

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ»**

На правах рукописи

АБДЕЛЛАТЫФ САМЕХ СОБХИ ГАЛЯЛЬ

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ
СВОЙСТВ ПРОДУКТОВ НА МОЛОЧНОЙ ОСНОВЕ С МИНОРНЫМИ
КОМПОНЕНТАМИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Специальность: 05.18.15 - «Технология и товароведение пищевых продуктов функционального и специализированного назначения и общественного питания»

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:

доктор технических наук, профессор

Тихомирова Наталья Александровна

Москва – 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	10
1.1 Современное состояние и перспективные направления использования основных и минорных компонентов молочного жира	10
1.2 Минорные компоненты функционального назначения в пищевой промышленности	13
1.2.1 Роль минорных компонентов в пищевой промышленности	21
1.2.2 Виды, роль и особенности использования природных антиоксидантов в производстве продуктов повышенной жирности на молочной основе	23
1.3 Влияние использования минорных компонентов на свойства мороженого сливочного	30
1.4 Дигидрокверцетин как биологически-активная составляющая для масложирового модуля	35
ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО ОБЗОРУ ЛИТЕРАТУРЫ	40
ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	42
2.1 Организация работы и объекты исследований	42
2.2 Методы исследования	44
ГЛАВА 3 ОБОСНОВАНИЕ ОСНОВНОГО И ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ И РАЗРАБОТКА МАСЛОЖИРОВОГО МОДУЛЯ С МИНОРНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ	58
3.1 Анализ рынка молочных продуктов в России и Арабской республике Египет	58
3.2 Исследование физико-химических показателей растительных масел и сливочного масла	75
3.3 Разработка масложирового модуля с минорными компонентами	81
ГЛАВА 4 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СПРЕДА СЛИВОЧНО-РАСТИТЕЛЬНОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАСЛОЖИРОВОГО МОДУЛЯ С МИНОРНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ	89
4.1 Разработка рецептуры и технологии спреда сливочно-растительного с масложировым модулем	89
4.2 Исследование состава и свойств спреда сливочно-растительного, произведенного с использованием масложирового модуля с минорными компонентами	94

4.2.1 Окислительная стабильность	99
4.2.2 Окислительно-восстановительный потенциал.....	100
4.2.3 Исследование влияния минорных компонентов масложирового модуля на кристаллизацию спреда сливочно-растительного	102
4.2.4. Расчет себестоимости производства спреда сливочно-растительного с масложировым модулем и минорными компонентами	108
ГЛАВА 5 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ МОРОЖЕНОГО, ОБОГАЩЕННОГО МИНОРНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ.....	110
5.1 Разработка рецептуры и технологии мороженого сливочного, обогащенного минорными компонентами.....	110
5.2 Исследование свойств смесей, мягкого и закаленного мороженого сливочного, обогащенного минорными компонентами.....	113
5.3 Расчёт себестоимости производства мороженого сливочного, обогащенного минорными компонентами.....	122
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	123
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	125
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	126
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Рацион питания школьников АРЕ и расчет комбинаций жирно-кислотного состава.....	148
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Жирно-кислотный состав и диаграмма удельного веса жирной кислоты в общем количестве жирных кислот, в среднесуточном рационе школьников среднего возраста АРЕ.....	150
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Газовая хроматография молочного жира.....	151
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. ВЭЖХ и ТСХ минорных компонентов.....	152
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Техническая документация (ТУ и ТИ «Спред сливочно-растительный»).....	153
ПРИЛОЖЕНИЕ Е. Техническая документация (ТУ и ТИ «Мороженое сливочное обогащенное»).....	155
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж. Акт промышленной выработки спреда сливочно-растительного.....	157
ПРИЛОЖЕНИЕ З. Акт опытной выработки масложирового модуля на основе минорных компонентов растительного и животного происхождения.....	158
ПРИЛОЖЕНИЕ К. Диплом, сертификаты, грамота.....	159

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Современная пищевая промышленность позволяет обеспечить комплексную переработку молочного сырья и создавать продукты функциональной направленности на основе современных требований науки о питании. Сохраняется устойчивая тенденция увеличения объёмов производства продуктов из сырья животного происхождения с добавлением растительных компонентов. Такое сочетание позволяет придать продукту желаемые свойства, сократить затраты на сырье и энергоресурсы для производства, повысить стойкость продукта при хранении. Использование минорных компонентов молочного жира в сочетании с антиоксидантами растительного происхождения позволяет их использовать в качестве физиологически функциональных пищевых ингредиентов в производстве продуктов на молочной основе для улучшения их потребительских свойств.

Объем производства таких продуктов непрерывно растет, расширяется их ассортимент, поэтому разработка спреда сливочно-растительного и мороженого с улучшенным соотношением ω -3 и ω -6 жирных кислот, повышенной стойкостью при хранении, обогащенных биологически активными липофильными компонентами и антиоксидантами на основе комплексного использования растительного и молочного сырья является актуальной научно-технической задачей и имеет существенную практическую значимость в технологии пищевых продуктов функционального и специализированного назначения.

Степень разработанности темы. Проблеме создания продуктов функционального и специализированного назначения, обогащения биологически ценными веществами, повышающими их пищевую ценность, посвящены исследования отечественных ученых: Т.А. Антиповой, Ф.А. Вышемирского, А.Г. Галстяна, В.И. Ганиной, Г.А. Донской, И.А. Евдокимова, А.А. Кочетковой, Н.В. Лабутиной, Н.Н. Липатова (мл.), Е.И. Мельниковой, А.П. Нечаева, А.Н. Петрова, А.А. Твороговой, Л.В. Терещук, Е.И. Титова, Э.С. Токаева, Е.В. Топниковой, Х.Н. Chai, Z. Meng, X.Y. Liang, M. Piatko, G. Mazzanti, Y. Fedotova, K. Smith и др. Однако исследование совместного использования биологически активных минорных

компонентов растительного и животного происхождения в продуктах на молочной основе повышенной жирности в доступной литературе не обнаружены.

Целью данного исследования является:

Разработка технологии и изучение потребительских характеристик продуктов с функциональными компонентами на основе сырья Арабской Республики Египет (АРЕ) с использованием минорных биологически активных компонентов. В соответствии с поставленной целью решались следующие **задачи:**

- На основе анализа сырьевой базы пищевой промышленности, маркетинговых исследований и потребительских предпочтений населения АРЕ определить требования к продуктам на молочной основе и обосновать целесообразность использования минорных компонентов при их производстве.

- Для производства продукции на молочной основе обосновать выбор основного и вспомогательного сырья, получить и использовать минорные биологически активные компоненты (фосфолипиды, моно- и диглицериды, токоферолы, фитостеролы и фенольные компоненты). Разработать масложировой модуль на основе минорных компонентов растительного и животного происхождения.

- Разработать рецептуры и технологии продуктов повышенной жирности на молочной основе с использованием масложирового модуля.

- Исследовать полиморфные и структурные изменения молочного жира с минорными компонентами для выявления и объяснения процесса кристаллизации новой жировой системы, определяющие потребительские свойства продуктов повышенной жирности на молочной основе.

- Исследовать потребительские характеристики разработанных продуктов.

- Разработать техническую документацию на разработанные продукты и рассчитать их себестоимость.

Научная новизна исследования

- Научно обоснован и экспериментально подтвержден состав масложирового модуля и рекомендовано его использование в здоровом питании. Изучено влияние и установлен положительный эффект входящих в состав модуля жирорастворимых минорных компонентов ($1,5 \pm 0,5$ %) и дигидрокверцетина ($175 \text{ мг} \pm 15 \text{ мг/кг}$

молочного жира) на физические свойства и устойчивость к окислению молочного жира.

- Научно обосновано введение модуля, состоящего из кукурузного масла $15,0 \pm 2,0$ %, дигидрокверцетина $175 \text{ мг} \pm 15 \text{ мг/кг}$ и минорных компонентов $1,5 \pm 0,5$ % к массе спреда на содержание в нем омега-3 и омега-6 жирных кислот, а также срок хранения спреда сливочно-растительного. Изучены характеристики мороженого с минорными компонентами. Обоснована рациональная дозировка минорных компонентов - $1,0 \pm 0,5$ % - в составе мороженого сливочного.

- На основе анализа полиморфных и структурных изменений молочного жира установлено влияние микроструктуры и структурно-механических характеристик молочного жира на потребительские свойства разработанных продуктов на молочной основе с минорными компонентами животного и растительного происхождения.

- Исследованы потребительские характеристики спреда сливочно-растительного и мороженого сливочного, обогащенных биологически активными липофильными компонентами и антиоксидантами.

Научно-практическая значимость работы.

- Определены виды растительных масел (кукурузное масло и масло зародышей пшеницы) для производства спреда сливочно-растительного и мороженого сливочного с модифицированной жировой фазой с улучшенным соотношением ω -3 жирных кислот к ω -6 жирным кислотам и повышенной стойкостью при хранении.

- Разработаны рецептура масложирового модуля на основе минорных биологически активных компонентов растительного и животного происхождения и технологические рекомендации по его использованию в производстве продуктов повышенной жирности на молочной основе с улучшенными потребительскими характеристиками.

- Разработаны рецептуры и технологии спреда сливочно-растительного и мороженого сливочного, обогащенных минорными компонентами растительного масла, определены их рациональные дозировки и этапы введения при получении продукции.

- Установлена высокая антиоксидантная активность разработанного масложирового модуля, обеспечивающая повышение срока годности спреда сливочно-растительного

- Разработана и утверждена техническая документация ТУ 10.51.30-004-02068634–2020 «Спред сливочно-растительный. Технические условия.», ТУ 10.52.10-005-02068634-2020 «Мороженое сливочное обогащенное. Технические условия». Проведена опытно-промышленная апробация технологии спреда сливочно-растительного на ООО «НОВАЯ ИЗИДА» и масложирового модуля на основе минорных компонентов растительного и животного происхождения на ООО «ПЕЦ-ХАСС».

Методология и методы исследования. В основе организации и проведения исследований лежали труды отечественных и иностранных исследователей. Методологической основой диссертационного исследования являлись классические законы научного познания и комплексный системный анализ с применением стандартных, общепринятых и модифицированных методов исследований физико-химического состава, органолептических показателей сырья и готовых продуктов. Статистическая обработка экспериментальных данных выполнена с применением пакета прикладных программ.

Научные положения, выносимые на защиту.

- Обоснование целесообразности корректировки жирно-кислотного состава молочного жира и обогащение его минорными компонентами для восполнения дефицита мононенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот, жирорастворимых витаминов в рационе населения АРЕ.

- Состав, свойства и способ получения масложирового модуля.

- Рекомендации по использованию масложирового модуля в производстве продуктов на молочной основе с минорными компонентами животного и растительного происхождения.

- Рецептуры спреда сливочно-растительного и мороженого сливочного с модифицированной жировой фазой и обогащенных минорными компонентами молочного и растительного жира.

- Результаты исследования потребительских характеристик спреда сливочно-растительного и мороженого сливочного, обогащенных биологически активными липофильными компонентами и антиоксидантами.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Диссертация соответствует пунктам 4, 5, 6 и 11 паспорта специальности 05.18.15 - «Технология и товароведение пищевых продуктов функционального и специализированного назначения и общественного питания».

Степень достоверности результатов. В работе использованы современные методы исследования, такие как газовая хроматография, электронная микроскопия, ядерно-магнитная спектроскопия, дифференциальная сканирующая колориметрия.

Личный вклад диссертанта. Заключался в сборе и анализе научно-технической информации, планировании и проведении экспериментальных исследований, обобщении и интерпретации результатов, оформлении диссертационной работы, подготовке материалов к публикации.

Апробация работы. Основные положения работы и результаты исследований представлены на следующих научных мероприятиях: Научная конференция с международным участием «Развитие пищевой и перерабатывающей промышленности России: кадры и наука» (г. Москва, 2017); Круглый стол «Экологические проблемы в России и Германии» (г. Коломна, 2017); Международная научно-техническая конференция «Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство» (г. Воронеж, 2017); IX Международный биотехнологический конгресс: состояние и перспективы развития (г. Москва, 2017); Международная научно-практическая конференция «Научные инновации – аграрному производству» (г. Омск, 2018); Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Актуальные вопросы товароведения, безопасности товаров и экономики» (г. Коломна 2018); VI Международная научно-практическая конференция «Биотехнология: наука и практика» (г. Воронеж 2018); Научно-практическая конференция с международным участием «Передовые пищевые технологии: состояние, тренды, точки роста» (г. Москва, 2018); Международный Балтийский

морской форум (г. Калининград, 2018); Международная научно-практическая конференция «Качество и безопасность товаров: от производства до потребления» (г. Москва, 2019); Международная научно-практическая конференция «Пищевые ингредиенты России 2019» (г. Санкт-Петербург, 2019); Международная научная конференция профессорско-преподавательского состава, посвященная 125-летию со дня рождения В.С. Немчинова (г. Москва, 2019); III Международный симпозиум «Инновации в пищевой биотехнологии» (г. Кемерово, 2021).

Публикации. По результатам исследований, описанных в диссертационной работе, опубликовано 22 печатных работы, из них 4 статьи в журналах, индексируемых в международной базе данных Scopus, 3 статьи в изданиях, входящих в перечень российских рецензируемых научных журналов, рекомендованных ВАК при Минобрнауки Российской Федерации, 2 статьи в отраслевых периодических изданиях.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, 9 приложений, список литературы содержит 197 источников авторов. Основной объем работы представлен на 125 страницах печатного текста, содержит 44 рисунка и 33 таблицы.

ГЛАВА 1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Современное состояние и перспективные направления использования основных и минорных компонентов молочного жира

Молочный жир имеет сложный и богатый химический состав. Его уникальные сенсорные свойства были высоко оценены исторически, и его потребление было традиционно рекомендовано для нормальной работы организма человека [10, 178]. Основные причины этой тенденции были оценены в обзоре США следующим образом. Молочный жир (МЖ) относительно дорогой, не может конкурировать с растительными маслами в качестве пищевого ингредиента. Высокое содержание насыщенных жирных кислот и холестерина в МЖ, как полагают, увеличивают риск ишемической болезни и ожирения. Высокое содержание твердого жира, обеспечивает консистенцию масла сливочного. С применением МЖ в настоящее время производят лишь небольшое количество инновационных продуктов, при этом их свойства зачастую уступают продуктам на основе растительного масла [114].

Сливочное масло и другие продукты на основе молочного жира являются ценными продуктами молочной промышленности благодаря своему уникальному вкусу, текстурным характеристикам и пищевой ценности. Сливочное масло, главным образом, состоит из сложной смеси триацилглицеролов, которые могут затвердевать в хорошо организованные кристаллические структуры. Эти формы кристаллов молочного жира в значительной мере определяют физико-химические и органолептические свойства, в основном, исходя из содержания жира в молочных продуктах. Физико-химические свойства и характеристики (таблица 1.1) являются важными показателями для контроля качества молочного жира. Лучшее качество молочного жира для потребления обычно связано с его особыми физическими, химическими и биологическими характеристиками, которые четко указывают на важность данной работы [25, 50, 162]. Учитывая все вышесказанное, актуальной является разработка для Республики Египет продуктов питания на молочной основе с использованием в их рецептуре минорных компонентов, обеспечивающих не только их диетический свойства, но и повышающие срок их хранения.

Таблица 1.1 - Константы молочного жира

Свойства молочного жира	Значения
Точка плавления (°С)	33,0
Показатель преломления 25 °С (ед.)	1,4532
Кислотное число (мг КОН/г масла)	0,5
Йодное число (г I ₂ /100 г)	29,0
Число омыления (мг КОН/г)	220,0
Переокисное число (мэкв O ₂ /кг)	1,0
СЖК как олеиновая кислота (%)	0,16
Неомыляемых веществ (%)	0,40

Для увеличения сроков годности в молочные продукты добавляют антиоксиданты. На продовольственном рынке большим спросом пользуются натуральные антиоксиданты, обеспечивающие снижение интенсивности процессов окисления в молочных продуктах. Молочный жир в молоке представлен нейтральным жиром и растворенными в нем фосфатидами, стеринами, пигментами и витаминами. Средний химический состав молочного жира по разным источникам представлен в таблице 1.2. Молочный жир представляет собой сложный эфир глицерина и жирных кислот. Жир в молоке присутствует в виде жировых шариков (глобул) с диаметром от 0,5 до 20 мкм, которые имеют стойкую многослойную оболочку, обеспечивающую стабильность эмульсии и защищающую свободный молочный жир от гидролитических и окислительных изменений [7, 8, 9]. Оболочка молочного жира жирового шарика формируется в альвеолах вымени коровы и содержит большое количество биологически активных минорных соединений с выраженными антиоксидантными действиями. Средний липидный состав оболочек жировых шариков по обобщенным литературным данным [26] представлен в таблице 1.2. Триацилглицерины состоят из 3 жирных кислот (ЖК) эстерифицированных на основе глицерола. Триацилглицерины молока могут содержать от 250 до 400 различных ЖК [25, 150]. Широкий диапазон ЖК, которые в основном отличаются длиной цепи и степенью насыщения, способствует широкому диапазону плавления молочного жира. В таблице 1.3 представлена номенклатура и состав основных ЖК, присутствующих в молочном жире. ЖК имеют в основном четное углеродное число и, как правило, линейные и насыщенные.

Таблица 1.2 - Состав липидной фракции в коровьем молоке, %

Составная часть	Содержание, %
Свободные жирные кислоты (СЖК)	0,10-0,5
Холестерин	0,2-0,4
Ароматические соединения (лактоны, альдегиды, кетоны)	Часть на миллион
Фосфолипид	0,2-1,0
Витамины А, D и Е	Часть на миллион
Триацилглицерины	97-98
Диацилглицерины	0,28-0,59
Моноглицерид	0,16-0,38

Наиболее распространенной ЖК является пальмитиновая кислота (С16:0), за которой следует олеиновая кислота (С18:1). Для молочного жира характерна значительная доля короткоцепочечных ЖК (С4 - С6), транс-ЖК, таких как вакцинная кислота (С18:1 т11) и конъюгированная линолевая кислота (КЛК) (С18:2 С9т11) [49]. Короткоцепочечные ЖК синтезируются в молочной железе коровы и по физическим свойствам в значительной степени определяют характерные особенности кристаллизации и плавления молочного жира.

Таблица 1.3 - Номенклатура и состав основных ЖК в молочном жире, адаптированные из [150, 197]

Жирные кислоты	Средний диапазон, %
короткоцепочечные жирные кислоты	
С4:0	1 – 5
С6:0	1 – 5
С8:0	1 – 3
Среднецепочечные жирные кислоты	
С10:0	2 – 4
С12:0	2 – 5
С14:0	8 – 14
Длинноцепочечные жирные кислоты	
С15:0	1 – 2
С16:0	22 – 35
С16:1	1 – 3
С17:0	0,5 – 1,5
С18:0	9 – 14
С18:1	20 – 30
С18:2	1 – 3
С18:3	0,5 – 2

Наличие и количество конъюгированной линолевой кислоты (КЛК) и транс-ЖК определяется как процессом микробной изомеризации, так и процессом биогидрирования пищевых ненасыщенных ЖК в рубце и активностью D9-десатуразы в молочной железе. Отметим, что концентрации разветвленных цепи,

гидроксила, кетон и нечетной длины цепи ЖК выше в молочных жирах по сравнению с растительными жирами [81]. Переработанные пищевые продукты содержат различные классы липидов, такие как жирные кислоты, фосфолипиды, глицериды, воски, стеролы и терпены, деградация которых тесно связана со сроком хранения продуктов питания.

Одним из основных механизмов ухудшения качества натуральных или переработанных продуктов является окисление липидов. Различные пищевые системы, такие как майонез, салатные заправки, кремы, мороженое и масло, имеют эмульсионные структуры, в которых липиды являются важными компонентами. Следовательно, физическая структура липидной системы (например, масло или эмульсия) и незначительные липидные компоненты могут влиять на степень окисления, тем самым способствуя увеличению срока хранения продуктов питания [34, 36].

1.2 Минорные компоненты функционального назначения в пищевой промышленности

Ниже приводится обсуждение некоторых из минорных компонентов растительных масел. Моноглицериды и диацилглицерины, тривиально именуемые глицеридами, являются промежуточными звеньями в катаболизме и анаболизме триацилглицерола. Показано, что присутствие моно-и диглицеридов снижает окислительную стабильность масел. Добавление 0,25 % и 0,5 % этих смесей ускорило ход оксидативного ухудшения в масле сои. Их прооксидантный эффект зависит от количества добавленных веществ и в больших количествах ускоряет скорость окисления. Известно, что свободные жирные кислоты, естественно присутствующие в масличных семенах, особенно в незрелых семенах, или производимые ферментативным или химическим гидролизом во время хранения и обработки семян и масла, отрицательно влияют на стабильность масла. Более быстрые темпы окисления наблюдались в соевом масле, к которому добавляли свободные жирные кислоты. Они образуют комплексы с металлами, ускоряя каталитическое разложение гидропероксидов на свободные радикалы.

Фосфолипиды (ФЛ) подразделяются на две основные группы: глицеролфосфолипиды и сфинголипиды. Глицеролфосфолипиды образуются из глицерина с полярной головной группой и двумя жирными кислотами, этерифицированными в положениях sn-1 и sn-2 глицеринового скелета. К ним относятся главным образом фосфатидилхолин, фосфатидилэтаноламин, фосфатидилинозитол и фосфатидилсерин. Сфинголипиды образуются из сфингозина; сфингомиелин является доминирующим липидом и состоит из фосфорилхолиновой головной группы и жирной кислоты, связанной с амидным азотом сфингоидного длинноцепочечного основания. Недавние исследования дали убедительные доказательства того, что ФЛ могут оказывать положительное пищевое воздействие на здоровье человека, например, снижение риска сердечно-сосудистых заболеваний. В пищевой промышленности ФЛ используются в качестве эмульгаторов или стабилизаторов эмульсии, когда они находятся в комплексе с белками [30, 68, 121]. В молочном жире обнаружены пять основных классов фосфолипидов, их примерное процентное содержание следующее: фосфатидилхолин (ФХ) – 35 %; фосфатидилэтаноламин (ФЭ) – 30 %; сфингомиелин (СМ) -25 %; фосфатидилинозитол (ФИ) – 5 % и фосфатидилсерин (ФС) – 3 %. Фосфолипиды расположены в мембране молочной жировой глобулы (ММЖГ). Они обладают как липофильными, так и гидрофильными свойствами, и, следовательно, значительно влияют на эмульгирующие свойства мембраны. Поэтому особое внимание следует уделять фосфолипидной фракции при выделении жира из молока. Анализ фосфолипидов молока включает несколько этапов: извлечение жира из молока; выделение липидной фракции; разделение различных фосфолипидных классов. Для разделения фосфолипидных фракций применяют тонкослойную хроматографию, колоночную хроматографию и твердофазную экстракцию. Высокоэффективную жидкостную хроматографию с ультрафиолетовым детектором или с помощью испарительного детектора светорассеяния применяют для анализа различных фосфолипидов. Совсем недавно эти методы начали применять, совмещая их с предварительным концентрированием. Мембрана молочной жировой глобулы (ММЖГ) состоит из

гликопротеинов (20-60 %), глицерофосфолипидов (15-33 %), сфинголипидов, гликолипидов, триацилеролов, стеролов (0,3 %), ферментов и других второстепенных компонентов. Наиболее важными глицерофосфолипидами ММЖГ являются фосфатидилхолин ФХ (35-36 %), фосфатидилэтилэтаноламин ФЭ (27-30 %), фосфатидилинозитол ФИ (5-11 %) и фосфатидилсерин ФС (3-4 %) на рисунке 1.1 показана структура основных фосфолипидов [121].

Эмульгирующие свойства фосфолипидов объясняются одновременным присутствием в молекуле воды гидрофильной головки и гидрофобного хвоста. Как сообщалось выше, фосфолипиды молока в основном расположены в мембране молочной жировой глобулы в сочетании с белком и другими полярными липидами. Благодаря своим уникальным эмульгирующим свойствам фосфолипиды цельного молока, пахты или сливок считаются эффективными природными поверхностно-активными веществами, которые высокоэффективны в снижении межфазного взаимодействия. Благодаря этим свойствам фосфолипиды активно используются в современной технологии пищевых продуктов, где необходимо осуществлять стабилизацию эмульсий.

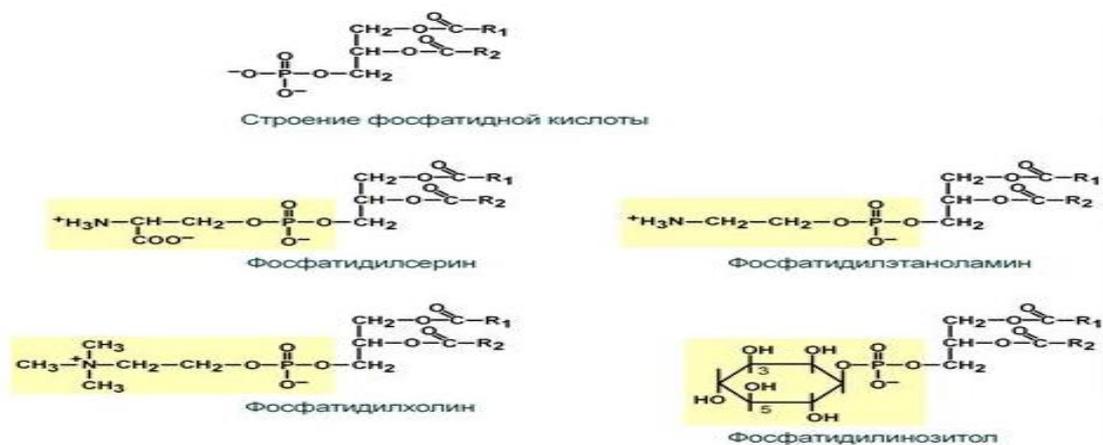


Рисунок 1.1 - Молекулярные структуры основных глицерофосфолипидов в мембране молочной жировой глобулы

Проведены сравнительные исследования эмульгирующих свойств восстановленной пахты, полученной биомембранным концентрированием (9,3 % фосфолипидов на сухое вещество) по сравнению с сухой пахтой, полученной распылительной сушкой (3,3 % фосфолипидов на сухое вещество), обезжиренным

сухим молоком (0,2 % фосфолипидов на сухое вещество) и казеинатом натрия (фосфолипиды не определены).

Смеси, приготовленные из 35 % сои (масло/вода), гомогенизировали при различных давлениях. Эмульсии, приготовленные с использованием восстановленной пахты, полученной баромембранной концентрацией и казеинатом натрия, показали более узкое распределение частиц по размерам по сравнению с эмульсиями, приготовленными с использованием сухих образцов пахты и обезжиренного молока, а эмульсии, содержащие восстановленную пахту, полученную баромембранной концентрацией, были наиболее стабильными среди четырех типов исследуемых эмульсий [68].

Фосфолипиды молока были успешно протестированы для приготовления липосом; двухслойные везикулы фосфолипидов использовали как для инкапсуляции и контроля высвобождения биоактивных соединений, так и для повышения их стабильности и биодоступности. Gülseren и соавторы добавляли фосфолипиды молока для инкапсуляции полифенолов с целью оптимизации доставки этих потенциально биоактивных молекул [68, 107, 121]. Farhang и соавторы в своих исследованиях использовали эти молекулы для инкапсуляции аскорбиновой кислоты, достаточно термолабильного вещества, которое можно использовать и как добавку в виде витамина, и как антиоксидант [107].

Неомыляемые вещества, токоферолы и фитостеролы являются важными компонентами в масляной фракции растительных масел и орехов. В последние несколько лет их благотворное воздействие на здоровье вызвало большой интерес к количественной оценке различных пищевых продуктов [180]. Анализ части стерола показал, что молочный жир содержит только холестерин, в то время как маргарин содержит высокий уровень фитостеролов.

Стерины: холестерол, ситостерол, и стигмастерол - полициклические стероидные смеси, которые имеют подобное химическое строение. Холестерин - типичный животный стерол, доля которого в молочном жире составляет 95-98 %. Фитостеролы - это фитостероиды, стигмастерол, и ситостерол, естественным образом присутствующих в растениях. Холестерол и фитостерол существуют в

свободных формах. Определение содержания стеролов в молочных продуктах осуществляется для следующих целей: измерение общего содержания холестерина для получения информации, выявления наличия растительных жиров и измерения специфических фитостеролов (β -ситостерол и стигмастерол). Для определения холестерина и других стероидов в молоке и молочных продуктах используют метод ВЭЖХ [78, 94].

Медведев и соавторы сообщили, что общее содержание стеролов в пальмовом масле - около 0,03 %. Индийские виды пальмового масла содержат около 4,0 % холестерина, 21,0 % кампестерола, 21,0 % стигмастерола и 63,0 % β -ситостерола [34]. Согласно другому исследованию [62], суммарное содержание стероидов в пальмовом масле составляет от 364 - 491 мг/дм³. Главные стероиды в пальмовом масле: β -ситостерин (281,8 мг/дм³), кампестерол (110,97 мг/дм³) и стигмастерин (55,97 мг/дм³). Стероиды не оказывают какого-либо отрицательного воздействия, но служат дополнительным пищевым источником [34, 102]. Недавно в качестве основы для теста на выявление инородных жиров в животных масле был предложен еще один компонент, а именно токоферол. Масла животного происхождения содержат всего несколько миллиграммов токоферола на 100 г жира, тогда как растительные жиры содержат большое количество токоферолов.

Показано, что молочный жир является относительно бедным источником витамина Е (20 - 40 мкг/г), тогда как большинство растительных масел (кукурузное, зародышей пшеницы, соевое, хлопковое) богаты этим витамином (500 - 1500 мкг/г) [128].

Установлено, что пальмовое масло содержит значительное количество токоферолов (включая токотриенолы), которые являются природными антиоксидантами и представлены преимущественно витамином Е. Необходимо учитывать, что процессы рафинирования уменьшают долю этих минорных компонентов в пальмовом масле. Концентрация каротиноидов около 500 - 700 ppm в сыром пальмовом масле снижается до половины на стадии отбеливания в процессе физического рафинирования, также на этом этапе процесса

рафинирования содержание токоферолов снижается с 600-1000 ppm до 356–630 ppm [62, 119].

Токоферолы - основные природные антиоксиданты, по сути, с участием α -токоферола действуют как ловушки для свободных радикалов. Оптимальный уровень токоферолов для наибольшей окислительной стабильности растительных масел связан с активностью отдельных токоферолов. Например, среди токоферолов δ -токоферол обладает наибольшей окислительной стабильностью, а α -токоферол - наименьшей. Вопрос о стабильности изомера токоферола остается спорным при различных моделях, показанных в опубликованной литературе. Не следует пренебрегать присутствием в масле других второстепенных компонентов и их потенциальным взаимодействием, так как они могут также влиять на работу токоферолов. Содержание и скорость деградации токоферола при жарке является существенным фактором, влияющим на стабильность масла [165].

Минорные компоненты представляют собой широкий спектр пищевых молекул, которые естественным образом присутствуют в растительных и животных липидах. Эти липофильные соединения составляют лишь 1-2 % от общего состава липидов и разделяются на два класса омыляемых и неомыляемых веществ. К последней категории относятся углеводороды, каротины, токоферолы, токотриенолы, линейные жирные спирты, тритерпеновые спирты, метиловые стеролы, стеролы и пигменты. Минорные компоненты представляют особый интерес благодаря своим антиоксидантным и биологическим свойствам. Это могут быть натуральные пищевые продукты, например, яйца, молоко, овощи и т. п., или функциональные ингредиенты, например: ω -3 жирная кислота, каротиноиды и фитостеролы по другому - растительные стерины (РС). Критическим фактором, определяющим биологическую активность пищевого липида, является его способность укреплять здоровье человека, а не просто быть источником энергии [88].

Исследования показывают, что рационы на растительной основе, содержащие большое количество этих минорных компонентов, оказывают защитное действие против сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ), различных

видов рака или других хронических заболеваний [131]. Для того, чтобы оценить это явление, многие биоактивные смеси, такие, как фенольные, фитоэстрогены, и стеролы были подробно изучены с целью оценки их влияния на здоровье [123]. Espley и соавторы для оценки влияния диетических флавоноидов на воспаление и микробиоту кишечника у мышей использовали обычные яблоки, генно-инженерные яблоки с повышенным содержанием флавоноидов и контроль (диету без яблок). Исследование показало, что яблоки с высоким содержанием флавоноидов уменьшали некоторые маркеры воспаления и изменения микрофлоры кишечника при вскармливании здоровых мышей [104].

Farhang с соавторами [107] изучено влияние длинноцепочечной ω -3 полиненасыщенной жирной кислоты (ПНЖК) из пищевых добавок эхиевого масла в плазме и липидах клеточной крови, определена ее эффективность у человека. Ежедневное потребление эхиевого масла (15 – 20 г) увеличивало содержание эйкозапентаеновой кислоты и докозапентаеновой кислоты в крови, но не оказывало влияния на докозагексаеновую кислоту. Кроме того, эхиевое масло понижало сердечно-сосудистые маркеры риска, такие, как триацилглицериды сыворотки крови, что особенно актуально для лиц с метаболическим синдромом. Следовательно, это можно использовать для обогащения пищи или напитков этими биологически активными соединениями. Примером такого применения является производство продуктов, обогащенных растительными стеринами, которые стали популярными благодаря своей способности снижать общий и липопротеин низкой плотности - “плохой” холестерин [85, 88]. Важно не только понимать последствия для здоровья минорных компонентов липидной природы, таких, как РС, необходимо также определить, как их добавление влияет на окисление липидов в пищевых продуктах, особенно в отношении матриц и термической обработки. Важно понимать, как минорные компоненты влияют на окисление липидов, поскольку последнее приводит к ухудшению сенсорного качества из-за образования продуктов вторичного окисления, а также разрушения основных питательных веществ в пищевых продуктах [159]. Например, РС содержит ненасыщенную кольцевую структуру и поэтому подвержен окислению во время

обработки и хранения растительного масла, эмульсиях "масло в воде" и продуктах детского питания [88, 140]. Таким образом, их деградация приводит к появлению неприятных летучих вкусовых компонентов и олигомеров, которые могут влиять на сенсорный профиль, а также на качество продуктов питания. Летучие соединения важны с сенсорной точки зрения, и их формирование может быть источником образования посторонних привкусов в термически обработанном масле [97, 159]. Однако, информацией об этом вопросе пренебрегают. Химическая структура минорных компонентов будет влиять на их прооксидантное или антиоксидантное действие, а также на их стабильность, которая зависит от свойств пищевой системы. Эти физические структуры, известные как коллоидные группы, могут служить центрами реакции для того, чтобы повысить оксидацию липида и дестабилизировать пищевые продукты [88].

Минорные компоненты могут быть прооксидативными, изменяя физические свойства капель эмульсии в результате их поверхностной активности [88]. Однако, некоторые минорные компоненты могут повышать окислительную стабильность пищевой системы, что особенно важно для предотвращения окисления липидов в обогащенных функциональных продуктах. Смеси токоферолов, фенолов и каротиноидов могут ограничивать окисление благодаря их способности связывать свободные радикалы, хелатировать ионы металла и блокировать разложение гидропероксидов [97]. Крайне важно, чтобы физическое расположение, разделение и распределение минорных компонентов были решающими факторами, которые необходимо учитывать при оценке антиоксидантных стратегий. Эти факторы помогают определить, будет ли минорное соединение вести себя как прооксидант или как антиоксидант и защищать биологически активные липиды. Таким образом, влияние минорных компонентов в реальных пищевых продуктах трудно прогнозировать, поскольку матрицы чрезвычайно сложны, и на их стабильность может влиять несколько внешних факторов (например, свет, температура, кислород). Учитывая парадоксальное окислительное действие минорных липидных соединений, необходимы дополнительные исследования для определения конкретного контекста, в котором способствующие укреплению

здоровья минорные компоненты могут положительно или отрицательно влиять на стабильность пищевых продуктов.

1.2.1 Роль минорных компонентов в пищевой промышленности

Минорные компоненты играют ключевую роль в кристаллизации жиров. Как удаление минорных компонентов из молочного жира, так и удвоение уровня их содержания в молочном жире приводили к увеличению времени индукции и замедлению скорости кристаллизации при кристаллизации 10 % молочного жира и 90 % смеси какао-масла [139, 158, 174]. В работах Нечаева, Mazzanti и Fedotova показано, что присутствие полярных липидов влияет как на процесс кристаллизации и превращение бета-кристаллов. При концентрациях ниже 2 %, фосфолипиды действуют как центры зародышеобразования и следовательно действуют на кристаллообразование. Тем не менее, при концентрациях выше 2 %, микроструктура состоит из мелких, равномерно распределенных кристаллов жира. Такие концентрации фосфолипидов увеличивают твердость масла [109, 138]. Кроме того, производители масла уже давно рассматривают возможность использования добавок, в том числе, моно-ацилглицеролов и флавоноидов, чтобы улучшить консистенцию продукта и снизить его окисление [47, 129]. Вышемирский, и соавторы сообщают о том, что физические свойства масла сильно зависят от способа его получения [10]. Например, при получении масла способом преобразования высокожирных сливок (ВЖС) проводить фазовые превращения крайне сложно из-за плохой водной дисперсии. Однако, при удалении пахты с помощью центрифугирования (способ сбивания) получается масло, которое имеет зернистую структуру и маслянистый вид. Abdel-Aziz и соавторы [62] обнаружили, что смеси сливочного масла (СМ) с рафинированным пальмовым маслом (РПМ) давали повышение содержания твердого жира (СТЖ), чем в сливочном масле при температуре около нуля и 10 °С, в то время как при 25 °С, СТЖ в масляных смесях была близка к чистому СМ. С другой стороны, окисление липидов является одной из основных реакций, приводящей к снижению качества продуктов питания и их переносимости, так как оно снижает питательную ценность и генерирует прогорклость, вызывая нежелательные запахи. Rokorná и соавторы обнаружили,

что моноглицериды задерживают окисление жиров в маргариновой эмульсии [154]. В маргариновой эмульсии эмульгаторы адсорбируют не только на границах раздела эмульсия/воздух и вода/масло, но и на поверхности раздела жидкость/твердое вещество липидного жирового смеси [6, 115]. И наоборот, упоминается, что моно- и диацилглицерины, которые имеют гидрофильные гидроксильные группы и гидрофобные углеводороды, уменьшают поверхностное натяжение пищевого масла и увеличивают скорость окисления [143]. Кроме того, фосфолипиды, индивидуально и коллективно могут оказывать угнетающее действие на липолиз. Мало экспериментальных данных имеется в этом отношении. Данные показывают, что реакция между фосфолипидами и липазой замедляется из-за уменьшения активности липазы при добавлении лецитина и кефалина в молоко. Свободные жирные кислоты действуют в качестве прооксидантов в пищевом масле [142, 143], они имеют как гидрофильные, так и гидрофобные группы в одной молекуле и предпочитают концентрироваться на поверхности пищевых масел. Mistry и соавторы сообщают, что свободные жирные кислоты снижают поверхностное натяжение пищевого масла и увеличивают скорость диффузии кислорода из свободного пространства в масло, что ускоряет окисление [142].

Есть сообщения о том, что в дополнение к полиненасыщенными жирными кислотами (ПНЖК) и фосфолипидам, некоторые вещества, такие как полифенолы, токоферолы и фитостерины могут играть положительную роль в снижении уровня холестерина и перекисного окисления липидов [194, 148]. Например, замена насыщенных жирных кислот полиненасыщенными жирными кислотами (ПНЖК) используется для снижения концентрации липопротеинов (липопротеиды низкой плотности, ЛПНП) низкой плотности и может способствовать умеренному понижению концентрации ЛПВП [11, 148, 183]. Механизм, лежащий в основе такого положительного эффекта, до сих пор обсуждается. В дополнение к ПНЖК и фосфолипидам полифенолы, токоферолы и фитостерины могут оказывать полезное действие, снижая уровень холестерина и перекисного окисления липидов [182]. С другой стороны, добавки с высоким содержанием жиров, богатых

фосфолипидами молока, вызвали значительное снижение веса печени, общих липидов печени, триглицеридов в печени и общего холестерина, и липидов в сыворотке крови [93]. Тем не менее, добавление токоферолов и фитостеринов было эффективно с целью профилактики стеатоза, а также снижения общего содержания триглицеридов и холестерина в печени. Кроме того, фитостерины могут присутствовать в маслах и могут быть использованы аналитически для идентификации масла. В некоторых случаях стерины выделяют для использования в качестве пищевых ингредиентов, в частности, в качестве средства для снижения уровня холестерина в крови [93, 194]. Кроме того, содержание токоферолов в маслах и жирах, как правило, непосредственно связано с содержанием ПНЖК. Чем выше процент ПНЖК, тем выше процент токоферолов. Молоко считается основным источником витамина А, но содержит лишь небольшое количество витамина Е и К. Содержание витамина А и каротиноидов в коровьем молоке составляет 0,5 - 1,7 и 0,05 - 0,1 мг/кг, а в сливочном масле 8,9 - 10,5 мг/кг и 1,1 мг/кг соответственно [179]. Таким образом, в результате анализа литературных источников установлена важная роль минорных компонентов для производства пищевых продуктов с функциональными свойствами.

1.2.2 Виды, роль и особенности использования природных антиоксидантов в производстве продуктов повышенной жирности на молочной основе

Окисление липидов является основной причиной ухудшения качества пищевых продуктов и образования неприятного запаха, снижения срока годности, изменения структуры и цвета, а также снижения пищевой ценности продуктов питания. Антиоксидантами являются вещества, способные замедлять или предотвращать развитие окислительной порчи жира и ухудшение его вкуса. Они содержатся в большом количестве в растительном сырье, тканях животных и микроорганизмов, обеспечивая естественную защиту здоровья человека. Наиболее известными природными антиоксидантами являются витамины: С (аскорбиновая кислота); Е (токоферолы); провитамины А (каротиноиды) и флавоноиды. Эти минорные компоненты могут быть выделены из природных источников (традиционно растительного происхождения) и используются в качестве пищевых

и/или биологически активных добавок в качестве антиоксидантов и консервантов для пищевых, медицинских и косметических целей. Антиоксиданты в первую очередь защищают организм от действия свободных радикалов и их присутствие обязательно для поддержания здоровья и физиологического благополучия современного человека, испытывающего воздействие контаминантов различного происхождения. Употребление комплекса антиоксидантов с пищей является важной составляющей рациона для повышения содержания антиоксидантных веществ в сыворотке крови человека. Пища является основным источником антиоксидантов, оказывающих положительное влияние на здоровье человека. Добавление антиоксидантов в молочные продукты оказывает положительное влияние на здоровье человека [162, 182]. Витамин Е является самым активным липофильным антиоксидантом в организме человека благодаря своей химической структуре, он также обладает широким спектром других биологических функций. Содержание жира в некоторых молочных продуктах колеблется в пределах 1 - 30 %, поэтому некоторые продукты очень чувствительны к реакциям перекисного окисления, что снижает срок годности, если продукт не упакован или хранится в присутствии кислорода и на свету. При анализе представленных данных Ramadan и соавторов также можно наблюдать один из вариантов увеличения окислительной стабильности, вследствие составления смеси КМ со специями. Ramadan и соавторы [155] обнаружили, что окислительная стабильность смесей (кориандр или черный тмин с кукурузным маслом) выше, чем у кукурузного масла, скорее всего в результате изменений в профиле жирных кислот и токоферолов, а также минорных биоактивных липидов (например, стеролов и фенолов). Молочные продукты, особенно с высокой массовой долей жира, требуют защиты от света и кислорода для предупреждения перекисного окисления липидов. Ограниченное количество в молочных продуктах природных антиоксидантов, таких, как аскорбиновая кислота, токоферолы, стеролы, фосфолипиды, настоятельно требует их дополнительного внесения для предотвращения прогорклости и продления срока годности. Актуально это и для продуктов на молочной основе с повышенным содержанием молочного жира.

Токоферолы являются самыми важными природными антиоксидантами в жирах и маслах. Они препятствуют окислению липидов в реакциях с пероксильными радикалами, тем самым предотвращая реакции свободных радикалов. Проведены исследования, показывающие, что α -токоферол в высокой степени влияет на замедление распада гидропероксидов. Также получены противоречивые результаты об эффективности различных токоферолов в экспериментах *in vivo* и *in vitro* [165]. Температура, а также состав и вид жира являются важными факторами, от которых зависит действие токоферолов. Хотя токоферолы рассматривают как антиоксиданты, в последнее время опубликовано много результатов исследований об их роли в качестве прооксиданта. Показано, что α -токоферол в высоких концентрациях является прооксидантом. В сухом молочном жире α -токоферол в концентрации 100 мкг/г обладает прооксидантными свойствами при температуре в диапазоне от 70 °С до 90 °С. Добавление α -токоферола в количествах от 50 до 400 мкг/г к обезвоженному молочному жиру способствовало увеличению начальных значений содержания пероксида с 0,2 до 0,4 и в течение 6 месяцев хранения при 25 °С последнее увеличивалось от 1,1 до 10. При 105 °С α -токоферол на уровне 50 мг/г является более эффективным антиоксидантом, чем при концентрации 100-1000 мкг/г.

Минорные компоненты молока, как жирорастворимые (фосфолипиды, конъюгированная линолевая кислота, витамины А, D, E, β -каротин стиролы, моно- и диглицериды), так и водорастворимые (белки, пептиды, витамины, минералы и микроэлементы) играют ключевую роль в поддержании прооксидантного и антиоксидантного гомеостаза человека. Липофильные антиоксиданты характеризуются высокой термической стабильностью и активны во всех молочных продуктах. Липофильные и гидрофильные минорные компоненты взаимодействуют в процессе замедления реактивных форм кислорода и конечных продуктов перекисного окисления липидов. Потребление молочных продуктов с молочным жиром без каких-либо признаков его порчи, а также богатым минорными компонентами с выраженным антиоксидантным свойством будет оказывать положительное влияние на здоровье и физиологический статус

современного человека, испытывающего экологический, психоэмоциональный и пищевой стресс [93, 94].

Для оценки степени окисления липидов необходимо выбрать подходящие и адекватные методы среди различных аналитических методов, которые были использованы для оценки пищевых масел. Поскольку продукты окисления липидов являются сложными смесями (свободные радикалы, альдегиды, кетоны, лактоны и кислоты), включающими как первичные, так и вторичные продукты, универсальный или стандартный метод не может оценить общий окислительный статус во всех пищевых системах. Следовательно, необходимо проводить измерение не менее двух показателей, используя более чем один метод, которым могут быть измерены первичные и вторичные продукты окисления. Эти аналитические методы можно разделить на пять групп в зависимости от того, что они измеряют. К ним относятся потеря исходных веществ, поглощение кислорода, образование свободных радикалов, а также продуктов первичного и вторичного окисления [100, 140]. Химические, физические и сенсорные, а также инструментальные методы могут быть использованы для измерения параметров окисления липидов, а также для прогнозирования срока хранения продуктов. Сенсорные анализы оказались более точными, но трудоемкими, дорогостоящими и иногда более субъективными. Следовательно, они не являются основным выбором в рутинном лабораторном анализе [64, 109]. Поэтому используются химические и физические инструментальные анализы. Эти методы анализа включают определение йодного числа (ЙЧ), пероксидное число, и спектрометрирование триенов; конъюгированные диен и триен, значение тиобарбитуровой кислоты (ТБК) и оксидативный индекс стабильности (ОИС).

Молочные липиды несут основную ответственность за текстурные свойства молочных продуктов на жировой основе. На микроструктуру и текстурные свойства продуктов на основе молочного жира влияет кристаллизация молочного жира. На кристаллизацию молочного жира влияют химические и физические параметры, такие как состав жирных кислот (ЖК), наличие шариков молочного жира, температурные условия и предельное напряжение сдвига. Качество сырья и

параметры, используемые во время изготовления продукта, являются основными для процесса кристаллизации, и, таким образом, для окончательного качества продукта. Условия обработки масляной глобулы в процессе маслоизготовления, такие, как скорость охлаждения, скорость перемешивания и температура кристаллизации, влияют на кристаллизацию молочного жира. Они влияют на образование, морфологию и распределение по размеру кристаллов, и, таким образом, на микроструктуру и консистенцию масла. Как правило, при медленном охлаждении образуются крупные кристаллы с широким распределением по размерам, тогда как при быстром охлаждении присутствует много мелких и нестабильных кристаллов [8, 132, 175, 189]. Безводный молочный жир (МЖ) при быстрой скорости охлаждения ($10\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{мин}$) формирует кристаллы с зонами менее $2250\text{ }\mu\text{m}$, в то время как медленная скорость охлаждения ($0,1\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{мин}$) приводит к диапазону кристаллов от 250 до $950\text{ }\mu\text{m}$ [179, 185, 190, 192]. Что касается уровня содержания твердого жира (СТЖ), то высокие уровни СТЖ присутствуют в образцах, кристаллизовавшихся с высокой скоростью охлаждения [8, 82, 127]. Быстрое охлаждение приводит к интеграции кристаллов в кристаллическую структуру и увеличивает образование α -формы; напротив, при медленном охлаждении образуются кристаллы твердого жира β' -формы [130, 185, 186, 189]. Однако для медленно охлаждаемых эмульсий наблюдалась задержка роста кристаллов [137].

Наличие механического перемешивания также влияет на кристаллизацию молочного жира. За счет увеличения скорости перемешивания формируются мелкие кристаллы [127]. Внесение воздуха во время перемешивания может облегчить нуклеацию. Силы возбуждения могут также разбивать уже образовавшиеся кристаллы фрагменты которых могут выступать в качестве центров кристаллизации и способствовать вторичному кристаллообразованию, что приводит к сравнительно большему количеству кристаллов [130]. Однако, этот процесс зависит от скорости перемешивания, времени и состава ЖК. На рис. 1.2 и 1.3 показаны процессы кристаллизации молочного жира. Martini, и соавторы наблюдали снижение модуля упругости, вязкости при механическом

перемешивании в процессе кристаллизации смесей фракций молочного жира, при увеличении скорости сдвига [137]. Так, при переходе от 50 до 100 об⁻¹ наблюдается резкое снижение эластичности и комплексного модуля, тогда как от 100 до 200 об⁻¹ - снижение модулей сдвига. Это влияние более очевидно на высоких скоростях охлаждения [137]. Kaufmann и соавторы продемонстрировал, что промежуточный сдвиг (50 с⁻¹), применяемый при кристаллизации смесей из МЖ и рапсового масла, приводит к высокому комплексному модулю смесей, в то время как высокая скорость сдвига (500 с⁻¹) приводит к низкому комплексному модулю [127].

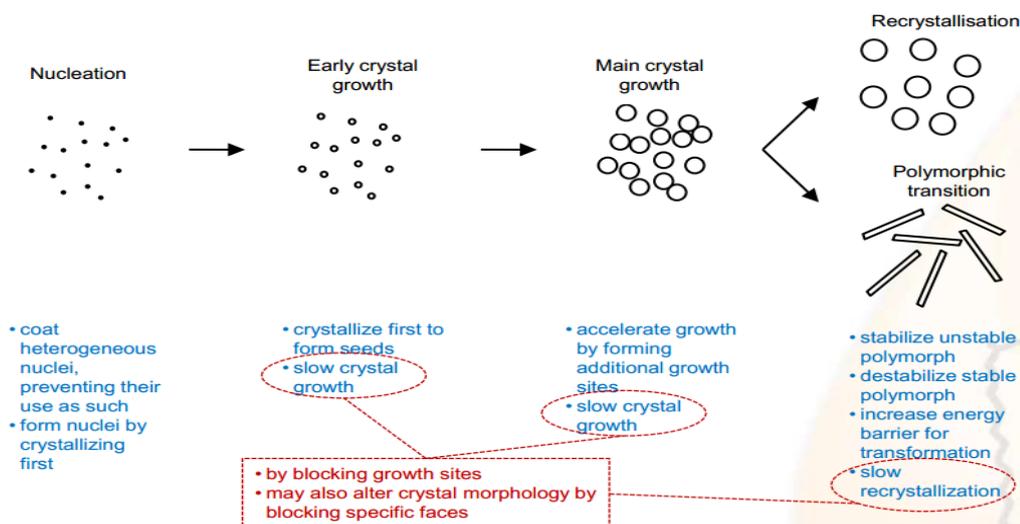


Рисунок 1.2 - Кристаллизация молочного жира и сливочного масла



Рисунок 1.3 – Схема формирования кристаллов в молочном жире

Тем не менее, не сообщается о сдвиговом эффекте на конечной стадии кристаллизации МЖ и смесей, изготовленных с 10 % рапсового масла [127, 191]. Кроме того, при наличии сдвига наблюдается быстрый переход от α формы к β' форме кристаллов МЖ, однако на время образования α -формы сдвиг не влияет. Состав α -формы отличается у молочного жира, кристаллизовавшегося в статических условиях и при перемешивании, что указывает на более низкую селективность при перемешивании [138, 139].

Наблюдается рост спроса со стороны потребителей на здоровое питание на жировой основе с низким уровнем насыщенных ЖК, которые, как известно, повышают риск сердечно-сосудистых заболеваний [70]. Этому можно достичь путем смешивания молочного жира с растительными маслами, так называемыми спредовыми или масляными смесями. Бленды масла имеют лучшую консистенцию при температуре бытового холодильника. Механизмы кристаллизации масляных смесей отличаются от обезвоженного молочного жира (ОМЖ). В целом добавление растительного масла в ОМЖ приводит к снижению СТЖ и точек плавления [44, 191, 192]. Kaufmann и соавторы наблюдали задержку начала кристаллизации, более низкую температуру кристаллизации и различные полиморфные формы при смешивании рапсового масла с ОМЖ в различных концентрациях. Снижение СТЖ и температуры плавления в масляных смесях было вызвано разбавлением молочного жира и солубилизацией некоторых кристаллов в масляную фазу [127], при увеличении концентрации рапсового масла кристаллические кластеры становятся меньше и однороднее. Кроме того, присутствие жидкого масла влияет на полиморфное поведение, так как с увеличением уровня жидкого масла образуются более стабильные кристаллы [175, 191]. В недавнем исследовании показано, что добавление рапсового масла в ОМЖ при медленной скорости охлаждения не влияет на плавление, в то время как напряжение при разрушении резко снижается при добавлении 10 % рапсового масла [127]. Вопреки этому, при высокой скорости охлаждения температура плавления снижалась с увеличением количества рапсового масла, а напряжение при разрушении уменьшалось почти линейно. Быстрое охлаждение приводит к образованию смешанных кристаллов, которые легко растворяются добавлением растительного масла. Минорные компоненты, такие как фосфолипиды и диацилглицериды, оказывают существенное влияние на кристаллизацию. В целом диацилглицериды и фосфолипиды задерживают начало кристаллизации молочного жира и рост кристаллов, что может быть вызвано их поглощением кристаллами [168, 178, 179, 185, 190]. Добавление фосфолипидов в масло увеличивает размер сферолитов и твердость продукта, а также облегчает полиморфный переход к более стабильной

форме, однако минорные компоненты молочного жира не изменяют термодинамических свойств системы, таких, как тепловое поведение и уровень СТЖ [109]. Фосфолипиды могут также частично адсорбироваться на поверхности кристаллов. Чем больше поверхность кристалла покрыта, тем больше дальнейший рост кристаллов затруднен [168, 185]. Кроме того, минорные компоненты могут влиять на зарождение и рост кристаллов, приводя к формированию того или иного типа кристаллической решетки. В данном случае минорный компонент диацилглицерол (ДАГ) сопутствует формированию кристаллической решетки. Изомер диацилглицерола 1,2 образует орторомбическую форму кристалла, которая по сравнению с триклинной формой, соответствующей изомеру 1,3, имеет значительные преимущества.

1.3 Влияние использования минорных компонентов на свойства мороженого сливочного

Мороженое - это замороженный молочный продукт, обычно изготавливаемый путем взбивания и замораживания смеси (фризерования) для мороженого. Смесь для мороженого - это замороженная смесь ингредиентов, состоящая из всех ингредиентов мороженого, за исключением воздуха и вкусовых веществ. Фризерование предотвращает образование крупных кристаллов и обеспечивает гладкую текстуру мороженого [72]. Мороженое представляет сложный пищевой коллоид, который включает незамерзшую фазу, которая состоит из жировых шариков, кристаллов льда и пузырьков воздуха. Жировые шарики покрыты слоем белка / эмульгатора, а пузырьки воздуха частично покрыты жировыми шариками. Плазма молока в мороженом содержит высокомолекулярные полисахариды и сахара в форме сублимированного концентрированного раствора [72]. Состав мороженого обычно выражают в процентах от его составляющих, например: молочный жир, молочные сухие вещества которые не содержат жира, сахара и стабилизаторов (которые являются соединениями, добавляемыми в очень малых количествах, чтобы сильно влиять на образование и рост кристаллов льда в мороженом с тем, чтобы придать продукту желаемое тело и текстуру). Мороженое и аналогичные продукты классифицируются как замороженные десерты, которые

включают мороженое, замороженный заварной крем, замороженные кондитерские изделия, нежирное мороженое, щербеты, сорбеты и мягкие замороженные продукты [136].

Широко распространено мнение, что мороженое эволюционировало из замороженных напитков и водяных льдов. Мороженое впервые появилось в Китае, затем в средние века в Европе. Промышленное производство мороженого было организовано в Соединенных Штатах Америки значительно позже. Мороженое, вероятно, пришло в США с первыми английскими колонистами. В 1851 году в Балтиморе, штат Мэриленд, была создана первая оптовая индустрия мороженого. Заводы по производству мороженого были также созданы в Нью-Йорке, Сент-Луисе, Чикаго, Вашингтоне и Цинциннати. В СССР промышленное производство мороженого было налажено в 1934 г, в г. Москве. Развитие и совершенствование производства сгущенного и сухого молока путем использования пастеризатора и гомогенизатора, фризера, морозильного оборудования вызывали рост промышленного производства мороженого с 1900 года. Мороженое с содой было произведено в 1879 году, а рожки мороженого и эскимо были произведены в 1904 и 1921 годах, соответственно [98]. Технологические операции, такие, как пастеризация, гомогенизация, созревание, замораживание и закаливание, могут влиять на структуру, тело и текстуру этого продукта [98].

Мороженое типичного состава состоит из четырех основных частей: 50 % воздуха, 30 - 50 % льда, 5 - 20 % жира и 15 % матрицы (сахарного раствора) по объему. Поэтому оно содержит все три состояния вещества: твердое (лед и жир), жидкое (раствор сахара) и газообразное (воздух). Твердое тело и газ находятся в виде мелких частиц (кристаллов льда, капель жира и пузырьков воздуха), взвешенных в жидкой фазе, называемой матрицей [136, 152]. Она также известна как коллоидная дисперсия, где мелкие частицы (или коллоиды) одной фазы диспергируются в другой непрерывной фазе. Из-за их малых размеров частиц (от нанометров до микрон) и большого отношения площади поверхности к объему, поверхностные свойства этих фаз играют большую роль в свойствах всей системы. Мороженое представляет собой одновременно эмульсию (капли жира), золь

(кристаллы льда) и пену (пузырьки воздуха), с другими коллоидами в виде мицелл казеина и других белков в матрице [91]. Характерные структуры для смеси мороженого и мороженое представлены на рисунке 1.4. Более крупные пузырьки воздуха и кристаллы льда объединяются вместе (матрицу) в незамороженной фазе с гораздо более мелкими частично коалесцированными частицами жира.



Рисунок 1.4 - Структуры смеси мороженого и мороженого [136]

Мороженое состоит из различных категорий ингредиентов. Часто используют подсластители, стабилизаторы, эмульгаторы, ароматизаторы и красители. Каждая категория играет важную роль в структуре мороженого, которое делится на четыре основные части: пузырьки воздуха, капли жира, кристаллы льда и матрица. Взаимосвязь ингредиентов и структурных компонентов в мороженом, показана ниже на рисунке 1.5.

Основными целями использования минорных компонентов в мороженом являются получение гладкости в теле и текстуре продукта, снижение роста кристаллов льда и лактозы при хранении, а также обеспечение консистенции продукта и устойчивости к таянию [144]. Механизм действия минорных компонентов для повышения кристаллической состава в первую очередь связан с их влиянием на незамороженные и замороженные фазы [144, 147]. Смеси стабилизаторов предназначены для обеспечения характерной структуры в сливочном мороженом, особенно, с низким содержанием жира или в обезжиренном мороженом [152].



Рисунок 1.5 - Взаимосвязь различных ингредиентов и структурных компонентов мороженого [73]

Федотова и соавторы использовали растительное масло для приготовления мороженого. Показано, что кедровое масло имеет превосходные вкусовые качества, характеризуется высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот группы ω -6: линолевой (до 44,2 % от общего содержания жирных кислот в масле) и γ -линоленовой (20,5 и более %) [57].

Отличительной особенностью липидов кедровых орехов является высокое содержание фосфолипидов (1,34 %), витамина Е - 52,4 % (от общего содержания липидов), стерина от 120 до 200 мг на 100 г продукта. В результате проведенных исследований установлены рациональные режимы подготовки молочных растительных смесей с кедровой мукой и кедровым маслом для получения мороженого с высокой пищевой ценностью и хорошими потребительскими свойствами.

Физико-химические изменения, протекающие в смесях при созревании, значительно улучшают их взбиваемость. Увеличение взбитости способствует образованию нежной и однородной консистенции готового продукта [57]. Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена возможность использования для производства сливочно-растительного спреда, сливочного масла и мороженого на растительных маслах эмульгаторов–моноглицеридов, а также композиции соевых лецитинов (Е 471) [5]. Syed и соавторы сообщают, что стабилизаторы, добавляемые в мороженое, выполняют множество важных

функций, таких, как сокращение времени взбивания, контролируемая дестабилизация жира, улучшенная твердость и повышенная устойчивость к таянию и формоустойчивости [173]. При гомогенизации жира и создании эмульсии смеси белки и стабилизаторы конкурируют за межфазное пространство. По данным Ахмедовой большинство видов мороженого, представленных на современном российском рынке, трудно отнести к полезным продуктам из-за высокой калорийности, содержания синтетических подсластителей, красителей, ароматизаторов и стабилизаторов [4]. Применение натурального молочного, фруктового и овощного сырья, замена сахара и жира на минорные компоненты относятся к ведущим тенденциям расширения ассортимента мороженого.

Во время хранения мороженого могут формироваться дефекты, такие, как рост кристаллов льда и разрушение структуры мороженого. Это ухудшение качества становится более распространенным при более высоких температурах морозильной камеры, больших колебаниях температуры и увеличении времени хранения. Минорные компоненты, такие, как стерины, фосфолипиды, токоферолы, моно- и диглицериды, обычно добавляют в мороженое для контроля роста кристаллов льда во время закаливания и хранения, особенно при высоких температурах, для придания телу жесткости во время замораживания, для включения воздуха, а также для придания гладкости телу и текстуре мороженого [4, 103]. В последние годы произошло несколько ключевых технологических изменений в способе производства мороженого. Эти разработки были в значительной степени обусловлены потребительскими факторами, такими, как стремление к здоровым продуктам (продукты с низким содержанием жира и низкокалорийные продукты, а также продукты, обогащенные пробиотиками, антиоксидантами, фитостеролами, фосфолипидами и другими) и постоянная потребность в инновациях продукта (упаковка, текстура или ароматизаторы) для обеспечения нового интереса и дифференциации на рынке [116]. Мороженое богато калориями благодаря тому, что в нем содержатся значительные количества углеводов, белка и молочного жира. Однако, мороженое содержит мало антиоксидантов, пищевых волокон. Функциональные продукты питания можно

определить как продукты, содержащие значительный уровень биологически активных компонентов (антиоксиданты, пищевые волокна, микроэлементы, витамины, а также не содержащие синтетических добавок и др.), которые обеспечивают особую пользу для здоровья [147]. Мороженое, приготовленное на основе масел, богатых биологически активными компонентами (минорными компонентами), имеет улучшенные питательные свойства [12].

Масло зародышей пшеницы (МЗП) состоит из неполярных липидов, гликолипидов, фосфолипидов, сложных эфиров, токоферолов, стериннов, пигментов и летучих компонентов. Наиболее распространенной жирной кислотой МЗП является линолевая кислота, которая составляет 42-59 % от общего количества триглицеридов, за которой следуют пальмитиновая (16:0) и олеиновая кислоты (18:1). Стеариновая кислота, насыщенная жирная кислота, обычно составляет менее 2 % [118]. В литературе имеется несколько сообщений об использовании минорных компонентов в производстве мороженого, но нет информации об использовании концентрированных минорных компонентов в производстве мороженого как функционального молочного продукта питания.

1.4 Дигидрокверцетин как биологически-активная составляющая для масложирового модуля

Лечебное применение растений, очевидно, восходит к шумерской и аккадской цивилизациями в третьем тысячелетии до нашей эры. Гиппократ (ок. 460-377 до н. э.), один из древних авторов, описавших лекарственные природные продукты растительного и животного происхождения, перечислил около 400 различных видов растений для лечебных целей. По данным Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ), лекарственным растением является любое растение, которое в одном или нескольких своих органах содержит вещества, которые могут быть использованы в лечебных целях. Такое растение будет иметь части, включая листья, корни, корневища, стебли, коры, цветы, плоды, зерна или семена, используемые для контроля или лечения заболевания и, следовательно, содержит химические компоненты, которые являются медицински активными. Эти не являющиеся питательными веществами химические соединения растений или

биологически активные компоненты часто называют фитохимическими веществами или фито компонентами; они отвечают за защиту растений от микробных инфекций или заражений вредителями [89]. Фитохимические вещества были выделены и охарактеризованы из фруктов, таких как виноград и яблоки; из овощей, таких как брокколи, баклажаны и лук; из специй, таких как куркума, корица; напитков, такие как зеленый чай и красное вино, а также многих других пищевых источников [101]. Вредное воздействие окислительного стресса можно снять с помощью своевременной антиоксидантной терапии, т.е. путем потребления нормированного количества природных антиоксидантов. Указана важность установления антиоксидантов в основных пищевых продуктах и напитках с целью использования их для своевременной антиоксидантной терапии [28, 29, 56, 59].

Дигидрокверцетин (2,3-дигидро-3,5,7-тригидрокси-2-3,4-дигидроксифенил-4Н-1-бензопиран-4-он; $C_{15}H_{12}O_7$); таксифолин; диквертин; ДГК зарекомендовали себя в качестве ценных биологически активных веществ широкого спектра действия и эффективных малотоксичных антиоксидантов (АО) жиросодержащих пищевых продуктов, лекарственных препаратов и косметических средств. В то же время, в литературе приведено значительное число примеров, в которых экстракты и вытяжки из лекарственных растений, а также искусственные би- и трикомпонентные смеси полифенольных соединений обладают высоким уровнем антиокислительного действия и не уступают по антиокислительной активности (АОА) известным синтетическим АО [58]. Одним из самых активных антиоксидантов природного происхождения, применяемых при производстве пищевых продуктов, признан дигидрокверцетин - природное соединение, выделенное из древесины сибирской лиственницы. Международное название «Дигидрокверцетин» (Dihydroquercetin). В Европе он известен как «Таксифолин» (Taxifolin). Структура ДГК представлена на рисунке 1.6 [29].

Антиоксиданты для использования в пищевой системе должны быть недорогими, нетоксичными и эффективными при низких концентрациях; обладать высокой стабильностью и способностью выдерживать обработку; не иметь запаха, вкуса или цвета; легко внедряться и обладать хорошей растворимостью в продукте

[129]. Современные тенденции в здоровом питании таковы, что предпочтение отдается натуральным продуктам, нежели сложным химическим соединениям [42].

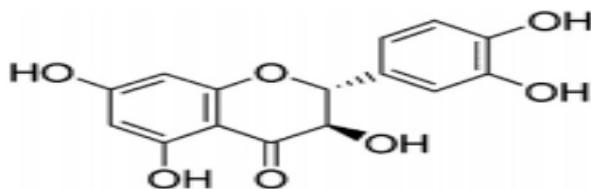


Рисунок 1.6 - Структура дигидрокверцетина

Дигидрокверцетин – биофлавоноид, извлекаемый из природного растительного сырья – комлевой части древесины лиственницы. Многочисленными исследованиями подтверждено, что дигидрокверцетин является нетоксичным, физиологически безвредным для организма человека соединением. Добавление дигидрокверцетина в рецептуру сметаны способствует снижению скорости нарастания титруемой кислотности. Так, нарастание титруемой кислотности контрольного образца на 7-е сутки хранения достигло 76 °Т, что соответствовало кислотности сметаны с добавлением дигидрокверцетина на 21-е сутки [27, 41]. Применение дигидрокверцетина в рецептуре сметаны позволяет создать лечебно-профилактический продукт и увеличить срок годности сметаны с 7 до 20 суток без изменений микробиологических и органолептических показателей. При внесении дигидрокверцетина в сливочное масло образование активных радикалов замедляется на ранних стадиях хранения, при этом количество перекисей жировой фракции остается на допустимом уровне даже при превышении 8-месячного срока хранения [23, 60, 83]. Дигидрокверцетин проявляет ингибирующее действие по отношению к процессу свободно радикального окисления липидов сливочного масла при его хранении в течение 6 месяцев при температуре 2-6 °С, - 3 °С и -18 °С. Внесение ДГК в количестве 0,02 % к массе жира способствует сохранению исходных органолептических показателей масла в течение более продолжительного времени. Дигидрокверцетин замедляет скорость накопления продуктов окисления в сливочном масле при хранении. По своей антиоксидантной активности дигидрокверцетин превосходит многие антиоксиданты натурального происхождения (экстракт виноградных косточек, экстракт зеленого чая, экстракт розмарина и другие) (таблица 1.4).

Таблица 1.4 - Сравнительная антиоксидантная активность дигидрокверцетина и других антиоксидантов*

Наименование антиоксиданта	АОА (Ед/г)
Витамин Е	1,300
Витамин С	2,100
Эпикатехин	8,100
Кверцетин	10,900
Лютеолин	12,500
Дигидрокверцетин 88-90% чистоты	15,155
Дигидрокверцетин 92-93 % чистоты	19,925
Дигидрокверцетин 94% чистоты	21,940
Дигидрокверцетин 95% чистоты	32,744

*Примечание: Данные предоставлены Brunswick Laboratories (США)

В 2008-2009 годах две независимые лаборатории Advanced Botanical Consulting & Testing, Inc. и Brunswick Laboratories выполнили тестирование дигидрокверцетина, производимого в России. Результаты исследования показали, что дигидрокверцетин обладает очень высокой антиоксидантной активностью и превосходит многие известные антиоксиданты [23, 29]. Перекисное окисление липидов - это разрушение двойных связей ненасыщенных липидов реактивными кислородными соединениями, которые могут быть остановлены антиоксидантами, а именно липофильными, такими как витамин Е, который является одним из наиболее эффективных. Этот витамин на самом деле представляет собой набор из восьми очень похожих соединений, названных токоферолами и токотриенолами (по четыре каждого) α -токоферолом, наиболее эффективными против перекисного окисления липидов [83].

Флавоноиды – биологически активные полифенольные соединения растительного происхождения, в основе которых лежит молекула флавана. Для них характерно капиллярукрепляющее, кардиотропное, спазмолитическое, гипотензивное, мочегонное, желчегонное, гепатозащитное, кровоостанавливающее действие [46]. Антиоксиданты препятствуют окислению липидов, тем самым снижая образование летучих продуктов разложения (например, альдегидов и кетонов), которые вызывают прогоркание [33, 64, 164, 165]. Антиоксидантный потенциал фенольных соединений зависит от количества и расположения гидроксильных групп в молекулах. Фенольные антиоксиданты могут отдавать атомы водорода для липидных радикалов [31, 139]. Kiokias и

соавторами установлено, что фенольные антиоксиданты более эффективны в продлении периода индукции, когда добавляются в любое масло, которое еще не подверглось порче. Однако, они неэффективны в замедлении гидролитических и окислительных процессов, уже протекающих в продукте. Таким образом, антиоксиданты следует добавлять в продукты питания как можно раньше во время обработки и хранения для достижения максимальной защиты от окисления [129]. Добавление ДГК в стерилизованные сливки снижает рост бактерий [30]. Липиды молока и кисломолочных продуктов при технологической обработке и хранении подвергаются свободно-радикальному окислению, что приводит к снижению качества и биологической ценности продукции. Кроме того, окисленные липиды влияют на токсикологическую и микробиологическую безопасность молочных продуктов, а их потребление может вызвать возникновение патологических изменений в организме. Как антиоксидант дигидрокверцетин способствует торможению процесса перекисного окисления, что не только увеличивает срок годности, но и повышает биологическую ценность молочных продуктов.

Рост патогенных микроорганизмов по данным ВОЗ (WHO), начиная с 2000 года, устойчивость микроорганизмов к противомикробным препаратам стали серьезной угрозой для глобального общественного здравоохранения. Таким образом, более строгий контроль за применяемыми антибиотиками и новыми антибактериальными веществами считается необходимым. Использование новых антимикробных соединений представляется наиболее перспективным. Среди соединений, обладающих антимикробными свойствами биофлавоноид дигидрокверцетин представляет особый интерес из-за широкого спектра биологической, в том числе, антиоксидантной активности (таблица 1.5).

Таблица 1.5 - Бактерицидный эффект действия дигидрокверцетина по отношению к некоторым видам бактерий

Культура микробактерий	Ингибирование (%)
<i>Staphylococcus aureus</i>	91,0
<i>Listeria monocytogenes</i>	30,0
<i>Salmonella</i>	нет гибели
<i>Escherichia coli</i>	11,8

Дигидрокверцетин широко используется в пищевой промышленности и медицине [23]. Так, было показано противоопухолевое влияние ДГК на линии клеток остеосаркомы U₂OS и Saos-2 в дозозависимой форме [89]. ДГК нашел применение в запатентованных гепатопротекторных препаратах для лечения токсических повреждений печени и дополнительного лечения хронических воспалительных заболеваний печени, а также цирроза печени [84].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО ОБЗОРУ ЛИТЕРАТУРЫ

Анализ современного состояния и перспективных направлений использования основных и минорных компонентов молочного жира, а также минорных компонентов функционального назначения, особенно антиоксидантов, в производстве продуктов повышенной жирности выявил актуальность разработки технологий и исследования потребительских свойств продуктов на молочной основе с минорными компонентами функционального назначения из животного и растительного сырья. В АРЕ большое значение отводится молочным продуктам и продуктам на основе молочного жира. Наряду с продуктами общего назначения с каждым годом расширяется ассортимент продуктов функционального питания, к которым относятся продукты диетического питания. Среди диетических особое место отводится молочным продуктам. При разработке молочных диетических продуктов используются различные виды биологически активных липидов. Это - продукты питания, содержащие ингредиенты, которые приносят пользу здоровью человека, повышают профилактику заболеваний. В настоящее время наблюдается тенденция увеличения использования различных видов антиоксидантов в продуктах с целью увеличения срока годности и обеспечения качества и безопасности. В мире большое внимание уделяется пищевым добавкам, полученным из растительных масел. Их используют с целью обогащения продуктов питания минорными компонентами, для увеличения срока годности, улучшения потребительских свойств и расширения ассортимента продуктов, в том числе на молочной основе. К ним относятся токоферолы, фосфолипиды, стерины, флавоноиды и дигидрокверцетин.

Следовательно, разработка продуктов повышенной жирности на молочной основе (спреда сливочно-растительного и мороженого сливочного обогащенного) с использованием минорных компонентов представляет научную и практическую значимость в целом для пищевой промышленности и особенно актуальна для производства функциональных продуктов в АРЕ. Молоко и молочные продукты с повышенным содержанием жира являются важным элементом питания в рационе населения АРЕ. Создание продуктов с повышенной биологической ценностью, обеспечивающих растущее желание потребителей АРЕ к здоровому образу жизни, перспективно на современном этапе за счет повышения содержания полезных ингредиентов, таких, как ненасыщенные и полиненасыщенные жирные кислоты, белки, витамины и минеральные вещества, а также снижения содержания нежелательных ингредиентов (холестерина).

ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В настоящей главе рассмотрены вопросы, касающиеся организации выполнения работы, объектов и методов исследования.

2.1 Организация работы и объекты исследований

Работа проведена на кафедре «Технология и биотехнология продуктов питания животного происхождения» ФГБОУ ВО Московского государственного университета пищевых производств «МГУПП» (РФ, г. Москва), в лаборатории технологии мороженого Всероссийского научно-исследовательского института холодильной промышленности филиала Научно-исследовательского центра пищевых систем им. В. М. Горбатова (РФ, г. Москва), на кафедре «Технология молока и молочных продуктов» в Национальном исследовательском центре Каирского университета (Египет, г. Каир) в период с 2017 по 2020 г. Экспериментальный раздел исследований выполнен на базе научно-исследовательских лабораторий указанных университетов.

На основании анализа литературных источников и сформулированных задач объектами исследований были выбраны:

- молочный жир и сливочное масло (ГОСТ 32261-2013);
- масло зародышей пшеницы (ТУ 9141-001-21318887-2013);
- кукурузное масло (ГОСТ 8808-2000);
- минорные компоненты растительного происхождения;
- дигидрокверцетин и гинкго билоба (ТУ 9100-241-21428156-14), (ТУ 9100-632-21428156-2014);
- масложировой модуль с минорными компонентами;
- спред сливочно-растительный с масложировым модулем (ТУ 10.51.30 - 004 - 02068634 - 2020);
- мороженое сливочное и смеси для его производства с минорными компонентами (ТУ 10.52.10 -005 -02068634 - 2020).

Исследования проводились по схеме, представленной на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 - Схема проведения исследований

На основе аналитического обзора литературных данных были обоснованы направления, цель и задачи исследования. На основе последних исследований обоснованы ресурсы, перспективные для использования в пищевой промышленности (АРЕ). Научно обосновано использование прогрессивных технологических решений. Разработаны методические и практические решения по повышению качества молочной продукции повышенной жирности с использованием минорных компонентов функционального назначения на основе рационального использования сырьевых ресурсов растительного и животного происхождения.

2.2 Методы исследования

Извлечение минорных компонентов. Минорные компоненты были извлечены из масла зародышей пшеницы в три этапа, как описано на рисунке 2.2 и в [141] с незначительными изменениями. Брали 20 г масла и смешивали с 200 см³ гексана в разделительной воронке объёмом 500 см³. Затем к смеси добавили 100 см³ метанола и перемешивали в течение 5 мин.

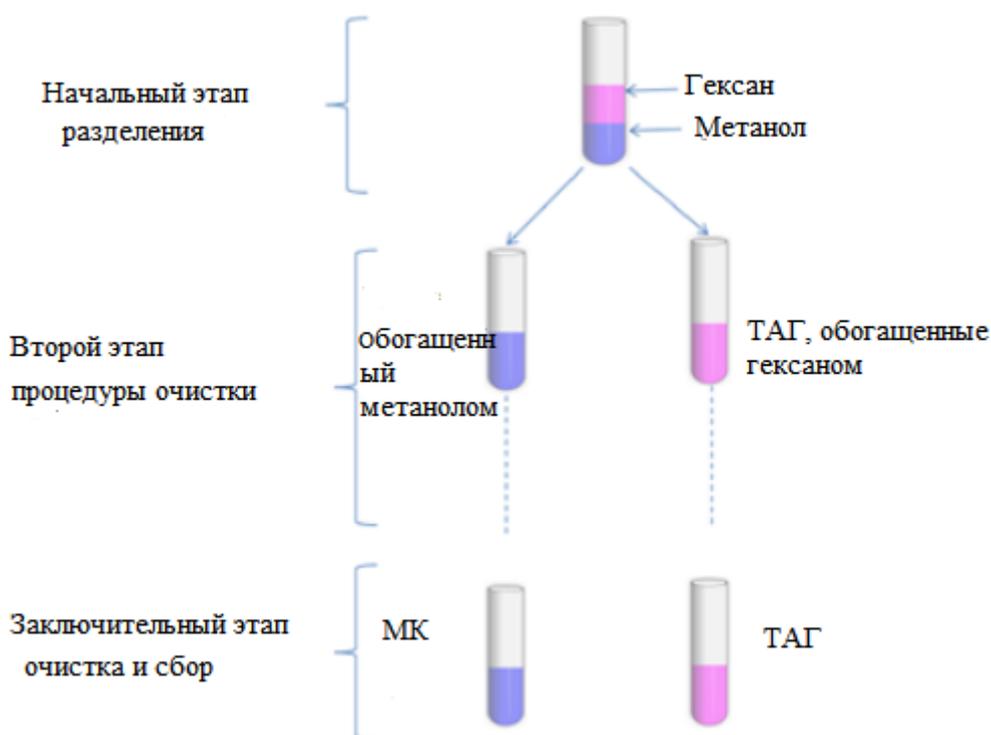


Рисунок 2.2 – Схема извлечения минорных компонентов из растительных масел

Где: МК - Минорные компоненты; ТАГ – Триацилглицериды,

После этого делительная воронка была герметизирована с азотом и при 4 °С выдерживалась в течение 1 часа. Потом фракцию метанола слили в круглодонную колбу объемом 1 дм³. Процесс извлечения метанолом повторяли четыре раза и объединенные экстракты выпаривались до 20 см³, в результате чего получался экстракт с конечной концентрацией 2 г масляного эквивалента на 1 см³. Экстракты хранили в метаноле при минус 20 °С до использования не более двух недель.

Приготовление экстрактов дигидрокверцетина. Коммерческий препарат дигидрокверцетина (ДГК) измельчали, один грамм настаивали в 100 см³ воды, перемешивали в течение 2 ч, выдерживали в холодильнике в течение ночи, а затем центрифугировали при 3000 об⁻¹ в течение 5 мин. Экстракт ДГК добавляли в количестве 50, 100, 150, 200 и 300 мг на кг исследуемого образца.

Интегральная антиоксидантная активность (АОА). Интегральную АОА определяли на приборе «Эксперт-006» кулонометрическим титрованием с использованием электрогенерированных галогенов. Электрогенерацию брома осуществляли при постоянной силе тока 50 мА или 5 мА из водных 0,2 м растворов калия бромистого в 0,1 м растворе серной кислоты с определением конца титрования вольтамперметрической индикацией с двумя поляризованными электродами из инертного металла. Результаты определения интегральной антиоксидантной активности выражали в мг/дм³ в пересчете на аскорбиновую кислоту [2, 55].

Окислительно-восстановительный потенциал. Окислительно-восстановительный потенциал (E_h) определяли вольтамперметрическим методом на иономере «Эксперт 001-1» («Эконикус-эксперт», РФ) путем прямого измерения э.д.с. электродной системы по [21].

Определение показателя преломления проводили по показателю преломления (ПП) образцов спреда сливочно-растительного. ПП определяли с помощью рефрактометра Carl Zeiss (JENA, Тип 337397, Германия) при 40 °С, в 3-х кратной повторности [18].

Определение температуры плавления. При определении этого показателя руководствовались прописью [67]. Небольшое количество исследуемого образца жира нагревают в фарфоровой чашке на водяной бане до полного расплавления. Сухая, открытая с двух концов капиллярная трубка из тонкого стекла с внутренним диаметром 1,0 - 1,2 мм и длиной 50 - 60 мм погружается одним концом в расплавленный жир так, чтобы высота его в капиллярной трубке была равна 10 мм. Капиллярную трубку с жиром выдерживают на льду в течение 0,5-1,0 часа. После этого к капиллярной трубке прикрепляют термометр с помощью тонкого резинового кольца таким образом, чтобы столбик жира находился на одном уровне с ртутным шариком термометра. Затем термометр с капиллярными трубками осторожно опускают в стакан с водой (100 см³), имеющий температуру 15-18 °С, на такую глубину, чтобы он был погружен в воду на 3-4 см. При непрерывном перемешивании воду в стакане нагревают со скоростью 1-2 °С в минуту. Фиксируют температуру, при которой жир в капилляре начинает подниматься.

Определение производят два раза, за результат принимают среднее арифметическое двух параллельных определений, которые не должны различаться более чем на 0,5 °С.

Определение кислотности. Используемый метод был адаптирован из [125]. Смесь абсолютного этанола и диэтилового эфира (1:1 в/в) тщательно нейтрализовали 0,10 Н раствором гидроксида калия с использованием 1 % индикатора фенолфталеина. В коническую колбу вместимостью 250 см³ взвешивали навеску массой 3-5 г исследуемых образцов и растворяли в 50 см³ нейтрализованного этанол - диэтилового эфира и титровали раствором гидроксида калия 0,10 моль/дм³ до получения слабо-розовой окраски, устойчивой в течение 15 с. Свободные жирные кислоты рассчитывали как % олеиновой кислоты (СЖК %).

$$СЖК = \frac{C \cdot 0,0282 \cdot 100}{B}, \quad (1)$$

где: С – объем раствора гидроксида калия, пошедшего на титрование;

В - масса масла (г).

Определение йодного числа. Йодное число определяли методом Гануса по методу, описанному в [67]. В коническую колбу вместимостью 500 см³ взвешивали навеску массой 0,25 г исследуемых образцов и растворяли в 20 см³ хлороформа. Затем добавляли 25 см³ раствора Гануса (13,2 г чистого I₂ в 1 дм³ СН₃СООН) и оставляли стоять 30 мин в темноте. Добавляли 10 см³ 15 %-ного раствора KI, встряхивали и добавляли 100 см³ свежеекипяченой и охлажденной Н₂О. Смесь титровали раствором тиосульфата натрия 0,1 моль/дм³, постоянно встряхивая, до тех пор, пока она не станет почти бесцветной. Добавляли несколько капель 1 %-ного раствора крахмала в качестве индикатора и при энергичном встряхивании продолжали титрование до полного исчезновения синего цвета после высвобождения всего йода из СНCl₃. Был проведена холостая проба без масла.

$$ЙЧ = \frac{(B - C) \cdot M \cdot 12,69}{B}, \quad (2)$$

где: ЙЧ - йодное число, грамм йода на 100 г масла; В - объем раствора Na₂S₂O₃, концентрацией 0,1 моль/дм³ (0,1 Н), пошедший на титрование в контрольном опыте, см³; С - объем раствора Na₂S₂O₃, концентрацией 0,1 моль/дм³

(0,1 Н), пошедший на титрование в основном опыте, см³; М - молярность раствора Na₂S₂O₃; В - масса навески масла, г.

Определение числа омыления. Число омыления (ЧО) испытанных образцов масла определяли по методике, описанной в [67]. Брали 2-5 г исследуемого образца, взвешивали в конической колбе объемом 250-300 см³ и добавляли 50 см³ спиртового раствора КОН (35-40 г КОН растворяли в 20 см³ воды и доводили объем до одного литра 95 %-ным этиловым спиртом). Колбу соединяли с воздушным конденсатором и уваривали до полного омыления жира (~30 мин), охлаждали и титровали 0,5 моль/дм³ НСl с использованием фенолфталеина. Значение числа омыления рассчитывали по следующей формуле:

$$ЧО = \frac{28,05 \cdot (B - C)}{B}, \quad (3)$$

где: В - объем раствора соляной кислоты концентрации 0,5 моль/дм³, израсходованный на нейтрализацию контрольной пробы, см³; С - объем раствора соляной кислоты концентрации 0,5 моль/дм³, израсходованный на нейтрализацию анализируемой пробы, см³; В - масса анализируемой пробы, г.

Жиронокислотный состав. Метод включал приготовление метиловых (этиловых) эфиров кислот. Метиловые эфиры жирных кислот получали по методу, рекомендованному [13]. Пробу испытуемого масла хорошо перемешивают. В стеклянную пробирку берут пипеткой 2-3 капли масла, растворяют их в 1,9 см³ гексана. В раствор вводят 0,1 см³ раствора метилата натрия в метаноле (этилата натрия в этаноле) концентрацией 2 моль/дм³. После интенсивного перемешивания в течение 2 мин реакционную смесь отстаивают 5 мин и фильтруют через бумажный фильтр. Готовый раствор хранят в холодильнике не более 2 сут.

ГХ-анализ жирных кислот: Метиловый эфир стандартных соединений жирных кислот анализировали с помощью газовой хроматографии Perkin Elmer Auto System XL (GC), оснащенной пламенно-ионизационным детектором (FID), капиллярной колонкой из плавленного кремнезема ZB-Wax (60 м x 0,32 мм id). Температура была запрограммирована в два этапа следующим образом: во-первых, температура колонки 40 °С, 5 мин, а затем нагревают от 40 до 220 °С со скоростью

3 °С/мин. Температура детектора и инжектора, как правило, 250 и 230 °С, соответственно. Расход газа-носителя (гелия) составил 1 см³/мин [187].

Методы определения стеринов и токоферолов. Подготовка проб. Навески образцов по 1 г растворяли в 50 см³ спирта этилового 96 %-ного, после растворения добавляли 60 % масс. водного раствора КОН (30 г), затем смесь нагревали с обратным холодильником при 70 °С в течение 30 мин, периодически перемешивая. По истечении 30 минут смесь разделялась на две фазы: нижняя – розоватая (омыленная фракция), верхняя – желтая (неомыленные компоненты). Смесь охлаждали при комнатной температуре, а затем к ней добавляли 100 см³ воды дистиллированной и гомогенизировали. Экстракцию полученного раствора проводили двумя порциями гексана по 100 см³, на каждом этапе смесь взбалтывали в течение не менее 1 минуты. Гексановые фракции объединяли и обрабатывали 1 %-ным раствором аскорбиновой кислоты (100 см³) для избавления от тимола. После этого экстракт промывали водой дважды порциями по 100 см³. Сушили раствор прибавлением безводного Na₂SO₄. Гексан выпаривали в потоке азота до остаточного объема 15 см³, затем это количество пропускали через колонку диаметром 1,5 см, заполненную MgO, высотой 5 см (очистка от каротиноидов). Через колонку пропускали две порции гексана по 25 см³ и полученную объединенную гексановую фракцию отгоняли в потоке азота досуха. Сухой остаток растворяли в 1 см³ элюента [78].

ВЭЖХ. При анализе токоферола и стирола все измерения проводили в изократическом режиме при скорости потока подвижной фазы 1 см³/мин, объем инъекции составлял 20 см³. Условия хроматографирования токоферолов: подвижная фаза: метанол/ацетонитрил/дихлорметан 50:44:6 (v/v/v), температура термостата 30 °С, длина волны детектирования - 284 нм, время анализа 30 мин. Условия хроматографирования стеролов: подвижная фаза: спирт этиловый 96 % / ацетонитрил 15:85 (v/v), температура термостата 40 °С, длина волны детектирования - 210 нм, время анализа 30 мин.

Определение классов фосфолипидов включало подготовку образцов фосфолипидов: Фосфолипиды были получены в соответствии с методом,

указанным [145]; в экстрагированную фосфолипидную фракцию, около 100 мг образца, экстрагировали 200 см³ ацетона и собрали нерастворимый остаток. Затем остаток диспергировали в 60 см³ хлороформа/метанола 2:1 и фильтровали. После фильтрации раствор промыли тем же объемом 0,01 М раствора Na₄-ЭДТА - 0,1 М NaCl. Органическую фазу извлекли, высушили безводным Na₂SO₄, профильтровали и затем выпарили при 35 °С роторным испарителем. Одну десятую высушенных образцов растворили в 0,5 см³ гидрохлорида триэтиламина /диметилформамида /гуанидиния (15, 50 см³ и 5 г соответственно) для получения спектров ³¹P-ЯМР.

Определение классов фосфолипидов методом ³¹P-ЯМР. Спектры ³¹P-NMR с высоким разрешением, были получены при температуре 27 °С на аппарате Bruker Avance-400 (Italy), работающем на частоте 161,97 МГц, с использованием обратного зонда, оснащенного градиентом вдоль Z-оси. Одномерные ³¹P-спектры с разделением на 1Н были получены при следующих условиях: ширина спектра 200 ppm, время задержки 7 с, ширина импульса 8,0 мкс (60° spin-flip angle), количество сканирований 3000, количество точек данных 32 К. Образцы фосфолипидов содержали 10 % диметилформамида-d₇ для внутренней блокировки, а внутренний фосфатидилхолин использовали в качестве сравнения. Образцы фосфолипидов содержали 10 % диметилформамида-d₇ для внутреннего замка, а внутренний фосфатидилхолин использовался в качестве сравнения. Сфингомиелин из куриного яичного желтка, *rac*-1,2dipalmitoylglycero фосфоэтаноламин; (фосфатидилэтаноламин); 1,2-dipalmitoyl-*sn*-glycero-3 фосфохолин (фосфатидилхолин); 3-*sn*-phosphatidyl-L-serine из мозга крупного рогатого скота (фосфатидилсерин); *sn*-glycerol-3-phosphate (фосфатидилглицерин) и натриевая соль фосфатидилинозита из сои использовались в качестве стандартов для назначения фосфолипидов.

Биологическая активность дигидрокверцетина. Метод включал определение антиоксидантной активности (DPPH*) 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил* радикалов ДГК экстракта оценивали с использованием стабильного анализа радикалов DPPH* [79]. Брали 3,9 см³ рабочего раствора (25 мг

DPPH*/дм³ метанола), смешивали со 100 мкл различных концентраций (10-100 мкг ДГК/см³). Интенсивность окраски измеряли при 517 нм на спектрофотометре Shimadzu, UV-Vis. 1201, программа UVProbe, Япония, после инкубации в течение 30 мин в темноте при комнатной температуре (25 ±2 °С). **Антиоксидантная активность по методу (ABTS*).** Для оценки антиоксидантной активности использовали DPPH* (2,2-дифенил-1-пикрилгидразил) и ABTS* (2,2'-Азино-бис (3-этилбензотиазолин-6-сульфоновая кислота) тесты на свободные радикалы [157]. В качестве рабочего раствора использовали раствор, приготовленный из 7 мм раствора ABTS* с 2,45 мм K₂S₂O₈. К 3,9 см³ рабочего раствора (ABTS*) добавляли 100 мкл различной концентрации ДГК (10-100 мкг ДГК/см³). Интенсивность окраски измеряли при 700 нм после инкубации в темноте при комнатной температуре в течение 30 мин. Для анализа активности DPPH* и ABTS* по ингибированию радикалов Тролокс используется в качестве стандарта с калибровочной кривой от 10-100 мкг/см³. Ингибирование свободных радикалов ABTS* и DPPH*, остающихся в растворе (в %), было рассчитано следующим образом:

$$R = \left(\frac{(A_{\text{контроль}} - A_{\text{образец}})}{A_{\text{контроль}}} \right) \cdot 100, \% \quad (4)$$

где, R - ингибирование антирадикальной активности, A_{контроль} - оптическая плотность контрольного образца, содержащего все реагенты, кроме тестируемого соединения, нм; A_{образец} - оптическая плотность исследуемого соединения, нм.

Определение общих флавоноидных соединений (ОФС). Общее содержание флавоноидных соединений каждого экстракта определяли микрометодом с реактивом Фолина-Чокальтеу [166]. Брали 20 мкл раствора экстракта, смешивали с 1,16 см³ дистиллированной воды и 100 мкл реагента Фолина-Чокальтеу, с последующим добавлением 300 мкл раствора Na₂CO₃ (20 %) перемешивали в течение 8 мин. Затем смесь выдерживали в термостате при 40 °С в течение 30 мин и измеряли ее оптическую плотность при 760 нм (спектрофотометр WPAS 2000, Великобритания). Аскорбиновая кислота была использована как стандарт для построения калибровочной кривой.

Противоопухолевая активность. Измерение потенциальной цитотоксичности ДГК против клеточной линии рака печени (HepG2) и клеточной линии рака молочной железы (MCF-7) было протестировано с использованием метода [167]. Клетки высевали в 96-луночный планшет (10^4 клеток/лунке) на 24 ч перед обработкой. Различные концентрации ДГК, растворенные в дистиллированной воде, 1,25; 2,5; 5,0 и 10,0 мкг/см³ вносили в ячейки монослоя; для каждой отдельной дозы были подготовлены три прокола. Монослойные клетки инкубировали с ДГК в течение 24 ч при 37 °С и атмосфере 5 % CO₂. Через 24 ч клетки фиксировали, промывали и окрашивали сульфо-родаминовым. Избыточное окрашивание промывали уксусной кислотой, и восстанавливали буфером Трис ЭДТА. Интенсивность цвета была измерена в ELISA. Для получения кривой выживаемости каждой линии опухолевых клеток построена зависимость между выживающей фракцией и концентрацией экстракта ДГК.

Антимикробная активность. Антибактериальная активность ДГК по отношению к референтным штаммам определялась методом диффузии агара, описанным [15, 17, 20, 92]. Шесть штаммов патогенных бактерий - *Escherichia coli* 0157: H7 ATCC 6933, *Bacillus cereus* ATCC 33018, *Staphylococcus aureus* ATCC 20231, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644 и *Yersinia enterocolitica* ATCC 9610 - были получены в виде коммерческих культур из молочной микробиологической лаборатории Национального исследовательского центра, Египет, г. Каир. Каждый штамм активировали в пептонном соевом бульоне при 37 °С в течение 48 ч. Один мл культуры активированного индикаторного штамма (10^5 клеток /см³) прививали в 20 см³ мюллер-хинтон агара (Бектон Дикинсон, США) и заливали в чашки Петри. После затвердевания агара стерильным буром вырезали лунки из агара диаметром 5 мм и в каждую лунку добавляли 50 мкл раствора ДГК концентрацией 50, 100, 200 и 300 мкг/см³. Пластины инкубировали при 37 °С в течение 24 ч, а зоны ингибирования измеряли в конце инкубационного периода. Если значение зоны ингибирования 5,0 мм, то это значит, что образец не имеет антимикробной активности против данной бактерии [156].

Окислительная стабильность оценивалась как период индукции (ч) в соответствии с методом, описанным [140] с использованием прибора Rancimat Metrohm (Ud.CH-9100 Herisau, Switzerland, Model 679; 743 Rancimat software 1.1) при 110 °С с воздухом при скорости потока 20 дм³/ч.

Определение перекисного числа. При определении этого показателя руководствовались [67]. Навеску масла $5 \pm 0,001$ г взвешивали в колбе объемом 250 см³ с пробкой и растворяли в 30 см³ смеси ледяной уксусной кислоты и хлороформа (3:2). Добавляли насыщенный водный раствор йодида калия (1 см³), хорошо встряхивали и помещали в темное место на 5 мин. Дистиллированную воду (~40 см³) добавляли при перемешивании и пробу титровали 0,01 Н Na₂S₂O₃ при энергичном встряхивании до тех пор, пока желтый цвет почти исчезнет. Добавляли примерно 0,5 см³ 1 %-ного раствора крахмала и титрование продолжали при энергичном встряхивании, чтобы высвободить весь йод из слоя СНCl₃, пока синий цвет просто не исчез. Перекисное число (ПЧ) рассчитывали с использованием следующего уравнения:

$$ПЧ = \frac{(B - C) \cdot H \cdot 1000}{V} \quad (5)$$

где: ПЧ - Значения перекисного числа (мэкв O₂ / кг пробы); В - объем стандартного раствора тиосульфата натрия молярной концентрацией 0,01 моль/дм³, израсходованный на титрование, см³; С - объем стандартного раствора тиосульфата натрия молярной концентрацией 0,01 моль/дм³, израсходованный для контрольного опыта см³; Н - концентрация раствора тиосульфата натрия, моль/дм³;

В - масса исследуемой пробы, г.

Кинетика кристаллизации. Определение включало термический анализ образца дифференциальным сканирующим калориметром (ДСК) (Модель 7, Perkin Elmer, Norwalk, CT). С помощью программного обеспечения capricorn DSC channel application. ДСК был откалиброван с индием (м. С. 156,60 °С, ΔХФ 28,45 Дж/г) и галлием (м. С. 29,78 °С, ΔХФ 80,09 Дж/г). Систему продувают азотом при 20 см³/мин во время анализа, и жидкий азот используется в качестве хладагента для охлаждения системы. Метод [176] был адаптирован к условиям эксперимента.

Образец массой 9-10 мг был помещен в герметично закрывающийся алюминиевый лоток емкостью 30 см³ (Perkin Elmer, Norwalk, CT), образцы нагревали со скоростью 10 °С/мин от комнатной температуры до 80 °С и выдерживали при этой температуре в течение 5 мин для разрушения любой предыдущей кристаллической структуры, перед охлаждением до минус 50 °С со скоростью 10 °С/мин для получения кривых кристаллизации. Через 15 мин при температуре минус 50 °С были получены кривые плавления путем нагрева образцов до 70 °С со скоростью 10 °С/мин. Термограммы были проанализированы на пиковые максимумы температуры (°С) и энтальпии (Дж/г). Анализ данных проводился с помощью программного обеспечения, поставляемого с ДСК (Pyres software, Perkin Elmer, Norwalk, CT).

Морфология кристаллов. Для наблюдения микроструктуры жира образцов использовался поляризационный световой микроскоп Olympus ВН (Olympus, Токио, Япония). Образцы кристаллизовались из расплава на предметных стеклах под стеклянными крышками при температуре 25 °С. CCD цифровой видеокамеры (Efston наук Эвансвилл, Торонто, Канада) использовался для записи изображений на видеокассеты, которые затем были оцифрованы с помощью программного обеспечения Rainbow Runner (Matrox Graphics Inc., Дорваль, Квебек, Канада) [192].

Содержание твердого жира (СТЖ) в исследуемых образцах определяли методом ядерно-магнитного резонанса (ЯМР, модель: MARAN-SFC, компания: Resonance Instruments Ltd) с помощью программного обеспечения ЯМР-релаксометр по методике, описанной в [125]. Испытанные образцы были измерены при 10, 20, 25, 30, 35, 40 °С. Образец в ЯМР трубке плавится при 70 °С в течение 30 мин и затем охлаждается до 0 °С в течение 90 мин и выдерживается 60 мин до начала измерений.

Титруемая кислотность. Метод основан на нейтрализации кислот, содержащихся в продукте, раствором гидроксида натрия в присутствии индикатора фенолфталеина. Титруемую кислотность выражают в градусах Тернера (°Т). Один градус Тернера (°Т) соответствует объему (см³) водного раствора гидроксида натрия концентрацией 0,1 моль/дм³, необходимому для нейтрализации 100 г (100 см³)

исследуемого продукта. При определении титруемой кислотности мороженого и смесей для его производства в колбу вместимостью 100 или 250 см³ отмеривали 20 см³ дистиллированной воды, 10 см³ анализируемого продукта и 3 капли фенолфталеина. При анализе смесей для производства мороженого остатки продукта из пипетки переносили в колбу путем промывания пипетки полученной смесью 3-4 раза. Смесью тщательно перемешивали и титровали раствором гидроксида натрия до появления слабозащелочного окрашивания, соответствующего контрольному эталону окраски, не исчезающей в течение 1 мин по [19]. Проводили параллельно два измерения. За окончательный результат измерения принимали среднее арифметическое значение результатов двух параллельных измерений.

Активная кислотность (рН). При определении этого показателя руководствовались соответствующим ГОСТ 32892-2014 [16]. Метод основан на определении концентрации свободных ионов водорода с помощью потенциометрических анализаторов (рН-метров). Сначала прибор проверяли по буферному раствору: включали за 30 мин до начала проверки, настраивали по буферному раствору рН 6,88 и 4,01 при температуре (20±1°C). Перед проверкой прибора по буферному раствору электроды необходимо тщательно промыть дистиллированной водой, а остатки воды с электродов удалить фильтровальной бумагой. В стакан вместимостью 50 - 100 см³ наливали 40 ±5 см³ продукта с температурой (20 ±2 °С) и погружали электроды прибора. Электроды не должны касаться стенок и дна стакана. Через 10 - 15 с снимали показания по шкале прибора. Для быстрого установления показаний прибора измерения проводят при круговом перемещении стаканчика с пробой. После каждого измерения электроды датчика промывали дистиллированной водой. В промежутках между измерениями электроды датчика погружали в стакан с дистиллированной водой. За окончательный результат принимали среднее арифметическое результатов двух параллельных измерений рН, расхождение между которыми не должно превышать 0,03 ед.

Органолептическая оценка продуктов. Органолептические характеристики определяли по методике, описанной в [52]. Органолептические

показатели спредов и мороженого проводили дегустационной комиссией бальным методом. В состав комиссии входили преподаватели кафедры «Технология и биотехнология продуктов питания животного происхождения» ФГБОУ ВО Московского государственного университета пищевых производств, специалисты Национального исследовательского центра Каирского университета и Всероссийского научно-исследовательского института холодильной промышленности – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН.

Определение эффективной вязкости продукта. Определение эффективной вязкости продукта производили на ротационном вискозиметре Brook Field DV2+Pro (RheocalcT software, Brookfield Engineering Laboratories, INC. Middleboro, MA 02346-1031, USA). Измерения проводили при температуре смеси ($4 \pm 0,5$ °C) при градиенте сдвига на срез $0,17$ с⁻¹. Полученные данные обрабатывали при использовании программы Rheocalc V3 1-1. Измерения проводили в двух повторностях.

Взбитость мороженого. Метод предназначен для определения взбитости мороженого в процессе его изготовления (после фризирования). Взбитость – это выраженное в процентах отношение разности масс смеси и мороженого одного и того же объема к массе мороженого [14]. Взбитость мороженого B , %, вычисляли по формуле:

$$B = \frac{M_{см} - M_{м}}{M_{м}} \cdot 100, \quad (6)$$

где: $M_{см}$ – масса смеси; $M_{м}$ – масса мороженого.

Микроскопические исследования использовали для определения состояния и дисперсности воздушной фазы. Метод основан на визуальной оценке микрофотографий, определении размеров воздушных пузырьков и математическом расчёте среднего диаметра, а также распределения воздушных пузырьков по размерам. Исследование проводили с использованием подключённого к ПК светового микроскопа Olympus CX 41 со встроенной фотокамерой. Использовали увеличение 100. Каждый образец исследовали не менее чем в 3 повторностях со съёмкой не менее 5 кадров для каждой повторности.

В дальнейшем полученные изображения обсчитывали в программе Olympus Stream, ImageScopeM,:

Состояние и дисперсность кристаллов льда. Исследования проводили по методике определения кристаллов льда в мороженом и замороженных взбитых продуктах, разработанной во ВНИХИ (Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности). В основу метода положен подход канадских учёных, во главе с М. Biasutti, изложенный в [75]. Метод доработан применительно к условиям исследований в части пробоподготовки. Метод включает микрофотографирование объектов исследования встроенной фотокамерой светового микроскопа при температуре не выше минус 18 °С, определение размеров кристаллов льда и статистический анализ распределения кристаллов льда по размерам. Использовали подключённый к ПК световой микроскоп Olympus CX 41 с фотокамерой и термо- крио- столиком PE 120. Исследование проводили при 100-кратном увеличении. Каждый образец исследовали не менее чем в 3-х повторностях со съёмкой не менее 5 кадров для каждой повторности. В дальнейшем полученные изображения обрабатывали в программе Olympus Stream, ImageScopeM. Проводили качественную (микроструктурную) и количественную оценку (по кривым распределения частиц по размерам) дисперсности кристаллов льда. Определяли средний размер кристаллов льда и долю кристаллов с размером до 50 мкм.

Исследование устойчивости продукта к таянию включали исследование устойчивости продукта к таянию. Исследование проводили при температуре (20±1 °С), температура образца - минус 18 °С. Исследование проводили в двух повторностях. Предварительно взвешивали опытный образец и помещали в среду с регулируемой температурой 20±1 °С. По истечении 60 минут, массу плава мороженого взвешивали. Далее определение массы плава мороженого повторяли каждые 10 минут. Обработку проводили в течение 2 часов или до полного растаивания исследуемого образца. Затем рассчитывали массовую долю плава мороженого для каждого измерения.

Массовую долю плава $[M_{\text{п}}]$ рассчитывали по формуле:

$$M_n = \frac{(m_{пл} - m_ч) \cdot 100}{m_m}, \quad (7)$$

где $m_{пл}$ – масса плава мороженого, г; $m_ч$ – масса пустой чашки, г; m_m – масса мороженого до растаивания, г.

Формустойчивость продукта: Из образца закаленного мороженого с температурой минус 18 °С металлическим пробоотборником, предварительно выдержанным не менее 4 ч при температуре минус 18 °С, отбирали пробу, помещали её в чашку Петри и затем в термостат с температурой (20±1) °С. Сразу после помещения у образца закаленного мороженого в термостат образец фотографировался, далее каждые 10 минут до полной потери образцами формы.

Социологический опрос проводился в городе Гиза и ее окрестностях (Египет) методом анкетирования и интернет-опросом.

Статистический анализ. Статистический анализ полученных данных проводился с использованием общей линейной модели производителей SAS в программе Microsoft Excel (SAS Inst. Cary, NC, 2016) в полном рандомизированном дизайне с использованием следующей модели:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}, \quad (8)$$

где: Y_{ij} – значение j th образца в i th обработке; μ - среднее значение; T_i – показатель влияния обработки; E_{ij} - экспериментальная ошибка.

Сравнение результатов проводили с использованием критерия Тьюки. Значимость была установлена на уровне $p < 0,05$ [163]. А также использовались приборы с программным обеспечением, такие как: Rainbow Runner; Olympus Stream, ImageScopeM и Rheocalc V3 1-1.

ГЛАВА 3 ОБОСНОВАНИЕ ОСНОВНОГО И ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ И РАЗРАБОТКА МАСЛОЖИРОВОГО МОДУЛЯ С МИНОРНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

3.1 Анализ рынка молочных продуктов в России и Арабской республике Египет

Улучшение производства и состава продуктов питания (например, молока и молочных продуктов) является не только основной целью сельскохозяйственных исследований, но и улучшением их качества, например в последнее время новые проблемы, связанные с производством функциональных продуктов питания, заставили диетологов и микробиологов изучать любые методы, которые могут улучшить профиль функциональных продуктов [1]. Доходы населения остаются одним из ключевых факторов, который определяет ситуацию со спросом на молочную продукцию. В 2020 году аналитики строили негативные прогнозы из-за начавшейся пандемии (коронавируса) и падения реальных располагаемых доходов населения РФ, но они не сбылись в полной мере, как отражено на рисунке 3.1. На этом фоне можно прогнозировать увеличение потребления более дешевых продуктов с заменителем молочного жира.

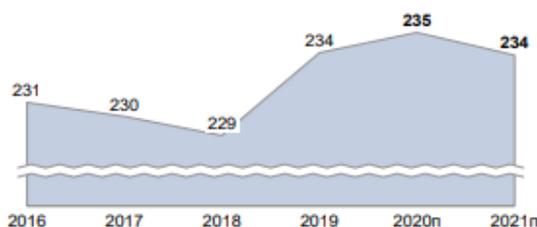


Рисунок 3.1 - Среднедушевое потребление молочной продукции в РФ кг/чел/г [1]

В сырьевом секторе весь год наблюдалась положительная динамика, по итогам года прирост товарного молока в РФ составит +3,8 % (рис. 3.2).



Рисунок 3.2 - Производство товарного молока в РФ, млн. т год [1]

В последние годы на российском молочном рынке наблюдается сокращение объемов импорта. По итогам 2020 г. импорт может снизиться (рисунок 3.3) примерно на 200 тыс. тонн в молочном эквиваленте.

Прежде всего, сокращаются поставки биржевых товаров – сухого обезжиренного молока (СОМ), сухого цельного молока (СЦМ), а также молочной сыворотки, в то время как поставки сыра, творога, цельномолочной и кисломолочной продукции растут в основном за счет поставок из Беларуси.



Рисунок 3.3 - Импорт молочной продукции в РФ [1]

Экспорт молочной продукции из РФ растет в последние годы на фоне ослабления рубля и слабого спроса на внутреннем рынке (рисунок 3.4).

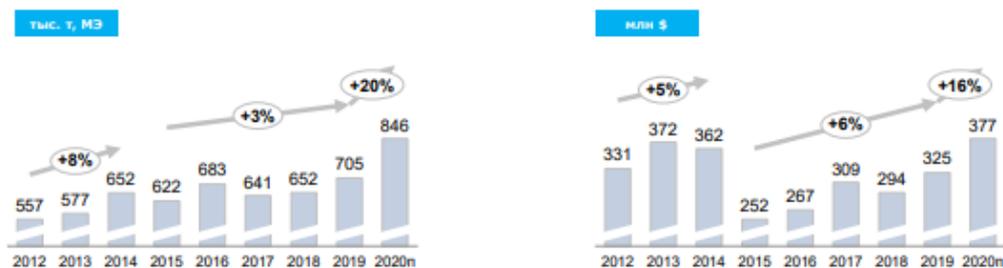


Рисунок 3.4 - Динамика экспорта молочной продукции из России [1]

В 2020 году производителям открылся целый ряд новых рынков: Алжир, Египет, Саудовская Аравия, Япония и Тайвань. В отношении сухих молочных продуктов российским экспортерам стал доступен Китай. В 2020 году, по данным Росстата, хозяйствами всех категорий было произведено 32,2 млн. т сырого молока, что выше показателя предыдущего года на 2,7 %. В 2020 году в России было произведено 5 400 408,1 тонн питьевого молока, что на 2,2 % больше объема производства предыдущего года. Производство питьевого молока в декабре 2020 года увеличилось на 4,7 % к уровню декабря предыдущего года и составило 471 862,3 тонн. Лидером производства питьевого молока от общего произведенного

объема за 2020 год стал Приволжский федеральный округ с долей около 28,0 %. В период 2017-2020 гг средние цены производителей на питьевое молоко, выросли на 13,9 %, с 37 335,6 до 42 514,3 руб/т. Наибольшее увеличение средних цен производителей произошло в 2020 году, тогда темп роста составил 6,6 %. Средняя цена производителей на питьевое молоко, в 2020 году выросла на 6,6 % к уровню прошлого года и составила 42 514,3 руб/т. Средняя розничная цена на масло сливочное в 2020 году выросла на 7,4 % к уровню прошлого года и составила 627,2 руб/кг [43]. На протяжении последних трех лет в России наблюдается спад производства масла сливочного [43]. В 2019 году в России было произведено 256 996,9 тонн масла сливочного, что на 3,6 % меньше объема производства предыдущего года. Производство масла сливочного в ноябре 2020 года увеличилось на 2,1 % к уровню ноября прошлого года и составило 20 217,4 тонн. Лидером производства масла сливочного (в тоннах) от общего произведенного объема за 2019 год стал Приволжский федеральный округ с долей около 30,4 %. В период 2017-2020 г. средние цены производителей на масло сливочное выросли на 23,3 %, с 312 844,3 до 385 650,3 руб/т. Наибольшее увеличение средних цен производителей произошло в 2019 году, тогда темп роста составил 10,6 %. Средняя цена производителей на масло сливочное в 2020 году выросла на 7,4 % к уровню прошлого года и составила 385 650,3 руб/т. Средняя розничная цена на масло сливочное в 2020 году выросла на 7,0 % к уровню прошлого года и составила 626,2 руб/кг.

Новый тип питания - это непрерывное взаимодействие трендов с решением проблем, которое может быть создано по мере необходимости. Чтобы определить важность каждого фактора (польза, безопасность, вкус, удовольствие) для удовлетворения текущих потребностей, должны выполняться следующие задачи: произвести вкусные, полезные и безопасные продукты питания; обеспечить неразрывность между удобством потребления и полезностью. При исследовании рынка молочных продуктов Российской Федерации были выделены две группы: традиционные и современные продукты из молока, доля каждой из них представлена на рисунке 3.5.

Современная молочная продукция

Глазированные
творожные изделия
Питьевой йогурт
Молоко с соком
Десертный творог
Йогурт
Жидкие десерты
Молочные
десерты и другие виды



Традиционная молочная продукция

Молоко
Простокваша
Кефир
Сливки
Ряженка
Творог
Сметана
Масло и другие
виды

Рисунок 3.5 – Традиционная и современная группы молочных продуктов [53]

Однако, приоритетными остаются традиционные молочные продукты (сметана, сливочное масло, творог, ряженка, кисломолочные продукты), на долю которых приходится выбор около 75 % потребителей молока и молочных продуктов. Современные виды молочной продукции включают десерты из творога, глазированные творожные сырки, йогурты, сывороточные напитки с соком, молочные десерты и молочные напитки [53]. Открытие египетского рынка является важной вехой в развитии российского экспорта молока с большим потенциалом роста. Египетский рынок перспективен для экспорта российской продукции, годовой потенциал экспорта российских сухих молочных продуктов, составляет около 4 млн. дол. США [22].

Египет - аграрно-индустриальная страна, наиболее развитая в экономическом отношении в Северной Африке, является самой населенной страной на Ближнем Востоке и второй по численности населения на Африканском континенте. Население страны около 100 млн. человек (97,8 млн. человек в 2017 году) [24]. Египет остается крупнейшим рынком и самой диверсифицированной экономикой в арабском мире. По данным Economist Intelligence Unit, продажи продуктов питания, напитков и табака в 2017 году оценивались в 92 миллиарда долларов США, или примерно 999 долларов США на душу населения. Ожидается, что в будущем эта цифра возрастет до 114 миллиардов долларов. Что касается розничных продаж продуктов питания из местных бакалейных лавок или рынков, супермаркетов и круглосуточных магазинов, то в 2016 году общая стоимость розничных продаж продуктов питания составила около 226 миллиардов египетских

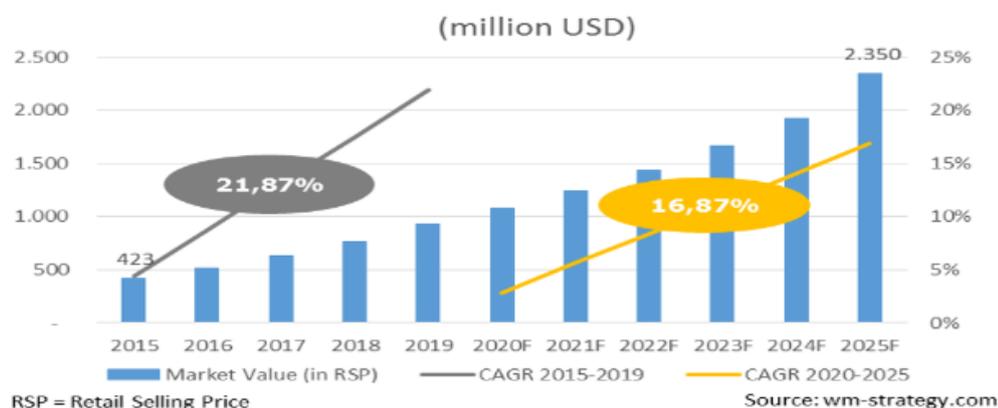
фунтов - это увеличение на 11 % [24, 106]. Продукты переработки молока являются основной составляющей импорта пищевой продукции США в Египет и составляет 82 % от общего импорта пищевых продуктов, пищевых ингредиентов и добавок. Египет является импортером переработанных молочных продуктов, хотя в 2017 году объемы снизились. Американские выдержанные сыры, сливочное масло и сухие продукты (обезжиренное сухое молоко, сухое цельное молоко и сывороточный белок) конкурентоспособны на Арабском рынке [80, 22]. В 2019 году валовое производство молока в Египте составило 5541,67 тыс. т [106]. В качестве примера в таблице 3.1 показаны ретроспективные данные по потреблению основного ассортимента молочных продуктов, а именно: питьевого молока, сливочного масла и сыра.

Таблица 3.1 - Потребление молочных продуктов в Египте на душу населения, кг/год

Продукт	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Питьевое молоко	21,9	21,7	22,6	19,4	18,2	17,6	18,1	18,5	18,5	19,4	18,0
Масло сливочное	0,7	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7
Сыр	5,8	8,4	10,1	4,5	4,2	4,1	4,2	4,2	4,5	5,2	5,1

Из представленных данных следует, что около 50% производимого и импортируемого обезжиренного молока используется для производства сыра. Ежегодно в Египте производится около 640 тыс. тонн сыра и 128 тыс. тонн масла сливочного. Почти все производимые сыры (75 %) относятся к рассольным сырам. Сыр является важной частью египетского рациона и употребляется ежедневно либо непосредственно, либо с хлебом. До 2025 года рынок мороженого в Египте, по прогнозам, достигнет 1,95 млн. долларов США (в розничных ценах), таким образом, прогнозируется ежегодный темп роста 16,87 % в год в период 2020-2025 годов. Это снижение по сравнению с ростом примерно на 23,03 % в год, зарегистрированным в 2015-2019 годах (рисунок 3.6). По опубликованным данным, потребление молока в АРЕ выше чем собственное производство. Например, валовое производство сливочного масла составляет 128 т/год, а потребление – 131 т/год., а сыра соответственно 640 и 670 т/год. В Республике Египет в 2016 году на

долю египетского сектора мороженого приходилось 0,37 % мирового рынка и 21,3 % регионального (Ближний Восток и Африка) рынка. По прогнозам, в 2019-2023 годах сектор будет расти с ежегодными темпами роста 3,6 %. Потребление мороженого в АРЕ на душу населения составило 0,83 кг, что ниже по сравнению с общемировым и ближневосточным и африканским уровнями в 3,96 кг и 1,8 кг соответственно в 2019 году. Египетские фермеры производят небольшое количество масла для внутреннего потребления в коммерческих масштабах, но Египет импортирует большую часть сливочного масла из Новой Зеландии и Нидерландов. Среднее потребление на душу населения в стоимостном выражении в 2015 году достигло 3,67 доллара США на душу населения (в розничных ценах). В течение следующих пяти лет оно росло с ежегодными темпами роста 20,63 % в год. В среднесрочной перспективе (к 2025 году) прогнозируется замедление роста показателя и его увеличение с ежегодным темпом роста 13,51 % в год.



*CAGR: Compound annual growth rate (совокупный среднегодовой темп роста)

Рисунок 3.6 - Рыночная стоимость мороженого в АРЕ [106]

Молочная промышленность Египта уже несколько лет имеет проблемы, начавшиеся в 2004 году, заболевания ног, рта и комковатая кожная болезнь, приписываемая импортному крупному рогатому скоту из Эфиопии. Это уничтожило местное стадо. Отрасль пока не восстановилась. Большая часть поголовья скота страны предназначена для молочного производства. Местные молочные породы не являются эффективными производителями молока, поэтому молочная промышленность зависит от импорта, который строго регулируется правительством. Египет, как большой рынок потребляет больше, чем производит. Насчитывается более 300 частных и государственных молочных заводов в Египте,

которые производят сыр, спреды, сливочное масло, питьевое молоко, сливочное мороженое. Египетский продовольственный рынок стратегически значим в политическом и социально-экономическом уровне развития страны. С учётом роста населения Египта спрос на потребительском рынке продовольствия увеличивается. Рынок продовольственных товаров АРЕ (внутренний), как страны третьего мира, движущийся по форме многоукладной экономики, имеет особенности. Важнейшая особенность - это государственно-кооперативный уклад в области производства и сбыта продовольственных товаров. Эта система затрагивает 1/3 реализуемых в стране продовольственных товаров. Исходя из данных на рисунке 3.7, опубликованных ФАО, объём производства молока в Египет приблизится к 6167,98 тыс. т к 2028 году [106].

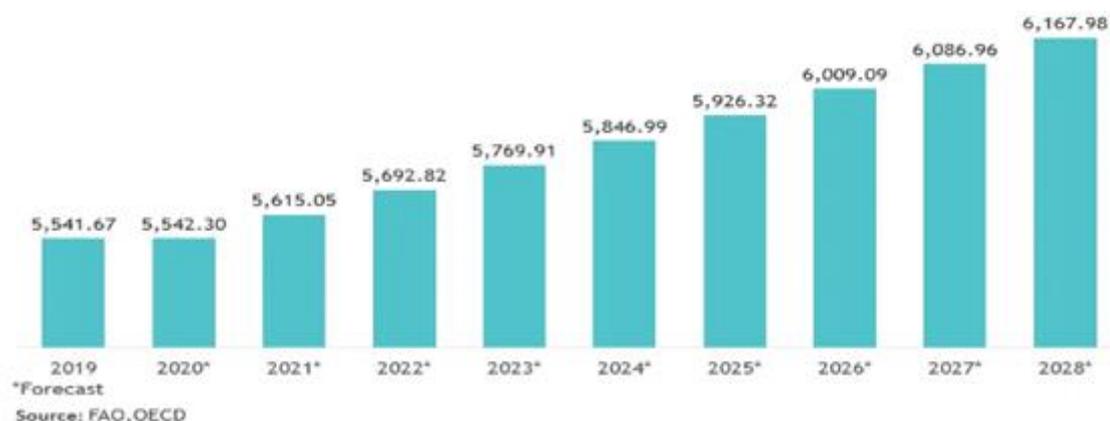


Рисунок 3.7 - Производство молока в Египте с 2019 по 2028 год по данным ФАО, тыс. т.

Правительство АРЕ активно воздействует на торговлю продовольственными товарами, используя систему государственных дотаций, которая обеспечивает продажу товаров по более низким ценам в сравнении с закупочными. Но поскольку государственное распределение продовольственных товаров охватывает в основном городские слои населения, то наиболее нуждающиеся слои населения, проживающие в деревне, не могут пользоваться выгодами государственной дотации. Однако, собственное производство не удовлетворяет потребности внутреннего рынка. Поэтому в АРЕ импортируется сухое цельное (СЦМ) и обезжиренное молоко (СОМ), сливочное и топленое масло, сыр согласно рисунку 3.8.

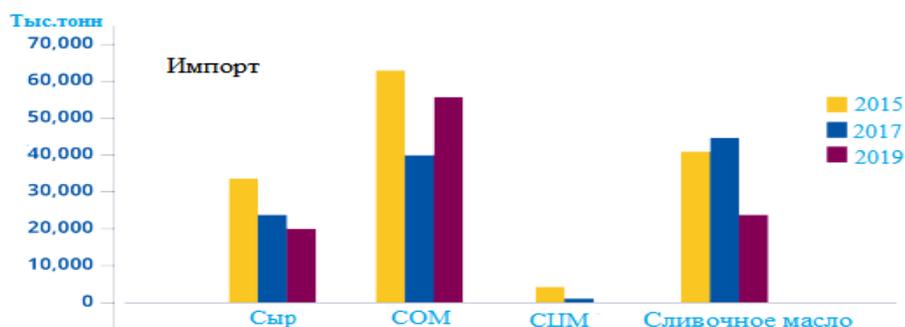


Рисунок 3.8 - Динамика импорта молочной продукции в АРЕ [106]

Валовый импорт молочной продукции в АРЕ в 2020 году составил, тыс/т: сыр - 32,4; СЦМ - 51,5; сливочное масло - 56,1 и СОМ - 76,7 соответственно. По данным ФАО (FAO), как ожидается импорт СЦМ, достигнет 107,77 тыс. тонн в 2028 году. В связи со снижением поголовья молочного стада АРЕ, экспорт сыра снизился, а СОМ и сливочного масла вырос в последние годы, как показано на рис. 3.9.

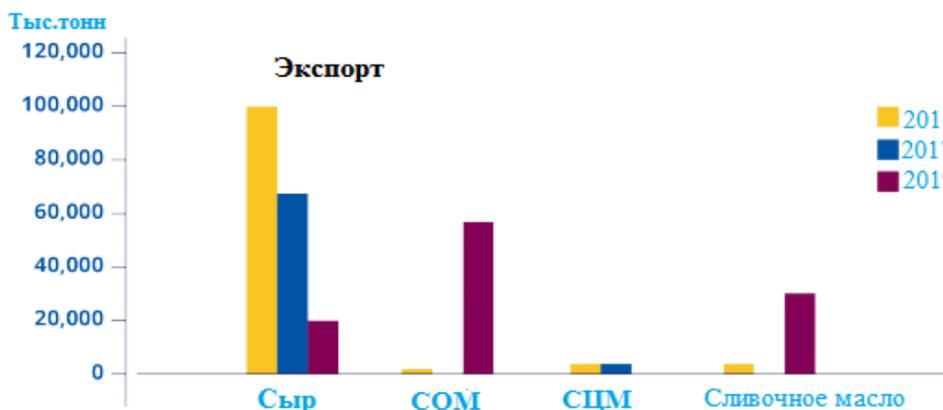
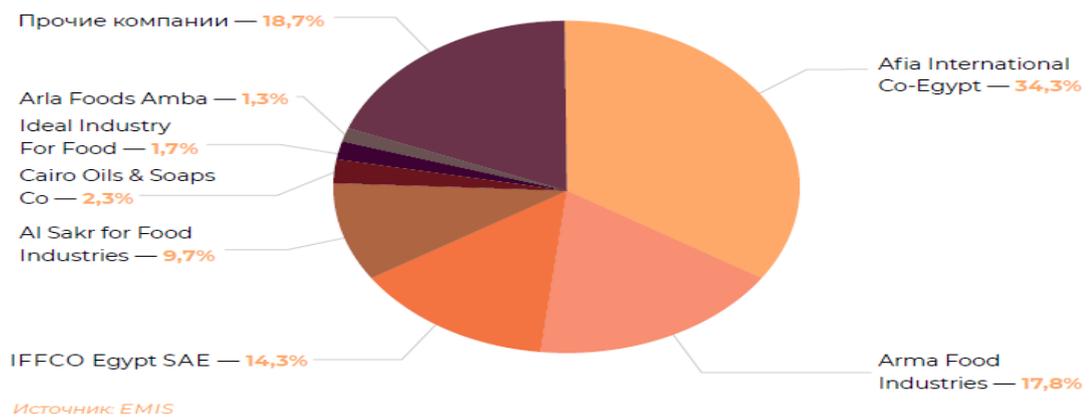


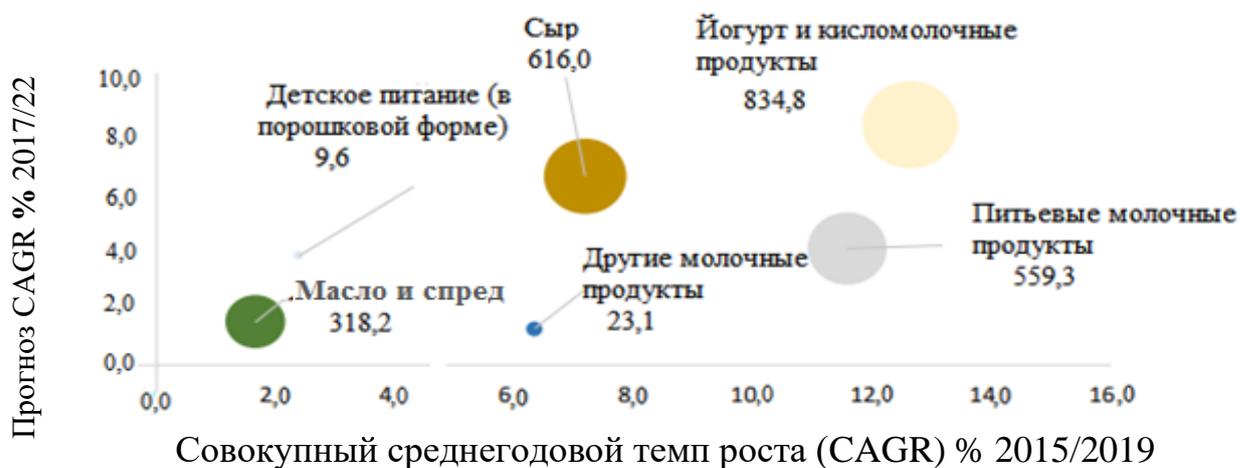
Рисунок 3.9 - Динамика экспорта молочной продукции из Египта, тыс.т [106]

Проведенный анализ рынка молочных продуктов в Египте показал узкий ассортимент молочной продукции при росте потребности в молоке и молочных продуктах, связанных с ростом населения и уровня их жизни. Поэтому представляется необходимым обратить внимание на особенности потребления пищевых продуктов населением Египта, добиваясь увеличения потребления высококалорийных продуктов на молочной основе. Крупнейшие производители молока в Египте представлены на рис. 3.10. Потребление молочных продуктов в основном обусловлено египетскими диетическими привычками, в которых молоко, масло, йогурты и сыр часто используются в каждодневном рационе питания. Как показано на рисунке 3.11, рынок молочных продуктов в Египте растет. Все сегменты рынка отмечают тенденцию к росту.



Рисунке 3.10 - Компании-производители сливочного масла и спредов в Египте [22]

Самая маленькая категория продуктов - масло и спреды - отметила самый низкий рост на 2,0 % в год в 2015-2019 годах и, как ожидается, будет расти, однако несколько более низкими темпами (1,5 % в год), с другой стороны самая крупная категория, йогурты и кисломолочные продукты, отметила самый высокий рост на 13,3 % в год в 2015-2019 годах и, как ожидается, будет расти дальше, однако несколько более низкими темпами (8,4 % в год). Объем рынка сыра, второй по величине категории, демонстрирует стабильный рост. Он составляет 7,4 % в год и, по прогнозам, сохранит тенденцию к росту в течение прогнозируемого периода. Питательные молочные продукты отметили значительный рост в период с 2015 по 2019 год (12,3 % в год), и ожидается, что объем их рынка будет расти и дальше, однако гораздо более низкими темпами (4 % в год). Объем рынка сливочного масла и спреда постоянно, но умеренно растет [22, 105, 106].



Рисунке 3.11 - Развитие и прогноз рынка молочных продуктов в Египте, общий объем розничной торговли 2015-2022 г., (тонн) [105]

Потребители в Египте воспринимают молочные продукты как действительно полезные для здоровья, однако рост цен значительно повлиял на национальный вкус, что привело к изменению предпочтений. С точки зрения различных видов продуктов полезно дифференцировать группы потребителей в зависимости от способа потребления молочных продуктов. Популярность масла и спреда изменилась одновременно с ростом цен, и все больше потребителей переключились на более доступные спреды. В целом, пик сезона продаж масла и других спредов приходится на период Рамадана. Масло и спред наиболее распространены, однако в последние годы спред стал чаще использоваться в качестве кулинарного жира. Другая молочная продукция включает взбитые сливки, сгущенное молоко, мороженое, сливки для кофе, а также другие молочные десерты. Большинство этих продуктов широко используются, особенно сладости и/или десерты, однако эта категория продолжает страдать из-за роста цен. Интересно, что текущие события (например, во время месяца Рамадана растет спрос на белый сыр, плавленый сыр и йогурт) сильно влияют на спрос молочных продуктов. Несмотря на экономическую нестабильность, розничные продажи питьевой молочной продукции в 2017 году выросли на 29 %, поскольку эти продукты считаются необходимыми для всех египтян с разным уровнем дохода. С другой стороны, упакованный сыр вырос в цене более чем на 70 %. Что касается предпочтений, потребители в Египте по достоинству оценили широкий спектр доступных ароматизаторов. Аромат клубники на сегодняшний день самый популярный. Масло и спред стали чаще использоваться в качестве кулинарного жира, а рынок питьевых молочных продуктов расширился с появлением ароматизированных и безлактозных продуктов. Сливочное масло и спред зафиксировали текущий рост розничной стоимости на 18,0 % и рост объема розничной торговли на 2,0 % в 2019 году. Ограниченный рост объема является отражением покупательских привычек египетских потребителей, на которые сильно повлиял рост цен и высокий уровень инфляции, произошедший в 2019 году. Стоимость экспорта товарной группы 0405 "Масло сливочное и другие жиры и масла, полученные из молока; молочные спреды" по ТНВЭД из Египта в 2020 году

составила 3,76 млн. долл. Продажи товарной группы 0405 из Египта выросли на 110 % по сравнению с 2019 годом: экспорт товарной группы 0405 "Масло сливочное и другие жиры и масла, полученные из молока; молочные спреды" вырос на 1,97 млн. долларов США (совокупный экспорт товарной группы 0405 из Египта в 2019 году составил 1,79 млн. долларов США) [124].

Основными торговыми импортерами сливочного масла и других жиров и масел, полученных из молока, а также молочных спредов для Египта в 2020 году являются следующие страны, млн. долл. США: Новая Зеландия – 82,0, что составляет 53%; Ирландия – 22, 0 (14,5%); Франция – 8,31 (5,35%); Нидерланды – 7,7 (4,96%); Индия – 7,21 (4,64%); Дания – 5,18 (3,34%); Великобритания – 3,4 (2,19%) [106, 124].

Структура экспорта (код ТНВЭД 0405) сливочного масла и других жиров и масел, полученных из молока, а также молочных спредов из Египта в 2020 году представлены в виде основных товарных групп:

- Жиры и масла, полученные из молока, кроме сливочного масла и молочных спредов - 92 % (3,49 млн. долл. США);
- Сливочное масло - 6,83 % (257 тыс. долл. США);
- Молочные спреды - 0,494 % (18,6 тыс. долл. США) [124].

Главными направлениями экспорта сливочного масла и других жиров и масел, полученных из молока, а также молочных спредов из Египта в 2020 году являлись следующие страны, тыс. долл. США: Ливия – 741, что составляет 19,6%; Государство Палестина – 551,0 (14,6%); США – 369 (9,79%); Объединенные Арабские Эмираты с долей – 270,0 (7,18%); Кувейт – 228,0 (6,05%); Мавритания 108,0 (2,87%).

В Египете в 2020 году структура импорта сливочного масла и других жиров и масел, полученных из молока, а также молочных спредов, представлены в виде основных товарных групп:

- Сливочное масло - 67 % (105 млн. долл. США);
- Жиры и масла, полученные из молока, кроме сливочного масла и молочных спредов - 32 % (49 млн. долл. США);

- Молочные спреды - 0,154 % (240 тыс. долл. США) [124].

Участники анкетирования в АРЕ указали, что каждый литр обработанного молока дает от 4,0 до 7,0 % сливочного масла и около 18,0 – 20,0 % обезжиренного сыра (кариш), в зависимости от вида молока, т. е. коровьего или буйволиного.

На рис. 3.12 показан выход молочных продуктов в зависимости от вида молока, выработанных на ферме в домашних условиях.

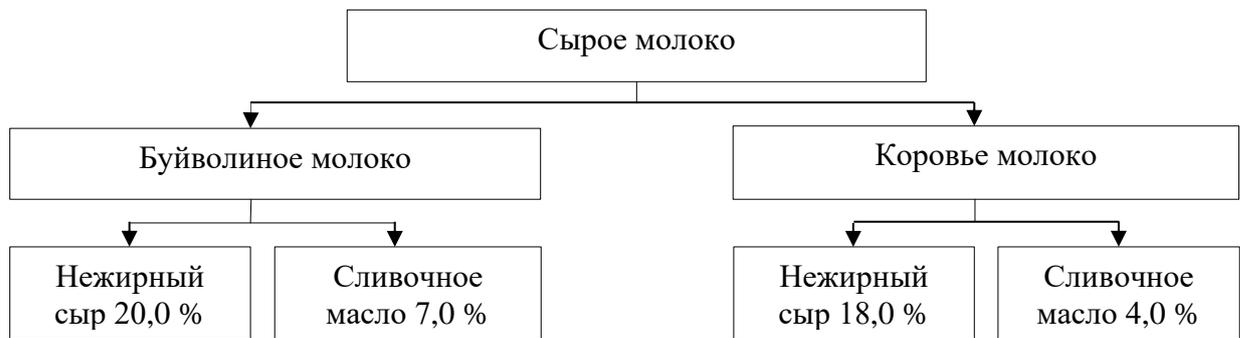


Рисунок 3.12 - Молоко домашнего производства, переработанное на ферме

Эффективность переработки коровьего и буйволиного молока зависит от условий и вида производства. На рис. 3.12 показаны технические коэффициенты и выход молочных продуктов в промышленных условиях [170]. Исходя из рисунков 3.12 и 3.13 видно, что выход молочных продуктов в условиях промышленного производства намного выше по сравнению с переработкой на небольших фермах в домашних условиях.



Рисунок 3.13 - Коммерческая переработка молочных продуктов в Египте [170]

Был проведен анализ себестоимости производства коровьего и буйволиного молока, рассматривающий добавленную стоимость каждого этапа системы маркетинга молочной продукции с использованием долларového спроса потребителя. Себестоимость производства коровьего молока выше, чем

производство буйволиного молока (таблица 3.2). Эта ситуация связана с более высокой продуктивностью буйволов, относительно крупного рогатого скота в климатических условиях Египта [170].

Как показано в таблице 3.2, фермерское хозяйство получает около 49,0 % прибыли от буйволиного молока из-за более высокого содержания сухих веществ, чем в коровьем молоке. От продажи продукции выработанной из коровьего молока фермерское хозяйство получает только 9 % прибыли. Поэтому, как правило, небольшие фермы перерабатывают оба вида молока, чтобы получить большое количество сырья с относительно высоким общим содержанием твердых веществ. Поскольку данный продукт пользуется потребительским спросом, мы можем выяснить, каков его потенциал на рынке, взаимосвязь между спросом и предложением, оптимальный сегмент рынка, ценовую политику.

Таблица 3.2 - Затраты потребителей на молочную продукцию, выработанную на ферме и реализованную на Египетском рынке [170]

Маркетинговые затраты и маржинальная прибыль	Буйволиное молоко				Коровье молоко	
	Традиционная техника		С помощью сепаратора		С помощью сепаратора	
	\$ / Кг	%	\$ / Кг	%	\$ / Кг	%
Себестоимость продукции	0,291	35,43	0,287	35,16	0,337	10,87
Стоимость обработки	0,128	15,58	0,169	20,69	0,167	5,39
Стоимость произведенного сливочного масла	0,406	49,42	0,481	58,91	0,205	37,06
Стоимость произведенного сыра	0,416	50,58	0,335	41,09	0,349	62,94
Рентабельность переработки	0,403	48,99	0,360	44,15	0,050	9,08
Общая стоимость продуктов переработки	0,822	100,0	0,816	100,0	0,554	100,00

В рамках выполнения диссертационных исследований социологический опрос проводился в городе Гиза (Египет) и ее окрестностях. В опросе приняли участие 300 респондентов. Опрос проводился в 10 школах, 3 университетах, а также в магазинах и на рынках Гизы и ее окрестности. Характеристика респондентов представлена в таблице 3.3. Исследований было проведено анкетированием по определению предпочтений потребителей при выборе (покупке) спредов в розничных сетях. Ввиду того, что школьники среднего возраста демонстрируют высокий интерес к новой продукции, они составили 61,3 % от общего числа респондентов в опросе.

Таблица 3.3 - Социально-демографические характеристики респондентов

Характеристики респондентов	Категория	Количество опрошенных (%)
Пол	Мужчины	44,3
	Женщины	55,7
Возраст, лет	13 - 27	61,3
	30 - 45	17,2
	46 - 60	21,5

На рис. 3.14 приведены данные по показателям, определяющим разброс выборки потребителей.

Несмотря на то, что готовые к использованию продукты появились на рынке относительно недавно, большинство потребителей уже знакомы с ними. Приоритеты при выборе потребителями спредов представлены на рис 3.15.

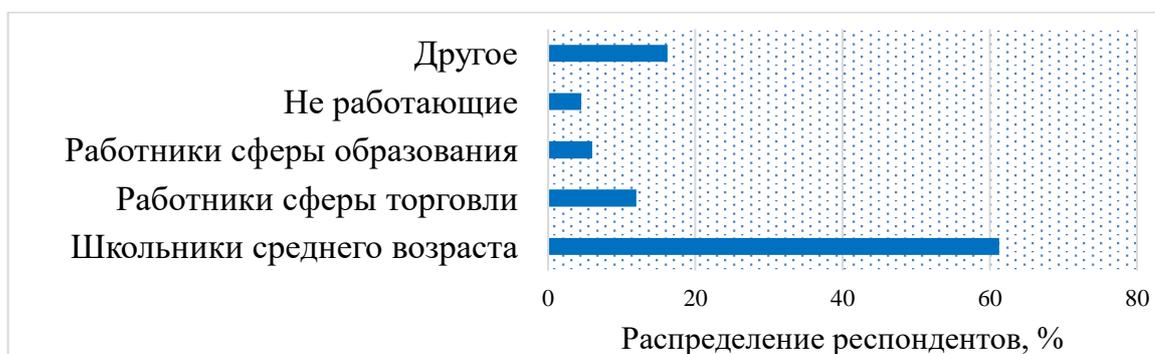


Рисунок 3.14 - Диаграмма распределения респондентов по сферам деятельности

Они показывают, что для большинства респондентов самым важным аспектом является качество продукта, следующим критерием является цена, дальнейшая последовательность выбора продукта основывается на упаковке и маровке.

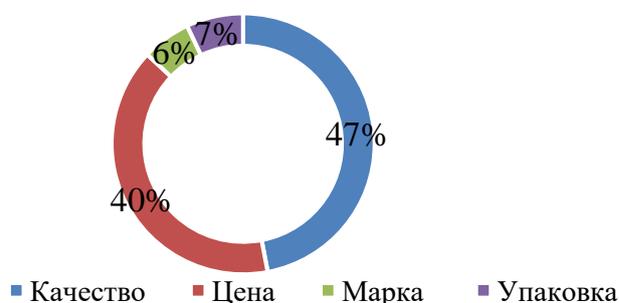


Рисунок 3.15 - Оценка наиболее важных для респондентов показателей при покупке спредов

На рис. 3.16 представлены данные информированности респондентов о пользе употребления в пищу спредов. Несмотря на то, что население мало осознает

полезность данных продуктов питания, они все же выбирают продукты функционального назначения, а именно: спреды с добавлением минорных компонентов. Некоторые респонденты сочли целесообразным использовать их в своем рационе питания, но большинство из них отдают предпочтение сливочным и растительным спредам.

До недавнего времени успех продуктового рынка определяется предпочтениями потребителя. Согласно новым данным потребители питания выбирают высокое качество, безопасность, свежесть, прозрачность состава и технологии приготовления, а также полезность.

Для оценки потребительских предпочтений детей среднего школьного возраста АРЕ методом интернет-опроса и анкетированием провели социологические исследования с родителями и их детьми. Был проанализирован опрос, их среднестатистический фактический рацион питания, а также проведен расчет комбинаций молочного жира и растительных масел (приложение А), жирно-кислотный состав (приложение Б).

Распределение респондентов %

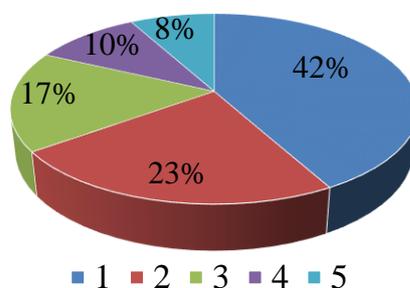


Рисунок 3.16 - Диаграмма информированности респондентов о пользе употребления в пищу спредов с натуральными функциональными минорными компонентами: 1 – полностью владею информацией; 2 – скорее владею, чем нет; 3 – затрудняюсь сказать о степени своей информированности; 4 – не уверен, что владею информацией; 5 – не информирован

На основе анализа рациона было установлено, что в их питании преобладают НЖК и имеется дефицит ННЖК. Поэтому на следующем этапе исследования был проанализирован жирно-кислотный состав в среднесуточном рационе детей среднего школьного возраста АРЕ (приложение Б). Жирнокислотный состав

среднесуточного рациона детей среднего школьного возраста в Египте с учетом использования основных видов растительного масла в традиционном их рационе приведен в таблице 3.4.

Таблица 3.4 - Жирнокислотный состав среднесуточного рациона школьников среднего возраста в Египте

Жиры и масла	НЖК	МНЖК	ПНЖК
	(г)		
Подсолнечное масло	27,36	21,99	21,24
Сливочное масло	28,04	17,80	3,86
Масло зародышей пшеницы	29,86	20,74	20,49
Кукурузное масло	28,36	23,24	19,49
Соевое масло	28,86	22,99	19,24
*RDI, г (Рекомендуемая суточная доза)	28,00	29,10	20,00

*Recommended daily intake

Ежедневно ребенок среднего школьного возраста должен получать с пищей 20-40 грамм сливочного масла, 5-15 грамм сметаны, 12-18 грамм растительных масел [Национальный исследовательский центр Каирского университета].

Рациональное питание ребенка среднего школьного возраста должно быть организовано с учетом особенностей растущего организма подростка, когда повышена потребность в основных пищевых и биологически активных веществах. Исходя из анализа суточной калорийности среднестатистического школьника АРЕ (приложение А), рекомендовано скорректировать пищевой рацион добавлением в него спреда сливочно-растительного с масложировым модулем и мороженого сливочного обогащенного минорными компонентами.

К числу основных факторов, влияющих на потребительские предпочтения и рынок молочных продуктов Египта относится 9 факторов. Первый фактор - рост доходов населения. Второй - потребители с более высокими доходами в значительной степени формируют спрос на импортные товары, в то время как потребители с низкими и средними доходами отдают предпочтение товарам местного производства. Третий - традиционные торговые точки по-прежнему доминируют на египетском рынке, составляя 98 % от общего количества торговых точек в стране и около 75 % от общего объема продаж. Тем не менее, объемы продаж и количество современных торговых точек растет. Становятся все более популярными онлайн-покупки. Четвертый - стремительное развитие и расширение

гостинично-ресторанного сектора в Египте. Пятый - высокие темпы роста спроса на продукты с высокой степенью переработки, готовые блюда, полуфабрикаты. Шестой - высокий потенциал продаж на египетском рынке прогнозируется по следующим продуктам: орехи, сладости и снеки, полезные для здоровья пищевые продукты, корма для домашних животных, сыр, детские смеси, арахис, хлебная мука, соусы, заправки, сиропы, концентрированное молоко и сливки, замороженная курица и сливочное масло. Седьмой - популярными продуктовыми категориями являются снеки и закуски, а также продукты быстрого приготовления. Восьмой - все больше потребителей следуют тенденции здорового образа жизни, что формирует спрос на полезные органические продукты питания и напитки. Девятый - влияние социальных сетей, которые могут стать выгодным маркетинговым каналом для продвижения импортной продукции.

Анализ выхода молочных товаров на рынок АРЕ, показал, что в основном он зависит от их потребления и конкуренции. Потребление молочных продуктов растет и, по прогнозам, сохранит данную тенденцию. Ожидается высокий рост потребления йогуртов и сыров. На последние рыночные тенденции повлиял рост цен, в некоторых случаях на 20 %, что сильно повлияло на выбор потребителей. В последнее время спред стал чаще использоваться в качестве кулинарного жира, а рынок питьевых молочных продуктов расширился [105]. Больше количество отечественных производителей - в секторе сыра. В качестве основного конкурента, особенно в секторе масла и сыра, выступает Новая Зеландия [105]. Молочные продукты в основном распространяются через местные розничные точки. На долю супермаркетов и гипермаркетов приходится всего 6,5 % акций дистрибуции [105]. Основная проблема потребителей связана с ростом цен. Помимо этого, проблемой является доминирующее положение отечественных производителей в некоторых сегментах рынка (например, мягких сыров). Увеличение спроса на молочные продукты в АРЕ возможно при повышении уровня покупательной способности.

Анализируя результаты маркетинговых исследований, можно заключить, что новые продукты с минорными компонентами будут иметь спрос у потребителей. Особенно отмечается активность детей среднего школьного возраста, 61,3 %

которых заинтересованы в приобретении такой продукции. Спред можно отнести к ежедневно потребляемым продуктам в АРЕ. Главными критериями выбора спреда для покупателей является то, что продукт может выступать как в качестве альтернативы сливочного масла, так и в качестве продукта для здорового питания. Данный продукт обладает хорошими вкусовыми свойствами, является натуральным и полезным. Однако чаще всего потребители обращают внимание на срок хранения и состав продукта, так как, по их мнению, важными потребительскими свойствами является свежесть и полезность продукта. Анализ соответствующего сегмента рынка Египта показал узкий ассортимент молочной продукции при увеличении спроса на молоко и молочные продукты, связанном с ростом населения и его уровня жизни. Исследования потребительского рынка АРЕ показали, что снижение годового прироста потребления мороженого на (16,87 %) по сравнению с предыдущими годами (21,87 %) обусловлено снижением покупательной способности населения Египта при увеличении прироста населения.

Результаты исследования подтверждают целесообразность разработки молочных продуктов повышенной жирности с применением минорных компонентов функционального назначения.

3.2 Исследование физико-химических показателей растительных масел и сливочного масла

Для разработки продуктов на молочной основе с использованием функциональных минорных компонентов растительного и животного происхождения необходимо исследовать физико-химические показатели молочного жира (МЖ), кукурузного масла (КМ) и масла зародышей пшеницы (МЗП). Исследования начали с определения жирнокислотного состава МЖ, КМ и МЗП, который представлен в таблице 3.5. В качестве примера представлена хроматограмма МЖ (приложение В).

Установлено, что МЖ содержит короткоцепочечные жирные кислоты (КЦЖК), средне цепочечные жирные кислоты (СЦЖК) и длинноцепочечные жирные кислоты (ДЦЖК). В масле зародышей пшеницы и кукурузном масле

КЦЖК и СЦЖК не были найдены, а самыми распространенными ДЦЖК были олеиновая и линолевая кислоты. Кроме того, МЖ и МЗП содержит значительную долю ННЖК (78,1 и 88,38 %, соответственно) и небольшую долю НЖК (11,57 и 22,21 %) по сравнению с МЖ (30,76 и 68,75 %, соответственно). Аналогичные результаты были получены [81] при анализе египетского плавленого сыра, содержащего пальмовое масло, и смеси молочного жира с пальмовым маслом [62].

Таблица 3.5 – Жирнокислотный состав молочного жира, масла кукурузного и из зародышей пшеницы

Жирные кислоты	Образцы масла (%)			SEM*	P-Value
	МЖ	МЗП	КМ		
КЦЖК					
C4:0 Масляная	1,93	-	-	0,333	0,001
C6:0 Капроновая	1,83	-	-	0,333	0,012
C8:0 Каприловая	1,45	-	-	0,333	0,003
СЦЖК					
C10:0 Каприновая	2,61	-	-	0,100	0,001
C12:0 Лауриновая	3,63	-	-	0,200	0,001
C13:0 Тридециловая	0,1	-	-	0,010	0,008
C14:0 Миристиновая	10,96	-	-	1,333	0,001
C14:1 Миристолеиновая	0,85	-	-	0,166	0,001
ДЦЖК					
C15:0 Пентадециловая	1,13	-	-	0,333	0,084
C15:1 Пентадециновая	0,24	-	-	0,033	0,003
C16:0 Пальмитиновая	31,11	19,2	8,63	1,154	0,001
C16:1 Пальмитолеиновая	1,51	1,08	0,1	0,211	0,001
C17:0 Маргаритиновая	0,67	0,44	0,06	0,094	0,010
C17:1 Гептадекановая	0,31	0,25	0,04	0,094	0,158
C18:0 Стеариновая	10,42	1,2	2,74	0,420	0,001
C18:1 Олеиновая	26,64	14,0	31,36	1,000	0,001
C18:2 Линолевая	2,35	55,5	55,56	2,359	0,001
C18:3 Линоленовая	0,86	8,3	0,5	0,687	0,003
C20:0 Арахидиновая	0,5	-	0,35	0,105	0,038
C20:1 Эйкозеновая	0,27	-	0,22	0,033	0,003
C22:0 Бегеновая	0,14	-	0,39	0,030	0,001
НЖК	68,75	22,17	11,57	2,628	0,001
ННЖК	30,76	77,8	88,38	1,732	0,001

Где: *SEM: Стандартная ошибка среднего, (P<0,05). МЖ - Молочный жир, МЗП - Масло зародышей пшеницы, КМ - Кукурузное масло, КЦЖК - Коротко цепочные жирные кислоты, СЦЖК-Среднецепочные жирные кислоты, ДЦЖК - Длинноцепочные жирные кислоты, НЖК - Насыщенная жирная кислота, ННЖК - Ненасыщенные жирные кислоты.

Масляная и миристиновая кислоты были наиболее богаты представленными в МЖ КЦЖК и СЦЖК, соответственно. Три масла (МЖ, МЗП и КМ) содержат много пальмитиновой и олеиновой кислот, но в молочном жире содержание

пальмитиновой кислоты (31,11 %) выше, чем в кукурузном масле и масле зародышей пшеницы (8,63 и 19,2 %, соответственно).

Токоферолы являются одной из основных групп частей минорных компонентов в растительных маслах. Масла, происходящие из одного и того же вида сырья, могут иметь переменное содержание и состав этих минорных компонентов, что обусловлено климатическими и агрономическими условиями, системой экстракции масла и процедурой рафинирования [86].

Содержание токоферолов в МЖ, КМ и МЗП, определяемых ВЭЖХ в качестве компонентов нерастворимой фракции, представлено в таблице 3.6. и приложении Г. Видно, что фракции токоферолов МЖ были наименьшими по сравнению с КМ и МЗП. Кроме того, видно, что общее содержание токоферолов (α -токоферол, β -токоферол, γ -токоферол и δ -токоферол) в МЖ составляло 0,315 мг/100г жира, в то время как в КМ и МЗП оно равнялось 4,603 и 13,26 мг/100 г масла соответственно. Таким образом, МЗП и КМ содержат самые высокие концентрации α -токоферола. Кроме того, МЖ не является пищевым источником α -токоферола (витамина Е), в то время МЗП - отличный источник минорных компонентов (приложение Г), (например, токоферолов и стеролов).

Таблица 3.6 - Содержание токоферолов в молочном жире (МЖ), масле зародышей пшеницы (МЗП) и кукурузном масле (КМ)

Образцы масла	Содержание токоферолов (мг/100г)				Сумма токоферолов
	α -токоферол	β -токоферол	γ -токоферол	δ -токоферол	
МЖ	0,31	-	0,0041	0,0012	0,315
МЗП	12,40	0,61	0,08	0,27	13,26
КМ	4,11	0,019	0,445	0,029	4,603
<i>P-value</i>	0,001	0,047	0,008	0,054	0,001
<i>SEM</i>	0,667	0,055	0,067	0,066	0,820

**SEM*: Стандартная ошибка среднего значения

Опубликованы результаты [87], что γ -токоферол является основным токоферолом, обнаруженным в растительных маслах, его содержание варьирует в пределах 24,1- 93,3 мг/100 г, то есть, достаточно высокое. К тому же, МЗП и КМ содержали большие количества α -токоферола и γ -токоферола, содержание которых было незначительным в МЖ.

Стеро́лы - питательно важные липиды, которые регулярно присутствуют в пище. Холестерол, ситостерол и стигмастерол являются полициклическими стероидными соединениями со сходной химической структурой [78]. В таблице 3.7 показан состав стеролов (холестерол преобладает в молочном жире, β -ситостерол - в большинстве растительных масел) МЖ, КМ и МЗП. Общее содержание холестерина и всех стеролов в МЖ, КМ и МЗП составило 2,125; 4,56 и 21,7 мг/г. Эти результаты согласуются с данными других исследователей, в частности, Contarini [94]. Однако в работе [118] как главный фитостерол в КМ и МЗП указан β -ситостерол. Таким образом, установлено, что МЖ имел высокое содержание холестерина и низкое β -ситостерола, тогда как МЗП и КМ, напротив имели высокое содержание β -ситостерола и низкое содержание холестерина.

Это означает, что добавление растительных масел (зародышей пшеницы и кукурузного) может привести к снижению процентного содержания холестерина в молочных продуктах.

Фракции фосфолипидов МЖ, КМ и МЗП представлены в таблице 3.8. Видно, что доля фосфолипидов: фосфатидилинозитол, фосфатидилсерин в МЗП была выше по сравнению с КМ и МЖ. При этом, в МЖ основной фракцией фосфолипидов является фосфатидилэтанолламин, вследствие высокого содержания по сравнению с другими составляющими. КМ богато фосфатидилхолином, его содержание превышает более чем в 2 раза по сравнению с МЖ. Полученные результаты в целом согласуются с данными, представленными в [83, 111, 181].

Таблица 3.7 - Стеро́лы композиции (мг/г) молочного жира и растительных масел

Образцы масла	Состав стеролов (мг/г)				
	Холестерол	β -ситостерол	Стигмасте-рол	Кампестерол	Всего стеринов
МЖ	2,11±0,28	0,015±0,00	-	-	2,12±0,13
МЗП	-	20,98±1,18	0,57±0,12	0,15±0,04	21,7±0,60
КМ	-	3,38±0,48	0,40±0,04	0,78±0,12	4,56±0,46
<i>P-value</i>	0,006	0,001	0,004	0,001	0,001
* <i>SEM</i>	0,333	0,471	0,074	0,0471	0,677

Где: Молочный жир (МЖ); кукурузное масло (КМ) и масло зародышей пшеницы (МЗП), **SEM*: Стандартная ошибка среднего.

Также видно, что общее содержание фосфолипидов в МЖ ниже, чем в кукурузном масле и масле зародышей пшеницы. МЖ содержал большое

количество фосфатидилэтаноламина (30 %), и низкое количество фосфатидилинозитола (11,3 %).

Таблица 3.8 - Фосфолипидная фракция молочного жира и растительных масел [96]

Фракции фосфолипидов	Образцы масла		
	МЖ	МЗП	КМ
	(%)		
Фосфатидилэтаноламин	30,0	25,01	13,10
Фосфатидилинозитол	11,3	22,21	19,02
Фосфатидилсерин	9,12	11,32	-
Фосфатидилхолин	23,4	33,2	58,0

При оценке процентного содержания составляющих фракций фосфолипидов было определено, что МЗП содержит большое количество фосфатидилинозитол, фосфатидилсерин. В исследуемом образце КМ содержание фракции фосфатидилхолина выше по сравнению с МЗП. МЖ имеет наименьшее содержание данной фракции. С другой стороны, КМ содержало сравнительно низкое количество фосфатидилэтаноламина (13,10 %) и фосфатидилинозитола (19,02 %). Но в нем много фосфатидилхолина (58 %). Эти результаты согласуются с [88]. Данные подтверждают, что МЗП является богатым источником минорных компонентов, таких как α -токоферол, который является высокоактивным биологическим минорным компонентом. Масла с высоким содержанием токоферола можно использовать в тех случаях, когда необходим высокий уровень антиоксидантной защиты. Кроме того, среди токоферолов, присутствующих в пище, α -токоферол показывает наиболее высокую активность, делающую его самым важным для здоровья человека компонентом этой группы.

Устойчивость масел и жиров к окислению определяется индексом стабильности. Ненасыщенные жирные кислоты подвержены окислению, что приводит не только к потере биологической активности, но и к образованию нежелательных посторонних привкусов и посторонних запахов. Прямое включение масел, богатых ННЖК, часто приводит к снижению потребительских свойств. Поэтому необходимо добавление антиоксидантов для защиты ненасыщенных жирных кислот [126]. В таблице 3.9. представлен индукционный период окислительной порчи. Окислительная стабильность МЖ, который имеет низкое

содержание минорных компонентов (МК) была меньше, чем у КМ и МЗП. Наиболее устойчиво к окислительной порче масло зародышей пшеницы. МЗП стабильно из-за большого количества токоферолов (таблица 3.6). Оно богато токоферолами, в частности, α -токоферолом. Сливочное масло в целом беднее по жирно-кислотному составу по сравнению с МЗП. Сui и соавторы [96] сообщили, что фосфолипиды действуют в качестве антиоксидантов только в присутствии Fe^{2+} хелатирующего железа, что совпадает с мнением и ряда других авторов [30].

Таблица 3.9 - Индукционный период МЖ, КМ и МЗП методом Rancimat при 110 °С

Образцы масла	Индукционный период (ч)
МЖ	7,47±0,44
КМ	8,33±0,63
МЗП	12,25±0,88

Контроль окисления масла в пищевых продуктах важен для предотвращения порчи пищевых продуктов и защиты здоровья человека, поэтому перекисное число является одним из наиболее важных контролируемых показателей качества пищевых систем, особенно масел, поскольку является индикатором состояния их первичного окисления и показывает концентрацию гидропероксидов, которые нестабильны и могут легко разрушаться, образуя низкомолекулярные окисленные компоненты, такие, как альдегиды, свободные жирные кислоты и кетоны, что, в конечном итоге приводит к прогорклости [36, 63, 154]. Характер кривых перекисного окисления исследуемых образцов, представленных на рисунке 3.17, показал, что первые 8 суток окислительный процесс шел с низкой интенсивностью, но после 10-х суток наблюдения молочный жир стал активнее окисляться и к 14-м суткам окисление увеличилось в 25 раз, а далее процесс еще более интенсифицировался. Более высокая скорость окисления МЖ, в сравнении с КМ и МЗП может быть объяснена более высоким содержанием свободных жирных кислот в МЖ, чем КМ и МЗП. Свободные жирные кислоты действуют как прооксиданты в масле [143]. Сui и соавторы [96] обнаружили, что фосфолипиды (табл. 3.8) действуют как антиоксиданты, когда в соевое масло добавляют 1 ppm двухвалентного железа. Однако в отсутствии добавленного железа фосфолипиды проявляли прооксидантную активность.

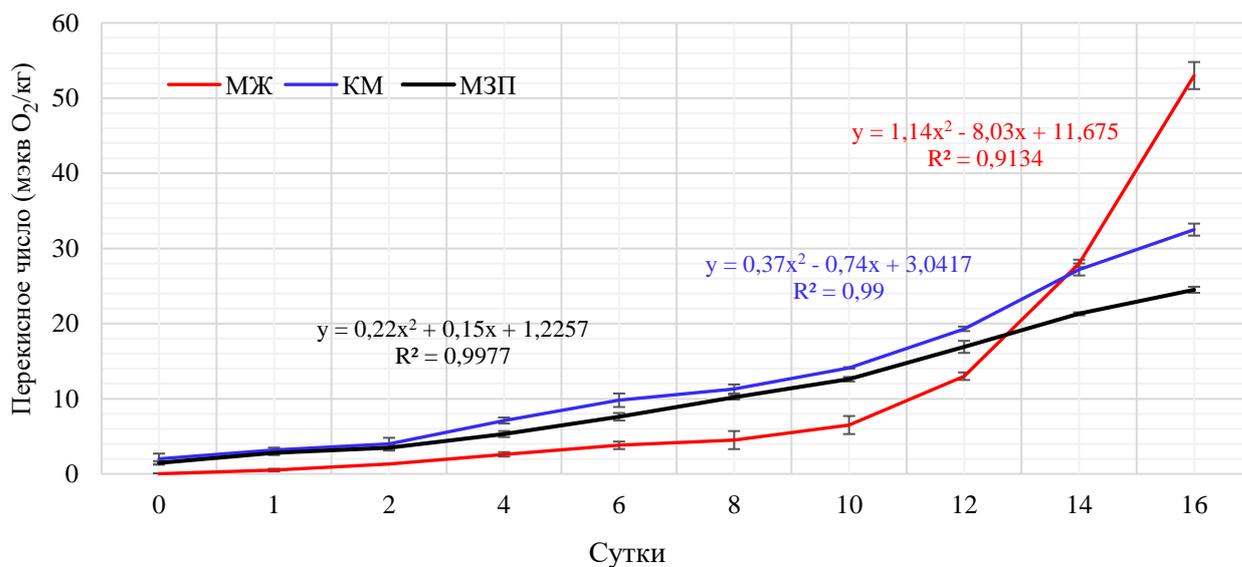


Рисунок 3.17 - Динамика перекисного числа при 60°C в молочном жире (МЖ); кукурузном масле (КМ) и масле зародышей пшеницы (МЗП)

Из полученных данных, указанных на рисунке 3,17, можно сделать вывод, что МЗП более устойчиво к окислению, чем МЖ. В целом, результаты показали, что увеличение концентрации минорных компонентов масла зародышей пшеницы и кукурузного масла значительно продлевают индукционный период в МЗП и КМ по сравнению с МЖ. Поэтому их целесообразно использовать в рецептуре функциональных продуктов на молочной основе с повышенной жирностью.

3.3 Разработка масложирового модуля с минорными компонентами

Вследствие подбора входящих компонентов, была разработана рецептура масложирового модуля для молочных продуктов повышенной жирности, который включал следующие основные стадии: расчет суточной потребности для выбранной группы потребителей, приготовление масложирового модуля, составление рецептуры продукта, выработка опытных образцов и их исследование.

Расчет суточной потребности в насыщенных, полиненасыщенных и среднецепочных жирных кислотах (НЖК, ПНЖК и СЦЖК), других минорных компонентах (витаминах, антиоксидантах, фосфолипидах) был выполнен с учетом физиологических потребностей и особенностей метаболизма выбранной группы потребителей (приложение А и Б). При подборе образцов растительного масла для масложировой композиции учитывали ряд факторов: доступность отечественного сырья, традиции питания, органолептические и физико-химические показатели.

Также учитывали возможные проявления окислительной порчи молочного жира и растительных масел. При исследовании влияния замены части молочного жира в рецептуре спреда сливочно-растительного на определенный вид масла и/или их смеси получен профиль жирнокислотного состава: количество насыщенных (НЖК); мононенасыщенных жирных кислот (МНЖК) и полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК). Анализ профиля жирнокислотного состава показал возможность корректировки жирнокислотного состава при использовании не отдельного вида масла, а их смеси. Были выбраны масло из зародышей пшеницы как источник незаменимых жирных кислот, главным образом линолевой кислоты (омега-3) и минорных компонентов (стеролы, фосфолипиды и токоферолы) и кукурузное масло как источник ПНЖК, главным образом омега-6. По органолептическим показателям эти масла имеют приятный вкус и аромат. В качестве источника антиоксидантов в исследовании использованы препараты дигидрокверцетина и гинкго билобы. Результаты определения их интегральной антиоксидантной активности в мг/дм³ в пересчете на аскорбиновую кислоту представлены в таблице 3.10. Интегральная антиоксидантная активность ДГК составила 0,006 мг/дм³ в пересчете на аскорбиновую кислоту по сравнению с аналогичным показателем гинкго билоба, равным 0,00372 мг/дм³.

Таблица 3.10 - Интегральная антиоксидантная активность и содержание флавоноидов в экстрактах дигидрокверцетина и гинкго билоба

Показатели	Дигидрокверцетин	Гинкго билоба
Значение АОА (мг/дм ³)	0,006 ±0,005	0,00372 ±0,00049
Полное флавоноидное содержание (мг аскорбиновой кислоты / г вытяжки)	241,338 ±1,958	86,76 ± 0,58

Эти результаты позволяют предположить, что фенольные соединения выбранного препарата (ДГК) будут действовать как антиоксиданты в эмульсиях с маслом в воде, что согласуется с данными, представленными в работах [23, 195].

Общее содержание флавоноидов (СФ) экстракта дигидрокверцетина определяли с помощью реагента Фолин-Чокалтеу. Результаты определения СФ приведены в таблице 3.10. Содержание флавоноидов в дигидрокверцетине было в 2,5 раза, больше чем в гинкго билоба, и составило 241,338 мг/г образца. Препарат

ДГК имел более высокое содержание антиоксидантов по сравнению с гинкго билоба. Это позволяет предположить, что ДГК потенциально может использоваться в качестве эффективного источника антиоксидантных и антибактериальных средств при производстве пищевых продуктов, в том числе молочных. Для оценки антиоксидантной активности использовали DPPH* (2,2-дифенил-1-пикрилгидразил) и ABTS* (2,2'-Азино-бис (3-этилбензотиазолин-6-сульфоная кислота)) тесты на свободные радикалы. Результаты исследования представлены на рисунке 3.18 и 3.19, соответственно. ДГК показал снижение свободных радикалов DPPH* выше, чем Тролокс в качестве стандартного антиоксиданта при тех же концентрациях в диапазоне 10-100 мкг/см³ (рис. 3.18). В DPPH* количество радикалов ДГК постепенно увеличивается вместе с увеличением концентрации ДГК (таблица 3.11).

Таблица 3.11 - DPPH* и ABTS* радикальная активность дигидрохверцетина и тролокса в качестве стандартного антиоксиданта

Поставки	DPPH*	ABTS*
	IC ₅₀ (мкг/см ³)	
Дигидрохверцетина	63,83 ±3,11	99,96 ±4,59
Тролокс	117,02 ±5,19	78,93 ±2,88

ДГК также был эффективным ABTS* утилизатором в диапазоне концентраций 10-100 мг/дм³. При высоких концентрациях (> 40 мкг/см³) ДГК проявлял более низкую ABTS* радикальную активность по сравнению с Тролоксом (рис. 3.19).

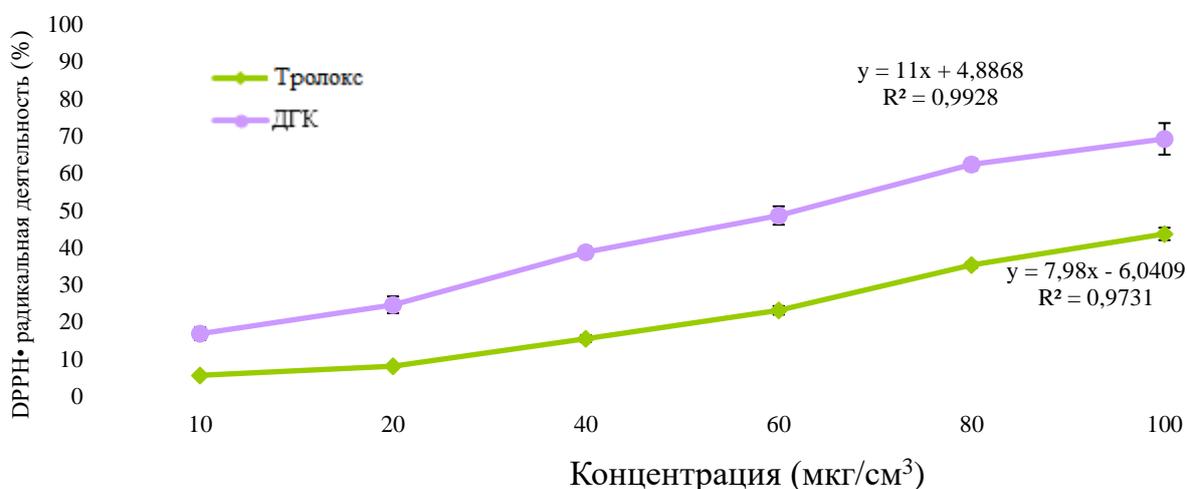


Рисунок 3.18 - DPPH* радикальная активность дигидрохверцетина и Тролокса в качестве стандартного антиоксиданта

Sroka и соавторы сообщают, что ДГК включает два ароматических кольца, которые имеют две фенольные группы в мета- и пара- позициях по отношению друг к другу [171]. Именно этот порядок расположения является определяющим для высокой антиоксидантной способности фенольных соединений. Антиоксидантная активность молекулы возрастает с увеличением числа гидроксильных групп, присоединенных к ароматическому кольцу [23, 90, 113]. Однако ДГК проявлял большую антиоксидантную активность в растворе DPPH*, чем в растворе ABTS* эти результаты согласуются с результатами полученными Chen, Manigandan [90, 135], но отличаются от найденных. Toral [177] сообщил, что ДГК обладает выраженной антиоксидантной, восстановительной и нейтрализующей по отношению к радикалам способностью и металл-хелатной активностью по сравнению со стандартными антиоксидантами, включая Тролокс, α -токоферол, ВНТ (Butylated Hydroxy Toluene) и ВНА (Butylated Hydroxy Anisole) в эмульсии линолевой кислоты.

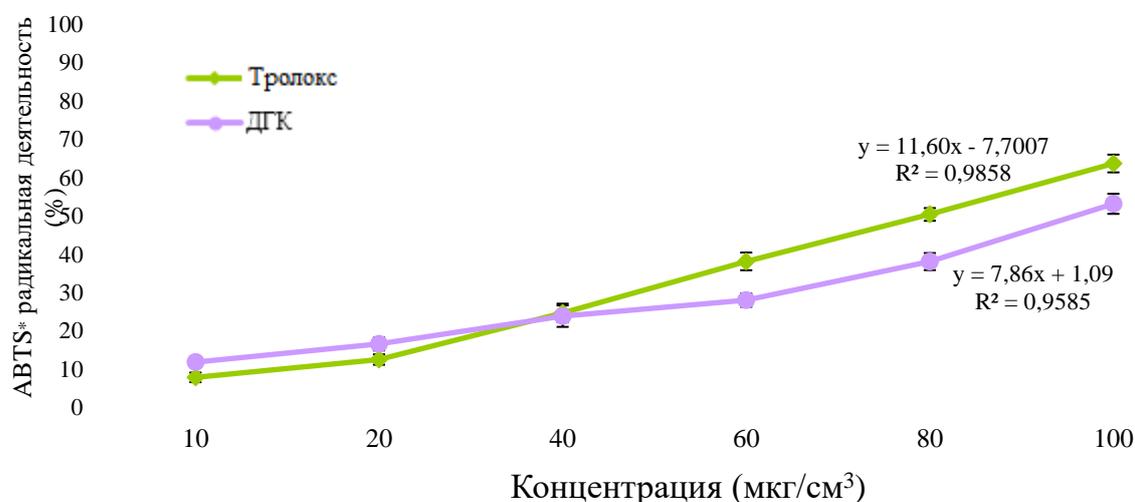


Рисунок 3.19 - ABTS* радикальная активность дигидрокверцетина и Тролокса в качестве стандартного антиоксиданта

Важным показателем является антибактериальная активность ДГК, которую оценивали по диаметрам зон ингибирования ДГК трех грамположительных (*B. cereus*, *Staph. aureus* и *L. monocytogenes*) и трех грамотрицательных (*E. coli* 0157, *P. aeruginosa* и *Y. enterocolitica*) бактериальных тест-культур. Результаты определения антибактериальной активности обобщены в таблице 3.12. ДГК показал высокую

антибактериальную активность против всех штаммов патогенных бактерий во всем диапазоне концентраций (50 до 300 мкг/см³).

Таблица 3.12 - Антибактериальная активность ДГК по зоне ингибирования, мм

Патогенные бактерии	Концентрации дигидрокверцетина (мкг/см ³)			
	50	100	200	300
Грамположительные				
- <i>Staph. aureus</i>	9 ±1,0	12 ±1,5	16 ±1,1	23 ±2,1
- <i>B. cereus</i>	12 ±1,7	16 ±2,6	19 ±2,0	26 ±3,2
- <i>L. monocytogenes</i>	11 ±1,7	15 ±2,5	19 ±2,6	25 ±2,5
Грамотрицательные				
- <i>E. coli</i> 0157:H7	9 ±1,2	13 ±2,2	17 ±3,1	25 ±3,2
- <i>P. aeruginosa</i>	8 ± 0,6	11 ±2,0	16 ±2,6	24 ±3,2
- <i>Y. enterocolitica</i>	10 ±3,2	14 ±2,6	18 ±3,0	25 ±2,3

Хотя многие исследователи сообщают, что грамотрицательные бактерии обычно более устойчивы к противомикробным препаратам растительных экстрактов, чем грамположительные [31, 77, 173], ДГК имел такое же ингибирующее влияние на грамположительные, как и на грамотрицательные бактерии. Этот позволяет предположить, что ДГК имеет высокую способность проникать через защитный барьер грамотрицательных бактерий, оболочка клеток которых состоит из тонкой внешней липополисахаридной мембраны, которая может ограничить проникновение компонентов многих других растительных экстрактов. Антибактериальная активность ДГК повышалась по мере увеличения концентрации (от 50 до 300 мкг/см³). Зона ингибирования колебалась от 8 мм против *P. aeruginosa* до 26 мм против *B. cereus* при низкой (50 мкг/см³) и высокой концентрациях (300 мкг/см³), соответственно. Несколько исследований показали, что ингибирующее действие растительных экстрактов на бактериальные патогены обусловлено их фенольным составом [3, 182]. Антимикробное действие ДГК, вероятно, можно объяснить его адсорбцией микробными клетками с

последующими структурными или функциональными повреждениями мембраны бактериальных клеток.

Проведено исследование противоопухолевого (антиракового) эффекта ДГК. Выжившая фракция линии клеток рака печени (HepG2) и линия клеток рака молочной железы (MCF-7) после обработки ДГК показаны на рисунке 3.20. В целом, ДГК показал противораковое влияние как на клетки MCF-7, так и HepG2. Когда клетки HepG2 и MCF-7 обрабатывали ДГК, дозозависимо снижалась фракция выживших клеток. Выжившая часть клеток HepG2 и MCF-7 уменьшилась от 100 до 44,1 % и от 100 до 60,4 %, соответственно, по мере увеличения ДГК с 0,0 до 10,0 мкг/см³.

Такие эффекты были обнаружены в 9 опухолевых клеточных линиях (рак толстой кишки CT-26 клеток, аденокарциномы простаты LNCaP клеток, предстательной железы человека PC3 клетки, феохромоцитомы (pheochromocytoma) PC12 клеток, эстроген рецептор-положительного рака молочной железы клеток MCF-7, острый лимфобластный лейкоз MOLT-4 Т-клеток, человеческой миеломы U266B1 клеток, лимфоидных клеток человека Раджи и яичников клеток) при лечении с 10, 20, 40, 80 и 120 мкм ДГК [133]. Растительные полифенолы могут заблокировать деятельность клеток опухоли путем блокирования активации прекурсора карциногена и блокирования взаимодействия между DNA.

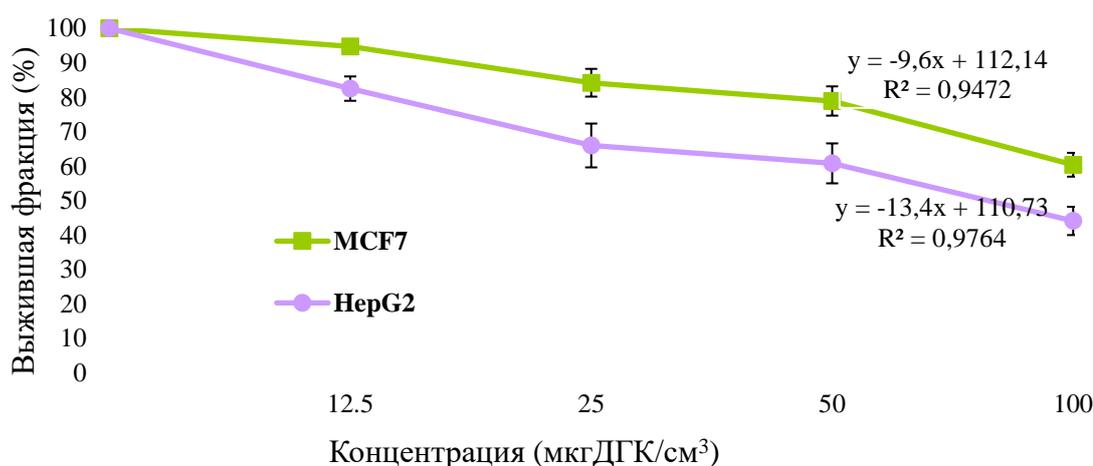


Рисунок 3.20 - Выжившая часть клеток линии рака печени (HepG2) и линии рака молочной железы (MCF-7) после добавления дигидрохверцетина

Окислительная стабильность - важный параметр для обеспечения качества жиров и масел. Поэтому была исследована окислительная стабильность молочного

жира с ДГК. Окислительная стабильность молочного жира (МЖ), измеренная как период индукции (ч) методом Rancimat, с различными концентрациями ДГК приведена в таблице 3.13. МЖ с добавлением ДГК показал более высокую окислительную стабильность в ускоренном тесте по сравнению с МЖ без ДГК. Окислительная стабильность смеси зависела от концентрации ДГК. Однако, окислительная стабильность более выражено возрастала при добавлении ДГК до 100 ppm, дальнейшее увеличение концентрации (до 150 и 200 ppm) такого эффекта не давало.

Таблица 3.13 - Окислительная стабильность молочного жира (МЖ) в зависимости от концентрации ДГК

МЖ включено с ДГК	Индукционный период (ч)	Увеличение срока хранения (раз)
МЖ	7,47 ±0,44	1,00 ±0,00
МЖ с 50 ppm ДГК	14,20 ±0,91	1,93 ±0,13
МЖ с 100 ppm ДГК	20,90 ±2,27	2,79 ±0,16
МЖ с 150 ppm ДГК	22,27 ±2,05	2,99 ±0,37
МЖ с 200 ppm ДГК	26,27 ±1,77	3,53 ±0,45

Добавление 50, 100, 150 и 200 ppm ДГК увеличивает продолжительность срока годности при хранении МЖ в 1,93; 2,79; 2,99 и 3,53 раз, соответственно. В работах других исследователей было установлено аналогично увеличение срока годности в диапазоне 1,5 - 4 раза для МЖ за счет внесения ДГК [23, 58, 60]. Антиоксидантная способность растительных экстрактов в топленом масле оказалась пропорциональной их фенольному содержанию [46]. Аналогичная тенденция наблюдалась и Asha [69] в МЖ, содержащим вытяжку апельсиновой корки, которая показала более высокую активность в подавлении радикалов DPPH* и меньшее образование перекисей, тиобарбитуровой кислоты и свободных жирных кислот, чем в топленом масле без экстракта. Сообщается [62], что пальмовое масло может иметь более высокую стабильность, чем МЖ, так как оно содержит больше естественных антиоксидантов, таких, как каротиноиды, феноловые смеси, и стеролы.

В результате проведенных исследований теоретически обоснована и экспериментально подтверждена рецептура масложирового модуля (табл. 3.14).

Таблица 3.14 - Рецептура масложирового модуля с минорными компонентами

№	Название компонента	Количество	Источник [сырье]	Способ получения или выделения компонента из сырья
1	Кукурузное масло	15±2,0 %	Промышленные образцы	Смешивание со сливками
2	Минорные компоненты	1,5 ±0,5 %	Масло из зародышей пшеницы	Экстракция по модифицированной методике [141]
3	Дигидрокверцетин	175±15 мг/кг жира	Коммерческий препарат	Коммерческий препарат

На следующем этапе были проведены исследования по использованию масложирового модуля в производстве молочных продуктов с повышенной массовой долей жира с целью разработки рекомендаций для промышленного производства спреда сливочно-растительного с модифицированной жировой фракцией для здорового питания.

ГЛАВА 4 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СПРЕДА СЛИВОЧНО-РАСТИТЕЛЬНОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАСЛОЖИРОВОГО МОДУЛЯ С МИНОРНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ

4.1 Разработка рецептуры и технологии спреда сливочно-растительного с масложировым модулем

Для разработки рецептуры спреда сливочно-растительного с масложировым модулем были составлены и исследованы композиции из сливочного и кукурузного масла (табл. 4.3). Композиционный дизайн смесей, включающий контроль и экспериментальные образцы (четыре бинарных смеси сливочного масла и кукурузного масла после полного расплавления) представлен в таблице 4.1. Экспериментальные образцы подготовлены при разных соотношениях сливочное масло/кукурузное масло: 100:0, 95:5, 90:10, 85:15, 80:20, и 0:100 [в/в].

Таблица 4.1 - Композиционный дизайн смесей

Образец	Компоненты [в/в]	
	Сливочное масло	Кукурузное масло
Сливочное масло	100	-
Кукурузное масло	-	100
1	95	5
2	90	10
3	85	15
4	80	20

Улучшение физико-химических и питательных свойств спреда сливочно-растительного может быть достигнуто различными способами. Смешивание и химическая переэтерификация жиров позволяет изменять их физические, химические и питательные свойства [10, 32, 48]. Разработана рецептура и технология спреда с использованием полученного масложирового модуля с минорными компонентами (рис 4.1). Исследования проводились как со свежеработанными образцами, так и в процессе их хранения.

В образцах спреда сливочно-растительного, полученного преобразованием высокожирных сливок с добавлением кукурузного масла и минорных компонентов, определены основные физико-химические показатели, которые представлены в табл. 4.2. Изменения некоторых физико-химических свойств масла

(СМ) в сочетании с различными концентрациями кукурузного масла (КМ) показаны в таблице 4.2.

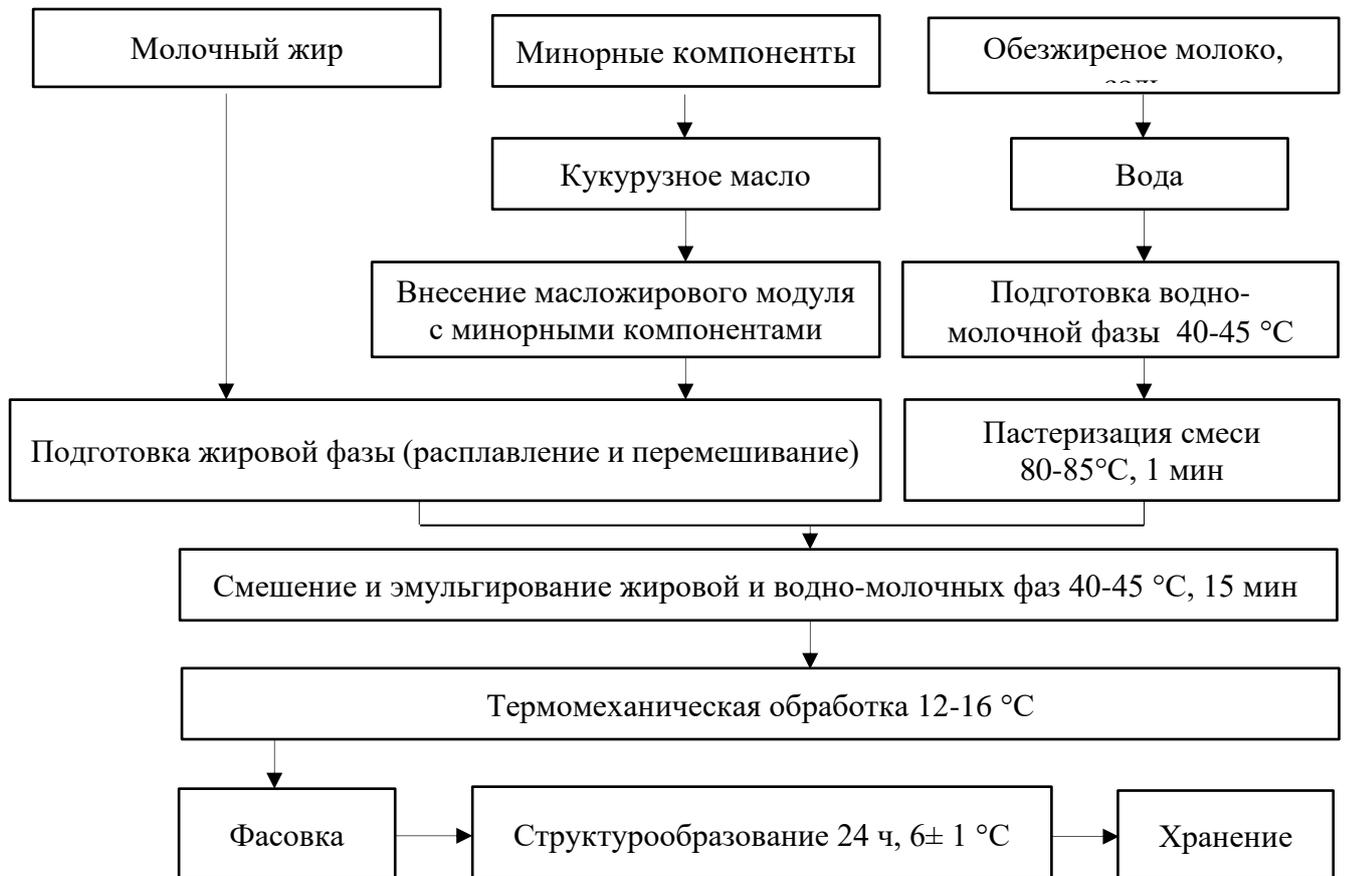


Рисунок 4.1 - Технологическая схема производства спреда сливочно-растительного с масло-жировым модулем и минорными компонентами

Содержание свободных жирных кислот (СЖК) и число омыления (ЧО) уменьшилось вместе с увеличением уровня КМ, но снижение было значительным только в МЖ с 20 % КМ ($p < 0,01$). Добавление к молочному жиру кукурузного масла в диапазоне от 5,0 – 15,0 % не повлияло на нормальный (210–233) диапазон ЧО полученной смеси. Таким образом, была определена рациональная дозировка кукурузного масла в составе спреда, которая составила 15,0 %. И наоборот, добавление к сливочному маслу кукурузного масла и минорных компонентов вызвало постепенное увеличение значения йодное число (ЙЧ), которое было пропорционально количеству добавленного кукурузного масла.

Увеличение ЙЧ в экспериментальных образцах по сравнению с контролем можно объяснить более высоким содержанием ПНЖК кукурузного масла, а именно содержанием олеиновой (31,4 %) и линолевой кислот (55,56 %), чем в СМ (26,6 %

и 3,35 %, соответственно) (таблица 4.3). Увеличение ПЧ согласуется с результатами [108, 149]. Снижение ЧО смеси СМ с КМ может быть связано с высокой молекулярной массой жирных кислот КМ. Показатель преломления (ПП) жиров и масел можно связать с содержанием жирной кислоты, содержанием СЖК, степенью сатурации и окислительным состоянием.

Таблица 4.2 - Физико-химические свойства спреда сливочно-растительного

Показатель	Значение показателей					
	СМ	СМ /КМ ₅	СМ /КМ ₁₀	СМ /КМ ₁₅	СМ /КМ ₂₀	КМ
СЖК (олеин. к-та %)	0,17±0,007	0,16±0,021	0,15±0,015	0,13±0,005	0,11±0,026	0,05±0,006
ПЧ (мэкв. О ₂ /кг масла)	0,63±0,046	0,82±0,519	0,96±0,139	1,10±0,125	1,23±0,193	2,0±0,243
ЙЧ (г I ₂ /100 г)	37,0±1,55	44,0±16,166	52,9±1,578	53,4±0,422	59,4±1,386	130,6±3,387
ЧО (мг КОН/г)	215,5±2,749	214,4±2,147	210,7±1,858	209,7±0,747	206,6±2,234	190,3±3,737
ПП (при 25°С)	1,4537±0,2492	1,4547±0,1741	1,4663±0,1043	1,4660±0,2181	1,4762±0,4562	1,4829±0,3451

Где: СМ – сливочное масло; КМ – кукурузное масло; СМ/КМ₅ – смесь сливочного масла с 5% кукурузного масла; СМ/КМ₁₀ – смесь сливочного масла с 10 % кукурузного масла; СМ/КМ₁₅ – смесь сливочного масла с 15 % кукурузного масла; СМ/КМ₂₀ – смесь сливочного масла с 20 % кукурузного масла. [P<0,05].

В таблице 4.4 представлены профили жирных кислот СМ, КМ и их смесей. Содержание НЖК (66,75 %) было выше, а ННЖК – ниже (33,25 %) в СМ (P <0,01), чем в КМ (11,61 и 88,38 %, соответственно). Аналогичная тенденция наблюдалась при добавлении в СМ пальмового масла [62]. Пальмитиновая кислота является основной НЖК в СМ, за ней следуют миристиновая и стеариновая кислоты (p <0,01). Олеиновая кислота была основной ННЖК в СМ (p <0,01) - 26,60 % от общего количества ННЖК (33,25 %). Дополнительно СМ охарактеризовано по наличию коротко- и среднецепочечных жирных кислот, которые не найдены в КМ. Линолевая кислота была самой распространенной ННЖК в КМ (55,5 %) (p <0,01), а затем олеиновая кислота (31,4 %), в то время как пальмитиновая кислота, как НЖК, была найдена в умеренном количестве в КМ (8,6 %). Таким образом, добавление КМ может пользу СМ для здоровья, увеличить уровень ПНЖК и снизить уровень НЖК. В частности, содержание пальмитиновой, миристиновой и

стеариновой кислот снизились с 30,10; 10,96 и 10,02 % в СМ до 24,0; 7,73 и 8,30 % в СМ с добавлением 20 % КМ, соответственно, в то время как содержание линолевой и олеиновой кислот увеличились с 3,35 % и 26,6 % до 17,35 % и 29,4 %. Gebreyowhans и соавторы сообщают, что потребление продуктов, содержащих НЖК с 8-16 атомами углерода увеличивает концентрацию холестерина ЛПНП в сыворотке крови [117]. Цис-ННЖК обеспечивают текучесть триглицеридов и фосфолипидов мембран, и многие из них служат предшественниками эйкозаноидов [30, 71]. Следует отметить, что содержание масляной, капроновой, каприловой, лауриновой, и каприновой кислот уменьшалось при увеличении отношения КМ к СМ.

Таблица 4.3 - Рецептuru спреда сливочно-растительного, кг на 100 кг продукта

Сырье, кг	Рецептуры					
	№1 Контроль	№2 0,5 % МК	№3 1,0 % МК	№4 1,5 % МК	№5 2,0 % МК.	№6 3,0% МК
Вода	17,0	16,5	16,0	15,5	15,0	14,0
Общее содержание жира, в том числе:	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0
молочный жир	68,1	68,1	68,1	68,1	68,1	68,1
кукурузное масло	12	12	12	12	12	12
Обезжиренное молоко	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Соль	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Минорные компоненты (МК)	-	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0
Эмульгатор	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Стабилизатор	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

В состав рецептуры входят традиционные сырьевые компоненты: обезжиренное молоко, молочный жир, кукурузное масло, соль, эмульгатор, стабилизатор, и вода. Дополнительно, для придания функциональных свойств, на основе проведенных исследований предложено использовать минорные компоненты растительного происхождения: токоферолы, стеринны, каротиноиды, фенольные соединения, моно- и диглицериды, фосфолипиды и свободные жирные кислоты, полученные из МЗП (масла зародышей пшеницы). После разработки рецептуры были проведены лабораторные и опытно-промышленные выработки спреда по технологической и аппаратно-технологической схеме, представленной соответственно на рисунках 4.1 и 4.2.

Таблица 4.4 - Жирно кислотный состав спреда сливочно-растительного (%)

Жирные кислоты	Образцы ¹							
	СМ	СМ/КМ ₅	СМ/КМ ₁₀	СМ/КМ ₁₅	СМ/КМ ₂₀	КМ	SEM	P-value
Масляная [C4:0]	1,93	1,71	1,38	1,04	0,83	0,00	0,028	<0,001
Капроновая [C6:0]	1,83	1,79	1,77	1,58	1,43	0,00	0,022	<0,001
Каприловая [C8:0]	1,15	1,01	1,14	1,00	0,91	0,00	0,013	<0,001
Каприновая [C10:0]	2,61	2,49	2,39	2,35	2,05	0,00	0,020	<0,001
Лауриновая [C12:0]	3,32	3,12	2,93	2,80	2,61	0,00	0,029	<0,001
Тридециловая [C13:0]	0,10	0,09	0,09	0,08	0,09	0,00	0,004	<0,001
Миристиновая [C14:0]	10,96	8,10	9,24	8,50	7,73	0,04	0,139	<0,001
Миристолеиновая [C14:1]	0,85	0,73	0,72	0,72	0,65	0,00	0,019	<0,001
Пентадециловая [C15:0]	1,13	0,93	1,04	0,87	0,94	0,00	0,013	<0,001
Пентадеценная C15:1]	0,24	0,20	0,22	0,18	0,20	0,00	0,007	<0,001
Пальмитиновая [C16:0]	30,1	29,6	26,1	24,5	24,0	8,6	2,02	<0,001
Пальмитолеиновая [C16:1]	1,51	1,08	1,26	1,17	14,0	0,10	0,069	<0,001
Маргариновая [C17:0]	0,67	0,64	0,57	0,49	0,57	0,06	0,021	<0,001
Гептадекановая [C17:1]	0,31	0,29	0,28	0,22	0,18	0,04	0,010	<0,001
Стеариновая [C18:0]	11,02	9,54	8,75	8,64	8,30	2,74	0,056	<0,001
Олеиновая [C18:1]	26,6	27,8	28,0	28,0	29,4	31,4	0,05	<0,001
Линолевая [C18:2]trans	0,49	0,40	0,32	0,27	0,22	0,00	0,013	<0,001
Линолевая [C18:2]	3,35	9,07	12,37	15,84	17,35	55,56	0,058	<0,001
Линоленовая [C18:3n6]	0,16	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17	0,006	0,512
Линоленовая [C18:3n3]	0,70	0,67	0,65	0,64	0,50	0,33	0,072	<0,001
Арахидиновая [C20:0]	0,50	0,20	0,21	0,22	0,23	0,35	0,014	<0,001
Эйкозеновая [C20:1]	0,27	0,26	0,23	0,24	0,22	0,22	0,011	<0,001
Бегеновая [C22:0]	0,14	0,15	0,18	0,20	0,27	0,39	0,013	<0,031
КЖЦК [C ₄₋₈]	4,91	4,51	4,29	3,62	3,17	0,00	0,103	<0,001
ЖКСЦ [C ₁₀₋₁₅]	19,22	15,66	16,00	15,63	14,07	0,04	0,140	<0,001
ДЦЖК [C ₁₆₋₂₂]	75,9	79,8	79,0	80,7	82,6	99,9	1,98	<0,001
НЖК	66,8	61,3	57,9	54,3	51,6	11,6	2,10	<0,001
ННЖК	33,3	38,7	42,1	45,6	48,4	88,4	0,14	<0,001
Омега3/Омега 6	0,15	0,08	0,06	0,05	0,03	0,001	0,001	<0,001

Где: СМ – сливочное масло; КМ – кукурузное масло; СМ/КМ₅ – смесь сливочного масла с 5% кукурузного масла; СМ/КМ₁₀ – смесь сливочного масла с 10% кукурузного масла; СМ/КМ₁₅ – смесь сливочного масла с 15% кукурузного масла; СМ/КМ₂₀ – смесь сливочного масла с 20% кукурузного масла. (P < 0,05).

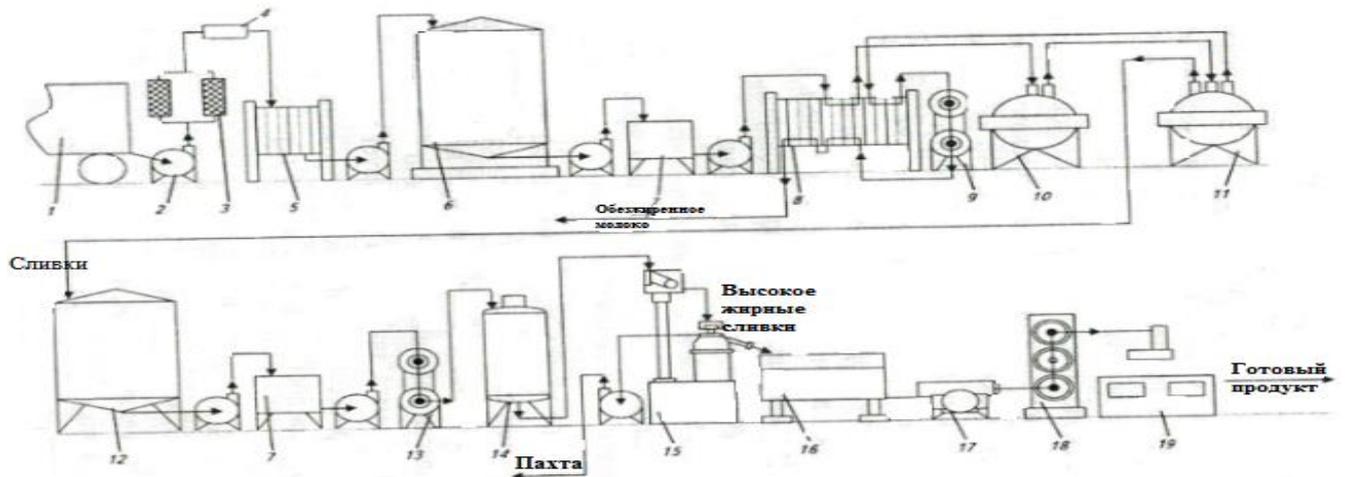


Рисунок 4.2 – Аппаратурно-технологическая схема производства спреда сливочно-растительного, где: 1- автомолцистерна; 2 - насос; 3 - фильтр; 4 - счетчик; 5 - пластинчатый охладитель; 6 - резервуар для промежуточного хранения; 7- уравнильный бачок; 8 - пластинчатая автоматизированная пастеризационно-охладительная установка; 9 - выдерживатель; 10 - сепаратор-молокоочиститель; 11 - сепаратор-сливкоотделитель; 12- резервуар для промежуточного хранения; 13 - трубчатый пастеризатор; 14 - деаэратор; 15 - сепаратор высокожирных сливок; 16 - ванная для нормализации; 17 - винтовой насос; 18 - маслообразователь; 19 - расфасовочный автомат.

Разработанная технология спреда сливочно-растительного проверена в производственных условиях ООО «НОВАЯ ИЗИДА» (приложение Ж).

4.2 Исследование состава и свойств спреда сливочно-растительного, произведенного с использованием масложирового модуля с минорными компонентами

До настоящего времени не проводилось работ по изучению целесообразности использования минорных компонентов, которые экстрагируются из масла зародышей пшеницы для получения функциональных компонентов и используются в производстве спреда сливочно-растительного. Исследователи [54, 155], в процессе своих исследований готовили спреды сливочно-растительные путем использования различных растительных масел, таких, как кукурузное и подсолнечное. Отличительная особенность настоящих исследований состоит в дополнительном использовании минорных компонентов растительного происхождения. Химические и физические свойства спреда сливочно-растительного, содержащего минорные компоненты, в свежем виде и в

процессе хранения при температуре 5 ± 1 °С в течение 60 суток представлены в таблице 4.5. В ходе исследований установлено, что содержание СЖК, значения ПЧ и ПП снижаются по мере увеличения дозы минорных компонентов. Йодное число является важным параметром для определения степени жесткости, так как высокие значения йода свидетельствуют о высоком содержании ненасыщенных компонентов жирных кислот, которые способствуют мягкости продукта. Из таблицы 4.2 видно, что кукурузное масло имеет более высокое йодное число, чем спред сливочно-растительный. ЙЧ увеличилось из-за добавления кукурузного масла во все опытные образцы. Результаты показали, что образцы, содержащие высокий процент минорных компонентов, были более устойчивы к окислению, что может быть связано с присутствием биологически активных соединений, таких как полифенолы, токоферолы и каротиноиды, которые играют важную роль в окислительной стабильности. Добавление фитостеролов и антиоксидантов в пищу может принести дополнительную пользу для здоровья потребителей. В процессе хранения, в соответствии с данным табл. 4.5, в течении всего периода значение СЖК в контрольном образце значительно отличались от образцов с минорными компонентами в сторону большего накопления свободных жирных кислот.

В первый месяц хранения исследуемые минорные компоненты (антиоксиданты) показывали результаты, мало отличающиеся между собой, что свидетельствует о менее интенсивном протекании гидролитических процессов. В течение второго месяца хранения спредов минорные компоненты проявляли наилучшие антиоксидантные свойства, и такая тенденция сохранялась до конца эксперимента. Параллельно измеряли относительную эффективность путем количественного определения перекисных соединений в среде (табл. 4.5). В первый месяц хранения во всех образцах спредов с минорными компонентами значения ПЧ значительно отличались. В контрольном образце ПЧ в течение всего периода хранения возрастало и превышало показатели в образцах с МК. Во второй месяц хранения образцов МК способствовали большему замедлению окислительной порчи, что характеризуется меньшими значениями ПЧ в сравнении с контрольными образцами.

Таблица 4.5 - Химические и физические свойства спреда сливочно-растительного, в свежем виде и при хранении при температуре $5 \pm 1^\circ\text{C}$ в течение 60 суток

№ Образца, Т	СЖК (олеин. к-та %)	ПЧ (мэкв. O_2 / кг масла)	ЙЧ (г I_2 /100 г)	ПП (при 25°C)	ТП ($^\circ\text{C}$)
Свежевы работанный					
Контроль	0,16 \pm 0,010	1,10 \pm 0,050	56,20 \pm 0,400	1,4656 \pm 0,100	31 \pm 0,600
T ₁ (0,5 % МК)	0,16 \pm 0,010	1,10 \pm 0,050	56,10 \pm 0,264	1,4656 \pm 0,100	31,10 \pm 0,456
T ₂ (1,0 % МК)	0,15 \pm 0,010	1,00 \pm 0,010	56,00 \pm 0,200	1,4659 \pm 0,465	32,10 \pm 0,500
T ₃ (1,5 % МК)	0,16 \pm 0,010	1,10 \pm 0,050	56,00 \pm 0,200	1,4660 \pm 0,300	32,5 \pm 1,150
T ₄ (2,0 % МК)	0,16 \pm 0,010	1,10 \pm 0,030	56,00 \pm 0,200	1,4661 \pm 0,200	32,9 \pm 1,300
T ₅ (3,0 % МК)	0,15 \pm 0,010	1,00 \pm 0,017	55,90 \pm 0,246	1,4664 \pm 0,007	33,0 \pm 1,000
Через 14 суток хранения					
Контроль	0,21 \pm 0,015	1,60 \pm 0,150	55,10 \pm 0,200	1,4656 \pm 0,200	31,2 \pm 1,000
T ₁ (0,5 % МК)	0,20 \pm 0,010	1,25 \pm 0,040	55,50 \pm 0,100	1,4656 \pm 0,100	31,10 \pm 0,854
T ₂ (1,0 % МК)	0,19 \pm 0,020	1,20 \pm 0,040	55,60 \pm 0,100	1,4657 \pm 0,400	32,10 \pm 0,173
T ₃ (1,5 % МК)	0,19 \pm 0,020	1,18 \pm 0,040	55,60 \pm 0,100	1,4659 \pm 0,465	32,50 \pm 0,866
T ₄ (2,0 % МК)	0,18 \pm 0,010	1,16 \pm 0,050	55,80 \pm 0,435	1,4660 \pm 0,400	32,90 \pm 0,900
T ₅ (3,0 % МК)	0,18 \pm 0,010	1,16 \pm 0,050	55,80 \pm 0,435	1,4664 \pm 0,000	33,20 \pm 1,374
Через 28 суток хранения					
Контроль	0,23 \pm 0,010	2,20 \pm 0,100	53,20 \pm 0,600	1,4655 \pm 0,300	32,2 \pm 2,00
T ₁ (0,5 % МК)	0,23 \pm 0,030	2,10 \pm 0,200	54,65 \pm 0,650	1,4655 \pm 0,400	31,60 \pm 0,400
T ₂ (1,0 % МК)	0,22 \pm 0,017	2,00 \pm 0,030	54,60 \pm 0,576	1,4657 \pm 0,300	32,90 \pm 0,900
T ₃ (1,5 % МК)	0,22 \pm 0,017	1,80 \pm 0,700	55,40 \pm 1,400	1,4657 \pm 0,100	33,20 \pm 1,200
T ₄ (2,0 % МК)	0,21 \pm 0,017	1,50 \pm 0,500	55,20 \pm 0,600	1,4659 \pm 0,400	33,35 \pm 1,430
T ₅ (3,0 % МК)	0,23 \pm 0,010	1,30 \pm 0,01	55,30 \pm 0,754	1,4660 \pm 0,000	33,90 \pm 1,900
Через 42 суток хранения					
Контроль	0,28 \pm 0,020	2,50 \pm 0,400	52,30 \pm 0,500	1,4653 \pm 0,200	32,3 \pm 0,700
T ₁ (0,5 % МК)	0,25 \pm 0,00	2,30 \pm 2,000	54,20 \pm 0,600	1,4653 \pm 0,005	32,10 \pm 1,014
T ₂ (1,0 % МК)	0,25 \pm 0,020	2,25 \pm 0,510	54,30 \pm 0,500	1,4655 \pm 0,460	33,70 \pm 5,812
T ₃ (1,5 % МК)	0,23 \pm 0,005	2,00 \pm 0,220	55,20 \pm 0,400	1,4656 \pm 0,500	33,60 \pm 0,556
T ₄ (2,0 % МК)	0,23 \pm 0,005	1,90 \pm 0,390	55,30 \pm 0,556	1,4657 \pm 0,465	33,75 \pm 0,776
T ₅ (3,0 % МК)	0,23 \pm 0,005	1,80 \pm 0,040	55,10 \pm 0,264	1,4660 \pm 0,000	34,20 \pm 1,200
Через 60 суток хранения					
Контроль	0,38 \pm 0,010	2,90 \pm 0,600	50 \pm 0,500	1,4653 \pm 0,300	33,10 \pm 2,00
T ₁ (0,5 % МК)	0,34 \pm 0,020	2,45 \pm 1,00	54 \pm 1,000	1,4653 \pm 0,400	32,50 \pm 4,00
T ₂ (1,0 % МК)	0,32 \pm 0,043	2,20 \pm 0,900	54 \pm 1,000	1,4654 \pm 0,460	34,10 \pm 3,00
T ₃ (1,5 % МК)	0,31 \pm 0,010	2,15 \pm 0,450	55 \pm 0,500	1,4655 \pm 0,350	34,20 \pm 2,00
T ₄ (2,0 % МК)	0,30 \pm 0,00	2,10 \pm 1,00	55 \pm 0,500	1,4655 \pm 0,200	34,50 \pm 0,800
T ₅ (3,0 % МК)	0,30 \pm 0,00	2,00 \pm 1,00	55 \pm 0,500	1,4655 \pm 0,000	34,80 \pm 0,173

Контроль: спред сливочно-растительный без МК, МК - минорные компоненты.

В конце хранения спредов с большим процентом (3,0 %) МК значение ПЧ в них оказалось наименьшим. ЙЧ постепенно снижалось в контроле и других образцах, это снижение было в основном связано с разрушением двойных связей жирных кислот в результате окисления липидов. Эти результаты согласуются с результатами, полученными Нечаевым, Солдатовой и другими [39, 47, 62].

Снижение ПП может быть связано с гидролизом глицероидов до свободных жирных кислот во время хранения при пониженных температурах. Таким образом, в течение двух месяцев хранения в образцах с МК наблюдалось замедление накопления первичных продуктов окисления в сравнении с контрольным образцом. При этом в образцах с высокой концентрацией МК возрастание ПЧ шло медленнее, чем в контрольном образце. Это доказывает эффективность использования минорных компонентов с точки зрения проявления их антиоксидантных свойств в спредах. Кроме того, высокая стабильность спреда с минорными компонентами при хранении в течение 60 дней доказывает целесообразность применения при производстве спредов минорных компонентов.

В таблицах 4.6 и 4.7 приведен жирнокислотный профиль спреда сливочно-растительного с минорными компонентами (МК) после хранения при температуре $5\pm 1^\circ\text{C}$ в течение 60 суток. Содержание НЖК (66,43 и 54,05 %) было выше, а содержание ННЖК было ниже (33,66 и 45,67 %) в СМ и спреде сливочно-растительном, чем в КМ (11,61 и 88,38 %, соответственно). Добавление кукурузного масла незначительно изменило общую концентрацию жирных кислот в спреде. При этом, смешивание с КМ обусловило значительные изменения в содержании С18:1 и С18:2 в составе спреда. Смешивание с КМ привело к значительному увеличению содержания МНЖК с 26,6 до 28,3 %. С другой стороны, содержание ПНЖК снизилось с 55,5 % (КМ) до 15,85 % (спред). Изменения в содержании насыщенных жирных кислот в результате добавления КМ были очень незначительными. Кроме того, минорные компоненты не оказывали существенного влияния на содержание жирных кислот в спреде. В течение хранения спреда значительно уменьшалось содержание С18:1, С18:2 и С18:3, а также С16:0 и С18:0, на другие жирные кислоты хранение спреда не влияло. Это может быть связано с гидролизом жирных кислот во время хранения.

Таблица 4.6 - Жирно-кислотный состав в свежем спреде сливочно-растительном

Жирные кислоты	№ Образца, Т							
	СМ	Контроль	T ₁ (0,5 % МК)	T ₂ (1,0 % МК)	T ₃ (1,5 % МК)	T ₄ (2,0 % МК)	T ₅ (3,0 % МК)	КМ
C4:0	1,93	1,04	0,99	1,00	1,04	0,99	0,97	0,00
C6:0	1,83	1,58	1,58	1,57	1,57	1,58	1,58	0,00
C8:0	1,15	1,00	1,00	0,99	0,98	1,00	0,99	0,00
C10:0	2,61	2,35	2,34	2,33	2,33	2,32	2,31	0,00
C12:0	3,32	2,80	2,80	2,80	2,80	2,79	2,79	0,00
C13:0	0,1	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,08	0,00
C14:0	10,96	8,50	8,50	8,51	8,51	8,50	8,51	0,04
C14:1	0,85	0,72	0,72	0,70	0,69	0,67	0,64	0,00
C15:0	0,9	0,87	0,85	0,86	0,85	0,84	0,84	0,00
C15:1	0,24	0,18	0,18	0,18	0,18	0,19	0,18	0,00
C16:0	30,10	24,5	24,50	24,50	24,51	24,51	24,51	8,6
C16:1	1,51	1,17	1,17	1,16	1,17	1,18	1,18	0,10
C17:0	0,67	0,49	0,48	0,48	0,47	0,50	0,48	0,06
C17:1	0,31	0,22	0,20	0,22	0,22	0,24	0,24	0,04
C18:0	11,02	8,64	8,63	8,64	8,65	8,65	8,66	2,74
C18:1	26,6	28,0	28,0	28,1	28,1	28,2	28,3	31,4
C18:2 <i>транс</i>	0,49	0,27	0,26	0,26	0,27	0,27	0,27	0,00
C18:2	3,35	15,84	15,84	15,85	15,86	15,87	15,90	55,5
C18:3	0,86	0,83	0,83	0,82	0,81	0,82	0,82	0,50
C20:0	0,50	0,22	0,20	0,20	0,21	0,21	0,22	0,35
C20:1	0,27	0,24	0,23	0,24	0,22	0,24	0,25	0,22
C22:0	0,14	0,20	0,21	0,21	0,20	0,20	0,22	0,39

Контроль: спред сливочно-растительный без МК, СМ - сливочное масло, КМ - курузное масло

Таблиц 4.7 - Жирно-кислотный состав спреда сливочно-растительного после 60 суток хранения при 5 ±1°C

Жирные кислоты	№ Образца, Т					
	Контроль	T ₁ (0,5 % МК)	T ₂ (1,0 % МК)	T ₃ (1,5 % МК)	T ₄ (2,0 % МК)	T ₅ (3,0 % МК)
C4:0	0,98	0,96	0,97	0,98	0,95	0,95
C6:0	1,56	1,56	1,53	1,54	1,55	1,54
C8:0	0,95	0,95	0,94	0,94	0,93	0,94
C10:0	2,30	2,29	2,30	2,28	2,29	2,29
C12:0	2,75	2,74	2,73	2,73	2,73	2,72
C13:0	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03
C14:0	8,50	8,48	8,49	8,49	8,48	8,48
C14:1	0,73	0,71	0,72	0,71	0,72	0,72
C15:0	0,90	0,87	0,88	0,88	0,87	0,88
C15:1	0,19	0,18	0,18	0,17	0,16	0,15
C16:0	24,53	24,55	24,57	24,58	24,57	24,56
C16:1	1,17	1,17	1,16	1,17	1,18	1,18
C17:0	0,49	0,48	0,48	0,47	0,50	0,48
C17:1	0,22	0,20	0,22	0,22	0,24	0,24
C18:0	8,68	8,68	8,67	8,66	8,67	8,68
C18:1	27,70	27,70	27,72	27,72	27,72	27,75
C18:2 <i>транс</i>	0,28	0,27	0,27	0,27	0,29	0,29
C18:2	15,79	15,80	15,79	15,80	15,81	15,82
C18:3	0,81	0,81	0,81	0,80	0,80	0,81
C20:0	0,18	0,17	0,17	0,18	0,18	0,17
C20:1	0,21	0,21	0,20	0,20	0,22	0,21
C22:0	0,17	0,17	0,18	0,17	0,16	0,16

Эти результаты согласуются с предыдущими исследованиями по стабильности обогащенных ненасыщенными жирными кислотами молочных продуктов при хранении [134, 149], а также с данными Старовойтовой и Abdel-Aziz [48, 62], которые отметили, что смешивание спреда сливочно-растительного с рафинированным пальмовым маслом приводит к повышению уровня ненасыщенных жирных кислот, биоактивных липидов и природных антиоксидантов, и это улучшает питательные качества и окислительную стабильность смесей.

4.2.1 Окислительная стабильность

Индекс окислительной стабильности (ИОС) обычно используется как быстрый и простой метод прогнозирования стабильности хранения жиров и масел [95]. Индукционный период при 110 °С для контроля и образцов, содержащих МК, приведен на рисунке 4.3. Выявлена высокая окислительная стабильность (ч) для спреда сливочно-растительного в сравнении с контролем в свежем виде и после 60 суток хранения при 5 ± 1 °С (метод Rancimat при 110 °С). Было установлено, что опытные образцы обладают большей стабильностью (ч), чем контрольный. При увеличении процентного содержания минорных компонентов (МК) постепенно увеличивалась окислительная стабильность, тогда как процесс хранения привел к снижению окислительной стабильности (ч). Результаты показали различия в образцах с различным процентным содержанием минорных компонентов и периодом хранения при температуре (5 ± 1 °С). Нечаев А.П. и другие сообщают о более высоком сроке годности эмульгированного жирового продукта, в который добавлены минорные компоненты (токоферолы), действующие как природные антиоксиданты, такие как каротиноиды, токоферолы, фенольные соединения и стерины [34, 38, 40, 45, 47]. Индукционный период контроля составил 7,4 ч, тогда как после добавления МК, экстрагированных из масла зародышей пшеницы (приложение Г), к спреду сливочно-растительному при различных процентных (0,5; 1,0; 1,5; 2,0 и 3,0 %), окислительная стабильность значительно увеличилась ($P < 0,05$) с 2-кратным превышением контроль при добавлении 0,5 % МК. Кроме того, индукционный период был увеличен на 21,2 ч (в 2,9 раза выше контрольного

образца) при добавлении 1,0 % МК и на 31,3 ч (в 4,2 раза выше контрольного образца) при добавлении 3,0 % минорного компонента спреда сливочно-растительного.

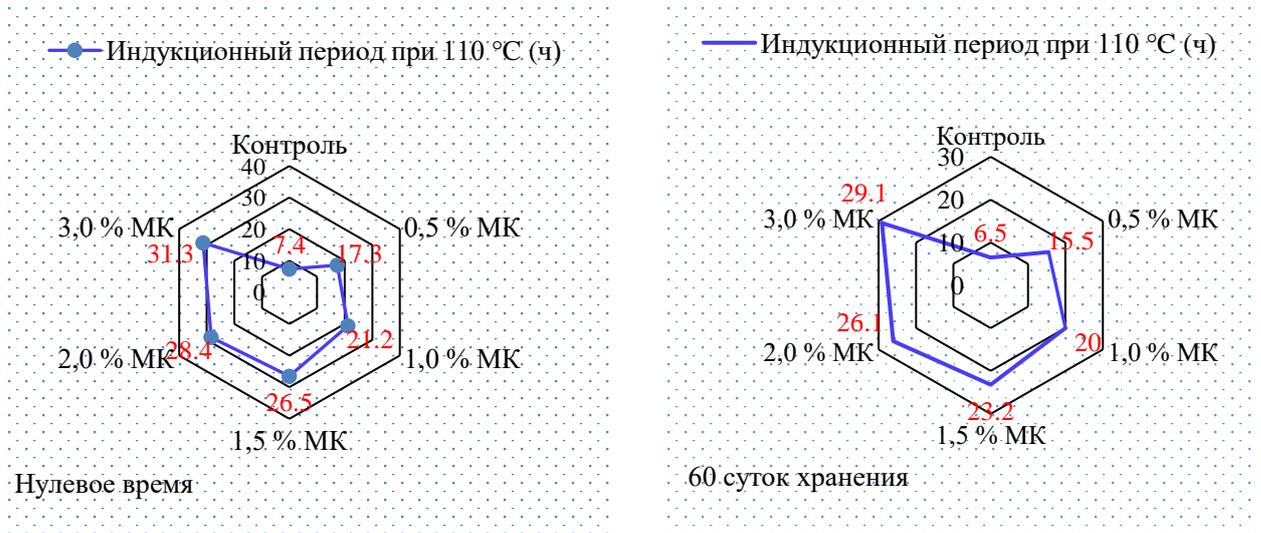


Рисунок 4.3 - Окислительная стабильность спреда сливочно-растительного с минорными компонентами и ДГК

Проведенные исследования устойчивости к окислению сливочно-растительного спреда с добавлением минорных компонентов на основе анализа показателей окислительной порчи подтвердили, что МК обладают хорошей способностью замедлять окисление липидов исследуемого продукта. Это доказывает высокую антиоксидантную активность минорных компонентов, извлеченных из масла зародышей пшеницы, в качестве природных антиоксидантов.

4.2.2 Окислительно-восстановительный потенциал

Окислительно-восстановительный потенциал (E_h) - это мера способности химического вещества присоединять электроны (восстанавливать) [74]. Как показано в таблице 4.8, добавление минорных компонентов (МК) в дозировках до 1,0 %, снижало величину E_h с 171,5 до 114,7 mV и увеличивало ее при возрастании дозировки МК. Это указывает на то, что МК может действовать как антиоксидант, когда присутствует в низких концентрациях ($\leq 1,0$ %) в спреде сливочно-растительном и наоборот. Стоит заметить, что изменение дозировки внесения кукурузного масла снизило E_h спреда сливочно-растительного с 171,5 до - 612,9 mV, снижение было пропорционально уровню добавления. При оценки влияния

растительных масел на E_h , можно отметить, что изменение дозировки любого из растительных масел приведет к снижению данного показателя. Это свидетельствует о том, что спред сливочно-растительный изменил свое состояние с окисленного на восстановленное. Через 2 месяца хранения значение E_h снизилось только в контрольном образце и спреде сливочно-растительном, содержащем 1,0 % минорных компонентов (МК). Однако значения E_h спредов сливочно-растительных, содержавших > 1,0 % МК и масло зародышей пшеницы, резко возросло.

Таблица 4.8 - Изменения E_h спреда сливочно-растительного в процессе хранения

Образцы	Свежее	Через 2 месяца
Контроль	171,5 ±2,40	154,4 ±2,80
Группа А		
А - 0,5	125,3 ±2,10	156,9 ±1,90
А - 1,0	114,7 ±2,40	105,4 ±2,40
А - 1,5	133,3 ±2,10	161,8 ±2,20
А - 2,0	160,9 ±2,60	163,5 ±2,50
А - 3,0	122,96 ±1,70	195,2 ±1,80
Группа В		
В -1	154,4 ±2,80	182,4 ±2,60
В -2	90,1 ±2,20	151,2 ±2,50
В -3	-22,2 ±1,10	986 ±2,20
В -4	-612,9 ±1,80	153,3 ±2,10

А – Спред сливочно-растительный, В - Растительное масло; А-0,5= минорных компонентов 0,5%; А-1,0= минорных компонентов 1,0%; А-1,5= минорных компонентов 1,5%; А-2,0 = минорных компонентов 2%; А-3,0= минорных компонентов 3%; В-1= 50% сливочного масло +40% кукурузное масло + 10% Масло зародышей пшеницы; В-2= 40% сливочного масло +50% кукурузное масло+ 10% Масло зародышей пшеницы; В-3= 30% сливочного масло +60% кукурузное масло + 10% Масло зародышей пшеницы; В-4= 20% сливочного масло +70% кукурузное масло + 10% Масло зародышей пшеницы.

Свободные жирные кислоты, моно- и диацилглицерины и фосфолипиды, имеющие гидрофильные и гидрофобные группы, снижают поверхностное натяжение спреда сливочно-растительного и увеличивают скорость диффузии кислорода с внешней поверхности в глубинные слои [74]. Следовательно, можно сделать вывод, что профиль жирных кислот и минорные компоненты растительного масла играют главную роль в установлении уровня E_h системы.

Полученный спред сливочно-растительный имел улучшенные органолептические показатели: внешний вид, консистенцию и вкус, чем остальные

образцы. Приготовление спреда сливочно-растительного с кукурузным маслом обеспечило повышение уровня ненасыщенных жирных кислот и снижение содержания насыщенных жирных кислот. Кроме того, использование минорных компонентов позволяет получить функциональный продукт с высокими потребительскими свойствами. Окислительные процессы влияют на органолептические показатели спреда – внешний вид, вкус и консистенция. Данные органолептической оценки экспериментальных и опытно-промышленных образцов приведены на рисунке 4.4. Определяли органолептические показатели спредов сливочно-растительных с масложировым модулем и МК в свежем виде и в хранении при температуре $5\pm 1^\circ\text{C}$ в течение 60 суток по трем показателям бальным методом по суммарной оценке.

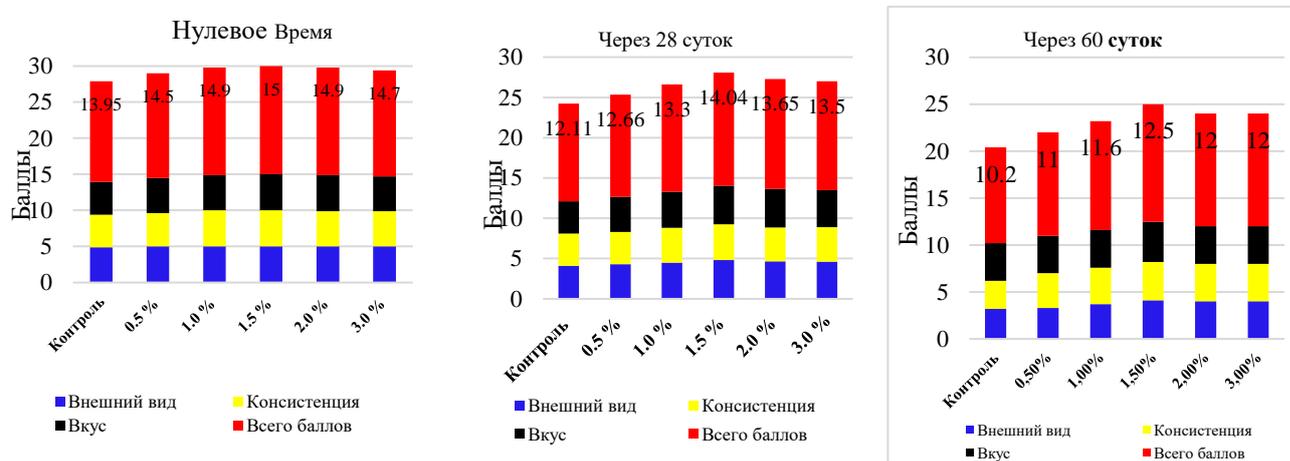


Рисунок 4.4 - Органолептические показатели спреда сливочно-растительного с масложировым модулем и минорными компонентами в процессе хранения при температуре $5\pm 1^\circ\text{C}$

Наилучшие органолептические показатели имели образцы спреда с 15 % кукурузного масла и 1,5 % минорных компонентов, как в свежеработанных образцах, так и в процессе хранения.

4.2.3 Исследование влияния минорных компонентов масложирового модуля на кристаллизацию спреда сливочно-растительного

На следующем этапе решали задачу по определению содержания твердого жира (СТЖ) при добавлении масложировой добавки к спреду сливочно-растительному. На процесс кристаллизации молочного жира оказывают влияние фракционный состав триглицеридов и температурные режимы. Содержание

твердого жира значительно снижалось по мере повышения температуры ($P < 0,05$), но никаких существенных различий не наблюдалось после добавления МК к МЖ в различных дозировках по сравнению с контрольным образцом на рис. 4.5. Установлено, что МК, внесенные при дозировках от 0,5 до 1,5 % незначительно изменяют равновесное содержание твердого жира и влияние на явление полиморфизма. Высокое СТЖ и ухудшение консистенции в присутствии минорных компонентов, внесенных в дозировке 2% и 3% могут указывать на образование неустойчивой кристаллической сети, вероятно, из-за наличия различных молекулярных структур изомеров. Содержание твердого жира является важной характеристикой для определения функциональности жира на различных стадиях производства. Кроме того, данный показатель характеризует твердость и способность образца к таянию. В целом отмечена важность СТЖ как показателя для определения пригодности каждой фракции жира для использования в рецептуре продуктов питания.

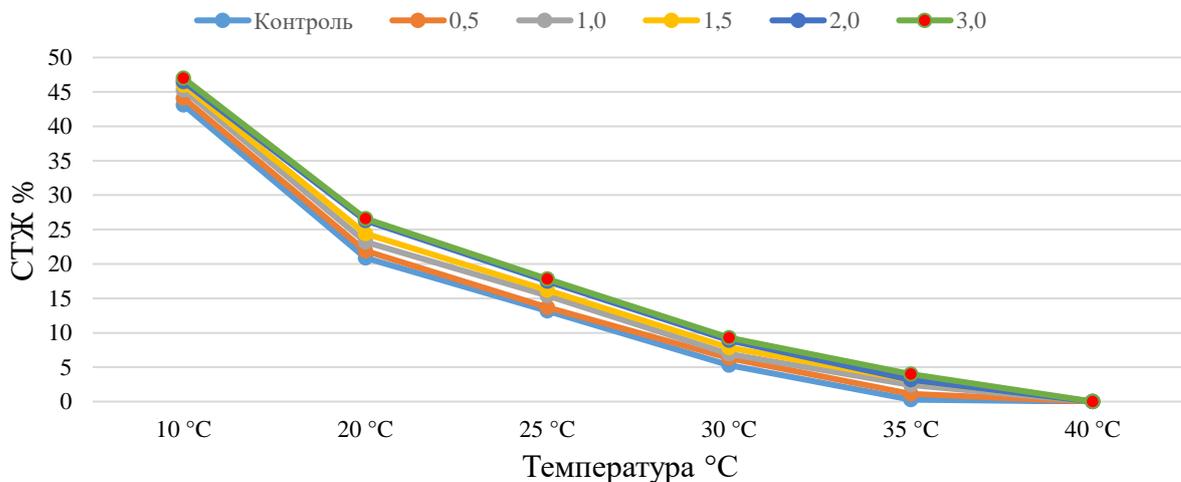


Рисунок 4.5 - Содержание твердого жира (СТЖ) в образцах спреда сливочно-растительного с добавлением и без МК при различных температурах

Проанализировав источники [44, 49, 51, 134, 188], можно сделать вывод об отсутствии сильных эвтектических эффектов в смесях молочного жира с гидрогенизированным кокосовым и хлопковым маслами; вероятно, эти смеси имеют совместимые полиморфы в своих твердых фазах. Это позволило предсказать степень плавления смесей молочного жира с вышеуказанными маслами при учете свойств отдельных масел и эффектов их взаимодействия. Введение растительных

масел в молочный жир изменяет его физико-химические и органолептические показатели, поэтому были исследованы константы жира, проведен термический анализ молочного жира и его фракций до и после модификации и морфологический анализ кристаллизации спреда сливочно-растительного.

Термические профили объясняют переход температур и нагрев с точки зрения поведения плавления и кристаллизации жиров и масел и показывают интегральные значения для липидного профиля. Кривые плавления и кристаллизации спреда сливочно-растительного принятого в качестве контроля, и опытных образцов спреда сливочно-растительного при различных дозировках МК (0,5; 1,0; 1,5; 2,0 и 3,0 %) представлены на рис. 4.6. В целом, на экзотермическую термограмму влияет только липидный профиль масел и жиров.

Как показано на рис. 4.6, ДСК-термограмма охлаждения спреда сливочно-растительного с началом кристаллизации 54,85 °С показала два пика при 35,88 °С (пик 1) и 49,49 °С (пик 2), характеризующих высокоплавкие фракции, с изменением энтальпии (ΔH , Дж/г) 28,54 и 4,65 Дж/г соответственно (табл. 4.9). После добавления МК в различных концентрациях (0,5; 1,0; 1,5; 2,0 и 3,0 %) начало кристаллизации спреда сливочно-растительного с 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 и 3,0 % снижалось до 52,51; 41,55; 50,01; 45,02 и 47,51 °С ($P < 0,05$). С другой стороны, смещение пиков было замечено при различных соотношениях МК (0,5; 1,0; 1,5; 2,0 и 3,0 %) до 32,36; 46,13 °С (два пика), 33,34 °С (один пик), 32,29; 44,60 °С (два пика), 29,99; 39,11 °С (два пика), и 29,76; 39,95 °С (два пика), соответственно. Из результатов следует, что добавление МК привело к небольшому сдвигу эндотермических пиков в сторону более низкой температуры.

Причем ΔH первого пика уменьшилось до 15,00; 16,21; 27,2; 17,34 и 22,50 Дж/г соответственно, а второго уменьшилось до 5,15, 4,46 2,97 и 3,33 Дж/г при соотношениях 0,5; 1,5; 2,0 и 3,0 % соответственно, исключением являясь вариант с 1,0 %, для которого зафиксирован один пик.

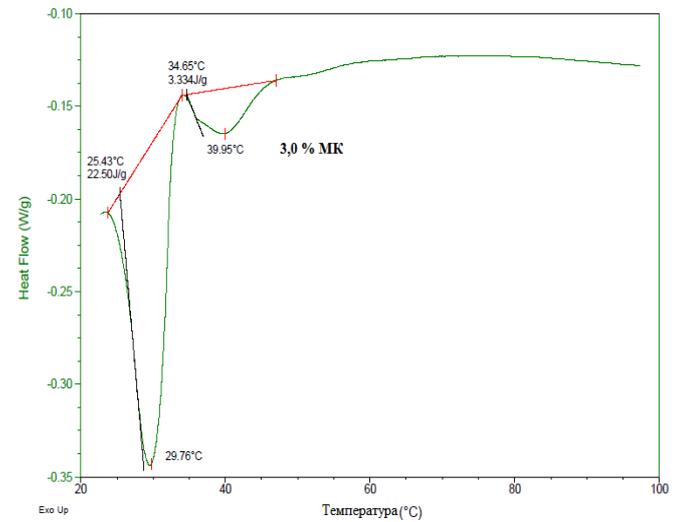
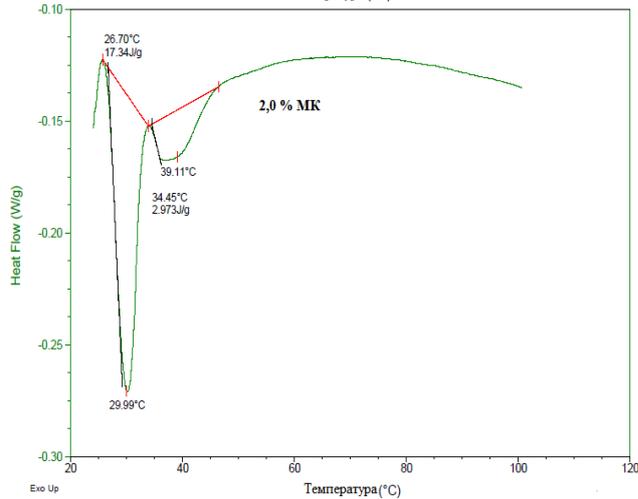
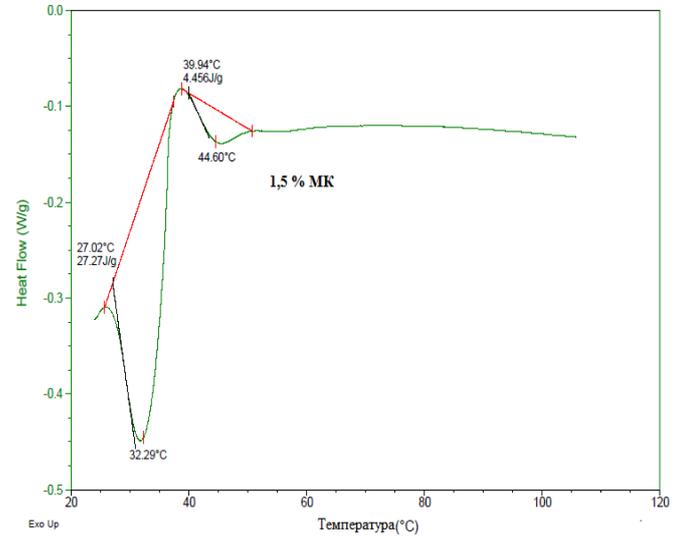
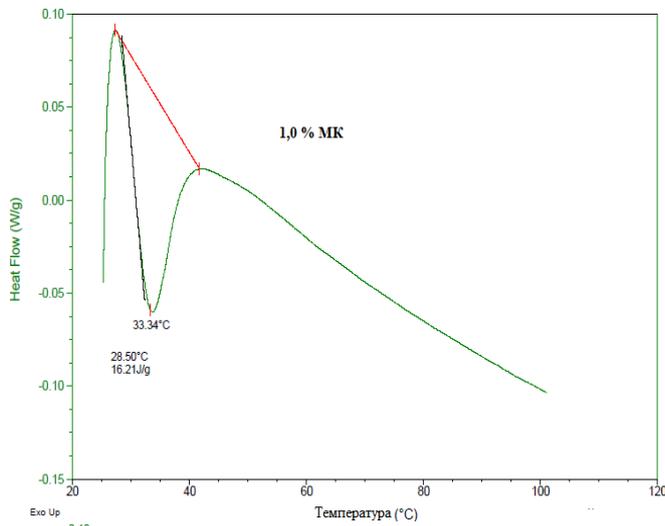
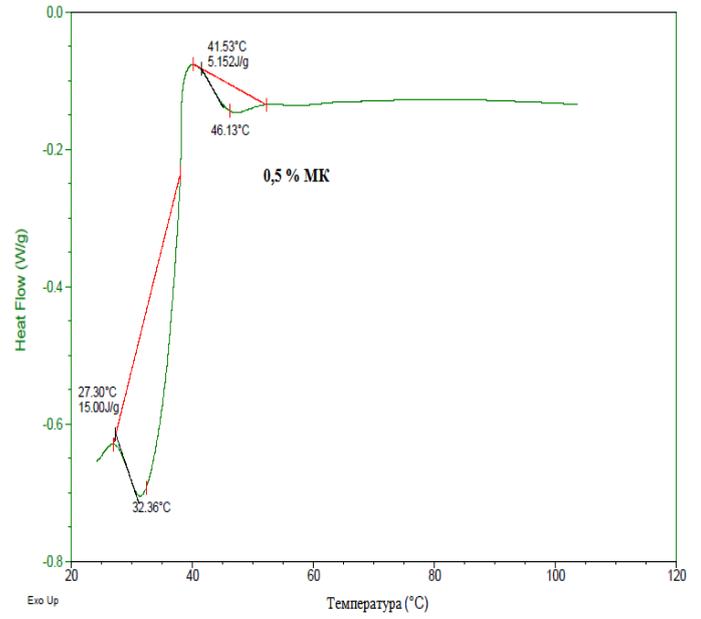
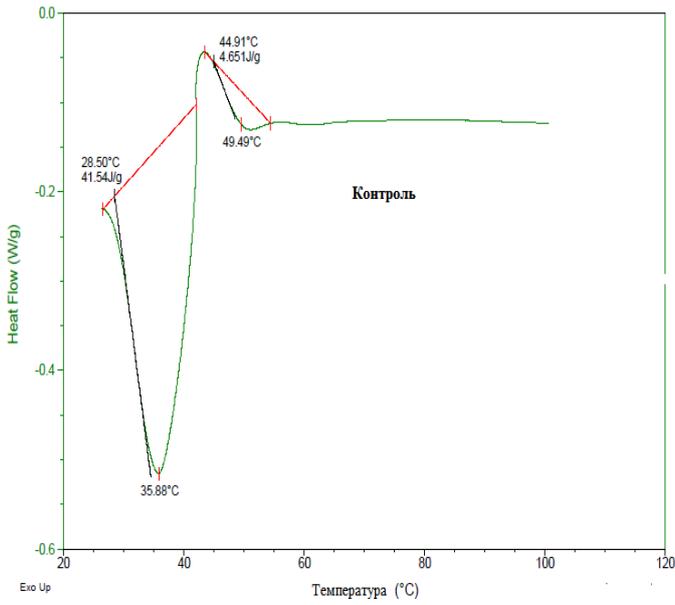


Рисунок 4.6 - Дифференциальная сканирующая калориметрия, температуры пика плавления и энтальпии спреда сливочно-растительного с минорными компонентами (0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 3,0 %)

Добавленные в молочный жир минорные компоненты повлияли на температуру плавления и равновесное состояние кристаллической фракции спреда сливочно-растительного. Однако, минорные компоненты задерживают начало кристаллизации при низких температурах.

Таблица 4.9 - Дифференциальная сканирующая колориметрическая энтальпия пика плавления спреда сливочно-растительного с различными дозировками МК

Образцы	ΔH_f (J/g)		$\Delta H_{f, total}$ (J/g)
	Первый пик плавления	Второй пик плавления	
Контроль	28,50	4,65	33,15
0,5 % МК	15,00	5,15	20,15
1,0 % МК	16,21	---	16,21
1,5 % МК	27,27	4,46	31,73
2,0 % МК	17,34	2,97	20,31
3,0 % МК	22,50	3,33	25,83

Из полученных результатов следует, что изменения в характере плавления могут свидетельствовать об изменениях в полиморфизме жировой фракции. Это позволило предположить, что добавление МК приводит к изменению полиморфных форм спреда сливочно-растительного. Для подтверждения этих наблюдений проводили морфологические исследования кристаллов в спреде сливочно-растительном и в опытных образцах (после добавления МК в различных дозировках). Кристаллизацию молочного жира с добавлением кукурузного масла и МК в количестве от 0,5 до 3,0 % исследовали микроскопированием. Морфологический анализ проводили в сравнении с контролем. Кристаллизацию проводили в течение 24 ч при 25 °С. Микроструктуры образцов жира определяли с помощью поляризованного светового микроскопа (ПСМ) с целью оценки влияния добавления МК на структуру кристаллической сети МЖ. Микрофотографии, полученные после кристаллизации, показаны на фотографиях (рис. 4.7). Морфологический анализ кристаллов в опытных образцах в сравнении с контролем показал, что минорные компоненты могут участвовать в кристаллизации и стимулировать процесс зарождения и роста кристаллов. Среди различных образцов спреда сливочно-растительного наблюдались существенные различия в количестве кристаллов и диаметре кристаллитов. В контрольном образце выявлено

образование многочисленных кристаллов сферической формы более мелкого размера по сравнению с опытными образцами спреда сливочно-растительного с МК.

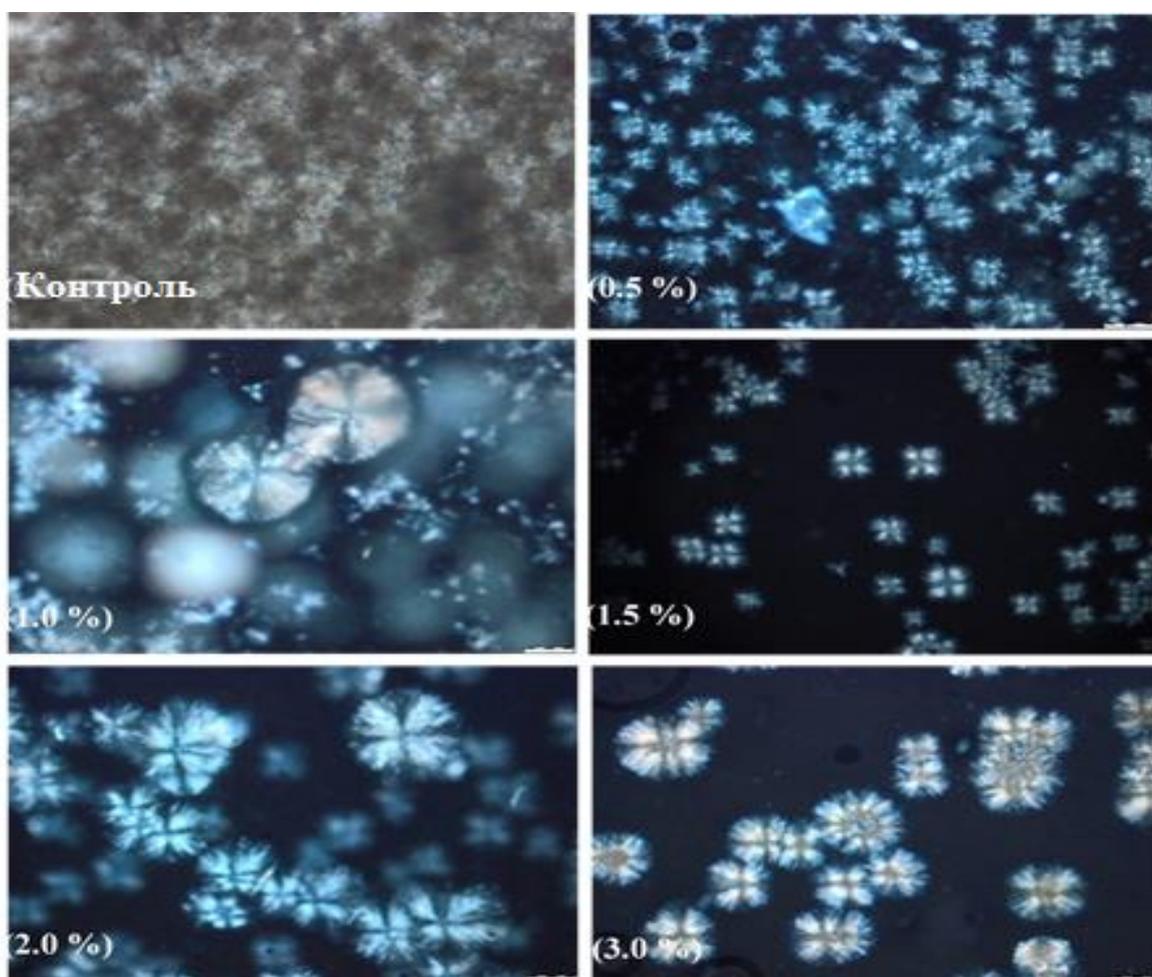


Рисунок 4.7 - Кристаллическая структура образцов спреда сливочно-растительного с масложировым модулем и МК

В спреде сливочно-растительном, содержащим 2,0 и 3,0 % МК, кристаллы спреда сливочно-растительного имели большие различия в морфологии. Из-за наличия МК кристаллические частицы спреда сливочно-растительного имели тенденцию быть более организованными, агрегировать и расти в более упорядоченные и большие по размеру микроструктуры. Однако агрегация кристаллов спреда сливочно-растительного (3,0 % МК) была больше по сравнению с контролем после добавления МК, что приводило к различной форме кристаллов жира. Эти результаты показали, что МК могут быть основой для центров образующихся кристаллов жира, приводить к их полиморфизму. МК приводит к

формированию более упорядоченных кристаллов, особенно при их добавлении в низкой дозировке, не более 1,5 %. В этой части исследований было установлено, что добавление МК может существенно влиять на положительные свойства консистенции спреда сливочно-растительного. Изменения полиморфного состояния и микроструктуры спреда имели место после добавления МК, что привело к изменениям кристаллов жира, формирующихся в кристаллической решетке. Добавление МК к спреду сливочно-растительному существенно повлияло на тепловое поведение, а также на окислительную стабильность, которая была в 3,7 раза выше, чем у контрольного образца. С другой стороны, добавление минорных компонентов не оказывало значительного влияния на содержание твердого жира. Однако, в их присутствии произошло изменение формы кристаллов молочного жира из грубой в унифицированную. Таким образом, МК повлияли на физико-химические свойства, а также на характер кристаллизации спреда сливочно-растительного, приводя к формированию различных структурных свойств кристаллов жира и физических свойств жира, что может быть применено в практике.

4.2.4. Расчет себестоимости производства спреда сливочно-растительного с масложировым модулем и минорными компонентами

Производство молочных продуктов с минорными компонентами - перспективное направление развития пищевой промышленности, которое имеет большое социальное значение. Показатели себестоимости продукции рассчитаны по экспериментальным данным, полученным в период исследований, и приведены в таблице 4.10.

При использовании минорных компонентов затраты на сырьё составляют 311,892 т. руб. Применение минорных компонентов приводит к увеличению затрат на 1 тонну продукта.

Таблица 4.10 - Расчёт себестоимости продукции на 1 тонну спреда сливочно-растительного с масложировым модулем и минорными компонентами (1,5%)

Наименование сырья	Контроль		Опытно- промышленный образец	
	Расход, кг	Себестоимость, руб/т	Расход, кг	Себестоимость, руб/т
Молочный жир	681	210,6	681	210,6
Кукурузное масло	120	12	120	12
Обезжиренное молоко	18	4	18	4
Соль	6	0,04	6	0,04
Минорные компоненты	-	-	15	24
Эмульгатор	4	1,28	4	1,28
Дигидрокверцетин	-	-	0,175	8
Стабилизатор	1	0,32	1	0,32
Вода	170	-	154,82	-
Итого	1000,0	228,24	1000,0	260,24
Топливо и энергия	-	11,412	-	11,412
Зарботная плата рабочих	-	13,6944	-	15,1344
Оборудование	-	25,1064	-	25,1064
Себестоимость, тыс. руб	-	278,452	-	311,892
Стоимость, тыс. долларов США	-	4,491	-	4,901

В результате проведенных расчетов можно прийти к выводу, что производство спреда сливочно-растительного с использованием масложирового модуля с минорными компонентами приводит к увеличению затрат на производство, что выше на 12,0 % в сравнении с контролем. Несмотря на повышение себестоимости разработанный продукт с минорными компонентами остается актуальным, так как среди населения наблюдается тенденция потребления продуктов, способствующих здоровому питанию. Также немало важным аспектом является расширение ассортимента спредов на рынке АРЕ.

ГЛАВА 5 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ МОРОЖЕНОГО, ОБОГАЩЕННОГО МИНОРНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ

5.1 Разработка рецептуры и технологии мороженого сливочного, обогащенного минорными компонентами

В АРЕ большой популярностью у населения и производителей пользуется мороженое сливочное с массовой долей жира 10 % [147]. Поэтому проведены исследования по обогащению мороженого сливочного минорными компонентами функционального назначения из сырья животного и растительного происхождения.

В мировой практике известно использование в производстве мороженого обогащенного 1,0 % экстракта рожкового дерева [120], пробиотических бактерий [99], растительного масла [122] и биологически активных компонентов [160]. Существует много исследований по улучшению питательной ценности и пользы для здоровья мороженого путем добавления фруктов, сока [76, 147], специй [112], трав [196], но нет сведений о совместном использовании минорных компонентов функционального назначения из сырья животного и растительного происхождения в производстве мороженого для здорового питания. Поэтому данное исследование было направлено на изучение возможности получения мягкого и закаленного мороженого с использованием минорных компонентов на основе экстракта масла зародышей пшеницы.

В производстве мороженого важными операциями, определяющими свойства готового продукта, являются: составление смеси для производства мороженого; созревание смеси; фризирование смеси; закаливание мороженого. На основе исследований, проведенных в главах 1 и 3 настоящей диссертационной работы было обосновано использование минорных компонентов с функциональными свойствами для производства мороженого обогащенного, имеющего высокие потребительские характеристики. На первом этапе была разработана рецептура мороженого сливочного обогащенного (таблица 5.1).

В состав рецептуры входят традиционные сырьевые компоненты: сухое обезжиренное молоко (СОМ), масло сливочное, сахар, стабилизатор кремодан 334, ваниль и вода.

Таблица 5.1 - Рецептуры мороженого сливочного, обогащенного минорными компонентами (МК), кг на 1000кг

Сырье, кг	Рецептуры					
	№1 Контроль	№2 0,5 % МК	№3 1,0 % МК	№4 1,5 % МК	№5 2,0 % МК	№6 3,0 % МК
СОМ (95 % сухих веществ)	115,8	115,8	115,8	115,8	115,8	115,8
Масло сливочное (72,5 % жира)	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0
Сахар	150	150	150	150	150	150
Кремодан 334	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Минорные компоненты	-	5,0	10	15	20	30
Ваниль	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Вода	591,1	586,1	581,1	576,1	571,1	561,1
Итого (кг)	1000	1000	1000	1000	1000	1000

Дополнительно для придания функциональных свойств на основе проведенных исследований предложено использовать минорные компоненты растительного происхождения: токоферолы, стерины, каротиноиды, фенольные соединения, моно- и диглицериды, фосфолипиды и свободные жирные кислоты, полученные из МЗП (масла зародышей пшеницы). После разработки рецептуры были проведены лабораторные и опытные выработки мороженого сливочного обогащенного в соответствии с аппаратурно-технологической и технологической схемой (рисунок 5.1 и 5.2.) и исследовано влияние МК на технологические и физико-химические свойства образцов продукта.

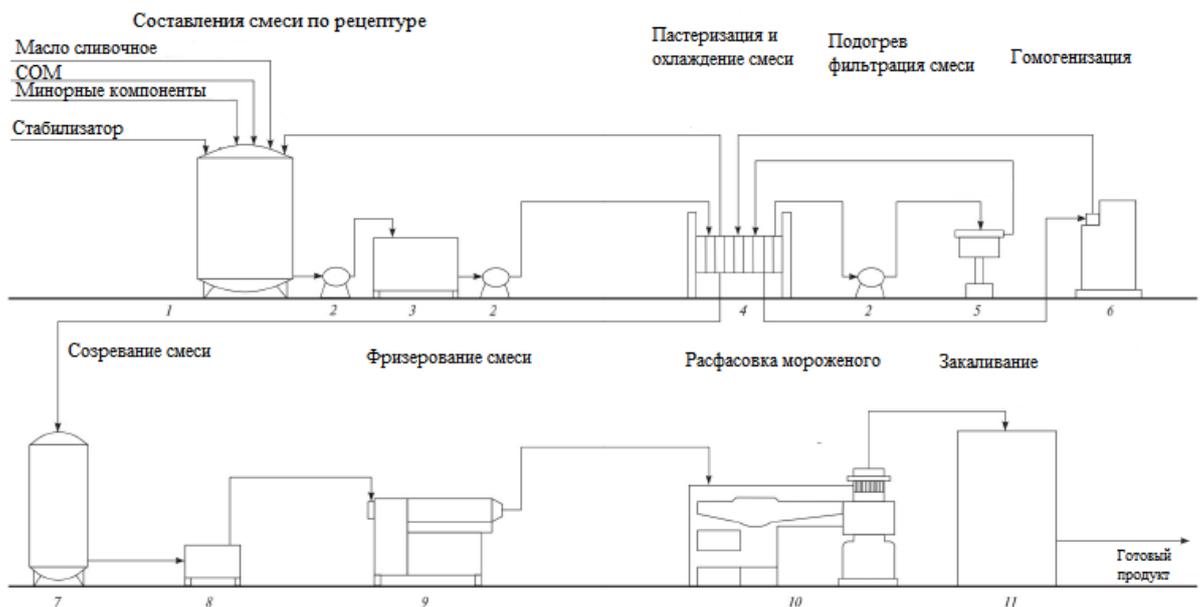


Рисунок 5.1 – Аппаратурно-технологическая схема производства мороженого сливочного, обогащенного минорными компонентами

1 - резервуар для составления смеси; 2 - насос центробежный; 3 - бочек-балансер; 4 - автоматизированная пастеризационно-охладительная установка для смеси; 5 - фильтр; 6 - гомогенизатор; 7 - резервуар для созревания смеси; 8 - винтовой насос; 9 - фризёр; 10 - расфасовочный автомат; 11- камера для закаливания мороженого.

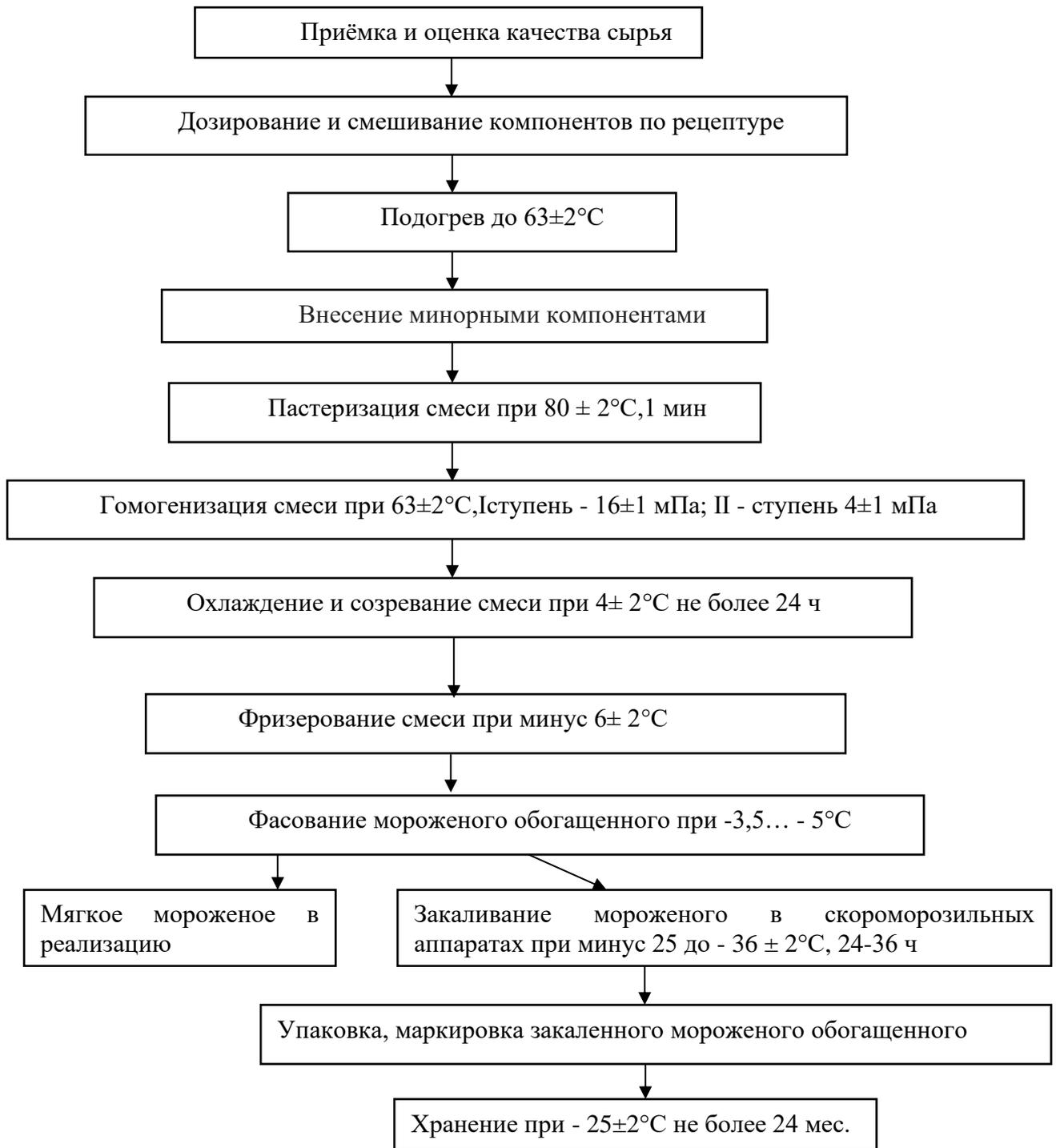


Рисунок 5.2 - Технологическая схема производства мороженого сливочного обогащенного

Добавление МК в качестве биоактивных минорных компонентов, как показано ниже, положительно влияет на потребительские свойства и структуру

мороженого за счет повышения взбитости и уменьшения кристаллов льда (снеженности мороженого).

5.2 Исследование свойств смесей, мягкого и закаленного мороженого сливочного, обогащенного минорными компонентами

На потребительские свойства мягкого и закаленного мороженого обогащенного и технологические свойства смесей для мороженого обогащенного влияет их кислотность. Титруемая и активная кислотность смесей мороженого, содержащих различные концентрации МК, представлены в таблице 5.2. Добавление МК вызывало незначительное ($P > 0,05$) повышение титруемой кислотности и снижение pH смесей мороженого, обогащенного минорными компонентами, обусловленное наличием некоторых свободных жирных кислот и взаимодействием фенольных соединений в МК с молочными белками смеси [147]. Sagdic и соавторы сообщают, что добавление некоторых фенольных соединений вызывает снижение значения pH из-за их кислой природы [160]. Fernandez-Orozco, и соавторы сообщают, что наиболее распространенными фенольными кислотами в зародышах пшеницы являются производные гидроксикоричных кислот, в частности феруловой кислоты, дегидродимеры и дегидротриммеры феруловой кислоты, а также синаптической и п-кумаровой кислот (*p*-coumaric acid) [110].

Таблица 5.2 - Титруемая и активная кислотность смесей для мороженого с различным содержанием минорных компонентов

Смеси для мороженого	pH, ед.	Кислотность, °Т
Контроль	6,59±0,010	20,0±0,7
0,5 % МК	6,55±0,014	21,0±0,5
1,0 % МК	6,54±0,021	22,0±0,1
1,5 % МК	6,53±0,010	23,0±0,6
2,0 % МК	6,54±0,012	23,0±0,1
3,0 % МК	6,53±0,007	23,0±0,1

МК - минорные компоненты.

Снижение значения pH было достоверным ($P > 0,05$) в смесях мороженого обогащенного минорными компонентами, содержащих $\geq 1,0$ % МК, по сравнению с контрольной смесью, однако значения pH в смесях с различными концентрациями МК показали сходство между собой. Кислотность и pH всех смесей мороженого также находились в пределах нормы, сообщенной [73, 112, 147].

На рисунке 5.3 представлены данные по влиянию содержания МК на величину динамической вязкости смесей для мороженого сливочного обогащенного. Установлено, что до и после созревания все смеси мороженого сливочного, содержащие минорные компоненты (МК), были значительно более вязкими ($P < 0,05$), чем контрольная смесь. В процессе созревания вязкость постепенно увеличивается ($P \leq 0,05$) с 1057 до 2913 мПа•с. Увеличение значения динамической вязкости смесей для мороженого обогащенного может быть связана с присутствием в ней некоторых компонентов (моно- и диглицеридов, фосфолипидов), которые повышают эмульгирующие свойства. Syed и соавторы сообщают, что связывание воды с эмульгаторами вызывает повышение вязкости, что, в свою очередь, увеличивает время текучести [172]. В процессе созревания смеси происходит гидратация белков, проявляются гидроколлоидные свойства стабилизаторов, которые вносятся в соответствии с рецептурой, что приводит к повышению вязкости смеси для мороженого [65]. Такой эффект был обнаружен [120] в смесях с добавлением 1,0 % экстракта рожкового дерева.

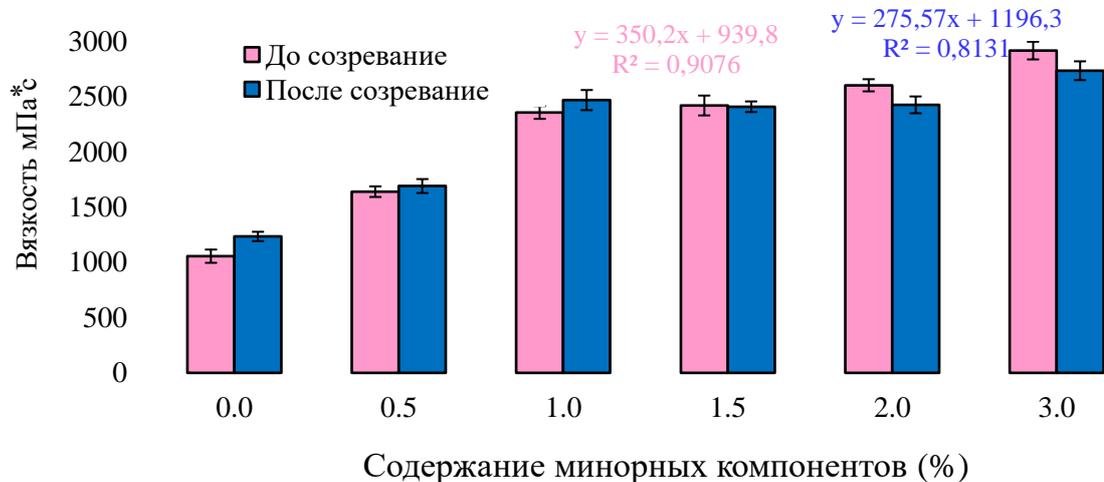


Рисунок 5.3 - Динамическая вязкость смесей для мороженого с разным содержанием минорных компонентов

Увеличение значения динамической вязкости наблюдалось в образцах содержащих 0,5 и 1,0 % МК и в контроле (без минорных компонентов). При этом в образцах, содержащих 1,5; 2,0 и 3,0 % МК, отмечалось снижение вязкости в процессе созревания, соответственно: с 2420; 2603 и 2917 мПа•с до 2409, 2426 и 2735 мПа•с. Этот результат не согласуется с предыдущими исследованиями, которые показали, что вязкость смеси мороженого повышается после созревания

[65]. Снижение вязкости смеси после созревания, возможно, обусловлено снижением поверхностного натяжения на оболочках жировых шариков молочного жира, что вызывает их агломерацию и приводит к изменению устойчивости эмульсии «жир в воде». Таким образом, рациональной концентрацией минорных компонентов для мороженого является 1,0 %.

Важным показателем потребительских свойств мороженого, обогащенного минорными компонентами, является взбитость, которая характеризуется степенью насыщения воздухом и размером воздушных ячеек. На рис. 5.4 показано влияние внесения минорных компонентов на эти свойства мягкого мороженого после фризирования. Показатель взбитости - самый высокий в образце мороженого, обогащенного минорными компонентами, содержащем 1,0 % МК, а затем в контрольном образце и образце, содержащем 0,5 % МК, но различия между образцами не были статистически значимыми ($P > 0,05$). Незначительное увеличение вязкости могло быть связано с добавлением МК до 1,0 %, улучшающим вязкость смеси, что создавало стабильную пену [147]. Однако, при добавлении МК в дозировках более 1,0 % наблюдалось достоверное снижение взбитости ($P < 0,05$). Аналогичная тенденция была обнаружена [161] в исследовании экстракта выжимок красного винограда, добавленного в мороженое. Снижение взбитости мягкого мороженого при высоких дозировках МК может быть связано с вязкостью данных смесей и снижением насыщения мороженого воздухом [73, 136]. Вязкость смеси оказывает воздействие на увеличение силы сдвига во время ее замораживания, способствуя взаимодействию жировых глобул и коалесценции жира [193].

Повышение коалесценции жира приводит к образованию тонких пластинок между воздушными ячейками которые в конечном итоге могут дестабилизировать пленку и разрушить воздушные клетки, кроме того, МК в высоких дозировках может увеличивать смещение белка на поверхности жировых глобул, ускоряя дестабилизацию жира [153].

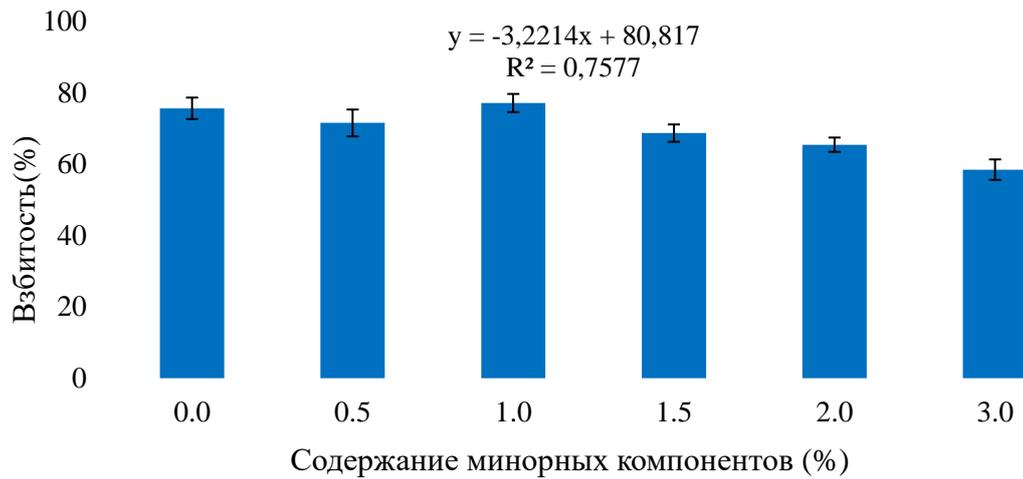


Рисунок 5.4 - Диаграмма взбитости мягкого мороженого в зависимости от содержания минорных компонентов

Влияние добавления различных дозировок МК на средний размер воздушной ячейки мороженого показано на рис. 5.5 и в таблице 5.3

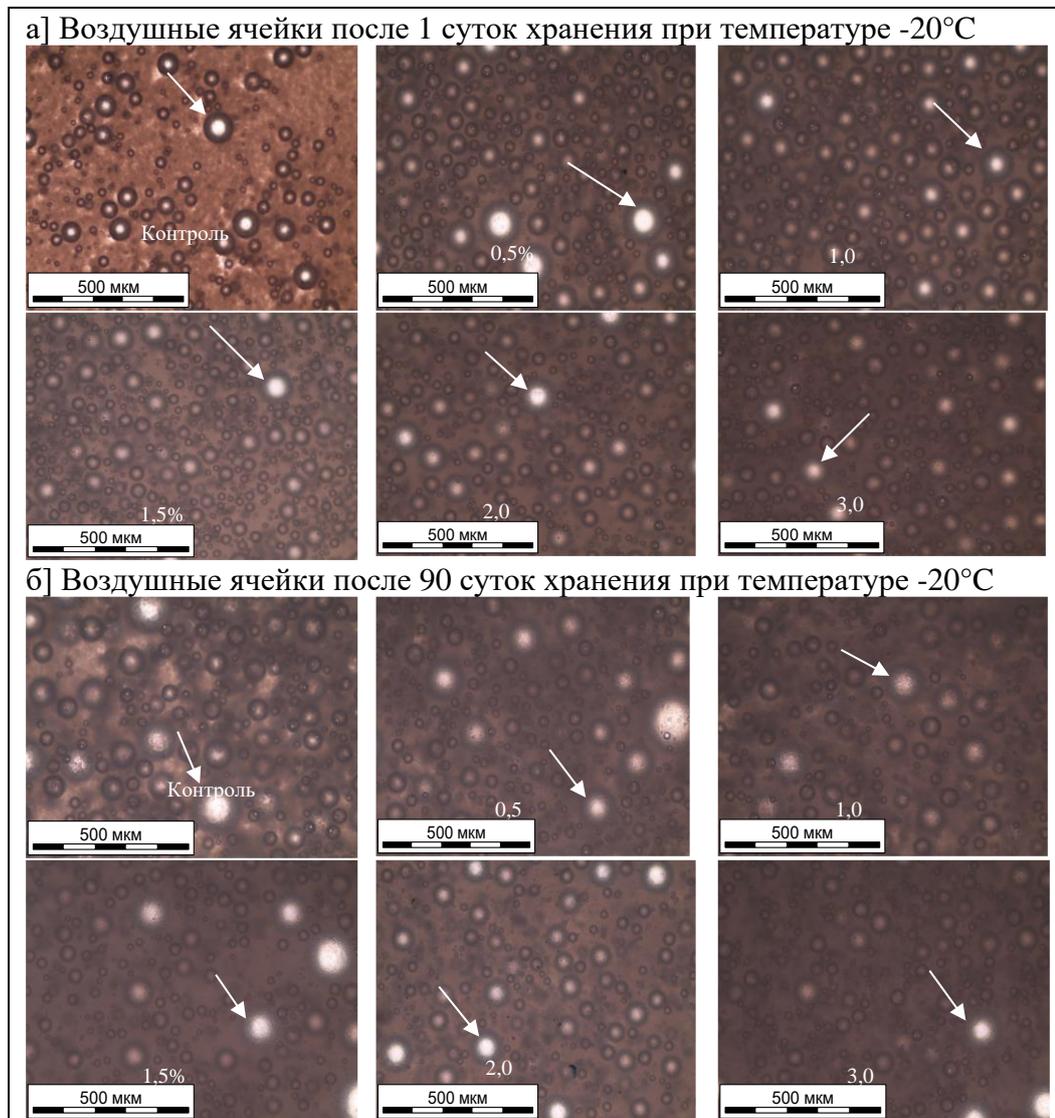


Рисунок 5.5 - Микроструктура мороженого после закаливания и после 90 суток хранения при температуре минус 20 °С

В целом, средний размер воздушной ячейки был больше в образцах мороженого, содержащих МК ($30,0 \pm 1,9$ - $37,0 \pm 2,2$ мкм), чем в контрольном образце ($26,0 \pm 1,7$ мкм). Средний размер воздушной ячейки образцов мороженого увеличивается с $26,0 \pm 1,7$ до $37,0 \pm 2,2$ мкм по мере увеличения содержания МК с 0 до 1,0 %. мороженого [61].

При превышении содержания МК 1,0 % средний размер воздушной ячейки уменьшался до $30,0 \pm 1,9$ - $32,0 \pm 2,2$ мкм, что было обусловлено самыми высокими значениями динамической вязкости и напряжением сдвига, от которых зависит разрушение воздушных пузырьков в мороженом. [161], но все же был выше, чем у контрольного образца. С другой стороны, [169, 184] обнаружили, что при увеличении взбитости уменьшился средний размер воздушной ячейки. Эта тенденция не была выявлена при анализе образцов мороженого, содержащих МК. Например, образец мороженого, содержащий 1,0 % МК, который имел самую высокую взбитость (77,2 %), также имел самый высокий средний размер воздушной ячейки ($37,0 \pm 2,2$ мкм). Кроме того, средний размер воздушной ячейки образца мороженого, содержащего 3,0 % МК, был выше ($30,0 \pm 1,9$ мкм), чем у контрольного образца ($26,0 \pm 1,7$ мкм), хотя он имел меньшую взбитость (58,5 %). В этом отношении можно сказать, что при добавлении в низкой дозировке ($\leq 1,0$ %) МК может действовать как эмульгатор, который помогает стабилизировать оболочку воздушной ячейки и предотвратить ее разрушение [184]. Abd El-Rahman и соавторы сообщают, что эмульгаторы вызывают агломерацию жира, который, в свою очередь, тонко диспергируется и стабилизирует воздушную фракцию.

Таблица 5.3 - Средний диаметр воздушных ячеек закаленного мороженого, обогащённых минорными компонентами

Образцы	Размер воздушной ячейки (мкм)		Размер кристаллов льда (мкм)
	После закаливания	Через 90 суток	
Контроль	$26,0 \pm 1,7$	$25,0 \pm 1,5$	$32,0 \pm 2,0$
0,5 % МК	$34,0 \pm 2,0$	$33,0 \pm 1,6$	$32,0 \pm 1,6$
1,0 % МК	$37,0 \pm 2,2$	$37,0 \pm 1,8$	$30,0 \pm 1,7$
1,5 % МК	$30,0 \pm 2,3$	$30,0 \pm 1,7$	$29,0 \pm 1,4$
2,0 % МК	$32,0 \pm 2,2$	$31,0 \pm 2,1$	$27,0 \pm 2,2$
3,0 % МК	$30,0 \pm 1,9$	$29,0 \pm 2,1$	$26,0 \pm 1,3$

МК: минорные компоненты

Таким образом, эти результаты позволили предположить, что разрушение или стабилизация воздушных ячеек зависит от более чем одного фактора во время замораживания. За период хранения при $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 90 дней не было обнаружено большой разницы в среднем размере воздушной ячейки мороженого.

Средний размер воздушной ячейки несколько уменьшился в контрольном образце и образцах мороженого, содержащих 0,5, 2,0 и 3,0 % МК, но был более стабильным в образцах мороженого, содержащих 1,0 и 1,5 % МК, по мере увеличения срока хранения. Этот результат не согласуется с результатами, полученными [151], они обнаружили, что средний размер воздушной ячейки увеличивается с увеличением времени хранения. Кроме того, сообщают [169], что воздушные ячейки имеют тенденцию сливаться в более крупные во время хранения, особенно при температурах выше $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Как видно из таблицы 5.3 и рис. 5.6, средние размеры кристаллов льда варьировались от $26,0 \pm 1,3$ до $32,0 \pm 2,0$ мкм при различных дозировках МК. Средний размер ледяных кристаллов находился в диапазоне, упомянутом в работе [146], но он был ниже, чем у [151].

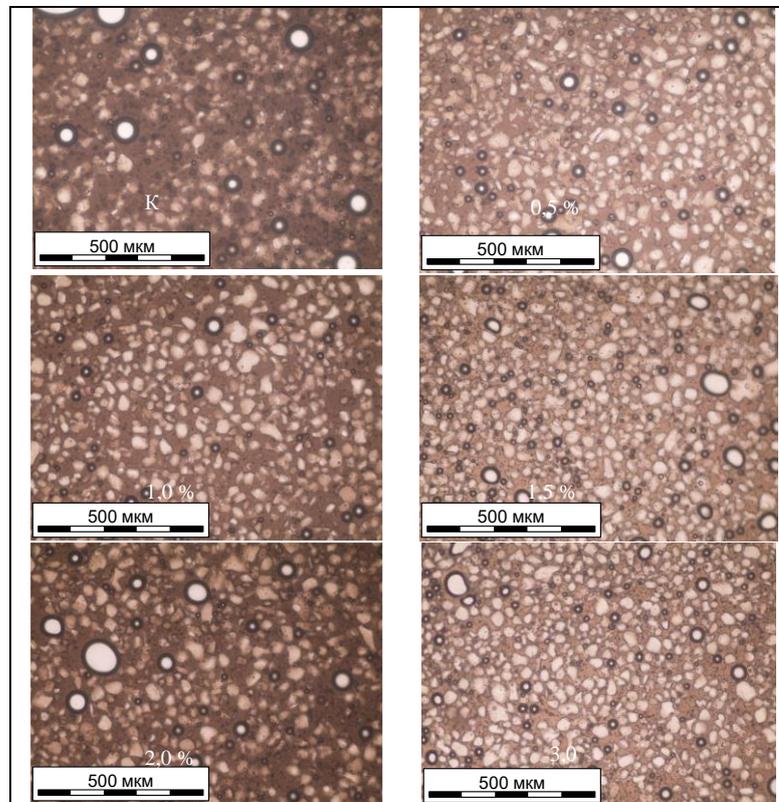


Рисунок 5.6 - Размеры кристаллов льда мороженого, наблюдаемых методом сканирующей электронной микроскопии, после 90 суток хранения при температуре минус $20\text{ }^{\circ}\text{C}$

Кристаллы льда в контрольном образце были самыми крупными, в то время как в образце мороженого, содержащем 3,0 % МК, они были самыми маленькими. Размер кристаллов льда постепенно уменьшался с увеличением процентного содержания МК. Увеличение дозировки МК приводило к увеличению кажущейся вязкости, что в свою очередь обусловило уменьшение роста кристаллов льда [66, 193]. Важными показателями качества закаленного мороженого, обогащенного минорными компонентами, являются устойчивость к таянию и скорость плавления. Результаты определения данных показателей представлены на рис. 5.7 и 5.8. Из полученных данных следует, что мороженое, изготовленное с добавлением минорных компонентов в дозировке 0,5 % и 1,0 % имело небольшую разницу в значениях показателя – скорость таяния по сравнению с мороженым, изготовленным без МК. Скорость плавления постепенно увеличивалась по мере увеличения дозировки МК. Muse и соавторы сообщают, что скорость плавления по мере увеличения взбитости замедляется [73, 161]. Большие объемы воздуха, присутствующие в продуктах с высокой взбитостью, вызвали снижение скорости теплопередачи, что привело к более медленным темпам плавления [184].

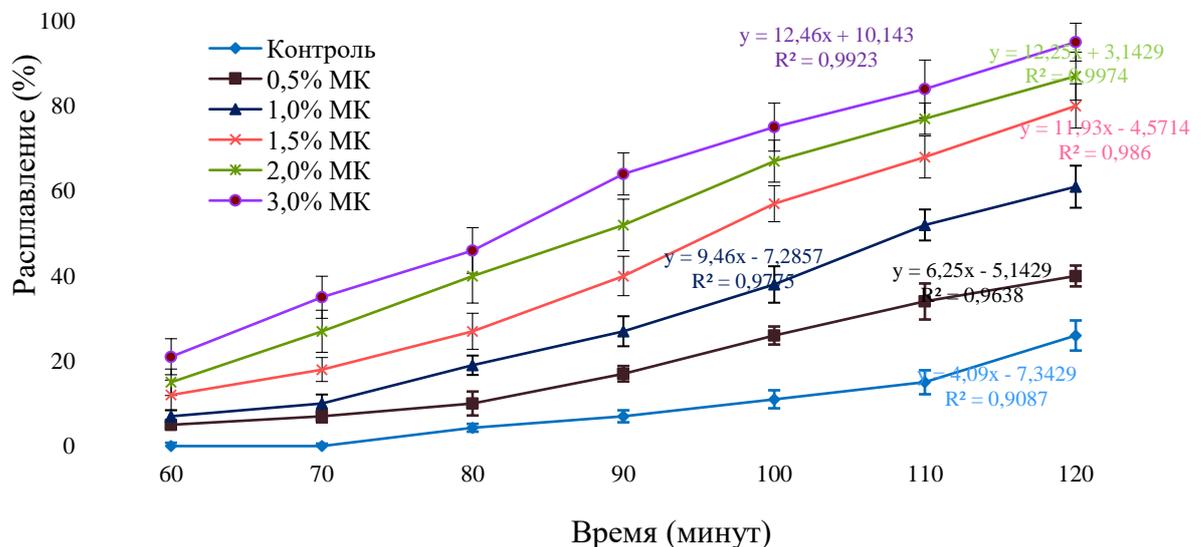


Рисунок 5.7 - Доля расплавленного мороженого в зависимости от содержания МК (%)

При анализе данных было выявлено, что скорость плавления в образцах с дозировкой МК до 1,0 % имеет небольшую разницу с контролем, что является допустимым и незначительно влияет на внешний вид продукта в процессе его

выдержки при температуре 20 °С. У образцов, содержащих > 1,0 % МК наблюдалось снижение взбитости (68,8-58,5 %) и увеличивалась скорость плавления, причем чем больше процент внесения МК, тем образец быстрее плавился. С другой стороны, ряд исследователей [73, 136, 184] сообщают, что по мере увеличения вязкости смеси мороженого частичная коалесценция жира увеличивается, а скорость плавления уменьшается. Но в образцах мороженого с МК это не наблюдалось, несмотря на то, что смеси опытных образцов имели высокую вязкость.

На следующем этапе провели оценку формоустойчивости контрольного и опытных образцов закаленного мороженого, обогащенного МК. Образцы мороженого, обогащенного МК, помещали в термостат при температуре 20 °С и отмечали время, в течение которого происходило плавление мороженого с потерей формоустойчивости. На рис. 5.8 представлены результаты этих исследований. Установлено, что при термостатировании формоустойчивость контрольного образца была более стабильной (меньший размер оплава), чем у образцов, содержащих МК. Эти результаты коррелируются с представленными выше результатами испытаний (рис. 5.7).

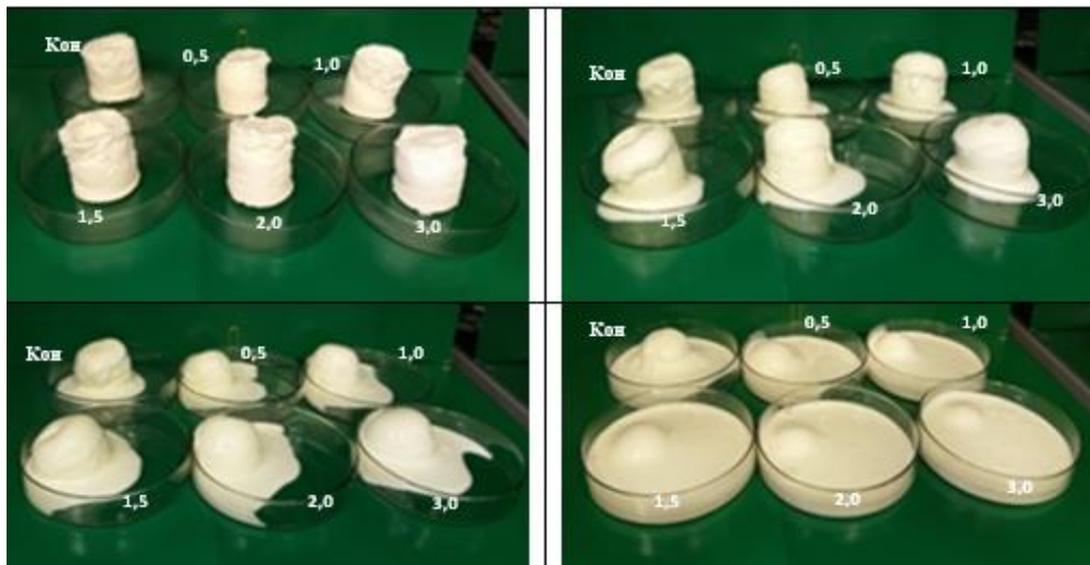


Рисунок 5.8 - Фотографии образцов закаленного мороженого без и с добавлением минорных компонентов в процессе их термостатирования при температуре 20 °С

Существуют явные различия в скорости плавления, чем больше дозировка МК в опытных образцах, тем быстрее плавится мороженое. Но формоустойчивость образцов меняется незначительно при дозировках МК до 1,0

%, далее показатель – формоустойчивость ухудшается. Во время испытания не наблюдались различия во внешней форме растопленного мороженого, на поверхности образовались скопления жировых шариков и пена. Таким образом, полученные результаты указывают на то, что компоненты МК, внесенные в дозировке более 1,0 % оказывали отрицательное влияние на скорость плавления, а также на взбитость, частичную коалесценцию, формоустойчивость мороженого, обогащенного минорными компонентами.

На заключительном этапе была проведена органолептическая оценка контрольных и опытных образцов мороженого дегустационной комиссией (рисунок 5.9). Органолептические характеристики оценивали баллами по следующим основным показателям: вкус и аромат; консистенция; цвет. В результате органолептической экспертизы дегустаторами отмечено отсутствие существенного влияния минорных компонентов на цвет и внешний вид всех образцов мороженого в различных процентах. Тело и текстура, вкус и аромат контрольных образцов и образцов мороженого, содержащих 0,5 и 1,0 % МК, были аналогичны, после чего они постепенно ухудшались; однако, снижение было значительным только при содержании МК > 1,5 %. В целом, образцы мороженого, содержащие 0,5 и 1,0 % МК, показали сходство друг с другом по суммарным баллам: по сладости, гладкости и по вкусу.

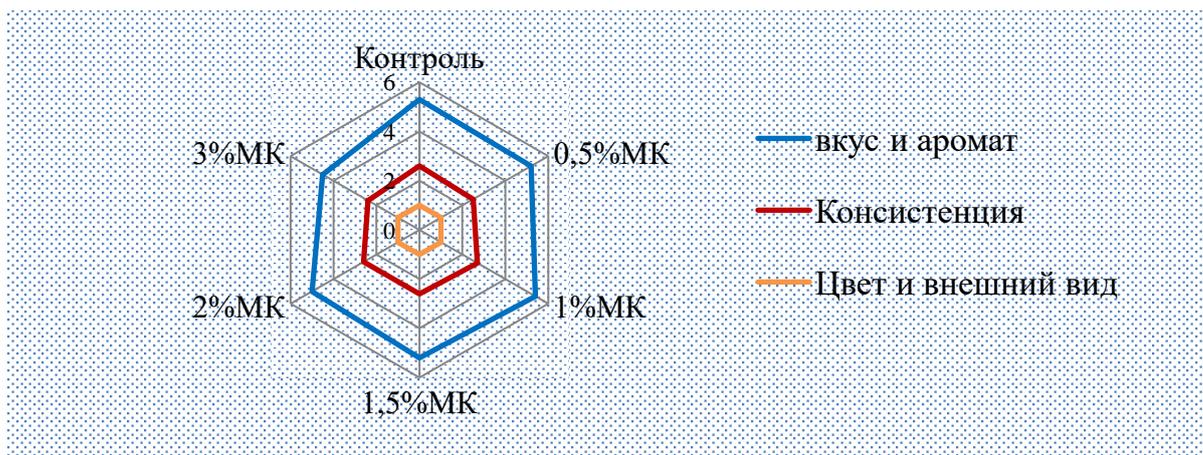


Рисунок 5.9 - Результаты органолептической оценки мороженого в зависимости от содержания минорных компонентов (%)

Самые низкие общие суммарные баллы ($P > 0,05$) были даны образцам, содержащим 2,0 и 3,0 % МК соответственно. Таким образом, органолептический

анализ подтвердил значение рационального содержания минорных компонентов при производстве мороженого сливочного с модифицированной жировой фракцией, которое составляет $1,0 \pm 0,5$ % минорных компонентов.

5.3 Расчёт себестоимости производства мороженого сливочного, обогащенного минорными компонентами

Применение минорных компонентов приводит к увеличению затрат на 1 тонну продукции. В результате проведенных расчетов (таблица 5.4) видно, что себестоимость мороженого сливочного, обогащенного минорными компонентами, на 18,7% выше контроля (без использования минорных компонентов).

Таблица 5.4 - Расчёт себестоимости продукции на 1 тонну мороженого сливочного обогащенного минорными компонентами

Наименование сырья	Контроль	Себестоимость, руб	1,0 % МК	Себестоимость, руб
СОМ (95%)	115,8	23,16	115,8	23,16
Масло сливочное	138	44,712	138	44,712
Сахар	150	4,8	150	4,8
Криодан 334	5	1,56	5	1,56
МК	-	-	10	16
Ваниль	0,1	0,0292	0,1	0,0292
Вода	591,1	-	581,1	-
Итого	1000	74,2612	1000	90,2612
Топливо и энергия	-	3,71306	-	3,71306
Заработная плата рабочих	-	4,455672	-	5,415672
Оборудование	-	8,168732	-	8,168732
Себестоимость, тыс. руб	-	90,611	-	107,558
Стоимость, тыс. долл. США	-	1,461	-	1,734

В результате проведенных экономических расчетов можно прийти к выводу, что производство мороженого сливочного обогащенного приводит к увеличению затрат на производство. Однако производство мороженого обогащенного будет иметь положительный социальный эффект, во-первых, за счет расширения ассортимента продукции этой группы, в том числе, на рынке АРЕ, а во-вторых, за счет удовлетворения спроса населения на продукцию, полезную для здоровья.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На основе маркетинговых исследований и изучения потребительских предпочтений выявлена необходимость корректировки жирнокислотного состава рациона питания населения АРЕ, для чего предложено использовать масложировой модуль в производстве спреда сливочно-растительного и минорные компоненты функционального назначения для мороженого сливочного обогащенного.

2. На основе исследования физико-химических и биохимических свойств липидов молочного и растительного жира и синергический свойств их композиций обоснован состав масложирового модуля с минорными компонентами (α -токоферол, γ -токоферол, β -ситостерин, холестерин, стигмастерол, кампестерол, фенольные соединения, моно- и диглицериды, фосфолипиды и свободные жирные кислоты) и разработана его рецептура, включающая кукурузное масло ($15,0 \pm 2,0$ %), минорные компоненты ($1,5 \pm 0,5$ %) и дигидрокверцетин ($175 \text{ мг} \pm 15 \text{ мг/кг}$).

3. Разработана технология и рецептура спреда сливочно-растительного, включающая: сухое обезжиренное молоко (1,8%), молочный жир (68,1%), кукурузное масло (12,0%), минорные компоненты (1,5 %), соль поваренная (0,6 %), эмульгатор (0,4%), стабилизатор (0,1%) и вода (15,5%). Разработана технология и рецептура мороженого сливочного обогащенного: сухое обезжиренное молоко (11,58 %), масло сливочное (13,8%), сахар (15,0%), кремодан (0,5 %), минорные компоненты (1,0 %), ваниль (0,01 %) и вода (58,11 %).

4. На основе анализа структурных изменений молочного жира установлено положительное влияние минорных жирорастворимых компонентов на структурно-механические свойства спреда сливочно-растительного и мороженого сливочного обогащенного. Внесение МК $1,0 \pm 0,5$ % в мороженое сливочное позволяет достичь увеличение взбитости продукта до 77,2 %, а также увеличить размер воздушных ячеек до $37,0 \pm 2,2$ мкм. При внесении МК в спред сливочно-растительный пролонгация срока годности увеличилась в 4,2 раза по сравнению с контрольным образцом.

5. Доказано, что использование масложирового модуля и минорных компонентов в рациональных количествах не ухудшает органолептические показатели

разработанных продуктов. Минорные компоненты в количестве $1,0 \pm 0,5$ % способствуют образованию мягкой и гладкой текстуры как мягкого, так и закаленного мороженого. Использование дигидрокверцетина в количестве 175 ± 15 мг/кг молочного жира в спреде сливочно-растительном с добавлением масложирового модуля с минорными компонентами достоверно снижает окисление липидов и, таким образом, увеличивает срок годности продукта.

6. Разработана и утверждена техническая документация ТУ 10.51.30-004-02068634–2020 «Спред сливочно-растительный. Технические условия», ТУ 10.52.10-005-02068634-2020 «Мороженое сливочное обогащенное. Технические условия». Рассчитана себестоимость произведенной продукции, которая составила: 311,892 руб/кг спреда сливочно-растительного и 107,558 руб/кг мороженого сливочного обогащенного. Проведена опытно-промышленная выработка спреда сливочно-растительного на ООО «НОВАЯ ИЗИДА» и масложирового модуля на основе минорных компонентов растительного и животного происхождения на ООО «ПЕЦ-ХАСС».

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВЭЖХ – Высокоэффективная жидкостная хроматография.

ГХ – Газовая хроматография.

ДГК – Дигидрокверцетин.

ДСК – Дифференциальный сканирующий калориметр.

ДЦЖК – Длинноцепочечные жирные кислоты.

ЙЧ – Йодное число.

КМ – Кукурузное масло.

КЦЖК – Короткоцепочечные жирные кислоты.

МЖ – Молочный жир.

МЗП – Масло зародышей пшеницы.

МК – Минорные компоненты.

МНЖК – Мононенасыщенные жирные кислоты.

НЖК – Насыщенные жирные кислоты.

ПП – Показатель преломления.

ПСМ – Поляризованный световой микроскоп.

ПЧ – Перекисное число.

СЖК – Свободные жирные кислоты.

СТЖ – Содержание твердого жира.

СЦЖК – Средне цепочные жирные кислоты.

ТП – Температура плавления.

ЧО – Число омыления.

ЯМР – Ядерно-магнитный резонанс.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антонова, Н. Как изменился молочный рынок России в 2020 году (обзор) [Электронный ресурс] / Н. Антонова // Новости аналитика молочного рынка. – 2020. – С. 1-9. – Режим доступа: <https://milknews.ru/longridy/molochniy-rynok-rossiy-2020.html>
2. Арнобаев, Д. М. Электрохимические методы и приборы для определения антиоксидантов / Д. М. Арнобаев, С. А. Мусаева, С. Д. Арнобаев, А. А. Шертаева // Молодой ученый. – 2017. – № 18. – С. 16-24.
3. Артемьева, О. А. Биологически активный препарат как альтернатива использованию антибиотиков против патогенных микроорганизмов / О. А. Артемьева, Д. А. Переселкова, Ю. П. Фомичев // Сельскохозяйственная биология. – 2015. – Т. 50. – № 4. – С. 513-519.
4. Ахмедова, В. Р. К. Разработка технологии кисломолочного мороженого с пребиотическими компонентами: диссертация кан. тех. наук: 05.18.04 / Ахмедова, Валвда Рафиг Кызы. – М., 2015. – 166 с.
5. Васильевна, Т. Л. Продукты фракционирования пальмового масла в производстве спредов / Т. Л. Васильевна, М. А. Сергеевич, С. К. Викторовна // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – Т. 2. – № 3. – 34 С.
6. Владыкина, Д. С. Разработка купажей растительных масел со сбалансированным жирнокислотным составом / Д. С. Владыкина, С. А. Ламоткин, К. П. Колногоров, Г. Н. Ильина, А. О. Башарова // Химические технологии, биотехнология. – 2015. – Т. 4. – № 177. – С. 240-245.
7. Воронцова, О. С. Теоретические аспекты применения фосфолипидных БАД при стабилизации пищевых дисперсных систем. Известия высших учебных заведений. Пищевая технология / О. С. Воронцова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2006. – Т. 3. – № 2. – 13 с.
8. Вышемирский, Ф. А. Изменение дисперсности жировой фазы сливок при быстром охлаждении их в атмосфере паров азота / Ф. А. Вышемирский, М. М. Жага // Сборник научных трудов ВНИИМС. – Выпуск XXII. – 1978. – С. 41-45.

9. Вышемирский, Ф. А. Современные аспекты российского маслоделия / Ф. А. Вышемирский // Материалы научно-практической конференции «Сравнительные исследования качества вологодского масла». – Вологда. – 2004. – С. 58-59.
10. Вышемирский, Ф. А. Современный ассортимент сливочного масла / Ф. А. Вышемирский, Е. В. Топникова // Сыроделие и маслоделие. – 2010. – № 4. – С. 46-48.
11. Ганина, В. И. К вопросу о функциональных продуктах питания / В. И. Ганина, И. И. Ионова // Молочная промышленность. – 2018. – № 3. – С. 44-47.
12. Ганина, В. И. Кисломолочное мороженого с функциональными ингредиентами / В. И. Ганина, М. В. Федотова, В. А. Обелец, А. А. Творогова // Молочная промышленность. – 2009. – № 7. – С. 63-64.
13. ГОСТ 30418-96 Масла растительные. Метод определения жирнокислотного состава. – М.: Стандартинформ, 2008. . – 5 с.
14. ГОСТ 31457-2012 Мороженое молочное, сливочное и пломбир. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2013. – 9 с.
15. ГОСТ 31747-2012 Выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий). – М.: Стандартинформ, 2013. – 4 с.
16. ГОСТ 32892-2014 Молоко и молочная продукция. Метод измерения активной кислотности гост. – М.: стандартинформ, 2015. – 10 с.
17. ГОСТ ISO 21871-2013 Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Метод обнаружения и подсчета наиболее вероятного числа *Bacillus cereus*. – М.: Стандартинформ, 2014. – 8 с,
18. ГОСТ ISO 6320-2012 Метод определения показателя преломления. – М.: Стандартинформ, 2014. – 6 с.
19. ГОСТ Р 54669-2011 Молоко и продукты переработки молока. Методы определения кислотности. – М.: Стандартинформ, 2012. – 6 с.
20. ГОСТ Р 54755-2011 Методы выявления и определения количества бактерий вида *Pseudomonas aeruginosa*. – М.: Стандартинформ, 2012.– 10 с.

21. ГОСТ Р 8.702-2010 Электроды для определения окислительно-восстановительного потенциала Методика поверки. – М.: стандартиформ, 2010.– 8 с.
22. Груздев, А. Обзор ВЭД: сухое молоко (Египет) [Электронный ресурс] /А. Груздев // Агроэкспорт. – 2021. – С. 1-41. – Режим доступа: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/29e/29ea86de004cf3c4ea7c27bf31ae185f.pdf>
23. Гусева, Т. Б. Применение природного антиокислителя дигидрокверцетина для увеличения срока годности молочных консервов / Т. Б. Гусева, О. М Караньян, Т. С Куликовская, С. Н Рассоха, И. А Радаева // Пищевая промышленность. – 2017. – № 8. – С. 80-83.
24. Евразийская экономическая комиссия. Анализ по доступу сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия государств – членов ЕАЭС на рынок Арабской Республики Египет. – 2018. – С. 1-23.
25. Зайцева, Л. В. Баланс полиненасыщенных жирных кислот в питании / Л. В. Зайцева, А. П. Нечаев // Пищевая промышленность. – 2018. – № 11. – С. 56-59.
26. Зайцева, Л. В. Роль жирных кислот в питании человека и при производстве пищевых продуктов / Л. В. Зайцева // Масложировая промышленность. – 2010. – № 5. – С. 11-15.
27. Иванова, С. З. Флавоноидные соединения коры лиственницы сибирской / С. З. Иванова, Т. Е. Федорова, Н. В. Иванова, С. В. Федоров, Л. А. Остроухова, Ю. А. Малков, В. А. Бабкин // Хвойные бореальной зоны. – 2003. – Т. 21 . –№ 1. – С. 5–13
28. Конкина, И. Г. Сравнительная оценка реакционной способности кверцетина и дигидрокверцетина по отношению к пероксильным радикалам / И. Г. Конкина, С. А. Г. Рабовский, Ю. Муринов, Н. Н. Кабальнова // Химия растительного сырья. – 2011. – № 3. – С. 207–208.
29. Костыря, О. В. О перспективах применения дигидрокверцетина при производстве продуктов с пролонгированным сроком годности / О. В. Костыря, О. С. Корнеева // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2015. – Т. 66. – С. 4

30. Кочеткова, А. А. Фосфолипиды в технологии продуктов питания / А. А. Кочеткова, А. П. Нечаев, В. Н. Красильников // Масложировая промышленность. – 1999. – № 2. – С. 10–13.
31. Кудрявцева, Е. Н. Применение дигидрохверцетина в пищевой промышленности / Е. Н. Кудрявцева, А. А. Головина // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – 2018. – № 20. – С. 269-271.
32. Лапшинская, Н. А. Молочные продукты с комбинированной жировой фазой / Н. А. Лапшинская, Н. А. Драгун, Ю. Ю. Аленичева // Сибирский торгово-экономический журнал. – 2009. – № 8. – С. 1-3.
33. Мазо, В. К. Перспективы использования растительных полифенолов в качестве функциональных пищевых ингредиентов / В. К. Мазо, Ю. С. Сидорова В. А. Саркисян, Т. Л. Киселева, А. А. Кочеткова // Вопросы питания. – 2018. – Т. 87. – № 6. – С. 57-66.
34. Медведев, Д. А. Химические процессы, лежащие в основе порчи масложировой продукции / Д. А. Медведев, О. И. Лазовская, В. Н. Леонтьев // Химия технология органических веществ и биотехнология. – 2014. – № 4. – С. 231-236.
35. Медведев, О. С. Современные представления о возможном влиянии пальмового масла на здоровье человека / О. С. Медведев, Н. А. Медведева // Вопросы питания. – 2016. – Т. 85. – № 1. – С. 5-18.
36. Наумова, Н. Л. Антиоксидантные свойства пищевой добавки *Novasol Rosemary* на примере сливочного масла / Н. Л. Наумова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – Т. 125. – № 3. – С. 152–156.
37. Нечаев, А. П. Влияние антиоксидантов в нативной и мицеллированной формах на сроки годности эмульсионного жирового продукта / А. П. Нечаев, А. В. Самойлов, В. В. Бессонов, Ю. В. Николаева, В. В. Тарасова, О. В. Пилипенко // Вопросы питания. – 2020. – Т. 99. – № 5. – С. 101-108.
38. Нечаев, А. П. Пути повышения стойкости низкожирных спредов к окислению с использованием природных антиоксидантов в мицеллированной форме / А. П.

Нечаев, Ю. В. Николаева, О. В. Пилипенко, Г. А. Дубровин, А. В. Самойлов // Пищевая промышленность. – 2018. – № 3. – С. 11-14.

39. Нечаев, А. П. Совершенствование технологии низкожирных спредов с увеличенными сроками годности / А. П. Нечаев, Г. А. Дубровин, О. В. Пилипенко, Ю. В. Николаева, В. В. Тарасова, А. В. Самойлов // В сборнике: Биотехнология и продукты биоорганического синтеза. Сборник материалов национальной научно-практической конференции.– 2018. – С. 70-73.

40. Нечаев, А. П. Эмульсионные жировые продукты функционального назначения в современном питании / А. П. Нечаев, Ю. В. Николаева, В. В. Тарасова, А. А. Кужлева // Пищевая промышленность. – 2018. – № 5. – С. 26-29.

41. Погосян, Д. Г. Производство сметаны с добавлением антиоксиданта дигидрокверцетина / Д. Г. Погосян, И. В. Гаврюшина // Молочная река. – 2011. – № 4. – С. 42-43.

42. Рогожина, Т. Н. Полифункциональная биологически активная добавка для молочной продукции / Т. Н. Рогожина, В. И. Ганина, Г. С. Комолова, Е. А. Гущина // Техника и технология пищевых производств. – 2012. – № 2. – С. 135-138.

43. Российский рынок молочной продукции. Итоги 2020 [Электронный ресурс] . – 2020. – С. 1-5. – Режим доступа: <https://3dpro.info/site/reviews/russian-dairy-market/#>

44. Рудаков, О. Б. Контроль содержания пальмового масла в смесях с молочным жиром методом ДСК / О. Б. Рудаков, И. А. Саранов, К. К. Полянский // Аналитика и контроль. – 2019. – Т. 23. – № 1. – С. 127-135.

45. Сидорова, Ю. С. Специализированный липидный модуль: технология получения и оценка биологической эффективности / Ю. С. Сидорова, В. А. Саркисян, И. В. Глазкова, С. Н. Зорин, Н. А. Петров, В. К. Мазо, А. А. Кочеткова // Пищевая промышленность. – 2016. – № 12. – С. 54-58.

46. Синютина, С. Е. Экстракция флавоноидов из растительного сырья и изучение их антиоксидантных свойств / С. Е. Синютина, С. В. Романцова, В. Ю. Савельева // Вестник ТГУ. – 2011. – Т. 16. – № 1. – С. 345-347.

47. Солдатова, С. Ю. Влияние растительных антиоксидантов на процессы окислительной порчи спреда / С. Ю. Солдатова, Ю. В. Николаева, О. В. Пилипенко, Г. А. Дубровин // Пищевая промышленность. – 2017. – № 10. – С. 62-64.
48. Старовойтова, К. В. Особенности использования твердых природных масел в производстве спредов / К. В. Старовойтова, М. А. Тарлюн, Л. В. Терещук, А. С. Мамонтов // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 44. – № 1. – С. 44-50.
49. Терещук, Л. В. Высокоэффективные методы модификации жиров для применения в составе молокосодержащих продуктов / Л. В. Терещук, К. В. Старовойтова // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т. 48. – № 3. – С. 115-123.
50. Терещук, Л. В. Молочно-жировые композиции: аспекты конструирования и использования: монография / Л. В. Терещук, М. С. Уманский // Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2006. – 209 с.
51. Терещук, Л. В. Продукты фракционирования пальмового масла в производстве спредов / Л. В. Терещук, А. С. Мамонтов, К. В. Старовойтова // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 3. – С. 79–83.
52. Тетерева, Л. И. Органолептический анализ молочной продукции: нормативные документы / Л. И. Тетерева // Молочная промышленность. – 2014. – № 12. – С. 40-41.
53. Тилик, Е. Новые идеи для молочной отрасли / Е. Тилик // Переработка молока. – 2016. – Т. 203. – № 9. – С. 42–43.
54. Тихомирова, Н. А. Технология молока и молочных продуктов. Технология масла (технологические тетради): Учебное пособие / Н. А. Тихомирова. – СПб: ГИОРД. – 2011. – 141 с.
55. ТУ 4215-003-41541647 Аналитический кулонометр «Эксперт-006». Технические условия.
56. Федина, П. А. Определение антиоксидантов в продуктах растительного происхождения амперометрическим методом / П. А. Федина, А. Я. Яшин, Н. И. Черноусова // Химия растительного сырья. – 2010. – № 2. – С. 91–97.

57. Федотова, М. А. Производство мороженого с функциональными свойствами / М. А. Федотова, В. И. Ганина, В. А. Обелец // Санитарный врач. – 2011. – № 8. – С. 27-28.
58. Хайруллина, В. Р. Определение антиокислительного действия кверцетина и дигидрокверцетина в составе бинарных композиций / В. Р. Хайруллина, Л. Р. Якупова, А. Я. Герчиков, Р. Л. Сафиуллин, А. Н. Терегулова, Л. А. Остроухова, В. А. Бабкин // Химия растительного сырья. – 2008. – № 4. – С. 59–64.
59. Шевченко, А. М. Оценка эффективности промышленного метода экстрагирования дигидрокверцетина / А. М. Шевченко, Е. Г. Ковалевская, Н. Т. Карданов // Серия Медицина. Фармация. – 2011. – № 4. – 99 С.
60. Шагаева, Н. Н. Использование дигидрокверцетина в производстве пищевых продуктов / Н. Н. Шагаева, С. В. Колобов // Товаровед продовольственных товаров. – 2017. – Т. 5. – № 6. – С. 8–11.
61. Abd El-Rahman, A. M. Physical characteristics of frozen desserts made with cream, anhydrous milk fat, or milk fat fractions / A. M. Abd El-Rahman, S. A. Madkor, F. S. Ibrahim, A. Kilara // J. Dairy Sci. – 1997. – Vol. 80. – № 9. – P. 1926–35.
62. Abdel-Aziz, M. Blending of butter oil with refined palm oil: impact on physicochemical properties and oxidative stability / M. Abdel-Aziz, G. A. Mahran, A. A. Asker, A. F. Sayed, S. S. El-Hadad // Int J Dairy Sci. – 2013. – Vol. 8. – № 2. – P. 36-47.
63. Akinoso, R. Effects of moisture content and heat treatment on peroxide value and oxidative stability of un-refined sesame oil / R. Akinoso, S. A. Aboaba, T. M. A. Olayanju // African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development. – 2010. – Vol. 10. – № 10. – P. 4268-4285.
64. Alamed, J. Relationship between free radical scavenging and antioxidant activity in foods / J. Alamed, W. Chaiyasit, D. J. McClements, E. A. Decker // Journal of agricultural and food chemistry. – 2009. – Vol. 57. – № 7. – P. 2969-2976.
65. Alvarez, V. B. Physical properties of ice cream containing milk protein concentrates / V. B. Alvarez, C. L. Wolters, Y. Vodovotz, T. Ji // J. Dairy Sci. – 2005. – Vol. 88. – № 3. – P. 862-871.

66. Amador, J., R. The effects of fat structures and ice cream mix viscosity on physical and sensory properties of ice cream / J. Amador, R. Hartel, S. Rankin // *J. Food Sci.* – 2017. – № 82. – P. 1851-1860.
67. AOAC, Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists (18th Ed), AOAC International / W. Horwitz, G. W. Latimer. – Gaithersburg : USA, 2005. – P. 935-992.
68. Arranz, E. Invited review: Milk phospholipid vesicles, their colloidal properties, and potential as delivery vehicles for bioactive molecules / E. Arranz, M. Corredig // *Journal of dairy science.* – 2017. – Vol. 100. – № 6. – P. 4213-4222.
69. Asha, A. Antioxidant activities of orange peel extract in ghee (butter oil) stored at different storage temperatures / A. Asha, M. Manjunatha, R. M Rekha, B. Surendranath, P. Heartwin, J. Rao, E. Magdaline, C. Sinha // *Journal of food science and technology.* – 2015. – Vol. 52. – №12. – P. 8220-8227.
70. Astrup, A. The role of reducing intakes of saturated fat in the prevention of cardiovascular disease: where does the evidence stand in 2010? / A. Astrup, J. Dyerberg, P. Elwood, K. Hermansen, F. B. Hu, M. U. Jakobsen, F. J. Kok, R. M. Krauss, J. M. Lecerf, P. LeGrand, P. Nestel // *The American journal of clinical nutrition.* – 2011. – Vol. 93. – № 4. – P. 684-688.
71. Avalli, A. Determination of phospholipids in dairy products by SPE/HPLC/ELSD / A. Avalli, G. Contarini // *Journal of Chromatography A.* – 2005. – Vol. 1071. – № 1-2. – P. 185-190.
72. Bahramparvar, M. Application and functions of stabilizers in ice cream / M. Bahramparvar, M. M. Tehrani // *Food reviews international.* – 2011. – Vol. 27. – № 4. – P. 389-407.
73. Bajad, N. Impact of physico-chemical properties of mix on the final quality of ice-cream / N. Bajad, S. D. Kalyankar, M. A. Dehmukh, P. R. Bachanti, G. S. Bajad // *Asian Journal of Dairy and Food Research.* – 2016. – Vol. 35. – № 4. – P. 293-297.
74. Bhunia, K. Oxidation–reduction potential and lipid oxidation in ready-to-eat blue mussels in red sauce: criteria for package design / K. Bhunia, M. Ovissipour, B. Rasco,

- J. Tang, S. S. Sablani // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. – 2017. – Vol. 97. – № 1. – P. 324-332.
75. Biasutti, M. Rheological properties of model dairy emulsions as affected by high pressure homogenization / M. Biasutti, E. Venir, G. Marchesini, N. Innocente // *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* – 2010. – Vol. 11. – № 4. – P. 580-586.
76. Bikheet, M. M. Supplemented ice milk with natural bioactive components from roselle calyces and cinnamon extracts / M. M. Bikheet, W. Abdel-Aleem, O. S. F. Khalil // *Journal of Food and Dairy Sciences*. – 2018. – Vol. 9. – № 7. – P. 229-235.
77. Biswas, B. Antimicrobial activities of leaf extracts of guava (*Psidium guajava* L.) on two gram-negative and gram-positive bacteria / B. Biswas, K. Rogers, F. McLaughlin, D. Daniels, A. Yadav // *International journal of microbiology*. – 2013. - № 7. – P. 20.
78. Borkovcová, I. Determination of sterols in dairy products and vegetable fats by HPLC and GC methods / I. Borkovcová, E. Janoušková, M. Dračková, B. Janštová, L. Vorlová, I. Borkovcová // *Czech J Food Sci.* – 2009. – № 27. – P. 217-219.
79. Brand-Williams, W. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity / W. Brand-Williams, M. E. Cuvelier, C. Berset // *LWT-Food science and Technology*. – 1995. – Vol. 28. – № 1. – P. 25-30.
80. Bret, T. USDA United states department of agriculture, foreign agricultural service, Egypt / T. Bret // *Gain Report*. – 2017. – P. 1-20.
81. Calvo, M. V. Effect of milk fat replacement with vegetable oils on fatty acids composition and conjugated linoleic acid content of market Egyptian processed cheeses / M. V. Calvo, M. Juarez, J. Fontecha, M. El-Aasar, M. Naguib, M. A. El-Salam // *Egyptian Journal of Dairy Science*. – 2007. – Vol. 35. – № 1. – P. 97.
82. Campos, R. Effect of cooling rate on the structure and mechanical properties of milk fat and lard / R. Campos, S. S. Narine, A. G. Marangoni // *Food Research International*. – 2002. – Vol. 35. – № 10. – P. 971-981.
83. Caroch, M. Antioxidants: Reviewing the chemistry, food applications, legislation and role as preservatives / M. Caroch, P. A. Morales, I. C. F. R. Ferreira // *Trends in food science & technology*. – 2018. – № 71. – P. 107-120.

84. Casaschi, A. Inhibitory activity of diacylglycerol acyltransferase (DGAT) and microsomal triglyceride transfer protein (MTP) by the flavonoid, taxifolin, in HepG2 cells: potential role in the regulation of apolipoprotein B secretion / A. Casaschi, B. K. Rubio, G. K. Maiyoh, A. G. Theriault // *Atherosclerosis*. – 2004. – Vol. 176. – № 2. – P. 247-253.
85. Cercaci, L. Phytosterol oxidation in oil-in-water emulsions and bulk oil / I. Cercaci, M. T. Rodriguez-Estrada, G. Lercker, E. A. Decker // *Food Chemistry*. – 2007. – Vol. 102. – № 1. – P. 161-167.
86. Cert, A. Chromatographic analysis of minor constituents in vegetable oils / A. Cert, W. Moreda, M. C. Pérez-Camino // *Journal of Chromatography A*. – 2000. – Vol. 881. – № 1-2. – P. 131-148.
87. Chase, G. W. Analysis of tocopherols in vegetable oils by high-performance liquid chromatography: comparison of fluorescence and evaporative light-scattering detection / G. W. Chase, C. C. Akoh, R. R. Eitenmiller // *Journal of the American Oil Chemists' Society*. – 1994. – Vol. 71. – № 8. – P. 877-880.
88. Chen, B. Minor components in food oils: a critical review of their roles on lipid oxidation chemistry in bulk oils and emulsions / B. Chen, D. J. McClements, E. A. Decker // *Critical reviews in food science and nutrition*. – 2011. – Vol. 51. – № 10. – P. 901-916.
89. Chen, X. Plant flavonoid taxifolin inhibits the growth, migration and invasion of human osteosarcoma cells / X. Chen, N. Gu, C. Xue, B. R. Li // *Molecular Medicine Reports*. – 2018. – Vol. 17. – № 2. – P. 3239–3245.
90. Chen, Z. EC₅₀ estimation of antioxidant activity in DPPH assay using several statistical programs / Z. Chen, R. Bertin, G. Froldi // *Food chemistry*. – 2013. – Vol. 138. – № 1. – P. 414-420.
91. Clarke, C. The science of ice cream / C. Clarke // *Royal Society of Chemistry*. – 2015. – Vol. 43. – № 6. – P. 43-48.
92. Çon, A. Antagonistic effect on *Listeria monocytogenes* and *L. innocua* of a bacteriocin-like metabolite produced by lactic acid bacteria isolated from sucuk / A. H. Çon, H. Y. Gökalp, M. Kaya // *Meat science*. – 2001. – Vol. 59. – № 4. – P. 437-441.

93. Contarini, G. Phospholipids in milk fat: Composition, biological and technological significance, and analytical strategies / G. Contarini, M. Povolo // *International Journal of Molecular Sciences*. – 2013. – Vol. 14. – № 2. – P. 2808–31.
94. Contarini, G. Quantitative analysis of sterols in dairy products: experiences and remarks / C. Contarini, M. Povolo, E. Bonfitto, S. Berardi // *International dairy journal*. – 2002. – Vol. 12. – № 7. – P. 573-578.
95. Coppin, E. A. Oil stability index correlated with sensory determination of oxidative stability in light-exposed soybean oil / E. A. Coppin, O. A. Pike // *Journal of the American Oil Chemists' Society*. – 2001. – Vol. 80. – № 1. – P. 59–63.
96. Cui, L. Phospholipids in foods: prooxidants or antioxidants? / L. Cui, E. A. Decker // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. – 2016. – Vol. 96. – № 1. – P. 18-31.
97. Decker, E. A. Interaction between polar components and the degree of unsaturation of fatty acids on the oxidative stability of emulsions / E. A. Decker, J. Alamed, I. A. Castro // *Journal of the American Oil Chemists' Society*. – 2010. – Vol. 87. – № 7. – P. 771-780.
98. Deosarkar, S. S. Ice cream: Composition and health effects / S. S. Deosarkar, S. D. Kalyankar, R. D. Pawshe, C. D. Khedkar // *The Encyclopedia of Food and Health*. – 2016. – Vol. 3. – P. 385-390.
99. Di Criscio, T. Production of functional probiotic, prebiotic, and synbiotic ice creams / T. Di Criscio, A. Fratianni, R. Mignogna, L. Cinquanta, R. Coppola, E. Sorrentino, G. Panfili // *Journal of dairy science*. – 2010. – Vol. 93. – № 10. – P. 4555-4564.
100. Dobarganes, M. C. Analysis of lipid hydroperoxides / M. C. Dobarganes, J. Velasco // *European Journal of Lipid Science and Technology*. – 2002. – Vol. 104. – № 7. – P. 420-428.
101. Doughari, J. H. Antibacterial potentials of stem bark extracts of *Leptadenia lancifolia* against some pathogenic bacteria / J. H. Doughari, J. S. Obidah // *Pharmacologyonline*. – 2008. – № 3. – P.172-180.
102. Edem, D. O. Palm oil: Biochemical, physiological, nutritional, hematological and toxicological aspects: A review / D. O. Edem // *Plant Foods for Human Nutrition*. – 2012. – Vol. 57. – № 3. – P. 319-341.

103. El-Aziz, M. A. Physical properties of ice cream containing cress seed and flaxseed mucilages compared with commercial guar gum / M. A. El-Aziz, H. F. Haggag, M. M. Kaluoubi, L. K. Hassan, M. M. El-Sayed, A. F. Sayed // *Int. J. Dairy Sci.* – 2015. – Vol. 10. – № 4. – P. 160–72.
104. Espley, R. V. Dietary flavonoids from modified apple reduce inflammation markers and modulate gut microbiota in mice / R. V. Espley, C. A. Butts, W. A. Laing, S. Martell, H. Smith, T. K. McGhie, H. J. Schouten // *The Journal of nutrition.* – 2014. – Vol. 144. – № 2. – P. 146-154.
105. European Union. The food and beverage market entry handbook: Egypt: A practical guide to the market in Egypt for European agri-food products and products with geographical indications [Электронный ресурс] / European Union. // *Egypt – Market Entry handbook.* – 2019. – P. 55-66. – Режим доступа: https://ec.europa.eu/chafea/agri/sites/default/files/handbook-egypt-2019_en.pdf
106. FAO (FAOSTAT). Milk and milk products, Food outlook / D. Bedford, J. Claro. – Rome: Italy, 2020. – P. 169.
107. Farhang, B. Encapsulation of ascorbic acid in liposomes prepared with milk fat globule membrane-derived phospholipids / B. Farhang, Y. Kakuda, M. Corredig // *Dairy science & technology.* – 2012. – Vol. 92. – № 4. – P. 353-366.
108. Fatma, A. M. Modified butter blend / A. M. Fatma // *Ann. Agric. Sci. Moshtohor.* – 2015. – № 35. – P. 311-323.
109. Fedotova, Y. The effect of phospholipids on butter physical and sensory properties / Y. Fedotova, R. W. Lencki // *Journal of the American Oil Chemists' Society.* – 2010. – Vol. 87. – № 1. – P. 75-82.
110. Fernandez-Orozco, R. Effects of environment and genotype on phenolic acids in wheat in the health grain diversity screen. / R. Fernandez-Orozco, L. Li, C. Harflett, P. R. Shewry, J. L. Ward // *J. Agric. Food Chem.* – 2010. – Vol. 58. – № 17. – P. 9341–52.
111. Ferreiro, T. Determination of phospholipids in milk by HPLC with evaporative light scattering detector: Optimization and validation / T. Ferreiro, L. Gayoso, J. L. Rodríguez-Otero // *Journal of Dairy and Veterinary sciences.* – 2017. – № 1. – P. 1-5.

112. Gabbi, D. K. Physicochemical, melting and sensory properties of ice cream incorporating processed ginger (*Zingiber officinale*) / D. K. Gabbi, U. Bajwa, R. K. Goraya // International Journal of Dairy Technology. – 2018. – Vol. 71. – № 1. – P. 190-197.
113. Galato, D. Antioxidant capacity of phenolic and related compounds: correlation among electrochemical, visible spectroscopy methods and structure–antioxidant activity / D. Galato, K. Ckless, M. F. Susin, C. Giacomelli, R. M. Ribeiro-do Valle, A. Spinelli // Redox Report. – 2001. – Vol. 6. – № 4. – P. 243-250.
114. Gandhi, K. Modified milk fat and its applications in food products / K. Gandhi, P. Sarkar, A. Aghav, T. Hazra, D. Lal // Journal of Dairy Science and Technology. – 2013. – P. 16-24.
115. Garti, N. Double emulsions of water-in-oil-in-water stabilized by α -form fat microcrystals. Part 1: Selection of emulsifiers and fat microcrystalline particles / N. Garti, A. Aserin, I. Tiunova, H. Binyamin // J Am Oil Chem Soc. – 1999. – Vol. 76. – № 3. – P. 383-389.
116. Gasmalla, M. A. A. Health Benefits of Milk and Functional Dairy Products / M. A. A. Gasmala, H. A. Teesema, A. Salaheldin, H. H. Kamal-Alahmad, W. Aboshora // MOJ Food Process Technol. – 2017. – Vol. 4. – № 4. – p. 99.
117. Gebreyowhans, S. Dietary enrichment of milk and dairy products with n-3 fatty acids: A review / S. Gebreyowhans, J. Lu, S. Zhang, X. Pang, J. Lv // International Dairy Journal. Elsevier Ltd. – 2019. – Vol. 97. – P. 158–66.
118. Ghafoor, K. Nutritional composition, extraction, and utilization of wheat germ oil: A review / K. Ghafoor, M. M. Özcan, F. AL-Juhaim, E. E. Babiker, Z. I. Sarker, I. A. Ahmed, M. A. Ahmed // European Journal of Lipid Science and Technology. – 2017. – Vol. 119. – № 7. – P. 160.
119. Gonçalves, C. B. Partition of nutraceutical compounds in deacidification of palm oil by solvent extraction / C. B. Gonçalves, P. A. Pessôa A.J. Meirelles // Journal of food engineering. – 2007. – Vol. 81. – № 1. – P. 21-26.

120. Guler-Akin, M. B. Some properties of probiotic yoghurt ice cream supplemented with carob extract and whey powder / M. B. Guler-Akin, B. Goncu, M. S. Akin // *Advances in Microbiology*. – 2016. – Vol. 6. – № 14. – P. 1010-1020.
121. Gülseren, I. Encapsulation of tea polyphenols in nanoliposomes prepared with milk phospholipids and their effect on the viability of HT-29 human carcinoma cells / I. Gülseren, A. Guri, M. Corredig // *Food Digestion*. – 2012. – Vol. 3. – № 1. – P. 36-45.
122. Güven, M. Effect of using different kinds and ratios of vegetable oils on ice cream quality characteristics / M. Güven, M. Kalender, T. Taspınar // *Foods*. – 2018. – Vol. 7. – № 7. – P. 104.
123. Gylling, H. Plant sterols and plant stanols in the management of dyslipidaemia and prevention of cardiovascular disease / H. Gylling, J. Plat, S. Turley, H. N. Ginsberg, L. Ellegård, W. Jessup, M. J. Chapman // *Atherosclerosis*. – 2014. – Vol. 232. – № 2. – P. 346-360.
- Hernell, B. Lönnerdal, C. Slupsky // *Frontiers in pediatrics*. – 2018. – № 6. – P. 313.
124. International Labour Organization. Sector Selection and Rapid Market Assessment in Egypt's Agribusiness sector: Focus on Dairy and Medicinal and Aromatic Plants (MAP) [Электронный ресурс]. – 2020. – P. 52-65. Режим доступа: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---africa/---ro-abidjan/---sro-cairo/documents/publication/wcms_754765.pdf.
125. IUPAC, (International Union of Pure and Applied Chemistry). Standard methods for the analysis of oils, fats and derivatives. 7th edition. Oxford: Blackwell scientific publication / A. Dieffenbacher, W. D. Pocklington. – Middlesex: United Kingdom, 1987. – P. 151.
126. Jacobsen, C. Antioxidant strategies for preventing oxidative flavour deterioration of foods enriched with n-3 polyunsaturated lipids: a comparative evaluation / C. Jacobsen, M. B. Let, N. S. Nielsen, A. S. Meyer // *Trends in Food Science & Technology*. – 2008. – Vol. 19. – № 2. – P. 76-93.
127. Kaufmann, N. The effect of cooling rate and rapeseed oil addition on the melting behavior, texture and microstructure of anhydrous milk fat / N. Kaufmann, U. Andersen, L. Wiking // *International Dairy Journal*. – 2012. – Vol. 25. – № 2. – P. 73-79.

128. Keeney, M. Rapid Vitamin E Method for Detecting Adulteration of Dairy Products with Non-Coconut Vegetable Oils / M. Keeney, K. C. Bachman [et al.] // Journal of Dairy Science. – 1971. – Vol. 54. – № 11. – P. 1702-1703.
129. Kiokias, S. In vitro activity of vitamins, flavonoids, and natural phenolic antioxidants against the oxidative deterioration of oil-based systems / S. Kiokias, T. Varzakas, V. Oreopoulou // Critical reviews in food science and nutrition. – 2008. – Vol. 48. – № 1. – P. 78-93.
130. Kloek, W. Mechanical properties of fat dispersions prepared in a mechanical crystallizer / W. Kloek, T. Van Vliet, P. Walstra // Journal of texture studies. – 2005. – Vol. 36. – № 5-6. – P. 544-568.
131. Kris-Etherton, P. M. Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer / P. M. Kris-Etherton, K. D. Hecker // The American journal of medicine. – 2002. – Vol. 113. – № 9. – P. 71-88.
132. Lee, H. Compositional dynamics of the milk fat globule and its role in infant development / H. Lee, E. Padhi, Y. Hasegawa, J. Larke, M. Parenti, A. Wang, O.
133. Lu, C. Composition and antioxidant, antibacterial, and anti-HepG2 cell activities of polyphenols from seed coat of *Amygdalus pedunculata* Pall / C. Lu, C. Li, B. Chen, Y. Shen // Food chemistry. – 2018. – № 265. – P. 111-119.
134. Mallia, S. Determination of storage stability of butter enriched with unsaturated fatty acids/conjugated linoleic acids (UFA/CLA) using instrumental and sensory methods / S. Mallia, P. Piccinali, B. Rehberger, R. Badertscher, F. Escher, H. Schlichtherle-Cerny // International Dairy Journal. – 2008. – Vol. 18. – № 10-11. – P. 983-993.
135. Manigandan, K. Taxifolin mitigates oxidative DNA damage in vitro and protects zebrafish (*Danio rerio*) embryos against cadmium toxicity / K. Manigandan, R. L. Jayara, K. Jagatheesh, N. Elangovan // Environmental toxicology and pharmacology. – 2015. – Vol. 39. – № 3. – P. 1252-1261.
136. Marshall, R. T. Ice cream / R. Marshall, H. D. Goff, R. W. Hartel // Springer Science & Business, Media, New York, USA: Kluwer Acad. Press. – 2012. – P. 1-17.

137. Martini, S. Effect of processing conditions on microstructure of milk fat fraction/sunflower oil blends / S. Martini, M. Herrera, R. Hartel // *Journal of the American Oil Chemists' Society*. – 2002. – Vol. 79. – № 11. – P. 1063-1068.
138. Mazzanti, G. Effect of minor components and temperature profiles on polymorphism in milk fat / G. Mazzanti, S.E. Guthrie, E.B. Sirota, A.G. Marangoni, S. H. J. Idziak // *Crystal growth & design*. – 2004. – Vol. 6. – № 4. – P. 1303-1309.
139. Mazzanti, G. Synchrotron study on crystallization kinetics of milk fat under shear flow / G. Mazzanti, A. G. Marangoni, S. H. J. Idziak // *Food research international*. – 2009. – Vol. 42. – № 5. – P. 682-694.
140. Méndez, E. Validation of the Rancimat test for the assessment of the relative stability of fish oils / E. Méndez, J. Sanhueza, H. Speisky, A. Valenzuela // *Journal of the American Oil Chemists' Society*. – 1996. – Vol. 73. – № 8. – P. 1033-1037.
141. Miraliakbari, H. Antioxidant activity of minor components of tree nut oils / H. Miraliakbari, F. Shahidi // *Food Chemistry*. – 2008. – Vol. 111. – № 2. – P. 421-427.
142. Mistry, B. S. Effects of fatty acids on the oxidative stability of soybean oil / B. S. Mistry, D. B. Min // *Journal of Food Science*. – 1987. – Vol. 52. – № 3. – P. 831-832.
143. Mistry, B. S. Prooxidant effects of monoglycerides and diglycerides in soybean oil / B. S. Mistry, D. B. Min // *J Food Sci*. – 1988. – Vol. 53. – № 6. – P. 1896–7.
144. Muhr, A. H. Effects of polysaccharide stabilizers on the nucleation of ice / A. H. Muhr, J. M. V. Blanshard, S. J. Sheard // *Int J Food Sci Technol*. – 1986. – Vol. 21. – № 2. – P. 587–603.
145. Murgia, S. Quantitative characterization of phospholipids in milk fat via ³¹P NMR using a monophasic solvent mixture / S. Murgia, S. Mele, M. Onduzzi // *Lipids*. – 2003. – № 38. – P. 585–591.
146. Muse, M. R. Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness / M. R. Muse, R. W. Hartel // *Journal of dairy science*. – 2004. – Vol. 87. – № 1. – P. 1-10.
147. Naeem, M. A. Enhancing the pro-health and physical properties of ice cream fortified with concentrated golden berry juice / M. A. Naeem, L. K Hassan, M. Abd El-Aziz // *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*. – 2019. – Vol. 18. – № 1. – P. 97-107.

148. Nevin, K. G. Beneficial effects of virgin coconut oil on lipid parameters and in vitro LDL oxidation / K. G. Nevin, T. Rajamohan // *Clinical biochemistry*. – 2004. – Vol. 37. – № 9. – P. 830-835.
149. Newstead, D. F. In monograph on recombination of milk and milk products / D. F. Newstead, A. Goldmann, J. G. Zadow // *International Dairy Federation Brussels* // - 1979. – Vol. 116. - P. 7-13.
150. Omar, K. A. Triacylglycerol composition, melting and crystallization profiles of lipase catalysed anhydrous milk fats hydrolysed / K. A. Omar, M. E. Gounga, R. Liu, W. Mwinyi, W. Aboshora, A. H. Ramadhan, X. Wang // *International journal of food properties*. – 2017. – Vol. 20. – № 2. – P. 1230-1245.
151. Park, S. H. Effect of frozen storage temperature on the quality of premium ice cream / S. H. Park, Y. Jo, J. Chun, G. Hong, M. Davaatseren, M. Choi // *Korean journal for food science of animal resources*. – 2015. – Vol. 35. – № 6. – P. 793-799.
152. Patel, I. J. Development of technology for manufacture of ragi ice cream / I. J. Patel, C. V. Dharaiya, S. V. Pinto // *J Food Sci Technol*. – 2015. – Vol. 52. – № 7. – P. 4015–28.
153. Peng, F. Physical, textural, and rheological properties of whipped cream affected by milk fat globule membrane protein. / F. Peng, S. He, H. Yi, O. Li, W. Xu, R. Wang, Y. Ma // *International journal of food properties*. – 2018. – Vol. 21. – № 1. – P. 1190-1202.
154. Pokorná, I. Lipid oxidation in margarine emulsions / I. Pokorná, V. Filip, J. Smidrkal // *Czech journal of food sciences*. – 2004. – Vol. 22. – № 1. – P. 140.
155. Ramadan, M. F. Blending of corn oil with black cumin (*Nigella sativa*) and coriander (*Coriandrum sativum*) seed oils: Impact on functionality, stability and radical scavenging activity / M. F. Ramadan, K. M. M. Wahdan // *Food chemistry*. – 2012. – Vol. 132. – № 2. – P. 873-879.
156. Rammelsberg, M. Antibacterial polypeptides of *Lactobacillus* species / M. Rammelsberg, F. Radler // *Journal of Applied Bacteriology*. – 1990. – Vol. 69. – № 2. – P. 177-184.

- 157.Re, R. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay / R. Re, N. Pellegrini, A. Proteggente // Free radical biology and medicine. – 1999. – Vol. 26. – № 9-10. – P. 1231-1237.
- 158.Ribeiro, A. P. Crystallization modifiers in lipid systems / A. P. Ribeiro, M. H. Masuch, E. K. Miyasaki, M.A. Domingues, V.L. Stroppa, G.M. de Oliveira, T.G. Kieckbusch // Journal of food science and technology. – 2015. –Vol. 52. – № 7. – P. 3925-3946.
- 159.Rudzińska, M. Degradation of phytosterols during storage of enriched margarines / M. Rudzińska, R. Przybylski, E. Wąsowicz // Food chemistry. – 2014. – № 142. – P. 294-298.
- 160.Sagdic, O. Interaction between some phenolic compounds and probiotic bacterium in functional ice cream production / O. Sagdic, I. Ozturk, H. Cankurt, F. Tornuk // Food and Bioprocess Technology. – 2012. – Vol. 5. – № 8. – P. 2964-2971.
- 161.Salem, S. A. Enrichment of functional properties of ice cream with red grape pomace extract / S. A. Salem, I. S. Ashoush, A. A. Al-Hassan // J. Food Sci. – 2014. – Vol. 42. – P. 45 – 54.
- 162.Samet-Bali, O. Traditional Tunisian butter: Physicochemical and microbial characteristics and storage stability of the oil fraction / O. Samet-Bali, M. A. Ayadi, H. Attia // LWT-Food Science and Technology. – 2009. – Vol. 42. – № 4. – P. 899-905.
- 163.SAS, Statistical Analysis System. SAS users [Electronic resource]. Cary. NC: Statistics SAS Institute, 2016. – Softwar program.
- 164.Shahidi, F. Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects – A review / F. Shahidi, P. Ambigaipalan // Journal of functional foods. – 2015. – № 18. – P. 820 - 897.
- 165.Shahidi, F. Tocopherols and tocotrienols in common and emerging dietary sources: Occurrence, applications, and health benefits / F. Shahidi, A. C. De Camargo // International Journal of Molecular Sciences. – 2016. – Vol. 17. – № 10. – P. 1745.
- 166.Singleton, V. L. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents / V. L. Singleton, J. A. Rossi // American journal of Enology and Viticulture. – 1965. – Vol.16. – № 3. – 144-158.

167. Skehan, P. New colorimetric cytotoxicity assay for anticancer-drug screening / P. Skehan, R. Storeng, D. Scudiero, A. Monks, J. McMahon, D. Vistica, J. T. Warren, H. Bokesch, S. Kenney, M. R. Boyd // *Journal of the National Cancer Institute*. – 1990. – Vol. 82. – № 13. – P. 1107-1112.
168. Smith, K. W. Crystallization of fats: Influence of minor components and additives / K. W. Smith, K. Bhaggan, G. Talbot, K. F. Van Malssen // *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society*. – 2011. – Vol. 88. – P. 1085–101.
169. Sofjan, R. P. Effects of overrun on structural and physical characteristics of ice cream / R. P. Sofjan, R. W. Hartel // *Int. Dairy J.* – 2004. – № 14. – P. 255-262.
170. Soliman, I. Dairy marketing system performance in Egypt / I. Soliman, A. Mashhour . – Zagazig: Egypt, 2017. – P. 43.
171. Sroka, Z. Hydrogen peroxide scavenging, antioxidant and anti-radical activity of some phenolic acids / Z. Sroka, W. Cisowski // *Food and Chemical Toxicology*. – 2003. – Vol. 41. – № 6. – P. 753-758.
172. Syed, Q. A. Effects of different ingredients on texture of ice cream / Q. A. Syed, S. Anwar, R. Shukat, T. Zahoor // *Journal of Nutritional Health and Food Engineering*. – 2018. – Vol. 8. – № 6. – P. 422-435.
173. Tajkarimi, M. M. Antimicrobial herb and spice compounds in food / M. M. Tajkarimi, S. A. Ibrahim, D. O. Cliver // *Food control*. – 2010. – Vol. 21. – № 9. – P. 1199-1218.
174. Tietz, R. A. Effects of Minor Lipids on Crystallization of Milk Fat–Cocoa Butter Blends and Bloom Formation in Chocolate / R. A. Tietz, R. W. Hartel // *Journal of the American Oil Chemists' Society*. – 2000. – Vol. 77. – № 7. – P. 763-771.
175. Tippetts, G. Influence of phospholipids on the crystallization of waxes in sunflower seed oil / G. Rivarola, M. C. Anon, A. Calvelo // *Journal of the American Oil Chemists' Society*. – 1988. – Vol. 65. – № 11. – P. 1771-1773.
176. Tomaszewska, G. J. Melting and crystallization DSC profiles of milk fat depending on selected factors / G. J. Tomaszewska // *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*. – 2013. – Vol. 113. – № 1. – P. 199-208.

177. Topal, F. Antioxidant activity of taxifolin: an activity–structure relationship / F. Topal, M. Nar, H. Gocer, P. Kalin, U. M. Kocyigit, I. Gülçin, S. H. Alwasel // *Journal of enzyme inhibition and medicinal chemistry*. – 2016. – Vol. 31. – № 4. – P. 674-683.
178. Vanbergue, E. Effects of new n-3 fatty acid sources on milk fatty acid profile and milk fat properties in dairy cows / E. Vanbergue, J. L. Peyraud, C. Hurtaud // *Journal of Dairy Research*. – 2018. – Vol. 85. – № 3. – p. 265-272.
179. Vanhoutte, B. The effect of phospholipids and water on the isothermal crystallisation of milk fat / B. Vanhoutte, K. Dewettinck, I. Foubert, B. Vanlerberghe, A. Huyghebaert // *European Journal of Lipid Science and Technology*. – 2002. – Vol. 104. – № 8. – P. 490-495.
180. Borkovcová, S. Triglycerol and sterol composition in mexican milk and margarine fats / S. Vega, R. Gutierrez N. Perez, G. Diaz, G. Urbin, A. Ramirez, M. Pinto, // *Revi. animal*. – 2002. – Vol. 24. – № 1. – P. 48-53.
181. Walczak, J. Determination of phospholipids in milk using a new phosphodiester stationary phase by liquid chromatography-matrix assisted desorption ionization mass spectrometry / J. Walczak, P. Pomastowski, S. Bocian, B. Buszewski // *Journal of Chromatography A*. – 2016. – № 1432. – P. 39-48.
182. Wang, L. Flavonoid composition, antibacterial and antioxidant properties of tartary buckwheat bran extract / L. Wang, X. Yang, P. Qin, F. Shan, G. Ren // *Industrial Crops and Products*. – 2013. – № 49. – P. 312-317.
183. Wardlaw, G. M. Effect of diets high in butter corn oil or high oleic acid sunflower oil on serum lipids and apolipoproteins in men / G. M. Wardlaw, J. T. Snook // *The American journal of clinical nutrition*. – 1990. – Vol. 51. – № 5. – P. 815-821.
184. Warren, M. M. Effects of emulsifier, overrun and dasher speed on ice cream microstructure and melting properties / M. M. Warren, R. W. Hartel // *Journal of food science*. – 2018. – Vol. 83. – № 3. – P. 639-647.
185. Wiking, L. Phospholipids delay crystallisation of milk fat / L. Wiking, E. Fredrick, K. Dewettinck // *Milchwissenschaft*. – 2009. – Vol. 64. – № 4. – P. 376.

186. Wiking, L. Relations between crystallisation mechanisms and microstructure of milk fat / L. Wiking, V. De Graef, M. Rasmussen, K. Dewettinck // *International Dairy Journal*. – 2009. – Vol. 19. – № 8. – P. 424-430.
187. Wirasnita, R. A modified methylation method to determine fatty acid content by gas chromatography / R. Wirasnita, T. Hadibarata, Y. M. Novelina, A. R. M. Yusoff, Z. Yusop // *Bulletin of the Korean Chemical Society*. – 2013. – Vol. 34. – № 11. – P. 3239-3242.
188. Woo, Y. Correlation of the solid-fat content in vegetable oils with other parameters during thermal oxidation / Y. Woo, M. J. Kim, J. Lee // *Journal of the American Oil Chemists' Society*. – 2018. – Vol. 95. – № 9. – P. 1179-1187.
189. Wright, A. J. Crystallization and rheological properties of milk fat / A. J. Wright, A. G. Marangoni // *In Advanced Dairy Chemistry*. – 2006. – Vol. 2. – P. 245–291.
190. Wright, A. J. Effect of DAG on milk fat TAG crystallization / A. J. Wright, A. G. Marangoni // *Journal of the American Oil Chemists' Society*. – 2002. – Vol. 79. – № 4. – P. 395-402.
191. Wright, A. J. Effects of canola oil dilution on anhydrous milk fat crystallization and fractionation behavior / A. J. Wright, H. D. Batte, A. G. Marangoni // *Journal of dairy science*. – 2005. – Vol. 88. – № 6. – P. 1955-1965.
192. Wright, A. J. The effect of minor components on milk fat microstructure and mechanical properties / A. J. Wright, A. G. Marangoni // *J Food Sci*. – 2003. – Vol. 68. – № 1. – P. 182–6.
193. Wu, B. The Effect of overrun, fat destabilization and ice cream mix viscosity on entire meltdown behavior / B. Wu, D. O. Freire, R. W. Hartel // *Journal of food science*. – 2019. – Vol. 9. – № 84. – P. 2562-2571.
194. Xu, J. Micronutrients-fortified rapeseed oil improves hepatic lipid accumulation and oxidative stress in rats fed a high-fat diet / J. Xu, X. Zhou, H. Gao, C. Chen, Q. Deng, Q. Huang, J. Ma, Z. Wan, F. Huang // *Health and Disease*. – 2013. – № 12. – P. 28-32.
195. Yoshitake, T. The Ginkgo biloba extract EGb761 and its main constituent flavonoids and ginkgolides increase extracellular dopamine levels in the rat prefrontal cortex / T.

Yoshitake, S. Yoshitake, J. Kehr // *British Journal of Pharmacology*. – 2010. – Vol. 159. – № 3. – P. 659-668.

196. Yüksel, A. K. Determination of certain physicochemical characteristics and sensory properties of green tea powder (matcha) added ice creams and detection of their organic acid and mineral contents / A. K. Yüksel, M. Yüke, I. C. Şat // *Gıda J Food*. – 2017. – Vol. 42. – № 2. – P. 116-126.

197. Zou, X. Lipid composition analysis of milk fats from different mammalian species: potential for use as human milk fat substitutes / X. Zou, J. Huang, Q. Jin, Z. Guo, Y. Liu, L. Cheong, X. Xu, X. Wang // *Journal of agricultural and food chemistry*. – 2013. – Vol. 61. – № 29. – P. 7070-7080.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Рацион питания школьников АРЕ и расчет комбинаций жирно-кислотного состава (сливочное масло)

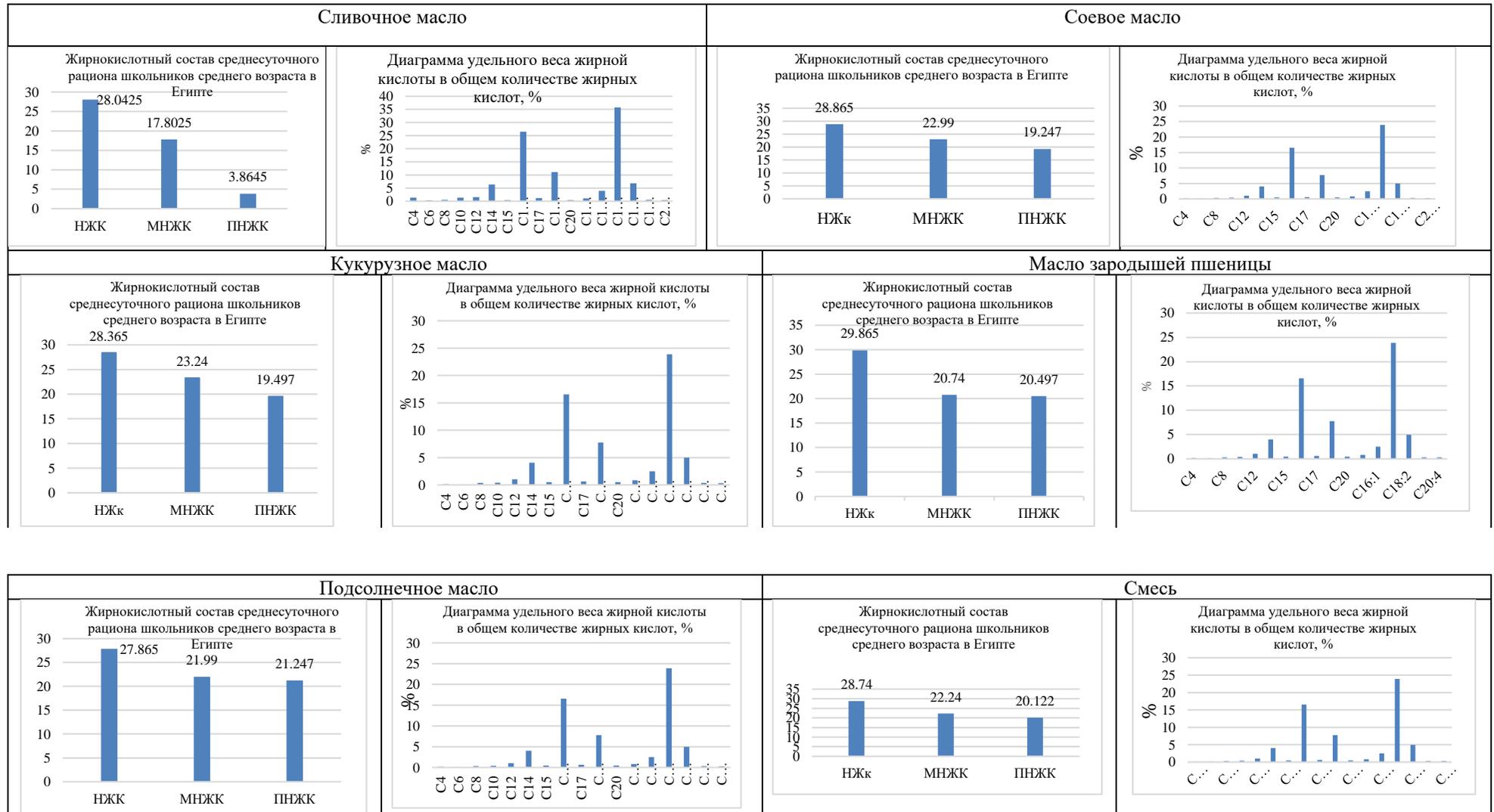
	C ₄	C ₆	C ₈	C ₁₀	C ₁₂	C ₁₄	C ₁₅	C _{16:0}	C ₁₇	C _{18:0}	C ₂₀	C _{14:1}	C _{16:1}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}	C _{20:4}	Фосфолипиды	Холестерин	
	<i>Завтрак</i>																			
Молоко	0,11	0,08	0,08	0,09	0,1	0,51	0	0,64	0	0,35	0,04	0,05	0,09	0,78	0,09	0,03	0,09	0,03	0,01	
Яйцо	0	0	0	0	0	0,04	0,01	2,05	0	0,88	0,03	0	0,39	4,09	1,1	0,06	0,11	2,7	0,5	
Хлеб	0	0	0	0	0	0	0	0,18	0	0,03	0,01	0	0,01	0,24	0,52	0,01	0	0,21		
Сыр	0	0	0,06	0,21	0,2	0,69	0,09	1,83	0,1	0,92	0,09	0,12	0,18	2,07	0,09	0	0	0,13	0,3	
Чай	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	<i>Обед</i>																			
Мясо	0	0	0	0	0	0,48	0,09	3,66	0,2	1,78	0	0,22	0,8	5,88	0,35	0,12	0,017	0,6	0,07	
Масло	0,56	0,12	0,1	0,28	0,4	1,17	0	3,69	0	1,12	0	0,12	0,42	3,4	0,12	0,01	0	0,057	0,02	
Овощи	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4		
Фрукты	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	<i>Ужин</i>																			
Сыр	0	0	0,03	0,088	0,1	0,288	0,038	0,763	0,3	0,38	0,038	0,05	0,075	0,8625	0,0875	0	0	0,0575	0,125	
Хлеб	0	0	0	0	0	0	0	0,36	0	0,06	0,02	0	0,01	0,48	1,04	0,02	0	0,42		
Сок апельсиновый	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Мед	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Итого	0,67	0,2	0,27	0,668	0,8	3,178	0,228	13,17	0,6	5,51	0,228	0,56	1,975	17,8025	3,3975	0,25	0,217	4,6045	1,025	
Итого	насыщенная жирная кислота										58,2 г			МНЖК 38,9г		ПНЖК 10,427 г				
Рекомендуемая суточная доза г	насыщенная жирная кислота										28 г			МНЖК 29,1г		ПНЖК 20 г			5 г	0,06 г
соевое масло	насыщенная жирная кислота										15 г			24 г		61 г				
кукурузное	насыщенная жирная кислота										13 г			25 г		62 г				
Подсолнечное	насыщенная жирная кислота										11 г			20 г		69 г				
МЗП	насыщенная жирная кислота										19 г			15 г		66 г				

Рацион питания школьников АРЕ и расчет комбинаций жирно-кислотного состава (растительное масло)

	C ₄	C ₆	C ₈	C ₁₀	C ₁₂	C ₁₄	C ₁₅	C _{16:0}	C ₁₇	C _{18:0}	C ₂₀	C _{14:1}	C _{16:1}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}	C _{20:4}	Фосфолипиды	Холестерин
	<i>Завтрак</i>																		
Молоко	0,11	0,08	0,08	0,09	0,1	0,51	0	0,64	0,02	0,35	0,04	0,05	0,09	0,78	0,09	0,03	0,09	0,03	0,01
Яйцо	0	0	0	0	0	0,04	0,01	2,05	0,03	0,88	0,03	0	0,39	4,09	1,1	0,06	0,11	2,7	0,5
Хлеб	0	0	0	0	0	0	0	0,18	0	0,03	0,01	0	0,01	0,24	0,52	0,01	0	0,21	
Сыр	0	0	0,06	0,21	0,24	0,69	0,09	1,83	0,06	0,915	0,09	0,12	0,18	2,07	0,09	0	0	0,13	0,3
Чай	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	<i>Обед</i>																		
Мясо	0	0	0	0	0	0,48	0,09	3,66	0,23	1,78	0	0,22	0,8	5,88	0,35	0,12	0,017	0,6	0,07
Масло																			
Овощи	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	
Фрукты	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	<i>Ужин</i>																		
Сыр	0	0	0,1	0,35	0,4	1,15	0,15	3,05	0,1	1,5	0,15	0,2	0,3	3,45	0,35	0	0	0,23	0,5
Хлеб	0	0	0	0	0	0	0	0,36	0	0,06	0,02	0	0,01	0,48	1,04	0,02	0	0,42	
Сок апельсиновый	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Печенье	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Мед	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Итого	0,11	0,08	0,24	0,3	0,74	2,87	0,34	11,8	0,44	5,515	0,34	0,59	1,78	16,99	3,54	0,24	0,217	4,77 г	1,4 г
Итого	насыщенная жирная кислота 58,2 г													МНЖК 38,39 г		ПНЖК 10,427 г			
Рекомендуемая суточная доза г	насыщенная жирная кислота 28 г													МНЖК 29,1 г		ПНЖК 20 г		5 г	0,06 г
соевое масло	насыщенная жирная кислота 15 г													24 г		61 г			
кукурузное	насыщенная жирная кислота 13 г													25 г		62 г			
подсолнечное	насыщенная жирная кислота 11 г													20 г		69 г			
мзп	насыщенная жирная кислота 19 г													15 г		66 г			

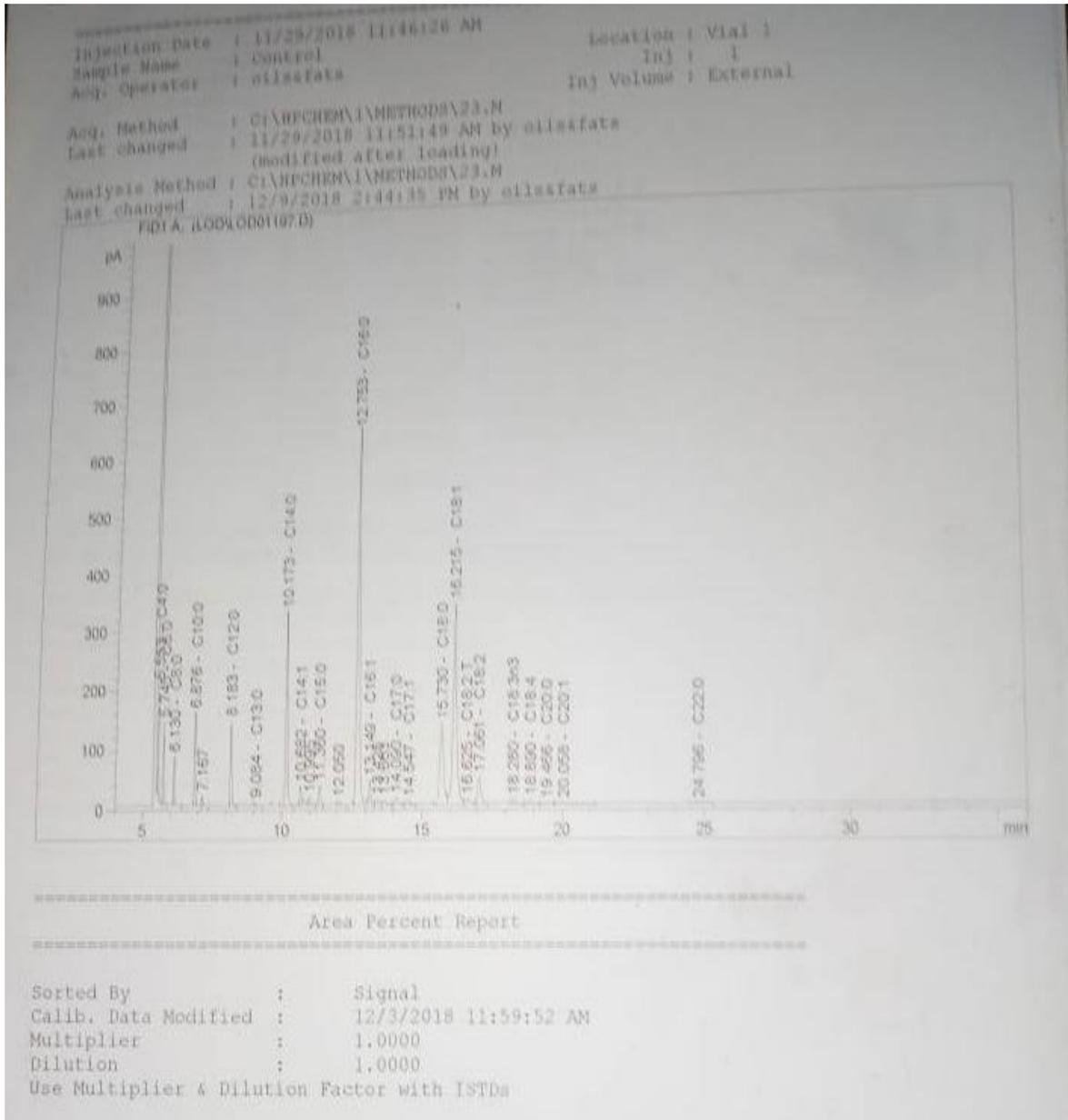
ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Жирно-кислотный состав и диаграмма удельного веса жирной кислоты в общем количестве жирных кислот, в среднесуточном рационе школьников среднего возраста АРЕ



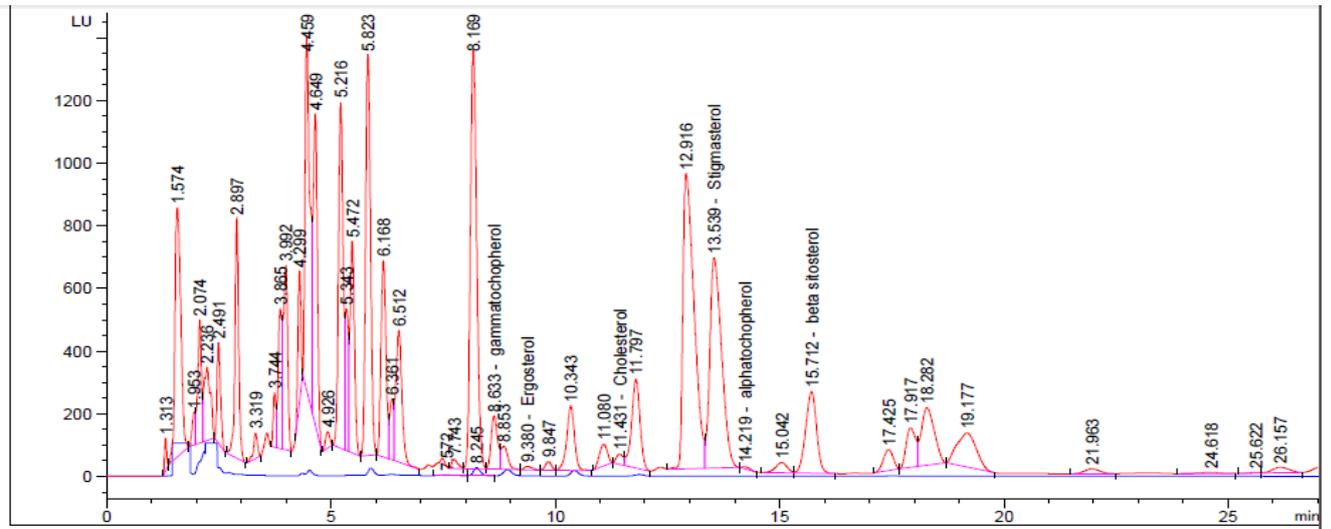
ПРИЛОЖЕНИЕ В

Газовая хроматография молочного жира



ПРИЛОЖЕНИЕ Г

ВЭЖХ и тонкослойной хроматографии (ТСХ) минорных компонентов



Sample Name: F80C474-19

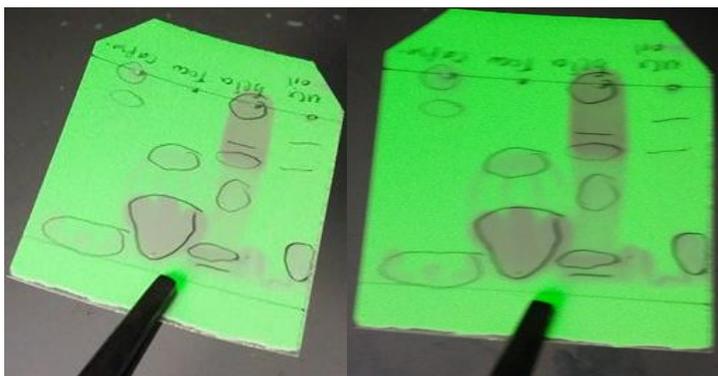
Signal 2: WVD1 A, Wavelength=205 nm

RetTime [min]	Type	Area [mAU*s]	Amt/Area	Amount [mg/kg]	Grp	Name
8.633	VB	1737.54773	2.083333e-2	190.99456		gamma-tocopherol
9.380	BB	139.13388	4.236208e-1	303.58840		Ergosterol
11.431	VB	384.15788	1.233368e-1	219.45640		Cholesterol
12.339	VB	1.2118784	1.089000e-1	674.90528		Stigmasterol
14.219	BB	78.29066	4.41306e-1	172.75080		alpha-tocopherol
15.712	VB	4406.72070	6.01637e-1	8849.51007		beta sitosterol
Totals :				1.64002e4		

1 Warnings or Errors :

Warning : Calibration warnings (see calibration table listing)

*** End of Report ***



ПРИЛОЖЕНИЕ Д

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПИЩЕВЫХ
ПРОИЗВОДСТВ»
(ФГБОУ ВО «МГУПП»)

ОКПД 2: 15.43.10.121

Группа Н12

УТВЕРЖДАЮ
Директор по научной работе
ФГБОУ ВО «МГУПП»
Щетинин М.П.
« 10 » 2020 г.



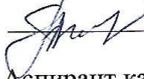
СПРЕД СЛИВОЧНО-РАСТИТЕЛЬНЫЙ
Технические условия
ТУ 10.51.30 - 004 -02068634 - 2020
(впервые)

Дата введения в действие – «22» 10 2020 г.

РАЗРАБОТАНО:

ФГБОУ ВО «МГУПП» д.т.н.,
заведующий кафедрой «Технологии
и биотехнологии продуктов питания
животного происхождения»
 Титов Е.И.

Д.т.н., проф. кафедры «Технологии
и биотехнологии продуктов питания
животного происхождения»

 Тихомирова Н.А.

Аспирант кафедры «Технологии и
биотехнологии продуктов питания
животного происхождения»

 Абделлатыф С.С.

Москва
2020

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПИЩЕВЫХ
ПРОИЗВОДСТВ»
(ФГБОУ ВО «МГУПП»)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «МГУПП»

Плетинин М.П.
10 06 2020 г.



СПРЕД СЛИВОЧНО-РАСТИТЕЛЬНОЙ
Технологическая инструкция
(впервые)

Дата введения в действие – «22» 10 2020 г.

РАЗРАБОТАНО:

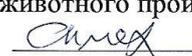
ФГБОУ ВО «МГУПП» д.т.н.,
заведующий кафедрой «Технологии
и биотехнологии продуктов питания
животного происхождения»


Титов Е.И.

Д.т.н., проф. кафедры «Технологии
и биотехнологии продуктов питания
животного происхождения»


Тихомирова Н.А.

Аспирант кафедры «Технологии и
биотехнологии продуктов питания
животного происхождения»


Абделлатиф С.С.

Москва
2020

Приложение Е

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПИЩЕВЫХ
ПРОИЗВОДСТВ»
(ФГБОУ ВО «МГУПП»)

ОКПД 2: 10.52.10.112

Группа Н17

УТВЕРЖАЮ
Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «МГУПП»
Цетинин М.П.
« 10 » 2020 г.



МОРОЖЕНОЕ СЛИВОЧНОЕ ОБОГАЩЕННОЕ
Технические условия
ТУ 10.52.10 -005 -02068634 - 2020
(впервые)

Дата введения в действие – «22» 10 2020 г.

РАЗРАБОТАНО:

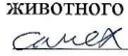
ФГБОУ ВО «МГУПП» к.т.н., И.о. зав
кафедры и биотехнологии продуктов
питания животного происхождения»
Ионова И.И.



Д.т.н., проф. кафедры «Технологии и
биотехнологии продуктов питания
животного происхождения»
Тихомирова Н.А.



Аспирант кафедры «Технологии и
биотехнологии продуктов питания
животного происхождения»
Абделлатыф С.С.



Москва
2020

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПИЩЕВЫХ
ПРОИЗВОДСТВ»
(ФГБОУ ВО «МГУПП»)

УТВЕРЖАЮ
Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «МГУПП»

Метинин М.П.
«16» 2020 г.

МОРОЖЕНОЕ СЛИВОЧНОЕ ОБОГАЩЕННОЕ
Технологическая инструкция
(впервые)

Дата введения в действие – «22» 10 2020 г.

РАЗРАБОТАНО:

ФГБОУ ВО «МГУПП» к.т.н., И.о. зав
кафедры и биотехнологии продуктов
питания животного происхождения»

 Ионова И.И.

д.т.н., проф. кафедры «Технологии и
биотехнологии продуктов питания
животного происхождения»

 Тихомирова Н.А.

Аспирант кафедры «Технологии и
биотехнологии продуктов питания
животного происхождения»

 Абделлатиф С.С.

Москва
2020

Приложение Ж



ООО «НОВАЯ ИЗИДА»

ИНН 5823901465 / КПП 582301001
 Адрес местонахождения: 442370, Пензенская обл.,
 Мокшанский р-он, р.п. Мокшан, ул. Энгельса, д. 8
 Телефон 984-25-83, 780-41-04, E-mail: 999.2004@mail.ru

Банковские реквизиты:
 Банк: АКБ «АБСОЛЮТ БАНК» (ПАО)
 БИК 044525976
 Расчетный счет 40702810424000003492
 Корреспондентский счет
 30101810500000000976

Генеральный директор ООО «НОВАЯ ИЗИДА»
 А. В. Мазуров
 02 апреля 2021 г.



АКТ

промышленной выработки спреда сливочно-растительного

Комиссия в составе генерального директора ООО «Новая Изид» А.В. Мазурова и сотрудников ФГБОУ ВО Московский государственный университет пищевых производств «МГУПП»: д.т.н., проф. Тихомировой Н.А., к.т.н., доц. Ионовой И.И., аспиранта Абделлатыф Самех Собхи Галяль составила настоящий акт о том, что в период с 24.03.2021г. по 27.03.2021г. была выработана опытная партия спреда сливочно-растительного, проведена его органолептическая оценка и исследованы физико-химические показатели.

Для производства спреда сливочно-растительного использовали следующие ингредиенты по разработанной Абделлатыф Самех Собхи Галяль рецептуре: сливочное масло; кукурузное масло; обезжиренное молоко, масложировой модуль; поваренная соль; эмульгатор и стабилизатор; вода.

Спред выработывали по технологии в соответствии с ТИ и ТУ 10.51.30-004-02068634-2020 «Спред сливочно-растительный. Технические условия.», предусматривающей: приемку и оценку качества сырья и ингредиентов по рецептуре; подготовку сырья и составление масложировой смеси; пастеризацию; эмульгирование; термомеханическую обработку; фасовку; структурообразование спреда; промежуточное резервирование и реализацию готового продукта.

По органолептическим и физико-химическим показателям спред сливочно-растительный соответствует ТУ 10.51.30-004-02068634-2020. Результаты исследования опытных образцов спреда сливочно-растительного, воспроизводимости технологии в производственных условиях ООО «Новая Изид» подтвердили адекватность рецептуры и технологического процесса, разработанного аспирантом Абделлатыф Самех Собхи Галяль и могут быть рекомендованы к внедрению в производство.

Ген. директор ООО «НОВАЯ ИЗИДА» _____ Мазуров А. В.

д.т.н., проф. ФГБОУ ВО «МГУПП» _____ Тихомирова Н.А.

к.т.н., доц. ФГБОУ ВО «МГУПП» _____ Ионова И.И.

аспирант ФГБОУ ВО «МГУПП» Самех Абделлатыф Самех Собхи Галяль

Приложение 3

ООО «Пец-Хаас»

Должность инженер-технологФ.И.О. Васильева В.Н.

«26» августа 2021г.



АКТ

**опытной выработки масложирового модуля на основе минорных
компонентов растительного и животного происхождения**

Настоящий акт составлен в том, что на ООО «Пец-Хаас» в период с 20.08.2021г по 25.08.2021г были выработаны две опытные партии по 50,0 кг масложирового модуля на основе минорных компонентов растительного и животного происхождения. Опытная выработка проводилась сотрудниками ООО «Пец-Хаас» при участии представителей ФГБОУ ВО Московский государственный университет пищевых производств (МГУПП).

Для производства масложирового модуля использовали кукурузное масло, масло из зародышей пшеницы, минорные компоненты, дигидрокверцетин. Масложировой модуль вырабатывали по технологии, предусматривающей подготовку и смешивание рецептурных компонентов, эмульгирование, расфасовку и упаковку.

Опытные образцы масложирового модуля на основе минорных компонентов растительного и животного происхождения исследовали по физико-химическим и органолептическим показателям.

Результаты исследования опытных образцов, воспроизводимость технологии в производственных условиях подтвердили адекватность рецептуры и технологического процесса масложирового модуля на основе минорных компонентов растительного и животного происхождения.

Подписи:

оператор-наладчик ООО «Пец-Хаас»

к.т.н., доц. ФГБОУ ВО «МГУПП»

аспирант ФГБОУ ВО «МГУПП»

студент ФГБОУ ВО «МГУПП»

Саберзанов Ю.В.

Ионова И.И.

Абделлатыф Самех С-Г

Саберзанова М.Ю.





ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ
 «ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СЕРТИФИКАТ

настоящим подтверждается, что

АБДЕЛЛАТЫФ
СОМЕХ САБХИ ГАЛЯЛЬ

выступил с докладом
 на Международном круглом столе
 «ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ
 В РОССИИ И ГЕРМАНИИ»,
 проходившем на базе кафедры физики, МОФ и ПИ
 факультета математики, физики, химии, информатики ГСГУ
 2 октября 2017 года
 (повышение квалификации 10 часов)

Приказ по университету № 257 от 14 сентября 2017 г.

Ректор ГОУ ВО МО «ГСГУ»,
 дин, профессор

А.Б.Мазуров



02 октября 2017 года
 г.о. Коломна

КАЗАНСКИЙ КООПЕРАТИВНЫЙ ИНСТИТУТ
РОССИЙСКОГО УНИВЕРСИТЕТА КООПЕРАЦИИ
МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ ОТЕЛЬНОГО БИЗНЕСА В ПРАГЕ
ВЫСШАЯ ШКОЛА БИЗНЕСА И ПРАВА В ПРАГЕ
ЕВРОПЕЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ МОЛДОВЫ
КАРАГАНДИНСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ КАЗПОТРЕБСОЮЗА
КОСТАНАЙСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
РОССИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Г.В. ПЛЕХАНОВА
НИЖЕГОРОДСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Н.И. ЛОБАЧЕВСКОГО

СЕРТИФИКАТ

выдан

Абделлатыф Самех Собхи Галяль

участнику

Международной конференции молодых ученых,
аспирантов, студентов и учащихся
«КООПЕРАЦИЯ И ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО:
СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ»

20 декабря 2017 г.



А.Р. Набиева

СЕРТИФИКАТ

Настоящим удостоверяем, что

АБДЕЛЛАТЫФ САМЕХ СОБХИ ГАЛЯЛЬ

(Каирский Национальный исследовательский центр, отдел молочной промышленности, Республика Египет)

принял участие во Всероссийской научно-практической конференции с международным участием

«АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ТОВАРОВОЖДЕНИЯ, БЕЗОПАСНОСТИ ТОВАРОВ И ЭКОНОМИКИ»

23-24 марта 2018 г.

(Российская Федерация, г. Коломна, Московская область, ГОУ ВО МО «Государственный социально-гуманитарный университет»,
экономический факультет, кафедра товароведения)

и выступил с докладом «Методы снижения холестерина в молочных продуктах»

Декан экономического факультета

К.Э.Н., доцент

Руськович М.В.



Ректор ГОУ ВО МО «ГСУ»

Д.И.Н., профессор

Мазуров А.Б.



Заведующий кафедрой товароведения

Д.Э.Н., профессор

Сюлярова А.Н.





ГРАМОТА

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет
пищевых производств»
Институт Биотехнологии и высокотехнологичных пищевых
производств

Вручается **Самех А.Г.**

За участие
в научно-практической конференции с
международным участием

«Пища и человек»

Секция

«Формирование качества и создание
социально значимых продуктов
здорового питания на основе сырья
животного происхождения»

и.о.Проректора МГУПП
по научной работе
Директор института
Биотехнологии и высокотехнологичных
пищевых производств


Бабин Ю.В.


Данильчук Т.Н.

Апрель 2018г.



V МЕЖДУНАРОДНЫЙ
АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ
МОЛОЧНЫЙ ФОРУМ

СЕРТИФИКАТ

Выдан Абделлатыфу Самеху Собхи Галалю о том, что он принял участие в работе юбилейного V Международного агропромышленного молочного форума.

27-28 ноября 2018 года

Москва



Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ**



СЕРТИФИКАТ

базового учебного курса
удостоверяет, что
Абделлатыф Самех Собхи Галяль

29 – 30 ноября 2018 года
прошел(а) обучение по курсу
повышения квалификации

**«ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОИНГРЕДИЕНТОВ В СОВРЕМЕННЫХ
ТЕХНОЛОГИЯХ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ
МАССОВОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ И СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО
НАЗНАЧЕНИЯ»**

в рамках I Международной научно-практической
конференции с международным участием

**«Передовые пищевые технологии:
состояние, тренды, точки роста»**

И.о. проректора
по научной работе МГУПП

 Ю.В. Бабин

Рег. № 179/18

г. Москва

2018 г.

Лицензия серия 90Л01 № 0009606
Рег. №2531 от 08 февраля 2017 г.





АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ЦЕНТРОСОЮЗА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ КООПЕРАЦИИ»

СЕРТИФИКАТ

подтверждает, что

Абделлатыф Самех Собхи Галяль

аспирант,

МГУ пищевых производств

принял активное участие
в Международной научно-практической конференции:
«КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ ТОВАРОВ:
ОТ ПРОИЗВОДСТВА ДО ПОТРЕБЛЕНИЯ»

Проректор по научно-исследовательской работе



О.А. Фиофанова

февраль 2019



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ - МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА

СЕРТИФИКАТ УЧАСТНИКА

**Международной научной конференции
профессорско-преподавательского состава,
посвященной 125-летию со дня рождения В.С. Немчинова
3-5 декабря 2019 г.**

Выдан

Абделлатыф С.С., студент-аспирант,
Национальный исследовательский центр
Каирского университета, Египет.

Тихомировой Н.А., д.т.н., профессор
ФГБОУ ВО МГУПП

**за доклад на тему
«ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИГИДРОКВЕРЦЕТИНА
В КОМПОЗИЦИИ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ НА ОСНОВЕ
МОЛОЧНОГО ЖИРА И МИНОРНЫХ КОМПОНЕНТОВ»**

**на секции
ТЕХНОЛОГИИ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ
ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА**

Зам.декана технологического
факультета

С.А. Масловский

С.А. Масловский

Москва 2019



**FEDERAL STATE EDUCATIONAL ESTABLISHMENT
OF HIGHER EDUCATION
«MOSCOW STATE UNIVERSITY OF FOOD PRODUCTION»
(ФГБОУ ВО «МГУПП»)**

CERTIFICATE OF PARTICIPATION

**THE SECOND INTERNATIONAL SPECIALIZED CONFERENCE AND EXHIBITION
"FACTORY OF THE FUTURE" WHICH HELD ON MOSCOW, 27 - 28
FEBRUARY 2020.**

DR. SAMEH SOBHY GALAL

**"MOSCOW STATE UNIVERSITY OF FOOD PRODUCTION"
EXPRESSES YOU SINCERE GRATITUDE AND THANKS FOR ACTIVE
PARTICIPATION IN THE SECOND INTERNATIONAL SPECIALIZED
CONFERENCE AND EXHIBITION "FACTORY OF THE FUTURE": THE
TRANSITION TO ADVANCED INTELLIGENT PRODUCTION TECHNOLOGY,
ROBOTIC SYSTEMS FOR THE FOOD INDUSTRY."**

**YOUR PERFORMANCE CAUSED A GREAT INTEREST OF
PARTICIPANTS OF THE CONFERENCE - EXHIBITIONS. WE ARE
SINCERELY GLAD TO OUR COOPERATION.**

**HOPE YOU TAKE PART IN THE NEXT OUR FUTURE FACTORY
CONFERENCE.**

ФГБОУ ВО «МГУПП»
Институт Промышленной инженерии,
информационных технологий и мехатроники

**SINCERELY
PROF. DR. M.M. BLAGOVESHCHENSKAYA**

**BY INSTRUCTION OF THE CONFERENCE
ORGANIZING COMMITTEE:
ADVISOR OF THE RECTORATE.**

MOSCOW 2020





СЕРТИФИКАТ

Настоящий сертификат
подтверждает что

Алгешин атоф
Сашек Собжи Рашиев

успешно освоил(а) курс

МОЛОЧНЫЙ СОМЕЛЬЕ



сертификат

№ 32

выдан

7.03.2022

Генеральный директор
«Чистая Линия»
Зограбян Т.Г.

CERTIFICATE OF APPRECIATION

<https://icepp-conference.ru/tafp-2021rus>

Presented to

**Sameh
El-Hadad**

For participation in
INTERNATIONAL CONFERENCE
«ADVANCED TECHNOLOGIES IN
AGRICULTURE AND FOOD
PROCESSING»

TAFP-2021

June 10, 2021

Date



Business communication center s.r.o.

IČ: 08581363, DIČ: CZ08581363
602111 7, vložka 321049

Signature