пищевая биотехнология» ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет».

Методология и методы исследования. При проведении исследований использовали стандартные, общепринятые и модифицированные органолептические, физико-химические, химические, микробиологические и биохимические методы исследований. Статистическую обработку данных проводили стандартными методами дис-

персонального, корреляционного и регрессивного анализов на ПЭВМ с пакетом прикладных программ Office Pro (Word, Excel) и Mathcad 2010 Professional.

Основные положения, выносимые на защиту:

- оценка биотехнологического потенциала и безопасности икры и молок салаки, как полифункциональной многокомпонентной добавки;
- зависимости качества обогащенного плавленого сыра от функциональных компонентов рецептуры и температуры плавления композиции;
- показатели повышенной биологической ценности и функциональности обогащенного плавленого сыра.

Достоверность результатов подтверждается трехкратной повторностью опытов, воспроизводимостью экспериментальных данных, их статистической обработкой, апробацией технологического решения в производственных условиях.

Соответствие качества и безопасности ОПС требованиям технического регламента таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013) подтверждены исследованиями в лаборатории ФГБУ «Калининградская межобластная ветеринарная лаборатория» и научно-исследовательской ихтиопатологической лаборатории ФГБОУ ВПО «КГТУ», имеющих государственную аккредитацию.

Апробация результатов. Основные результаты исследований обсуждены на конференциях различного уровня: IX-XII МНК «Инновации в науке, образовании и бизнесе – 2011-2014» (Калининград, 2011-2014), IV Межд. НПК с межд. уч. «Пищевая и морская биотехнология – для здорового питания и решения медико-социальных проблем» (Светлогорск, 2011), V Международная научно-практическая конференция «Научно-техническое творчество молодежи – путь к обществу, основанному на знаниях» (Москва, 2013), 8th International Scientific Conference Students on their way to science (Елгава, Латвия, 2013), IX Международная конференция АтлантНИРО «Производство рыбной продукции: проблемы, новые технологии, качество» (Светлогорск, 2013), VII конференция молодых ученых и специалистов научно-исследовательских институтов хранения и переработки сельскохозяйственной продукции Россельхозакадемии (Москва, 2013), IV научно-практическая конференция молодых ученых с международным участием. ВНИРО (Москва, 2013).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 25 научных работ, в том числе 4 в ведущих рецензируемых научных журналах по перечню ВАК.

Объем и структура работы. Диссертационная работа состоит из введения, обзора научно-технической и патентной литературы, методической и экспериментальной частей, выводов, списка литературы и приложений.

Основной текст работы изложен на 150 страницах, включает 22 рисунка, 43 таблицы. Список литературы насчитывает 207 наименований, в том числе – 25 иностранных источников. В приложениях к диссертации приведены материалы, подтверждающие достоверность, новизну и практическую значимость результатов.

Благодарности. Автор благодарен за внимание, ценные советы и практическую помощь всем причастным к данной работе.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **«Введении»** обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи, научная новизна и практическая значимость работы, положения, выносимые на защиту.

В первой главе **«Обзор литературы»** показаны современные тенденции совершенствования технологии плавленых сыров, способы использования икры и молок гидробийонтов и жидких копильных сред в пищевых технологиях, в том числе сыров.

Во **второй главе «Организация эксперимента и методы исследования»** представлена схема эксперимента (рисунок 1), приведена характеристика объектов исследования и методов анализа.

Эксперименты проводили на икре и молоках сельди балтийской или салаке (*Clupea harengus membras*), в отдельных исследованиях применяли икру судака (*Sander lucioperca*), которые соответствовали требованиям ТУ 9264-093-00472093-2000 «Икра, молоки и печень рыб мороженые». В качестве базовой рецептуры для приготовления ОПС использовали компонентный состав плавленого сыра «Нежный» (ТУ 9225-008-44065325-2002): сыры полутвердых сортов (45% жирности), творог (5% жирности), молоко питьевое пастеризованное (2,5 % жирности), сахар, соль-плавитель «Фонакон», молоко сухое и масло крестьянское (72,5% жирности), отвечающие требованиям технических документов и ТР ТС 033/2013, ТР ТС 021/2011. Дополнительно вносили ЖКС «Фито» (ТУ 2455-033-00038155), обогащающую ОПС вкусо-ароматическими и БАВами натуральной природы.

Исследования проводили по следующим методикам. Органолептическую оценку ОПС (1) осуществляли по разработанной 5-бальной шкале с учетом коэффициентов значимости отдельных показателей качества (суммарная оценка 20,0 баллов). Органолептическую оценку икры и молок салаки (2), массовую долю воды (3), белка (4), жира (5), минеральных веществ (6), поваренной соли (7), небелкового азота (8), значения кислотного (9), перекисного (10) и тиобарбитурового (11) чисел липидов определяли стандартными методами; активность воды (12) анализировали на приборе AquaspectorAQS-2; реологические свойства сырной массы - на вискозиметре Brookfield 2 (13); качественный и количественный состав АК белков (14) – методом

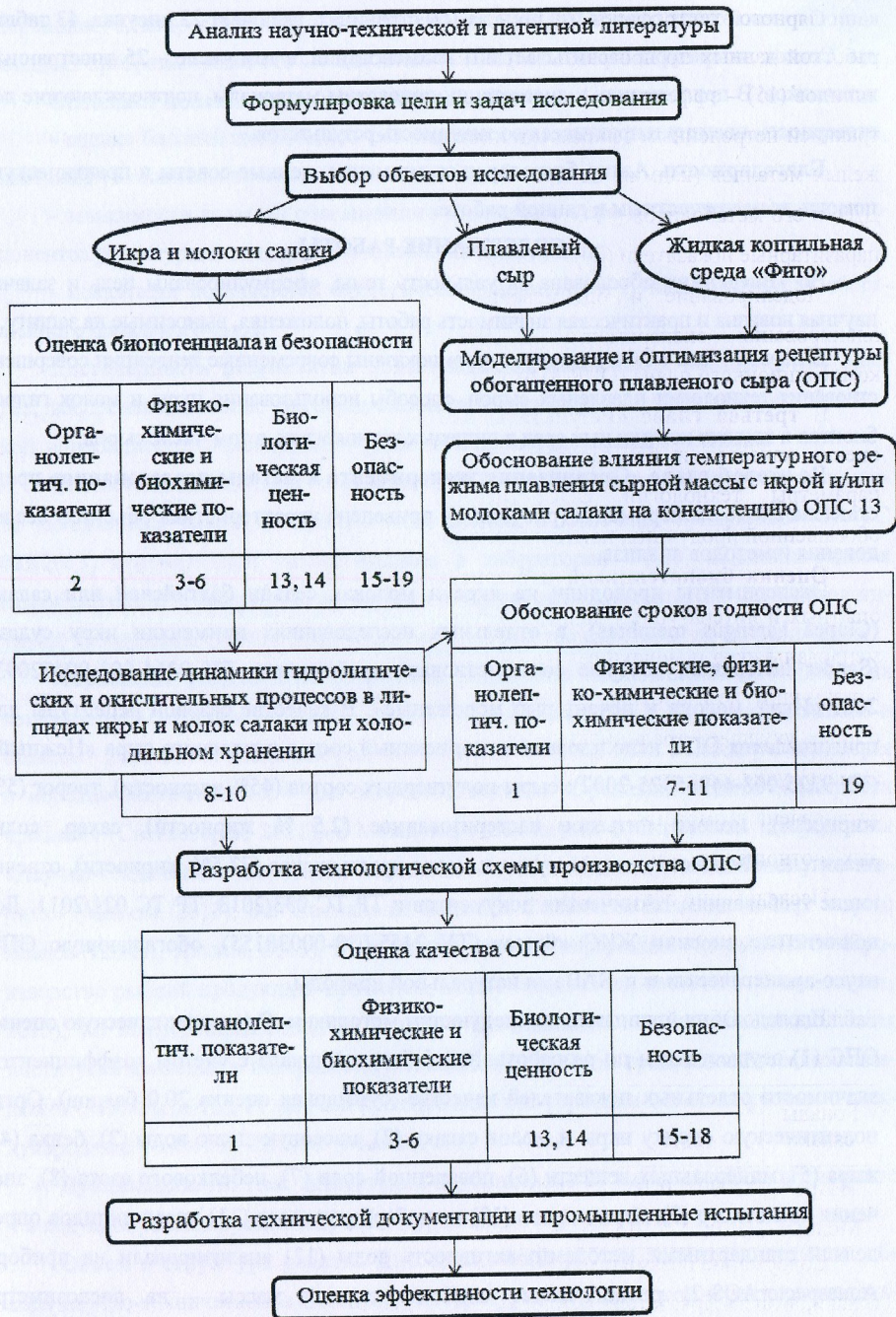


Рисунок 1 – Схема постановки исследований

капиллярного электрофореза на приборе «Капель» с последующей компьютерной обработкой данных по программе Мультихром для Windows; жирнокислотный состав липидов (15) – эффективной жидкостной хроматографией с предварительной их экстракцией петролейным эфиром (стандартный метод ФРГ L.06.00-12); содержание тяжелых металлов (кадмия, свинца, мышьяка, ртути) (16), пестицидов (ГХЦП(α, β, γ), ДДТ и его метаболитов (17), бенз(а)пирена (18), а также микробиологические (19) и паразитарные показатели (20) – стандартными методами.

Моделирование и оптимизацию рецептуры ОПС осуществляли методом планирования эксперимента с применением ортогонального центрального композиционного плана (ОЦКП) второго порядка для двух факторов.

В третьей главе «Результаты исследований и их обсуждение» проведена оценка качества и безопасности икры и молок салаки, установлены основные параметры технологии ОПС, исследованы показатели пищевой ценности обогащенной продукции, показан экономический эффект.

Оценка биопотенциала и безопасности икры и молок салаки. На основе опытных и литературных данных (Котляр, 2004) для изготовления ОПС были рекомендованы икра и молоки салаки IV стадии зрелости, когда икринки сформированы, ястыки упругие и плотные, молоки имеют белый цвет и их добавление в плавленный сыр не ухудшает традиционные органолептические показатели данной продукции. Однако, учитывая, что в партии попадают гонады различной степени созревания, установлена возможность введение в сырную массу смеси икры и молок при массовых соотношениях в них сырья стадий зрелости III (и/или V) : IV, как 1 : 3.

Исследования общего химического состава икры и молок салаки (таблица 1) показали, что данное сырье можно отнести к добавкам с высоким содержанием белка, жира и минеральных веществ.

Таблица 1 - Общий химический состав и энергетическая ценность икры и молок салаки IV стадии зрелости

Гонады салаки	Массовая доля, %				Энергетическая ценность, ккал
	воды	белка	жира	минеральных веществ	
Икра	65,00 ± 0,10	21,70 ± 0,10	9,40 ± 0,20	3,90 ± 0,10	171,40
Молоки	74,00 ± 0,10	16,22 ± 0,10	4,60 ± 0,15	5,18 ± 0,10	106,30

Содержание незаменимых АК и частично заменимых АК в белках икры и молок салаки, а также показатели аминокислотной сбалансированности, свидетельствующие о высокой пищевой ценности сырья, представлены в таблице 2.

Таблица 2- Содержание АК в белках гонад салаки и показатели их биологической ценности

Наименование аминокислоты	Аминокислотная шкала «идеального» белка (ФАО/ВОЗ 2008)	Содержание аминокислот, г/100 г белка (АК) и аминокислотный скор, % (АС)			
		Икра салаки		Молоки салаки	
		АК	АС	АК	АС
<i>Незаменимые аминокислоты</i>					
Валин	3,90	4,90	126	4,26	109
Лейцин	5,90	7,86	133	5,25	89
Изолейцин	3,00	3,79	126	3,50	117
Лизин	4,50	6,28	140	5,10	113
Метионин + цистин	2,20	2,10 + 0,15	95	1,54 + 0,15	70
Фенилаланин + тирозин	6,30	6,94 + 2,30	110	4,60 + 2,05	73
Треонин	2,30	3,05	133	2,76	120
Триптофан	0,60	0,80	133	0,62	103
Сумма НАК	28,70	38,17		29,83	
<i>Частично заменимые аминокислоты</i>					
Аргинин	-	7,10		13,60	
Гистидин	-	1,76		1,12	
<i>Показатели аминокислотной сбалансированности</i>					
АС _{min}	100	95		70	
Биологическая ценность (БЦ)		70,90		70,70	
R _c , дол. ед.		0,71		0,69	
σ, г/100 г белка эталона		11,5		13,9	

R_c (Коэффициент рациональности аминокислотного состава), дол. ед.; σ (Показатель сопоставимой избыточности НАК), г/100 г белка эталона

Наличие всех аминокислот, а также значения АС и БЦ, R_c, σ белков икры и молока подтверждают их белковый биопотенциал, при этом высокое содержание аргинина в икре и особенно молоках салаки (соответственно 7,1 и 13,6 мг/100 г) свидетельствует о присутствии особых белков протаминов, которые в комплексе с ДНК оказывают фармакологическое и антимикробное действие (Захарова, 2009).

Исследования жирнокислотного состава липидов икры и молока салаки и расчет показателей их сбалансированности (таблица 3) показали, что сырьё является эффективным источником биологически активных полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), в том числе ω3 и ω6 семейств при высоких значениях коэффициентов жирнокислотной сбалансированности относительно норм физиологической потребности индивидуальных ЖК, регламентированных в МР 2.3.1.2432-08 «Нормы...».

Таблица 3- Содержание жирных кислот и показатели их сбалансированности в липидах икры и молоко салаки

Наименование показателя	Содержание ЖК		
	МР 2.3.1.2432-08 «Нормы...»	Икра салаки	Молоки салаки
НЖК, % от ∑ ЖК	30,0	41,5	26,1
ННЖК, % от ∑ ЖК	-	58,5	73,9
МНЖК, % от ∑ ЖК	60	27,9	37,8
ПНЖК, % от ∑ ЖК в том числе:	10	30,6	36,1
линолевая (18:2) ω6	7,5	11,4	7,8
α-линоленовая (18:3) ω3	1,0	8,7	2,0
γ-линоленовая (18:3) ω6		4,3	2,0
эйкозапентаеновая (20:5) ω3	-	2,1	5,2
докозагексаеновая (22:6) ω3	-	1,8	17,9
арахионовая (20:4) ω6	1,5	2,3	1,2
∑ ЖК ω3 семейства, % от ∑ ЖК	-	12,6	25,1
∑ ЖК ω6 семейства, % от ∑ ЖК	-	18,0	11,0
<i>Показатели жирнокислотной сбалансированности</i>			
<i>Эссенциальные ЖК</i>			
	10,0	26,7	13,0
Соотношение ПНЖК:МНЖК:НЖК	1:6:3	1,1:1:1,5	1,4:1,4:1
Кэф. жирнокислотной сбалансированности, R _i , дол. ед. i=1...3	R _i →1	0,69	0,71
i=1...6 (Лунатов, Лисицин, 1996)	R _i →1	0,40	0,69

По содержанию токсичных элементов, пестицидов, радионуклидов, а также микробиологической и паразитарной безопасности всё сырьё соответствовало требованиям технических документов и ТР ТС 021/2011.

Сравнительный анализ количеств мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) в модельных образцах плавленого сыра с добавлением охлажденных и мороженых икры и молока рыб, выловленных в водоемах различной степени солености и загрязненности - Балтийском море (салака) и Куршском заливе (судак), показал их безопасность по требованиям ТР ТС 033/2013 (не более 1·10⁴ КОЕ/г). При этом значение КМАФАнМ в ОПС с добавлением охлажденных икры и молока было выше, чем при использовании замороженных (соответственно 3*10² -7*10² против 2,5*10² КОЕ/г). Поэтому для производства ОПС рекомендуется использовать мороженое сырьё, что также удобно для организации бесперебойного производства на базе молочного предприятия, гарантируя высокое качество и безопасность сырья.

Полученные данные свидетельствуют о высоком биопотенциале и безопасности икры и молок салаки, как источников НАК, ПНЖК, протамина и ДНК, что позволяет рекомендовать их в качестве функциональных добавок в технологии ОПС.

Оценка гидролитических и окислительных процессов в липидах икры и молок в процессе холодильного хранения. Согласно требованиям ТУ 9264-093-00472093-2000 нормативный срок хранения икры и молок салаки при температуре минус 18°C составляет 4 месяца. Характерная особенность жиров икры и молок рыб - их легкая окисляемость. Для оценки гидролитических и окислительных процессов, происходящих в их липидах в процессе холодильного хранения, определяли изменение кислотного (КЧ), перекисного (ПЧ) и тиобарбитурового (ТБЧ) чисел (рисунки 2 – 4).



Рисунок 2 - Динамика кислотных чисел липидов икры и молок салаки при хранении

Рисунок 3 - Динамика перекисных чисел липидов икры и молок салаки при хранении

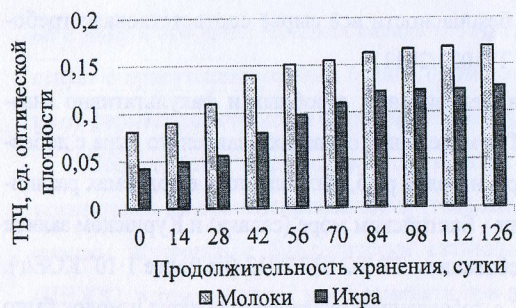


Рисунок 4 - Динамика тиобарбитуровых чисел липидов икры и молок салаки при хранении

Анализ полученных данных показал накопление продуктов гидролиза и окисления жиров, не превышающее допустимых уровней (СанПиН 2.3.2.1078-01): к 126-м сут. хранения КЧ икры и молок составило соответственно 2,8 и 3,9 мг КОН на 1 г жира, ПЧ – 2,3 и 4,1 ммоль активного кислорода на 1 кг жира, ТБЧ – 0,13 и 0,17 единиц оптической плотности. Это позволяет ре-

комендовать срок хранения мороженых икры и молок салаки, направляемых на приготовление ОПС, не более 4-х месяцев.

Обоснование рецептур обогащенного плавленого сыра. Согласно маркетинговым исследованиям рынка плавленых сыров большинство российских респондентов предпочитают пастообразные (Маркетинговые исследования ..., 2013). Среди различных рецептур данной группы одна из наиболее популярных – плавленого сыра «Нежный» (ТУ 9225-008-44065325-2002), которая и была принята за базовую.

При оптимизации рецептуры ОПС, проведенной с применением математического моделирования (ОЦКП второго порядка для двух факторов в трех партиях экспериментов с различными рецептурами), варьировали соответственно массовые доли икры (M_u) и/или молок (M_m) и питьевого молока (M_{mol}). Параметром оптимизации выбрали обобщенную характеристику y , включающую частные отклики: органолептическую оценку ОПС (O), предел текучести (σ_m), динамическую вязкость (η) и массовую долю влаги (ω_v) в сырной массе. Реализация плана эксперимента на примере ОПС с икрой и молоками салаки приведена в таблице 4.

Таблица 4 - План эксперимента по моделированию и оптимизации рецептуры ОПС с добавлением икры и молок салаки и показатели качества готовой продукции

№ опыта	План эксперимента		Частные отклики (показатели качества)				Обобщенный параметр оптимизации, y
	$M_u, \%$	$M_m, \%$	$O, баллы$	$\sigma_m, Па$	$\eta, сПз$	$\omega_v, \%$	
1	5	5	17,0	153,2	2055	58,52	2,8378
2	5	10	18,3	96,6	946	58,81	2,8307
3	5	15	17,0	59,9	234	60,16	0,1617
4	10	5	16,8	77,7	979	59,76	0,1663
5	10	10	18,4	71,3	607	60,81	1,0121
6	10	15	16,4	70,5	398	61,64	1,0110
7	15	5	16,7	155,0	775	59,95	2,7878
8	15	10	14,1	183,2	1003	58,68	0,1141
9	15	15	14,7	119,3	490	61,33	1,0025

Обработка экспериментальных данных позволила получить зависимости, адекватно связывающие качество ОПС с дозировками икры и/или молок салаки и питьевого молока:

- ОПС с икрой и молоками: $y=8,88-1,75 \cdot M_u+0,059 \cdot M_m+0,02 \cdot M_u \cdot M_m+0,09 \cdot M_u^2-0,02 \cdot M_m^2$;
- ОПС с икрой: $y=34,31-3,28 \cdot M_u+0,79 \cdot M_{mol}+0,01 \cdot M_u \cdot M_{mol}+0,10 \cdot M_u^2-0,02 \cdot M_{mol}^2$;
- ОПС с молоками: $y=12,53-1,39 \cdot M_m+1,24 \cdot M_{mol}+0,02 \cdot M_m \cdot M_{mol}+0,06 \cdot M_m^2-0,02 \cdot M_{mol}^2$;

На рисунке 5 представлена одна из графических интерпретаций модели ОПС, которая наглядно показывает области локализации и оптимальные значения факторов. Для ОПС с икрой и молоками салаки они составили M_u - 9,8% и M_m - 4,8%; икрой M_u - 15,0% и M_{mol} - 26,5%; молоками M_m - 6,9% и M_{mol} - 29,4%.

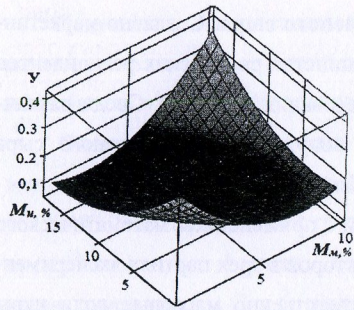


Рисунок 5 – Математическая модель рецептуры ОПС с икрой и молоками салаки

С учетом полученных данных разработаны рецептуры ОПС (таблица 5). Для повышения сенсорной привлекательности и увеличения срока хранения плавленого сыра в его рецептуру ввели ЖКС «Фито» (ТУ 2455-033-00038155), богатую ароматическими фенольными веществами, карбонилами, флавоноидами, гликозидами, органическими кислотами и другими БАВ, которые обладают вкусоароматическими, антисептическими и антиокислительными свойствами (Ключко, Мезенова, 2009).

Таблица 5 - Рецептуры ОПС с икрой и/или молоками салаки

Наименование сырья	Содержание в ОПС с добавлением, %		
	икры и молок салаки	икры салаки	молок салаки
Сыры полутвердых сортов с массовой долей сухого вещества 56%, жира в сухом веществе 45%	20,83	20,73	23,03
Творог с массовой долей жира в сухом веществе 5%	17,10	17,00	17,62
Молоко нормализованное с массовой долей жира 2,5%	26,60	26,50	29,40
Сахар-песок	0,17	0,17	0,19
Соль-плавитель «Фонакон»	1,50	1,50	1,50
Молоко коровье сухое обезжиренное с массовой долей сухого вещества 96%	4,05	4,00	4,50
Масло крестьянское с массовой долей сухого вещества 75%, жира 72,5%	15,05	15,00	16,76
ЖКС «Фито»	0,10	0,10	0,10
Икра салаки	9,80	15,00	-
Молоки салаки	4,80	-	6,90
Итого	100,00	100,00	100,00

Готовая продукция, приготовленная по данным рецептурам, имела чистую, ровную поверхность; вкус и запах – приятные, выражены сырный и сливочный оттенки; консистенция - нежная, мажущаяся, однородная; цвет – желтовато-кремовый, в образцах с икрой – светло-коричневые икринки равномерно распределены по всей массе.

Обоснование температурного режима плавления сырной массы с икрой и молоками салаки проводили с учетом её вязкостных свойств. В исследуемых образцах ОПС определяли предел текучести и динамическую вязкость при температурах плавления 70; 75; 80; 85; 90 и 95 °С в течение 10 минут (рисунок 6). Видно, что при повышении температуры плавления сырной массы значения данных показателей

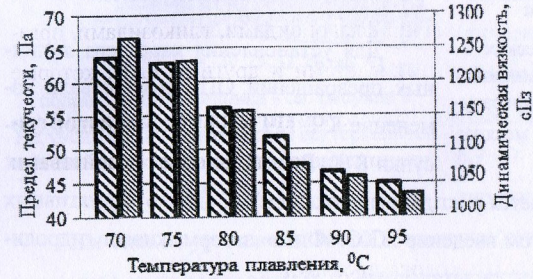


Рисунок 6 – Изменение предела текучести и динамической вязкости ОПС с икрой и молоками при различных температурах плавления

уменьшаются, что связано с увеличением количества растворимого белка.

Максимальное приближение к рациональным значениям динамической вязкости и предела текучести (соответственно 1100 сПз и 50 Па) (Lucey, 2003) достигается при температуре плавления ОПС 85±2 °С в течение 10 минут. Этот температурный режим также позволяет обеспечить микробиологическую безопасность продукта, поскольку КМАФАнМ в готовой продукции не превышали количественный уровень 2,34 x 10² КОЕ/г.

Для обоснования сроков годности готовой продукции изготавливали экспериментальные образцы ОПС с икрой и молоками по рецептуре (таблица 5) – при температуре плавления 85±2 °С в течение 10 минут. Готовый продукт разливали в полимерные банки объемом 180 см³, охлаждали и герметично укупоривали. Хранили образцы при температуре плюс 5±2 °С. В качестве контрольных использовали образцы сыра: № 1 – без рыбного сырья и ЖКС «Фито»; № 2 - без рыбного сырья с ЖКС «Фито».

Органолептическую оценку образцов ОПС, приготовленных с добавлением икры и молок, хранившихся перед использованием при температуре минус 18 °С соответственно 1, 2, 3 и 4 месяца, осуществляли каждую неделю с применением разработанной пятибалльной шкалы с учетом коэффициентов значимости отдельных показателей качества (суммарная оценка 20,0 баллов) до достижения «удовлетворительного качества продукта» (13,9 баллов). Из рисунка 7 видно, что на протяжении 70 сут. хранения сохраняется высокое качество всех образцов ОПС, независимо от продолжительности хранения использованного мороженого сыра.

Для определения интенсивности процессов распада белковых веществ сыра при хранении, исследовали сравнительную динамику накопления небелкового азота N_{нб} (рисунок 8). Установлено, что за 70 суток хранения всех образцов накопление в них N_{нб} протекает относительно медленно. Причем введение рыбного сырья практически не вли-



Рисунок 7 - Изменение органолептических показателей качества плавленых сыров с икрой и молоками салаки, хранившихся при температуре минус 18°С: (□) – 1 месяц; (▤) – 2 месяца; (▥) – 3 месяца; (▧) – 4 месяца

образцов в течение 70 суток наблюдается рост данных показателей, однако нормативных значений они не превышают. При этом введение ЖКС «Фито» затормаживает гидролитические и окислительные процессы.



(□) - образец № 1 - ПС без икры и молоко и ЖКС «Фито»; (▤) - образец № 2 - ПС без икры и молоко с ЖКС «Фито», (▥) - образец № 3 - ПС с икрой и молоками и с ЖКС «Фито»
Рисунок 8 - Динамика небелкового азота (слева) и кислотных чисел липидов (справа) плавленых сыров в процессе хранения

яет на этот процесс, а введение ЖКС «Фито» его стабилизирует. Так, в образцах № 2 и № 3 значение $N_{нб}$ к 70 суткам хранения увеличилось с 0,007 до 0,023-0,025 мг/100 г, тогда как образце № 1 - с 0,008 до 0,037 мг/100 г.

Для установления характера липидных превращений ОПС исследовали изменение КЧ, ПЧ и ТБЧ его липидов (рисунки 8-9). Видно, что при хранении всех

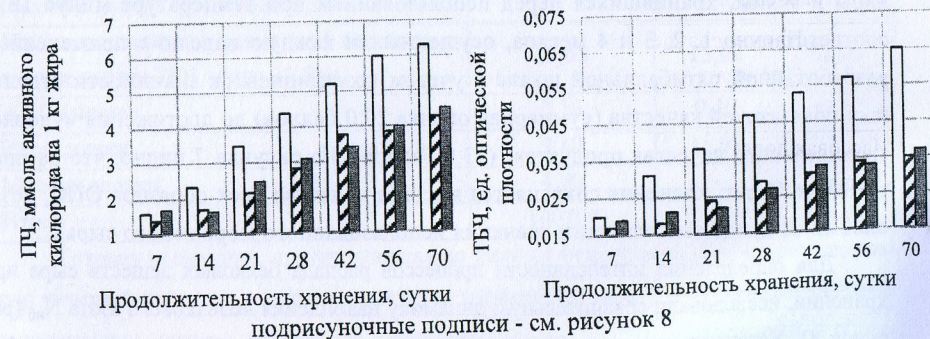


Рисунок 9 - Динамика перекисных (а) и тиобарбитуровых (б) чисел липидов плавленых сыров в процессе хранения

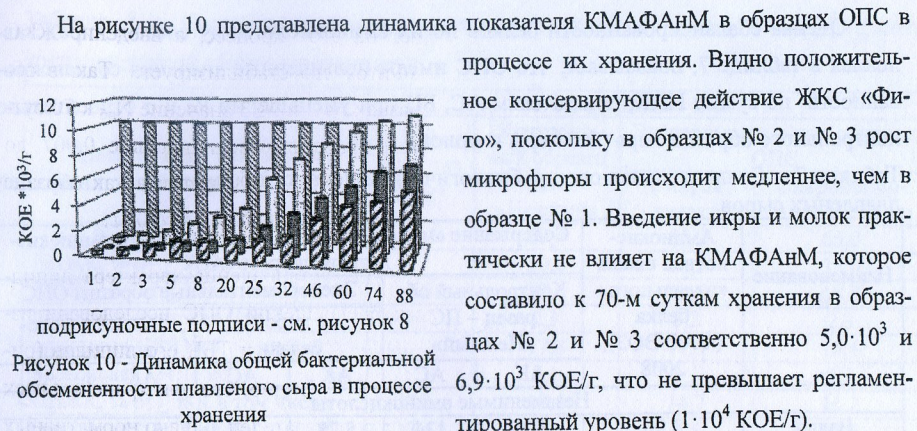


Рисунок 10 - Динамика общей бактериальной обсемененности плавленого сыра в процессе хранения

На рисунке 10 представлена динамика показателя КМАФАнМ в образцах ОПС в процессе их хранения. Видно положительное консервирующее действие ЖКС «Фито», поскольку в образцах № 2 и № 3 рост микрофлоры происходит медленнее, чем в образце № 1. Введение икры и молоко практически не влияет на КМАФАнМ, которое составило к 70-м суткам хранения в образцах № 2 и № 3 соответственно $5,0 \cdot 10^3$ и $6,9 \cdot 10^3$ КОЕ/г, что не превышает регламентированный уровень ($1 \cdot 10^4$ КОЕ/г).

Для оценки уровня стойкости в хранении готовой продукции оценивали значение показателя активности воды (a_w). Результаты исследования показали, что введение икры и молоко в рецептуру ПС, а также продолжительность хранения не оказывают существенного влияния на a_w . В процессе хранения всех образцов в течение 70 суток значение a_w изменилось незначительно (от 0,970 до 0,976 ед.).

Анализ исследованных показателей качества ОПС при их хранении позволяют установить срок годности продукции - 70 суток.

Оценку качества готовой продукции проводили по комплексу показателей пищевой ценности. Сравнительный химический состав ОПС, проведенный относительно контрольного образца сыра «Нежный», показывает, что введение икры и молоко в рецептуру приводит к обогащению продукта белками при некотором снижении содержания липидов и энергетической ценности (таблица 6).

Таблица 6 - Сравнительный общий химический состав и энергетическая ценность плавленых сыров

Наименование показателя	Контрольный образец - ПС «Нежный»	Экспериментальные образцы ОПС	
		с икрой салаки	с икрой и молоками салаки
Массовая доля, %			
- воды	53,0±0,20	54,0±0,20	57,0±0,20
- белка	10,0±0,10	11,6±0,20	9,4±0,20
- жира	27,0±0,10	23,6±0,10	21,9±0,10
- минеральных веществ	7,5±0,10	8,3±0,10	9,2±0,15
- углеводов	2,5±0,05	2,5±0,10	2,5±0,05
Энергетическая ценность, ккал	293,00	268,80	244,70

Оценка сбалансированности белков по их аминокислотному составу, представленная в таблице 7, показывает, что ОПС имеют повышенные значения сбалансированности по сумме НАК, показателям АС, БЦ при уменьшении Rс и σ относительно контрольного образца сыра (без икры и молока).

Таблица 7 – Сравнительная оценка биологической ценности белковой составляющей плавленых сыров

Наименование АК	Аминокислотная шкала «идеального» белка (ФАО/ВОЗ), 2008	Содержание аминокислот, г/100 г белка (АК) и аминокислотный скор, % (АС)					
		Контрольный образец – ПС «Нежный»		Экспериментальные образцы ОПС			
		АК	АС	с икрой салаки		с икрой и молоками салаки	
		АК	АС	АК	АС	АК	АС
Незаменимые аминокислоты							
Валин	3,90	5,25	134	5,78	148	5,77	147
Лейцин	5,90	6,08	103	7,26	123	7,13	120
Изолейцин	30	3,92	130	4,34	144	4,29	143
Лизин	4,50	5,40	120	6,34	140	6,28	139
Метионин + цистин	2,20	1,91 + 0,20	86	2,29 + 0,22	104	2,19 + 0,22	99
Фенилаланин + тирозин	6,30	6,50 + 1,40	103	7,54 + 1,75	119	7,42 + 1,74	117
Треонин	2,30	2,80	121	3,14	136	3,13	135
Триптофан	0,60	0,70	116	0,79	131	0,81	135
Сумма АК	28,70	34,16		39,45		38,99	
Частично заменимые аминокислоты							
Аргинин	-	1,40		2,47		2,79	
Гистидин	-	2,85		3,11		3,08	
Показатели аминокислотной сбалансированности							
АСmin	100	86		104		99	
Биологическая ценность БЦ		61,37		73,70		73,08	
Rс, дол. ед.	1,0	0,74		0,78		0,72	
σ, г/100 г белка эталона	0	13,3		11,5		11,0	

Сравнительное содержание жирных кислот в липидах плавленых сыров и показатели их жирнокислотной сбалансированности представлены в таблице 8.

Установлен рост в ОПС содержания НЖК семейств ω3 и ω6: при обогащении икрой - соответственно на 81,3 и 31,1%; икрой и молоками - на 100 и 44,4%. При этом содержание α-линоленовой (ω3) и γ-линоленовой (ω6) ЖК повышается соответственно в 1,5–1,6 и 2,9-3,0 раза, эйкозапентаеновой (ω3) и докозагексаеновой (ω3) ЖК в 2-3 и 6-7 раз.

Таблица 8 - Содержание жирных кислот в плавленых сырах и коэффициенты жирнокислотной сбалансированности

Наименование показателя	МР 2.3.1.243 2-08*	Содержание ЖК		
		Контрольный образец – ПС «Нежный»	Экспериментальные образцы ОПС	
			с икрой салаки	с икрой и молоками салаки
НЖК, % от ∑ ЖК	30,0	69,4	65,7	65,0
ННЖК, % от ∑ ЖК в том числе:		30,6	34,3	35,0
МНЖК, % от ∑ ЖК в том числе:	60	20,0	19,6	18,8
пальмитоолеиновая (16:1)		2,1	2,2	2,3
олеиновая (18:1) ω9		17,8	17,3	16,4
нервоновая (24:1) ω9		0,1	0,1	0,1
ПНЖК, % от ∑ ЖК в том числе:	10	10,6	14,7	16,2
линолевая (18:2) ω6	7,5	8,2	9,5	10,6
α-линоленовая (18:3) ω3	1,0	1,4	2,1	2,2
γ-линоленовая (18:3) ω6		0,8	2,3	2,4
арахидоновая (20:4) ω6	1,5	0,1	0,4	0,3
докозагексаеновая (22:6) ω3		0,1	0,6	0,7
эйкозапентаеновая (20:5) ω3		0,1	0,2	0,3
∑ ЖК ω3 семейства, % от ∑ ЖК		1,6	2,9	3,2
∑ ЖК ω6 семейства, % от ∑ ЖК		9,0	12,2	13,3
Показатели жирнокислотной сбалансированности				
Эссенциальные ЖК	10,0	10,4	14,3	15,5
Соотношение ПНЖК:МНЖК:НЖК	1:6:3	1:1,9:6,5	1:1,3:4,5	1:1,6:4
Rli, дол. ед. i=1...3	Ri→1	0,72	0,74	0,73
i=1...6	Ri→1	0,39	0,66	0,41

Расчет показал, что при употреблении 100 г ОПС «Янтарная икринка» происходит удовлетворение суточной потребности организма (МР 2.3.1.2432-08) в жирных кислотах ω3 семейства на 70 %, ω6 семейства - на 28 %, линолевой ЖК - на 100 %, линоленовой - на 30 %, ПНЖК - на 35 %, НЖК - на 50 % (сыр с икрой) и 47,3 % (сыр с икрой и молоками). При этом суточный уровень ДНК (32 мг) удовлетворяется на 103 – 219% (таблица 9). Полученные данные позволяют считать разработанный ОПС функциональным продуктом по содержанию названных БАВ и рекомендовать его употреблять для повышения иммунных защитных свойств организма.

Таблица 9 - Содержание ДНК в ОПС «Янтарная икринка»

Наименование ОПС	с икрой	с икрой и молоками	с молоками
Содержание ДНК, г/100 г продукта	0,033	0,050	0,070
Адекватный уровень потребления, г/сутки	0,032		
Удовлетворение адекватного уровня от употребления 100 г продукта, %	103	156	219

Исследования микробиологических показателей ОПС показали, что БГКП в ОПС не обнаружены в 0,1 г, а количество дрожжей и плесеней не превышало регламентированных значений (ТР ТС 033/2013). Патогенная микрофлора (бактерии р. Salmonella, Listeria) в образцах не обнаружена. Микрофлора сыров представлена термофильными палочками и кокками, спорowymi аэробными и анаэробными бактериями. По содержанию опасных химических веществ образцы ОПС соответствовали требованиям ТР ТС 033/2013.

Проведенные исследования позволили предложить технологию плавленого сыра, обогащенного икрой и/или молоками салаки (рисунок 11), названного «Янтарная икринка», которую регламентировали в ТУ 9225-006-00471544-2014 «Сыры плавленые «Янтарная икринка» и ТИ 9225-007-00471544-2014).

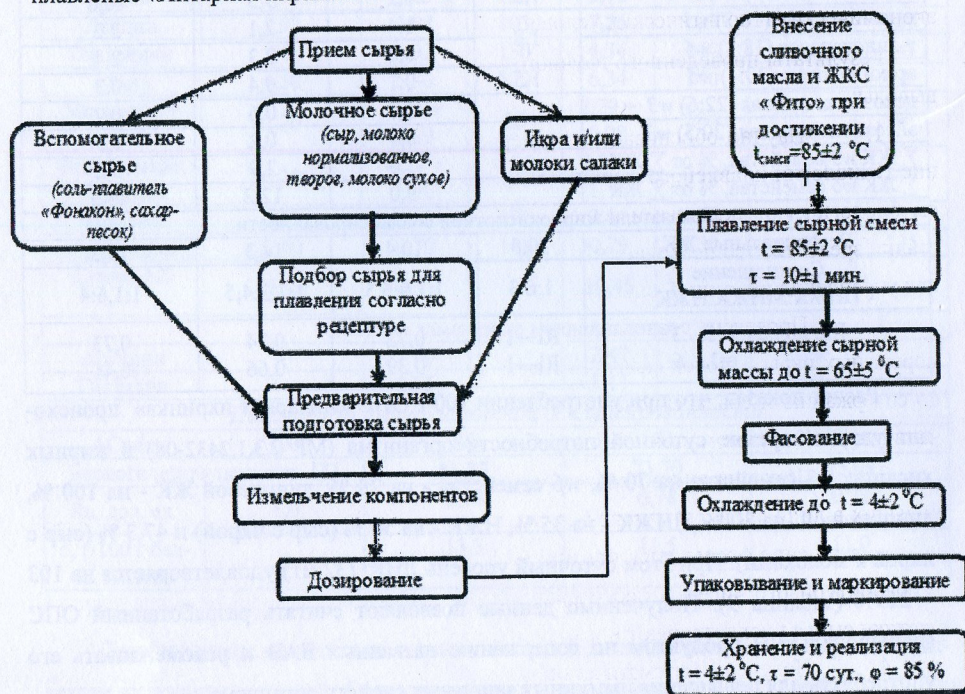


Рисунок 11 - Технологическая схема производства ОПС «Янтарная икринка»

Промышленные испытания усовершенствованной технологии проводили в условиях ОАО «Кировский сыродельный завод» (пос. Тургенево, Калининградской обл.). Была выработана опытная партия плавленого сыра «Янтарная икринка» с добавлением икры и/или молок салаки, качество которых положительно оценили специалисты предприятия. Технология рекомендована к внедрению.

В разделе «Эффективность разработанной технологии» рассчитаны основные экономические показатели производства плавленого сыра, обогащенного икрой и молоками салаки: срок окупаемости проекта составил 0,41 года, фондоотдача 7,78 руб./руб., а рентабельность продукции составила 47 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Усовершенствованная технология плавленого сыра, обогащенного биологически активными веществами икры и/или молок салаки, дает возможность получить функциональный продукт, предназначенный для людей с иммунодепрессивным состоянием организма. Обоснованная в работе технология не требует значительных финансовых затрат на оборудование и сырье и позволяет выпускать продукт независимо от экономических и политических условий.

Результаты проведенного научного исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Научно обосновано и экспериментально подтверждено совершенствование технологии плавленого сыра путем разработки способа обогащения сырной массы биологически активными веществами мороженых икры и/или молок салаки 4-й стадии зрелости, что позволяет получать функциональный продукт, предназначенный для укрепления иммунной системы и оздоровления организма.
2. Проведена сравнительная оценка качества и безопасности охлажденных и мороженых икры и молок салаки. Установлена высокая биологическая ценность сырья по содержанию и сбалансированности аминокислот белков и жирных кислот липидов, наличию ДНК и протаминов. Обосновано применение мороженых икры и молок.
3. Изучена динамика гидролитических и окислительных процессов, происходящих в липидах икры и молок салаки в процессе холодильного хранения. Показано, что в течение 4-х месяцев при минус 18⁰С показатели кислотного, перекисного и тиобарбитурового чисел, а также микробиологические и органолептические характеристики сырья удовлетворяют нормативным требованиям.
4. Получены математические модели рецептур сырных масс, на основе которых оптимизированы дозировки компонентов сыра: с икрой и молоками: $M_{и}$ - 9,8 % и $M_{м}$ - 4,8 %; с икрой: $M_{и}$ - 15,0 % и $M_{мол}$ - 26,5 %; с молоками: $M_{м}$ - 6,9 % и $M_{мол}$ - 29,4 %.
5. Установлен рациональный режим плавления обогащенной сырной массы: при температуре 85±2⁰С в течение 10 минут, что позволяет получать безопасный продукт с заданными характеристиками консистенции.
6. Определены особенности изменения содержания небелкового азота; свободных жирных кислот, перекисей и карбонильных соединений в липидах, а также

динамика развития микрофлоры в обогащенном плавленом сыре при хранении. Отмечено консервирующее и сенсорное действие компонентов коптильной жидкости «Фито». Аналитически оценены качество и безопасность готовой продукции, установлен срок ее годности - 70 суток.

7. Исследована пищевая ценность готового продукта. Установлены органолептические характеристики, общий химический состав, количественный уровень содержания основных БАВ, сбалансированность amino- и жирнокислотных составов белков и липидов продукции, а также функциональность и безопасность обогащенного плавленого сыра; разработаны рекомендации по его применению.

8. На новую технологию обогащенного плавленого сыра «Янтарная икринка» подготовлена и утверждена техническая документация (ТИ 9225-007-00471544-2014 и ТУ 9225-006-00471544-2014).

9. Экспериментальная разработка положительно апробирована в промышленных условиях ОАО «Кировский Сыродельный Завод». Показана экономическая эффективность от внедрения: при годовой производственной мощности 15,6 т. обогащенного плавленого сыра «Янтарная икринка» срок окупаемости проекта составит 0,41 года, рентабельность – 47%.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК:

1. **Лютова, Е.В.** Технология плавленого сыра с добавлением икры и молок сельди Балтийской / Е.В. Лютова, Н.Ю. Ключко // Маслоделие и сыроделие: научно-технич. и произв. журнал. – 2014. - № 5. - С. 13-14.
2. **Лютова, Е.В.** Исследование биологической ценности икры и молок салаки как сырья для приготовления плавленого сыра / Н.Ю. Ключко, Е.В. Лютова // Вестник АГТУ. Серия «Рыбное хозяйство». – 2014. – № 3. – С. 116-123.
3. **Лютова, Е.В.** Исследование динамики показателей качества в процессе хранения плавленого сыра с добавлением икры и молок салаки / Е.В. Лютова, Н.Ю. Ключко // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. - 2015. - № 1(30). - С. 29-35.
4. **Лютова, Е.В.** Реологические показатели плавленого сыра с добавлением икры и молок салаки / Е.В. Лютова, Н.Ю. Ключко // Маслоделие и сыроделие: научно-технич. и произв. журнал. – 2015. - № 1. - С. 15-16.

Публикации в других изданиях и материалах конференций:

1. Мезенова О.Я. Биотехнология переработки вторичного рыбного сырья при получении функциональных пищевых продуктов Биотехнология переработки вторичного рыбного сырья при получении функциональных пищевых продуктов / О.Я. Мезенова, Н.Ю. Ключко, Л.С. Байдалинова, И.Н. Доминова, **Е.В. Ташина (Лютова)**, М.В. Матковская, Е.С. Землякова // Наука и образование -2012: Материалы междунауч.-техн.конф. (2-6 апр.): -Мурманск, 2012. -С. 620-623.
2. Мезенова, О.Я. Комплексная переработка вторичных рыбных ресурсов на функциональные продукты / О.Я. Мезенова, Н.Ю.Ключко, Л.С. Байдалинова, Е.С. Землякова, И.Н. Доминова, **Е.В. Ташина (Е.В. Лютова)**, М.В. Матковская // Актуальные проблемы освоения

биологических ресурсов Мирового океана: 2-я междунауч.-техн.конф. (22-24 мая): материалы. -Владивосток, 2012. - С. 81-86.

3. **Ташина, Е.В. (Лютова Е.В.)** Об использовании вторичного сырья в технологии пищевых продуктов и БАД / О.Я. Мезенова, Н.Ю. Ключко, Л.С. Байдалинова, **Е.В. Ташина (Е.В. Лютова)**, С.В. Андропова, М.В. Матковская // IV Всероссийский научно-практич.й конф. (18 март.): материалы. - Петропавловск-Камчатский, КГТУ, 2013. - С.36-38.

4. Казиминова, К.Н. Совершенствование технологии комбинированного плавленого сыра с добавлением икры судака / К.Н. Казиминова, **Е.В. Ташина (Лютова)**, Н.Ю. Ключко // II Международная научно-практич.на конференция молодых ученых, аспирантов студентов (17-19 апр.), Київ, Нац. Унив-т биоресурсов и природопользования Украины, - 2013. - С. 121-122.

5. **Ташина, Е.В. (Лютова Е.В.)** Перспективы использования вторичного рыбного сырья в технологии плавленых сыров / Е.В. Ташина, К.С. Казиминова, Н.Ю. Ключко // 8th International Scientific Conference students on their way to science (24 мая), - Jelgava, 2013, s. 128-129.

6. **Ташина, Е.В. (Лютова Е.В.)** Перспективы использования вторичного рыбного сырья в технологии новых пищевых продуктов и биологически активных добавок / Е.В. Ташина, О.Я. Мезенова, Н.Ю. Ключко, Л.С. Байдалинова, С.В. Андропова, Н.Ю. Мезенова // Научно-техническое творчество молодежи – путь к обществу, основанному на знаниях: V Междунар. науч.-практич. конф. (25-27 июн.): - М., 2013. - С.475-478.

7. Мезенова О.Я. Инновационные методы переработки вторичного рыбного сырья на функциональные продукты / О.Я. Мезенова, Н.Ю. Ключко, Л.С. Байдалинова, **Е.В. Ташина (Лютова)**, М.В. Матковская, Н.Ю. Мезенова // Производство рыбной продукции: проблемы, новые технологии, качество: IX Междунауч. конф. АтлантНИРО (17-20 сент.): материалы. - Светлогорск, 2013. - С. 83-86.

8. Ключко, Н.Ю. Оценка безопасности плавленого сыра с добавлением гонад салаки в процессе хранения / Н.Ю. Ключко, **Е.В. Ташина (Лютова)** // Инновации в науке, образовании и бизнесе-2013: XI Междунар.науч. конф. (25-27 сент.): тр. - Калининград, 2013. - С. 225-228.

9. **Ташина, Е.В. (Лютова Е.В.)** Изменение микробиологической составляющей плавленого сыра с добавлением гонад салаки в процессе хранения / Е.В. Ташина // VII конф. «Научный вклад молодых ученых в развитие пищевой и перерабатывающей промышленности АПК» (8-9 окт.): материалы. – М., 2013. - С. 432-435.

10. Ключко, Н.Ю. Применение жидких коптильных сред серии «ФИТО» в технологии копченой продукции из икры рыб Балтийского моря / Н.Ю. Ключко, **Е.В. Ташина (Е.В. Лютова)**, И.Н. Доминова, А.М. Буркова // Инновации в науке и образовании – 2012: X Междунар. науч. конф. (17-19 окт.): тр. - Калининград, 2013.- С. 404-407.

11. Мезенова О.Я. Вторичные рыбные ресурсы как источник ценных БАВ в технологии пищевых продуктов и БАД / О.Я. Мезенова, Н.Ю. Ключко, Л.С. Байдалинова, **Е.В. Ташина (Лютова)**, С.В. Андропова, М.В. Матковская // Наука и образование-2013: Междунауч.-техн.конф. (23-24 окт.): материалы. - Мурманск, 2013 г. – С. 1147-1151.

12. Ключко, Н.Ю. Биологическая безопасность плавленого сыра с добавлением гонад салаки в процессе хранения / Н.Ю. Ключко, **Е.В. Ташина (Е.В. Лютова)** // Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса: 4-я научно-практич. конф. молодых ученых с междунар. участием (12-15 нояб.): материалы. – М., 2013. - С. 144-148.

13. Мезенова О.Я. Перспективы использования вторичного рыбного сырья в технологии пищевых продуктов и БАД / О.Я. Мезенова, Н.Ю. Ключко, Л.С. Байдалинова, **Е.В. Ташина (Лютова)**, С. В Андропова, М.В. Матковская, Н.Ю. Мезенова // Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке: VI Междунауч.-техн.коСнф. (13-15 нояб.): материалы. - СПб, 2013. - С. 364-366.

14. **Ташина, Е.В. (Лютова Е.В.)** Применение математического планирования эксперимента при оптимизации рецептуры комбинированного плавленого сыра / Е.В. Ташина (**Е.В. Лютова**), К.С. Казиминова, Н.Ю. Ключко // Вестник молодежной науки-2013: сборник научных статей студентов, аспирантов и молодых ученых. - Калининград, 2013. - С. 318-321.

15. Мезенова, О.Я. Технология переработки вторичного рыбного сырья на пищевые и био-логически активные продукты / О.Я. Мезенова, Н.Ю. Мезенова, Л.С. Байдалинова, Н.Ю. Ключко, В.А. Потапова, С.В. Агафонова, **Е.В. Ташина (Е.В. Лютова)** // Наука и образование – 2014: Междунар. науч.-технич. конф. (24 март.): материалы. – Мурманск, 2014. - С. 700-704.

16. **Ташина, Е.В. (Лютова Е.В.)** Пищевые достоинства плавленого сыра с добавлением икры и молоко салаки / Е.В. Ташина, Н.Ю. Ключко // Инновации в технологии продуктов здорового питания: I научн.-практич. конф. (22-23 мая): материалы. – Калининград, 2014. – С. 146-151.

17. Мезенова, О.Я. Вторичное рыбное сырье в технологии пищевых и биологически активных продуктов / О.Я. Мезенова, Л.С. Байдалинова, Н.Ю. Ключко, В.А. Потапова, С.В. Агафонова, **Е.В. Ташина (Е.В. Лютова)** // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: III научно-техн. конф. (27 мая): материалы. – Владивосток, 2014. – С. 108-110.

18. **Лютова, Е.В.** Современные тенденции в производстве плавленых сыров / Е.В. Лютова // Инновации в науке, образовании и бизнесе-2014: XII Междунар. научн. конф. (15-17 окт.): тр. - Калининград, 2014. - С. 219-222.

19. Klyuchko, N. Functional Foodstuff from Secondary Fish Raw Materials / N. Klyuchko, O. Mezenova, I. Dominova, E. Tashina (Liutova E.), M. Matkovskaya // BIT's 2nd Annual World Congress of Marine Biotechnology. September 20-22, 2012, Bohain Sea Pearl Cruise Ship & Dalian World Expo Center, China С. 85-86.

20. Mezenova, O. Functional Foodstafs on the Basis of Secondary Raw Materials Of Hydrobi-onts / Klyuchko N., **Tashina E. (Liutova E.)** // The First North and East European Congress on Food NEEFood – 2012 April 22-24, 2012 St. Petersburg, Russia, s 27.

21. Klyuchko, N.Y. The use of secondary raw fish in the technology of new food products and dietary supplements / Klyuchko N.Y., Mezenova O.Ya., Baidalinova L.S., **Tashina E.V. (Liutova E.V.)**, Andronova S.V., Matkovskaya M.V., Mezenova N.Yu. // Proceedings of International scientific and technical Cjnfrence named after Leonardo da Vinci: Berlin, 2013. - s. 137-143.

Список использованных сокращений

АК - аминокислоты

АС - аминокислотный скор

БАВ - биологически активные вещества

БЦ - биологическая ценность

ГХЦГ - гексахлорциклогексан

ДНК - дезоксирибонуклеиновая кислота

ЖК - жирные кислоты

ЖКС - жидкая копильная среда

КМАФАнМ - количество мезофильных аэробных

и факультативно анаэробных микроорганизмов

КОЕ - колониеобразующие единицы

КЧ - кислотное число

МНЖК - мононенасыщенные жирные кислоты

НАК - незаменимые аминокислоты

НЖК - насыщенные жирные кислоты

ОПС - обогащенный плавленый сыр

ОЦКП - ортогональный центральный
композиционный план

ПНЖК - полиненасыщенные жирные
кислоты

ПС - плавленый сыр

ПЧ - перекисное число

ТБЧ - тиобарбитуровое число

ТИ - технологическая инструкция

ТУ - технические условия

R₁ - коэффициент жирнокислотной сба-
лансированности

R_c - коэффициент рациональности
аминокислотного состава

σ - показатель сопоставимой избыточ-
ности НАК

Подписано в печать 10.03 2015 г. Заказ № 45, объем 1 п.л. Бумага 60x84 (1/16). Тираж 100 экз.