

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»

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой
степени кандидата технических наук

Москва – 2021

Работа выполнена на кафедре «Технологии и биотехнологии продуктов питания животного происхождения» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет пищевых производств»

Научный руководитель: **Тихомирова Наталья Александровна**
доктор технических наук, профессор кафедры «Менеджмент и экономика» ГОУ ВО МО «Государственный социально-гуманитарный университет»

Официальные оппоненты: **Восканян Ольга Станиславовна**
доктор технических наук, профессор кафедры «Инновационных технологий продуктов из растительного сырья» ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им. К. Г. Разумовского» (ПКУ)

Щетинина Елена Михайловна
кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология продуктов питания» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

Защита состоится «_» _____ г. в _____ часов на заседании Совета по защите диссертаций на соискание степени кандидата наук Д 212.148.11 на базе ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств» по адресу: 125080, г. Москва, Волоколамское ш., д. 11, корп. А.

Отзывы (в двух экземплярах) на автореферат, заверенные гербовой печатью учреждениями, просим направить в адрес диссертационного совета.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств» по адресу: 125080, г. Москва, Волоколамское ш., д. 11. Диссертация размещена в сети интернет на официальном сайте ФГБОУ ВО «МГУПП» <http://www.mgupp.ru/>.

Автореферат размещен на официальных сайтах ВАК Минобрнауки РФ (<http://vak.ed.gov.ru/>) и ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств» (<http://www.mgupp.ru/>).

Автореферат разослан «___» _____.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат технических наук, доцент

Кусова Ирина Урузмаговна

ОБЩЕЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. 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 объемов 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 исследования. Проблеме создания продуктов функционального назначения, обогащения биологически активными веществами, повышающими их пищевую ценность, посвящены исследования отечественных и зарубежных 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.

Цель диссертационной работы.

Разработка технологий 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 работы.

- 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 оптимальная 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 зарубежных ученых. 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 работ, 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.

Основное содержание работы

Во введении обоснована актуальность работы, определены цель и задачи исследований, приведена научная концепция работы и указаны направления исследований, представлены научная новизна и основные положения, вынесенные на защиту диссертационной работы.

В первой главе «Аналитический обзор литературы» представлена актуальная информация современного состояния молочной отрасли пищевой промышленности АРЕ. Отмечена роль минорных компонентов молочного жира и растительных масел в здоровом питании. Подробно рассмотрены физико-химические свойства и состав молочного жира. В результате анализа научно-технической информации обоснована целесообразность корректировки жирно-кислотного состава молочного жира и обогащения его минорными компонентами для восполнения дефицита мононенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот, жирорастворимых витаминов и повышения его стойкости при хранении.

Во второй главе «Материалы и методы исследований» представлены методы исследований, дана характеристика объектов исследований, указаны исследуемые показатели и изложены методы их определений. На рис. 1 представлена схема проведения экспериментов.

Исследования были проведены на кафедре «Технология и биотехнология продуктов питания животного происхождения» ФГБОУ ВО Московского государственного университета пищевых производств, в Национальном исследовательском центре Каирского университета и во Всероссийском научно-исследовательском институте холодильной промышленности – филиале ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН. Объектами исследования служили образцы молочного жира, сливочного масла, растительных масел (соевое; кукурузное; подсолнечное; масло зародышей пшеницы); минорные компоненты, полученные из масла зародышей пшеницы; композиции на их основе; модифицированный молочный жир и продукты с модифицированной жировой фракцией (спред сливочно-растительный, мороженое сливочное обогащенное).

Социологический опрос проводился в городе Гиза и ее окрестностях (Египет) методом анкетирования и интернет-опросом. Минорные компоненты для масложировой композиции получали по методике Miraliakbari & Shahidi 2008. Использовали современные методы и приборы. Жирно-кислотный состав определяли на газохроматографическом анализаторе. Термический анализ молочного жира и его фракций до и после модификации проводили дифференциальным сканирующим колориметром (ДСК) (Модель 7, Perkin Elmer, Norwalk, CT).



Рисунок 1 - Схема проведения исследований

Морфологический анализ кристаллизации молочного жира проводили с применением поляризационного светового микроскопа Olympus BH (Olympus, Токио, Япония). Содержание твердого жира (СТЖ) в исследуемых образцах определяли методом ядерно-магнитной резонансной (ЯМР, модель: MARAN-SFC, компания: Resonance Instruments Ltd., England) по методике, описанной в IUPAC (1987). Использовали традиционные методы исследования, так интегральную антиоксидантную активность (АОА) определяли на приборе «Эксперт-006» кулонометрическим титрованием с использованием электрогенерированных галогенов. Антибактериальную активность ДГК определяли по отношению к референтным штаммам (тест-штаммы 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) методом диффузии в агар, по Соп и др., 2001, ГОСТ ISO 21871-2013, ГОСТ 31747-2012, ГОСТ Р 54755-2011. Органолептические показатели спредов и мороженого проводили дегустационной комиссией балльным методом. Результаты экспериментальных исследований статистически обработаны. Повторность опытов и анализов – 3-5-кратная, результаты проанализированы с помощью программы SAS software (SAS Inst. Inc. Cary, NC, 2016) и критерия Тьюки. Достоверная значимость была установлена на уровне $p < 0,05$.

В третьей главе «Обоснование основного и вспомогательного сырья и разработка масложирового модуля с минорными компонентами функционального назначения» представлены результаты маркетинговых исследований и изучения потребительских предпочтений в АРЕ. Описана характеристика основного и вспомогательного сырья для масложирового модуля, представлена его рецептура и способ получения. При подборе образцов растительного масла для масложирового модуля учитывали ряд факторов: ресурсы, состав, потребительские характеристики. Анализ жирно-кислотного состава растительных масел показал возможность корректировки жирно-кислотного состава при использовании не отдельного вида масла, а их смеси. Были выбраны масло из зародышей пшеницы - источник незаменимых жирных кислот, главным образом, линолевой кислоты (омега-3) и минорных компонентов (токоферолы, стиролы, фосфолипиды) и кукурузное масло как источник ПНЖК, главным образом, омега-6. Кроме того, масло зародышей пшеницы и кукурузное масло имеют приятные вкус и аромат.

На основе анализа жирно-кислотного состава установлено различие по содержанию короткоцепочечных жирных кислот (КЦЖК), среднецепочечных жирных кислот (СЦЖК) и длинноцепочечных жирных кислот (ДЦЖК) в молочном жире (МЖ) и отобранных видах растительного масла. Так, в кукурузном масле (КМ) и масле из зародышей пшеницы (МЗП) КЦЖК и СЖКЦ отсутствуют, но содержатся ДЦЖК, причем олеиновая и линолевая кислоты преобладают. Кроме того, в МЗП и КМ большая часть жирных кислот представлена ННЖК (77,8 и 88,42 % соответственно) и меньшая часть - НЖК (22,17 и 11,58 %), в сравнении с МЖ (30,76 и 68,75%, соответственно). Был проанализирован качественный и количественный состав токоферолов, который показал, что в качестве их источника целесообразно использовать масло из зародышей пшеницы. Результаты исследований сравнительной антиоксидантной активности отобранных образцов растительных масел для масложирового модуля с минорными компонентами проводили по перекисному числу, представленных на рис. 2

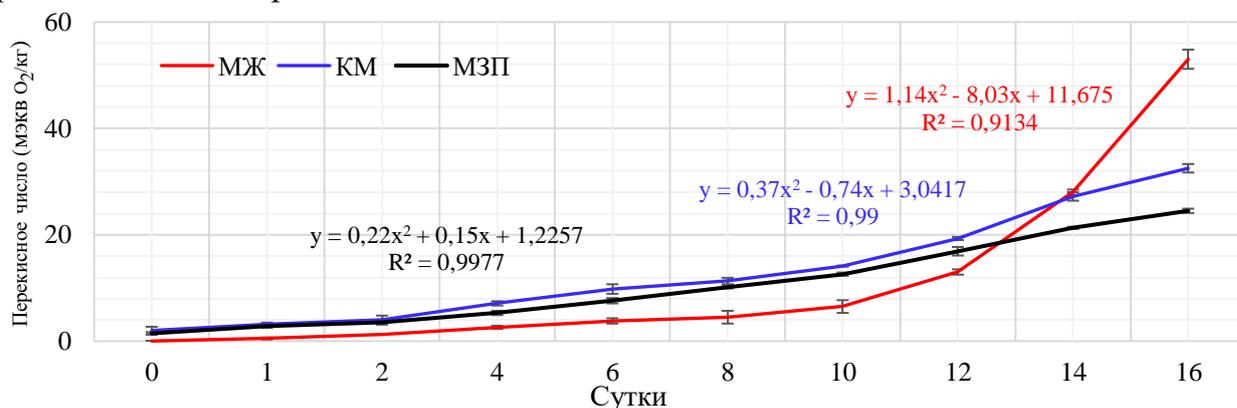


Рисунок 2 - Динамика перекисного числа при 60°C в молочном жире (МЖ); кукурузном масле (КМ) и масле зародышей пшеницы (МЗП)

Характер кривых перекисного окисления, представленных на рис. 2, показал, что первые 8 суток окислительный процесс нарастал незначительно, после 10-х суток наблюдения молочный жир стал активнее окисляться и к 14-м суткам значение контролируемого показателя увеличилось в 25 раз по сравнению с начальным, а далее процесс еще более интенсифицировался. Индукционный период окислительной порчи составляет: для молочного жира – $7,47 \pm 0,44$ ч; для кукурузного масла – $8,33 \pm 0,63$ ч; для масла зародышей пшеницы – $12,25 \pm 0,88$ ч. Наиболее устойчиво к окислительной порче было масло зародышей пшеницы.

Для повышения стабильности липидной фракции масложировой композиции были проведены исследования по подбору дополнительных антиоксидантов. Так, был использован дигидрохверцетин (ДГК) – биологически активное соединение, основным источником которого является древесина сибирской лиственницы (*Larix sibirica*). Интегральная антиоксидантная активность ДГК составила $0,006$ мг/дм³ в пересчете на аскорбиновую кислоту.

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. Результаты исследования представлены соответственно на рис. 3 и 4. 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). В DPPH* тесте количество радикалов ДГК постепенно увеличивалось вместе с увеличением концентрации ДГК. IC₅₀ для ДГК и Тролокс в решении DPPH* составило $63,83$ мкг/см³ ($r^2 = 0,97$) и $117,02$ мкг/см³ ($r^2 = 0,99$), соответственно.

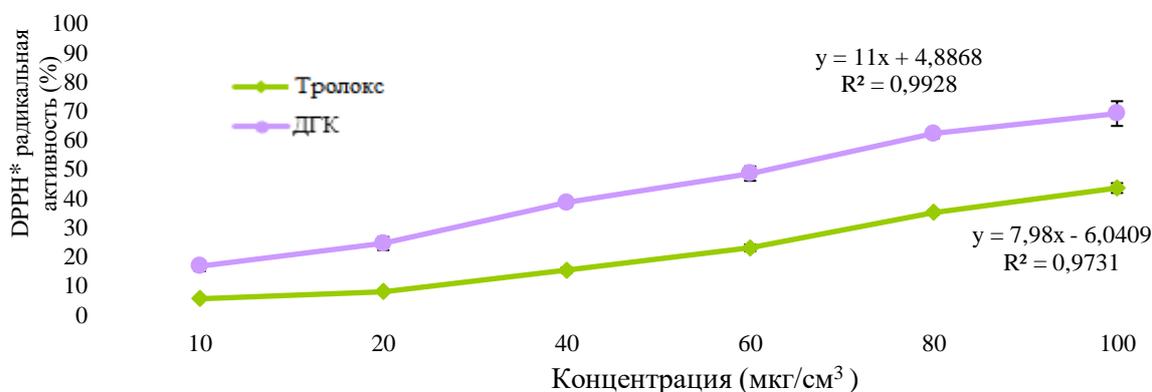


Рисунок 3 - DPPH* радикальная активность дигидрохверцетина и Тролокса в качестве стандартного антиоксиданта

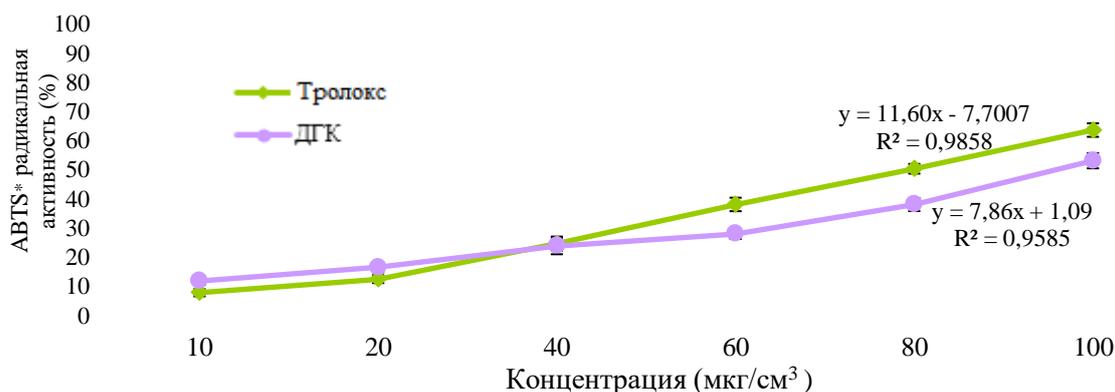


Рисунок 4 - ABTS* радикальная активность дигидрохверцетина и Тролокса в качестве стандартного антиоксиданта

ДГК был также эффективным АВТС* утилизатором в зависимости от концентрации (10-100 мг/дм³). При высоких концентрациях (> 40 мкг/см³) ДГК проявлял низкую АВТС* радикальную активность по сравнению с Тролоксом (Рис. 4). IC₅₀ для ДГК и Тролокса в растворе АВТС* составлял 99,96 мкг/см³ (r² = 0,96) и 78,93 мкг/см³ (r² = 0,99) соответственно.

Исследована окислительная стабильность молочного жира (МЖ) сливочного масла в зависимости от концентрации ДГК. Для этого экспериментально определяли индукционный период (методом Rancimat при 110°C) и увеличение продолжительности срока годности при хранении молочного жира с различным содержанием дигидрокверцетина. Результаты представлены на рис. 5.

Стабильность к окислительной порче и увеличение срока хранения молочного жира имеет прямо пропорциональную зависимость от содержания ДГК.

В результате проведенных исследований теоретически обоснована и экспериментально подтверждена рецептура масложирового модуля, включающая на 100 г молочного жира: 15±2,0 % кукурузного масла; 1,5±0,5 % минорных компонентов (токоферолы, стерины, каротиноиды, фенольные соединения, моно- и диглицериды, фосфолипиды и свободные жирные кислоты) и 175±15 мг ДГК.

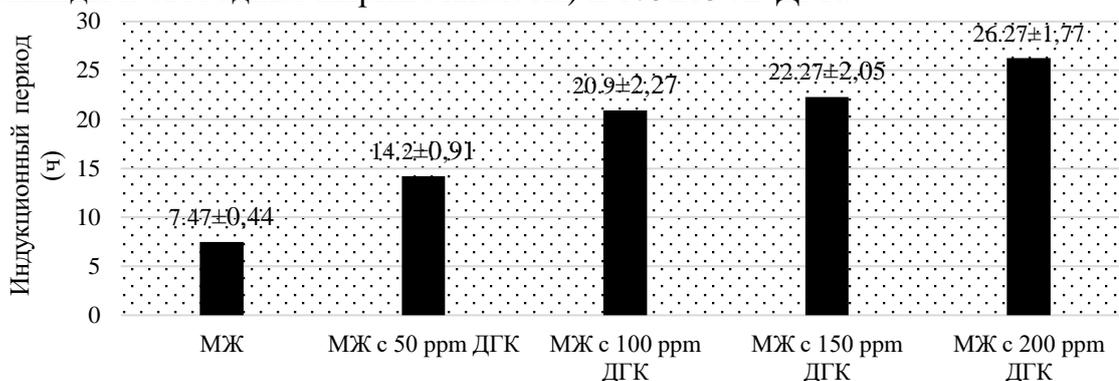


Рисунок 5 - Окислительная стабильность молочного жира (МЖ) в зависимости от концентрации ДГК

Исследовали влияние ДГК на рост и развитие трех штаммов грамположительных и трех штаммов грамотрицательных наиболее распространенных патогенных микроорганизмов, результаты которых представлены в табл. 1.

Таблица 1 - Антибактериальная активность ДГК по зоне ингибирования, мм

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

Антибактериальная активность ДГК повышалась по мере увеличения его концентрации (50 - 300 мкг/см³). Зона ингибирования колебалась от 8 мм против *P. aeruginosa* и 26 мм против *B. cereus*, с низкой (50 мкг/см³) и высокой концентрацией (300 мкг/см³), соответственно. Антимикробное действие ДГК вероятно можно

объяснить его адсорбцией микробными клетками с последующими структурными или функциональными повреждениями мембраны бактериальных клеток.

На следующем этапе выполнения диссертационной работы были проведены исследования по использованию масложирового модуля с минорными компонентами в производстве спреда сливочно-растительного и мороженого сливочного.

В четвертой главе «Разработка технологии спреда сливочно-растительного с использованием масложирового модуля с минорными компонентами» представлена рецептура и технология спреда с использованием разработанного масложирового модуля с минорными компонентами, которая не требует изменения аппаратурно-технологической схемы производства и дополнительных капиталовложений. 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. 2.

Таблица 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±1,550	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

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.

Содержание СЖК и ЧО уменьшалось вместе с увеличением дозировки КМ, но снижение было значительным только в МЖ с 20 % КМ ($p < 0,01$). Добавление к молочному жиру 15 % кукурузного масла не повлияло на нормальный диапазон ЧО полученной смеси. Таким образом, была определена рациональная концентрация кукурузного масла в составе спреда. Далее были исследованы химические и физические свойства спреда сливочно-растительного, содержащего минорные компоненты, в свежем виде и в процессе его хранения при температуре 5 ± 1 °С в течение 60 суток.

В результате проведенных исследований установлено, что содержание СЖК и значения показателей жира (ПЧ и ПП) снижаются по мере увеличения дозы минорных компонентов и кукурузного масла. Добавление к сливочному маслу кукурузного масла и минорных компонентов вызвало постепенное увеличение значения йодного числа (ЙЧ), которое было пропорционально уровню добавленного кукурузного масла.

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

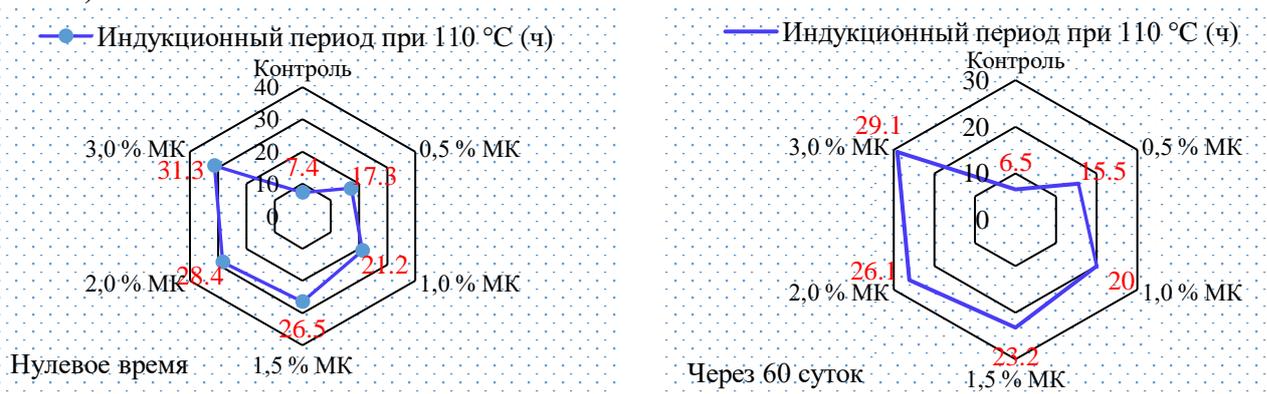


Рисунок 6 - Окислительная стабильность спреда сливочно-растительного с минорными компонентами и ДГК

Определяли органолептические показатели спредов сливочно-растительных в свежем виде и при хранении при температуре 5 ± 1 °С в течение 60 суток по трем показателям бальным методом по суммарной оценке. Наилучшие органолептические показатели имели образцы спреда с 15 % кукурузного масла и 1,5 % минорных компонентов как в свежеработанных образцах, так и в процессе хранения.

На следующем этапе исследования 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. СТЖ значительно снижалось по мере повышения температуры ($P < 0,05$), но никаких существенных различий не наблюдалось после добавления МК к МЖ при различных соотношениях по сравнению с контрольным образцом. Установлено, что МК не изменяют равновесное содержание твердого жира и не влияют на явление полиморфизма.

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.7. В целом на экзотермическую термограмму влияет только липидный профиль масел и жиров. Как показано на рис. 7, термограмма охлаждения ДСК спреда сливочно-растительного с началом кристаллизации $54,85$ °С показала два пика при $35,88$ °С (пик 1) и $49,49$ °С (пик 2), представляющих собой высокоплавкие фракции, с изменением энтальпии (ΔH , Дж/г) $28,54$ и $4,65$ Дж/г соответственно.

После добавления МК в различных дозировках (0,5; 1,0; 1,5; 2,0 и 3,0 %) начало кристаллизации спреда сливочно-растительного снижалось с $52,51$ до $41,55$; $50,01$; $45,02$ и $47,51$ °С ($P < 0,05$). С другой стороны, смещение пиков было замечено при различных дозировках 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.

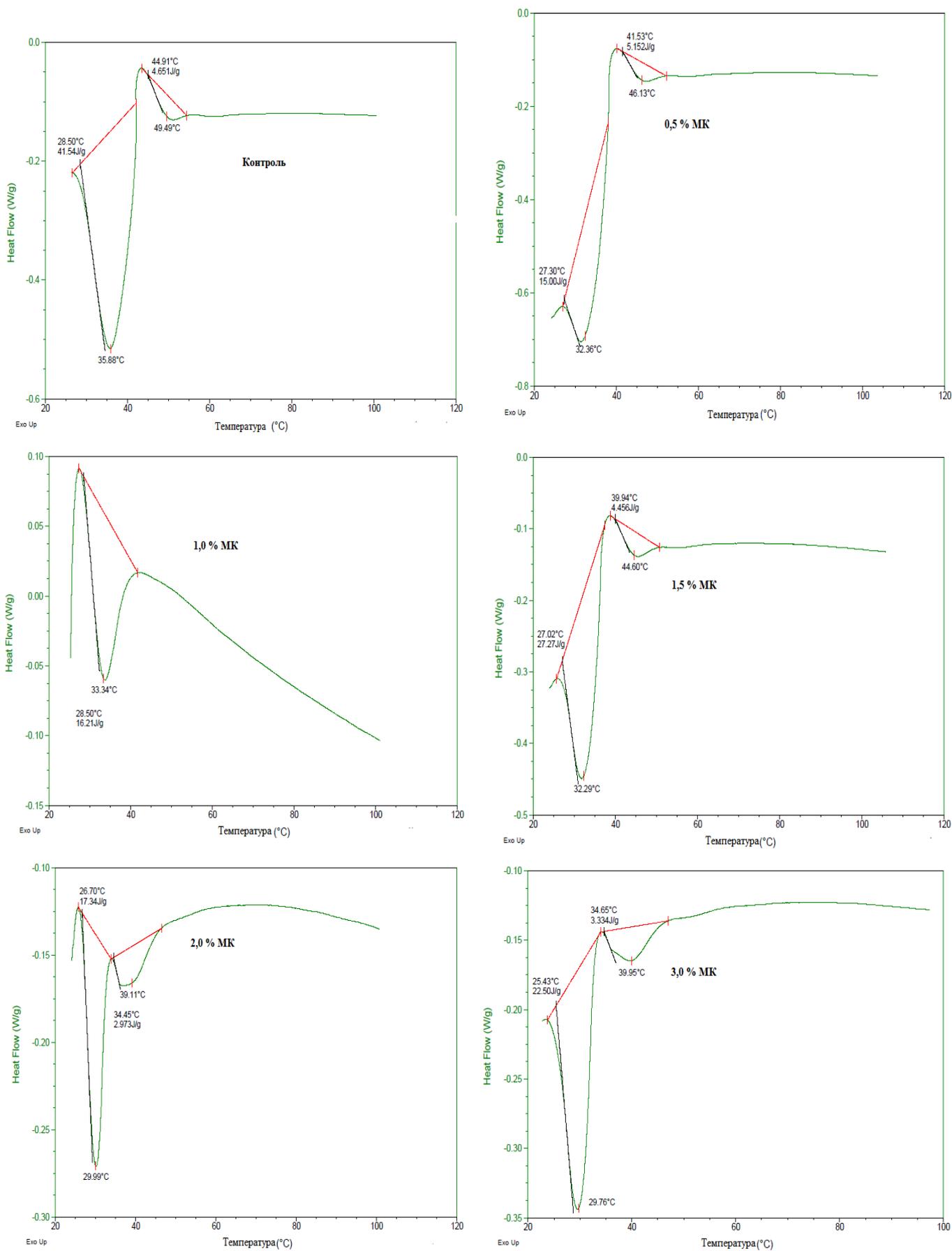


Рисунок 7 - Дифференциальная сканирующая колориметрия, температуры пика плавления и энтальпии спреда сливочно-растительного с МК (0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 3,0 %)

Причем ΔH первого пика уменьшилось с 15,00 до 16,21; 27,2; 17,34 и 22,50 Дж/г соответственно, а второго уменьшилось с 5,15 до 4,46; 2,97 и 3,33 Дж/г при дозировках МК 0,5; 1,5; 2,0 и 3,0 % соответственно, исключение составлял вариант с 1,0 % МК, имевший один пик. Добавленные минорные компоненты в молочный жир повлияли на температуру плавления и равновесное состояние кристаллической фракции спреда сливочно-растительного. Однако, минорные компоненты задерживают начало кристаллизации при низких температурах.

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 полиморфизму спреда сливочно-растительного. Для подтверждения этих наблюдений проводили морфологические исследования кристаллов в опытных образцах. 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. Микрофотографии, полученные после кристаллизации, показаны на фотографиях (рис.8).

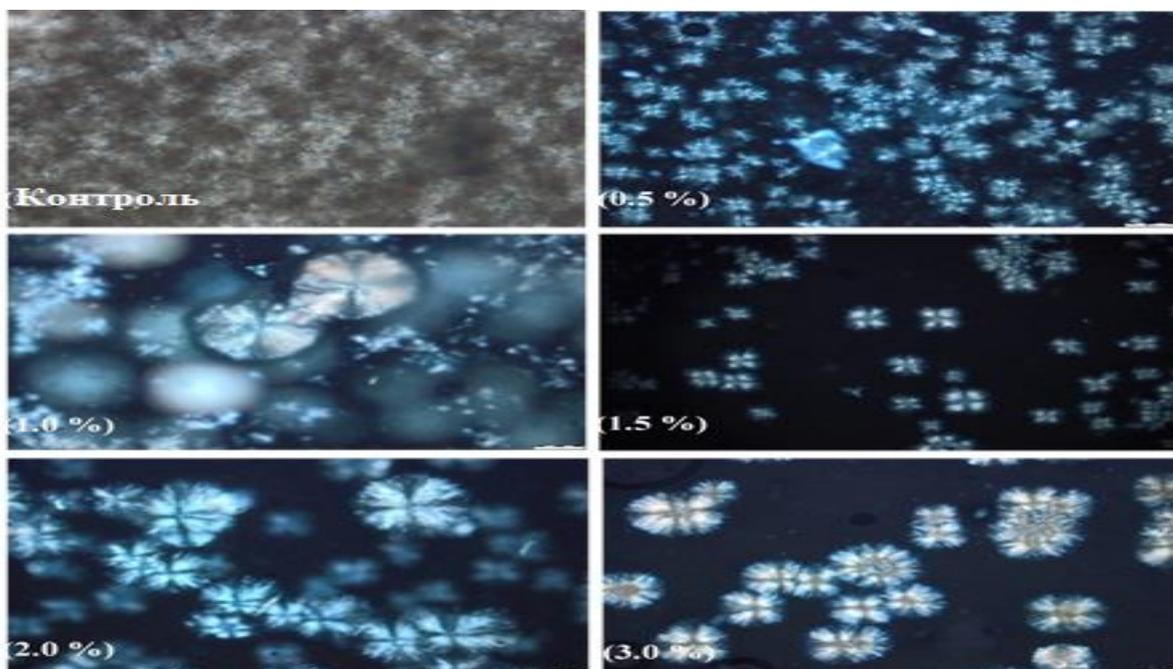


Рисунок 8 - Кристаллическая структура образцов спреда сливочно-растительного с МК

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. При добавлении МК в концентрации не более 1,5 % молочный жир из грубой кристаллической формы переходит в унифицированную кристаллическую форму.

В пятой главе «Разработка технологии мороженого, обогащенного минорными компонентами» представлена рецептура мороженого обогащенного, в которую включены минорные компоненты животного и растительного происхождения. Для этого не требуется существенного изменения аппаратурно-технологической схемы производства как мягкого, так и закаленного мороженого. Обоснована дополнительная операция внесения минорных компонентов на стадии приготовления смеси. Минорные компоненты вносятся в смесь мороженого вместе с жидкими компонентами перед операцией гомогенизации. На первом этапе была

определена рациональная доза минорных компонентов. Критериями оценки служили совокупность функционально-технологических свойств смеси мороженого до и после фризирования, закаливания и хранения закаленного мороженого при температуре минус 20 ± 2 °С, а также органолептические показатели. В экспериментальные образцы вносили от 0,5 до 3,0 % МК. В образцах определяли динамическую вязкость смеси мороженого при температуре созревания смеси (6 ± 2 °С). В мороженом определяли взбитость, формоустойчивость и скорость плавления. Добавление минорных компонентов (МК) вызывало незначительное ($P > 0,05$) повышение кислотности и снижение рН смесей для мороженого, обусловленное наличием некоторых свободных жирных кислот и взаимодействием фенольных соединений в МК с молочными белками смеси. На рис. 9 представлены данные по влиянию содержания минорных компонентов на величину динамической вязкости смесей для мороженого сливочного.

Установлено, что до и после созревания все смеси для мороженого сливочного с МК были значительно более вязкими ($P < 0,05$), чем контрольная смесь. В процессе созревания динамическая вязкость постепенно увеличивалась ($P \leq 0,05$) с 1057 до 2913 МПа•с. Ее увеличение может быть связано с присутствием среди МК некоторых компонентов (моно- и диглицеридов, фосфолипидов), которые повышают эмульгирующие свойства. В процессе созревания смеси происходит гидратация белков, проявляются гидроколлоидные свойства стабилизаторов, которые вносятся в соответствии с рецептурой, что приводит к повышению ее вязкости. Увеличение значения динамической вязкости наблюдалось в образцах содержащих 0,5 и 1,0 % МК и в контроле (без минорных компонентов).

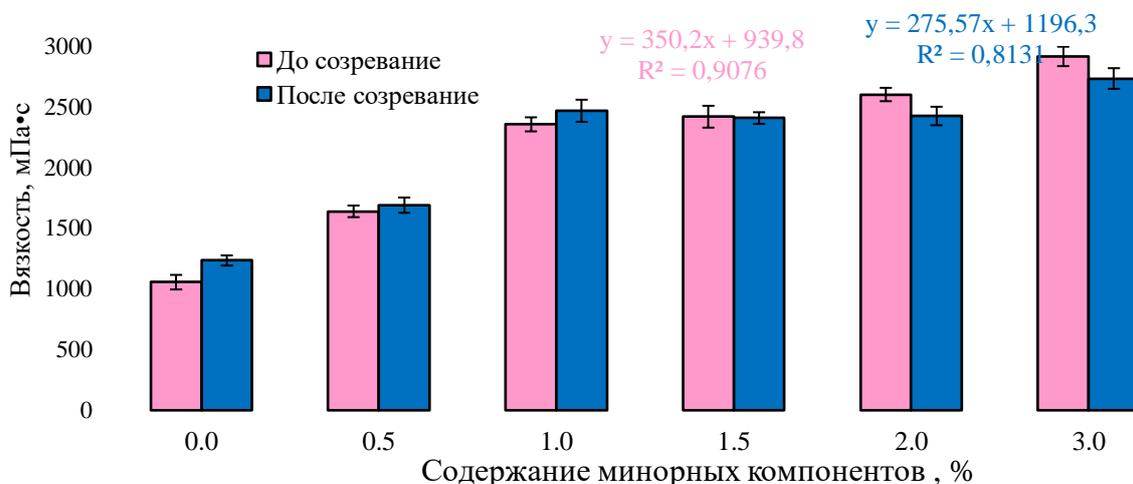


Рисунок 9 – Динамическая вязкость смесей для мороженого с разным содержанием МК

При этом в образцах, содержащих 1,5; 2,0 и 3,0 % минорных компонентов, отмечалось снижение вязкости в процессе созревания, соответственно: с 2420; 2603 и 2917 мПа•с до 2409, 2426 и 2735 мПа•с. 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 дозировкой минорных компонентов для мороженого является 1,0 %.

Важным показателем потребительских свойств мороженого является взбитость, которая характеризуется степенью насыщения воздухом и размером воздушных ячеек. На рис. 10 показано влияние внесения МК на эти свойства мягкого мороженого после фризирования. Показатель взбитости - самый высокий в образце мороженого, 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. Однако при добавлении МК в дозировках более 1,0 % наблюдалось достоверное снижение взбитости ($P < 0,05$). Снижение взбитости мягкого мороженого при высоких дозировках МК может быть связано с вязкостью данных смесей и снижением насыщения мороженого воздухом.

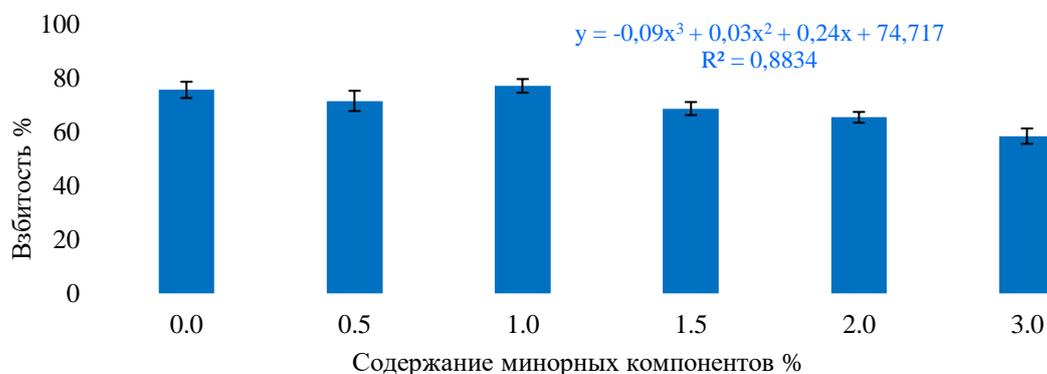


Рисунок 10 - Взбитость мягкого мороженого в зависимости от содержания минорных компонентов

Вязкость смеси оказывает воздействие на увеличение силы сдвига во время ее замораживания, способствуя взаимодействию жировых глобул и коалесценции жира. Влияние добавления различных дозровок МК на средний размер воздушной ячейки мороженого показано на рис.11. В целом, средний размер воздушной ячейки мороженого 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 МК с 0 до 1,0 %. Выше 1,0 % МК 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. При добавлении в низкой дозировке ($\leq 1,0$ %) МК могут действовать как эмульгаторы, которые помогают стабилизировать оболочку воздушной ячейки и предотвратить ее разрушение.

Важными показателями качества закаленного мороженого являются устойчивость к таянию и скорость плавления. Результаты исследования данных показателей представлены на рис. 12. 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. На следующем этапе провели оценку формоустойчивости опытных и контрольных образцов закаленного мороженого.

Образцы мороженого помещали в термостат при температуре 20 °С и отмечали время в течение которого происходило плавление мороженого с потерей формоустойчивости. На рис. 13 представлены результаты этих исследований. Установлено, что при термостатировании формоустойчивость контрольного образца была более стабильной (меньший размер оплава), чем у образцов, содержащих минорные компоненты. Эти данные коррелируются с представленными результатами испытаний (рис.12). 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.

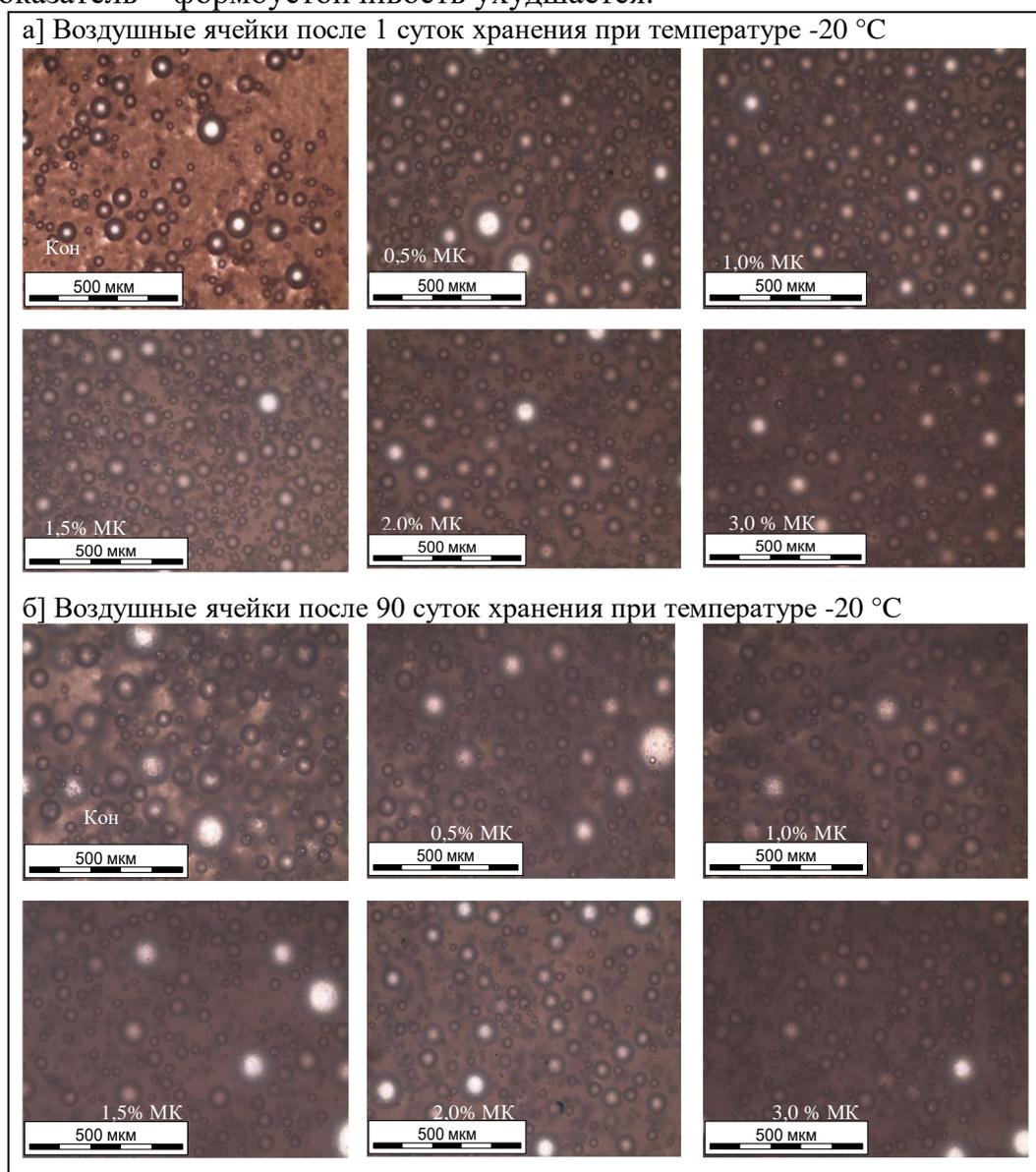


Рисунок 11 - Микроструктура мороженого после закаливания и после 90 суток хранения при температуре минус 20 °С

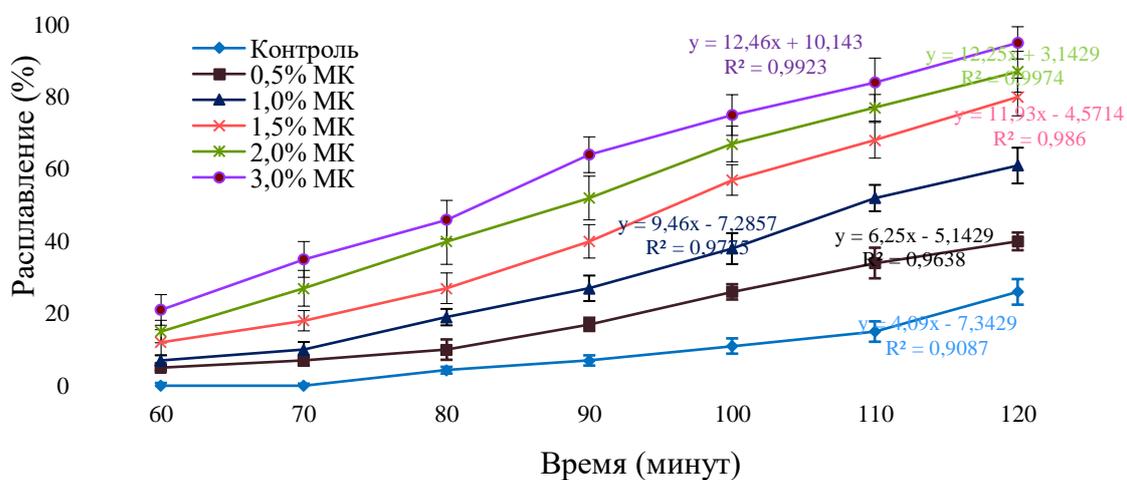


Рисунок 12 - Доля расплавленного мороженого в зависимости от содержания МК

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.

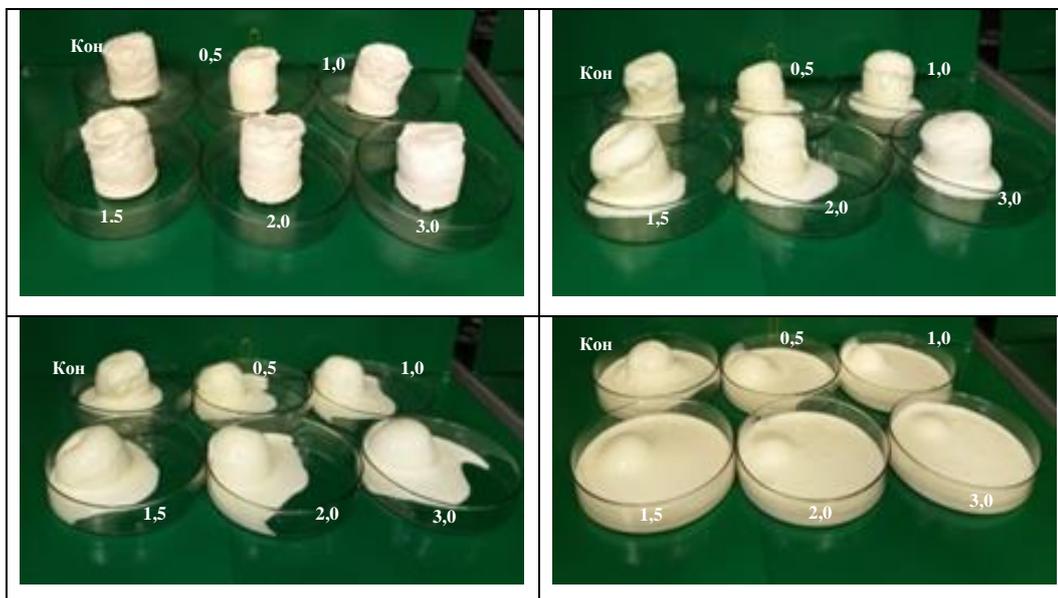


Рисунок 13 - Фотографии образцов закаленного мороженого без и с добавлением минорных компонентов в процессе их термостатирования при температуре 20 °С

На заключительном этапе была проведена органолептическая оценка контрольных и опытных образцов мороженого дегустационной комиссией. 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 концентрациях. Тело и текстура, вкус и аромат контрольных образцов и образцов мороженого, содержащих 0,5 и 1,0 % МК, были аналогичны, при добавлении МК более 1,5 % органолептические показатели ухудшались. В целом, контрольные образцы и образцы мороженого, содержащие 0,5 и 1,0 % МК, показали сходство друг с другом по суммарным баллам, выставленным по сладости, гладкости и вкусу. Однако 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 рациональной дозировки минорных компонентов при производстве мороженого сливочного с модифицированной жировой фракцией, которая составляет $1,0 \pm 0,5$ % минорных компонентов.

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 РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:

Статьи в журналах, индексируемых в БД «Scopus»:

1. El-Hadad, (Abdellatife) S. S. Physicochemical Properties and Oxidative Stability of Butter Oil Supplemented with Corn Oil and Dihydroquercetin / S. S. El-Hadad, N. A. Tikhomirova // Journal of Food Processing and Preservation. – 2018. – Vol. 42, N 10. – P. 1–7.

2. El-Hadad, (Abdellatife) S. S. Minor Components and Thermal Stability of Butter, Wheat Germ and Corn Oils in The Russian Market / S. S. El-Hadad, N. A. Tikhomirova // Bioscience Research. – 2018. – Vol. 15, N 3. – P. 2770-2779.

3. El-Hadad, (Abdellatife) S. S. Biological Activities of Dihydroquercetin and its Effect On the Oxidative Stability of Butter Oil / S. S. El-Hadad, N. A. Tikhomirova, M. Abd El-Aziz // Journal of Food Processing and Preservation. – 2020. – Vol. 44, N 5. – P. 1–6

4. El-Hadad, (Abdellatife) S. S. Physical Properties and Microstructure of Ice Cream Supplemented with Minor Components of Wheat Germ Oil / S. S. El-Hadad, N. A. Tikhomirova, A.

A. Tvorogova, T. V. Shobanova, M. Abd El-Aziz // International Journal of Dairy Science. – 2020. – Vol. 15, N 4. – P. 189–199.

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ:

5. Абделлатыф, С. С. Минорные компоненты липидного происхождения для стабилизации молочного жира / С. С. Абделлатыф, Н. А. Тихомирова, И. С. Краснова // Сыроделие и маслоделие. – 2018. – № 5. – С. 54–56.

6. Тихомирова, Н. А. Модифицированное сливочное масло с экстрактом минорных компонентов / Н. А. Тихомирова, С. С. Абделлатыф // Сыроделие и маслоделие. – 2020. – № 1. – С. 53–55.

7. Титов, Е. И. Масложировая композиция для молочных продуктов функциональной направленности / Е. И. Титов, Н. А. Тихомирова, С. С. Абделлатыф // Сыроделие и маслоделие. – 2020. – № 5. – С. 55–56.

Другие публикации:

8. Титов, Е. И. Особенности производства рассольных сыров в странах с жарким климатом / Е. И. Титов, Н. А. Тихомирова, С. С. Абделлатыф // Переработка молока. – 2018. – № 11. – С. 42–43.

9. Абделлатыф, С. С. Молочные и сывороточные напитки для школьного питания в Египте / С. С. Абделлатыф, Н. А. Тихомирова. // Актуальные вопросы индустрии напитков: ВНИИПБВВП. – 2018. – С. 7–9.

Публикации в сборниках научных трудов материалах российских и международных конференций

10. Абделлатыф, С. С. Разработка композиции для здорового питания на основе молочного жира и минорных компонентов / С. С. Абделлатыф, Н. А. Тихомирова // Материалы Научной конференции с международным участием «Развитие пищевой и перерабатывающей промышленности России: кадры и наука» МГУПП. Москва. – 2017. – С. 131–132.

11. Абделлатыф, С. С. Современные методы определения фальсификации молочного жира (экологический аспект) / С. С. Абделлатыф // Материалы круглого стола «Экологические проблемы в России и Германии» круглый стол. Коломна. – 2017. – С. 5–6.

12. Абделлатыф, С. С. Оценка антиоксидантных и антибактериальных свойств дигидрокверцетина / С. С. Абделлатыф, Н. А. Тихомирова // Материалы Международной научно-технической конференции «Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство». Воронеж. – 2017. – С. 225–230.

13. Абделлатыф, С. С. Исследование содержания пальмового масла при фальсификации молочного жира / С. С. Абделлатыф // Материалы IX Международного конгресса «Биотехнология: состояние и перспективы развития». Москва. – 2017. – С. 297–298.

14. Абделлатыф, С. С. Антиоксидантная активность препаратов дигидрокверцетина и гинкго билобы / С. С. Абделлатыф, Н. А. Тихомирова, И. С. Краснова // Материалы Международной научно-практической конференции «Научные инновации – аграрному производству». Омск. – 2018. – С. 1124–1126.

15. Абделлатыф, С. С. Методы снижения холестерина в молочных продуктах / С. С. Абделлатыф // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные вопросы товароведения, безопасности товаров и экономики». Коломна. – 2018. – С. 12–15.

16. Абделлатыф, С. С. Физико-химические свойства сливочного масла, обогащенного кукурузным маслом с высоким содержанием минорных компонентов / С. С. Абделлатыф, Н. А. Тихомирова // Материалы международной научно-практической конференции «Биотехнология: наука и практика», ISSN 2304-4691. Воронеж. – 2018. – С. 305–306.

17. Абделлатыф, С. С. Быстрый способ экстракции минорных компонентов из растительного масла / С. С. Абделлатыф, Н. А. Тихомирова // Материалы Научно-

практической конференции с международным участием «Передовые пищевые технологии: состояние, тренды, точки роста». Москва. – 2018. – С. 14–17.

18. Тихомирова, Н. А. Товароведная оценка и экспертиза качества масложирового композиция для специализированного питания / Н. А. Тихомирова, А. Н. Столярова, С. С. Абделлатыф // Материалы Международного Балтийского морского форума. Калининград. – 2018. – С. 120–125.

19. Абделлатыф, С. С. Рынок масложирового продукции и сливочного масла в Арабской Республике Египет / С. С. Абделлатыф // Материалы Международной научно-практической конференции «Качество и безопасность товаров: от производства до потребления». Российский университет кооперации. Москва. – 2019. – 20 С.

20. Абделлатыф, С. С. Пахта: один из источников молочных минорных компонентов / С. С. Абделлатыф, Н. А. Тихомирова // Материалы международной научно-практической конференции «Пищевые ингредиенты России 2019». Санкт-Петербург. – 2019. – С. 6–9.

21. Абделлатыф, С. С. Использование дигидрокверцетина в композиции здорового питания на основе молочного жира и минорных компонентов / С. С. Абделлатыф, Н. А. Тихомирова // Материалы Международной научной конференции профессорско-преподавательского состава, посвященной 125-летию со дня рождения В.С. Немчинова, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва. – 2019. – С. 60–63.

22. Тихомирова, Н. А. Влияние минорных компонентов масла зародышей пшеницы на потребительские свойства мороженого обогащенного / Н. А. Тихомирова, С. С. Абделлатыф // Материалы III Международного симпозиума «Инновации в пищевой биотехнологии», ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет». Кемерово. – 2021. – С. 366-368.

SUMMARY

Fats and oils contain a wide range of bioactive minor components. Minor components are of great interest because they have many health benefits and affect the technical properties of oils and fats as well as can affect the physical and structural properties of some foods. This study has determined the rational dose of minor components extract from wheat germ oil (WGO) for the production of ice cream and spread, that can be a positive influence on the functional and technological properties of both soft and hardened ice cream. The addition of the WGO as bioactive minor components, up to 1.0%, may positively affect the physical and structure of the ice cream and spread; increase mix viscosity, increase air cell sizes and decrease crystal sizes. The use of dihydroquercetin (DHQ) is recommended as a natural antioxidant to increase the shelf life of many products, such as vegetable oils, animal fats, milk powder, ice cream, and spread based on physico-chemical research. The results of the research are leading contributions and provide the possibility to produce dairy products with higher quality. The extract of minor components can be used for the production of functional foods rich in biologically active minor components. This study will help dairy researchers and laboratory practice for using minor components for manufacturing foodstuffs of functional nutrition, obtaining objective, comparable results for food properties and also contributed to an increase in profits.

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.