

На правах рукописи



Голяк Юлия Петровна

**РАЗРАБОТКА МАЙОНЕЗА С УВЕЛИЧЕННЫМ СРОКОМ ГОДНОСТИ НА
ОСНОВЕ ВЫСОКОЛЕИНОВОГО ПОДСОЛНЕЧНОГО МАСЛА И ЕГО
ТОВАРОВЕДНАЯ ОЦЕНКА**

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

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Москва - 2016

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет пищевых производств»

Научный руководитель:

доктор технических наук, профессор
Сидоренко Юрий Ильич

Официальные оппоненты:

Восканян Ольга Станиславовна
доктор технических наук, профессор,
ФГБОУ ВО «Московский государственный
университет технологий и управления
имени К.Г. Разумовского (Первый казачий
университет)», профессор кафедры
«Технологии продуктов из растительного
сырья и парфюмерно-косметических
изделий»

Самойлов Анатолий Владимирович
кандидат технических наук,
ООО «Кима Лимитед», ведущий технолог
по масложировой и молочной продукции

Ведущая организация:

Московский филиал Федерального
государственного бюджетного научного
учреждения «Всероссийский научно-
исследовательский институт жиров»

Защита состоится «15» июня 2017 года в 13.00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.196.07 на базе ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова» по адресу: 117997, г. Москва, Стремянный пер., д. 36, корп. 3, ауд. 353.

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в Научно-информационном библиотечном центре им. академика Л.И. Абалкина ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова» по адресу: 117997, г. Москва, ул. Зацепа, д. 43 и на сайте организации: <http://ords.rea.ru/>

Автореферат разослан «___» _____ 2017 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 212.196.07
доктор химических наук, профессор



Татьяна Ивановна Чалых

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Бесперебойное обеспечение населения высококачественной и безопасной масложировой продукцией и повышение ее конкурентоспособности на внешнем и внутреннем рынках продовольственных товаров являются решающими условиями эффективного развития масложировой отрасли, а также позволяют гарантировать выполнение положений Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 30 января 2010 г. № 120.

Основополагающие цели достигаются диверсификацией сырья, разработкой и внедрением инновационных технологий, расширением ассортимента масложировых продуктов, отличающихся высокими потребительскими характеристиками, а также модернизацией законодательной базы с целью унификации и гармонизации требований к качеству и безопасности пищевой продукции. Введен в действие ряд технических регламентов Таможенного союза: «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011), «Технический регламент на масложировую продукцию» (ТР ТС 024/2011) и «Пищевая продукция в части ее маркировки» (ТР ТС 022/2011).

Исследование процессов окисления имеет первостепенное значение для установления эффективных способов их ингибирования, разработки методов контроля качества и безопасности, идентификации критических показателей качества, определения оптимальных условий хранения и сроков годности продукции.

В этом отношении перспективными видами масличного сырья являются сорта и гибриды подсолнечника с модифицированным жирнокислотным составом, использование которых позволит решить актуальную задачу отечественного продовольственного рынка, заключающуюся в производстве низкоокисленных масложировых продуктов, обладающих улучшенными потребительскими свойствами, в частности майонеза с увеличенным сроком годности для массового потребления и использования на предприятиях общественного питания.

Степень разработанности темы исследования. Исследованию потребительских характеристик подсолнечных масел с измененным жирнокислотным составом и продукции на их основе посвящены труды отечественных и зарубежных ученых: Лисицына А.Н., Султановича Ю.А., Духу Т.А., Григорьевой В.Н., Прохоровой Л.Т., Ладыгина В.В., Гурьевой К.Б., Родниковой А.А., Frankel E.N., Garcés R., Bootello M.A., Salas J.J. и др.

Цели и задачи исследования. Целью диссертационной работы является разработка майонеза с увеличенным сроком годности и улучшенными потребительскими

характеристиками на основе высокоолеинового подсолнечного масла и его товароведная оценка.

В соответствии с поставленной целью были определены и решались следующие задачи:

- исследовать качественные и потребительские характеристики подсолнечных масел различной степени ненасыщенности: традиционного высоколинолевого, высокоолеинового и высокоолеинового высокостеаринового;
- изучить кинетику гидролитической и окислительной порчи подсолнечных масел в процессе ускоренного окисления при повышенной температуре по основным физико-химическим показателям и с помощью экспрессной методики, основанной на применении метода УФ-спектрофотометрии;
- разработать иерархическую структуру свойств качества рафинированного дезодорированного высокоолеинового подсолнечного масла;
- разработать рецептуру майонеза на основе высокоолеинового подсолнечного масла и провести товароведную оценку нового вида масложировой продукции;
- исследовать динамику гидролитической и окислительной порчи майонеза на основе высокоолеинового подсолнечного масла в процессе экспериментального хранения;
- разработать методику органолептической оценки майонеза на основе высокоолеинового подсолнечного масла для идентификации его сенсорных характеристик;
- оценить уровень потребительской приемлемости майонеза на основе высокоолеинового подсолнечного масла для приготовления блюд на предприятиях общественного питания.

Научная новизна.

Выявлены особенности протекания процесса окисления нерафинированного высокоолеинового высокостеаринового подсолнечного масла.

Выявлено, что при температуре хранения, равной 35°C, окисление исследуемых подсолнечных масел характеризуется в основном накоплением первичных продуктов окисления – гидроперекисей, и перекисное число является наиболее динамическим показателем окислительной порчи.

Установлено, что зависимости индексов окисленности по перекисному числу (ИО ПЧ) от значений перекисного числа образцов исследуемых подсолнечных масел с высокой степенью достоверности описываются линейными уравнениями.

Установлено, что использование высокоолеинового подсолнечного масла для производства майонеза оказывает положительное влияние на его органолептическое качество.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Выявлено, что высокоолеиновое высокостеариновое подсолнечное масло может быть заложено на длительное хранение после проведения рафинации и дезодорации, что связано с опережающим увеличением показателя «кислотное число», лимитирующим срок годности нерафинированного масла.

Разработана рецептура майонеза жирностью 67% на основе высокоолеинового подсолнечного масла с увеличенным сроком годности для массового потребления и приготовления различных блюд на предприятиях общественного питания.

Разработана и успешно апробирована методика органолептической оценки майонеза на основе высокоолеинового подсолнечного масла.

Разработан проект технической документация на майонез на основе высокоолеинового подсолнечного масла – технические условия «Майонез с увеличенным сроком годности «Сударушка».

Материалы выполненных научных и экспериментальных исследований включены в изданную коллективную монографию «Современные тенденции развития производства жировых продуктов: наука, технологии, бизнес» под редакцией Тутельяна В.А., Нечаева А.П., и используются в учебном процессе по направлению подготовки «Товароведение».

Методология и методы исследования. При проведении исследований применялись общепринятые, стандартные, модифицированные и специально разработанные методы.

Положения, выносимые на защиту.

На защиту выносятся следующие положения:

- совокупность результатов исследования закономерностей процессов окисления подсолнечных масел различной степени ненасыщенности;
- результаты сравнительного анализа окислительного статуса подсолнечных масел, оцененного с помощью показателей окислительной порчи и спектральных характеристик;
- обоснование целесообразности использования высокоолеинового подсолнечного масла для повышения устойчивости к окислению и продления срока годности майонеза с содержанием жира 67%;
- методика органолептической оценки майонеза на основе высокоолеинового подсолнечного масла;
- товароведная оценка майонеза жирностью 67% на основе высокоолеинового подсолнечного масла.

Степень достоверности и апробация результатов.

Достоверность экспериментальных данных оценивалась методами математической статистики с применением компьютерной программы Microsoft Office Excel 2007. Основные положения и результаты исследований доложены и обсуждены на VI межведомственной научно-практической конференции «Товароведение, общественное питание и технологии хранения продовольственных товаров» (МГУПП, г. Москва, 24-25 апреля 2014 г.), VII межведомственной научно-практической конференции «Инновации в товароведении, общественном питании и длительном хранении продовольственных товаров» (МГУПП, г. Москва, 16-17 апреля 2015 г.), IX Международной конференции «Масложировой комплекс России: новые аспекты развития» (МПА, г. Москва, 30 мая - 1 июня 2016 г.).

Публикации. По результатам диссертационной работы опубликовано 11 научных трудов, в том числе 3 статьи в рецензируемых научных изданиях, и раздел в коллективной монографии.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части, выводов и рекомендаций, списка литературы и приложений. Содержание работы изложено на 151 странице машинописного текста, включающего 24 рисунка, 44 таблицы и 246 источников литературы, в том числе 105 зарубежных.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении изложена актуальность темы исследования, сформулированы цель и задачи, показана научная новизна и значимость полученных результатов для инновационного развития потребительского рынка масложировой продукции.

ГЛАВА 1 Тенденции развития масложировой отрасли

Представлен аналитический обзор научно-технической литературы и патентной информации по теме диссертационной работы. Осуществлен анализ российского рынка майонезной продукции на основании данных ведущих маркетинговых агентств, а также рассмотрены общепринятые способы продления срока годности майонезов и майонезных соусов за счет повышения их устойчивости к окислению.

ГЛАВА 2 Объекты и методы исследования

Рассмотрены объекты и методы исследования.

В разделе, посвященном исследованию масел, объектами являлись подсолнечные масла различной степени ненасыщенности: масло подсолнечное рафинированное дезодорированное вымороженное «Высший сорт» (ВЛМ) по ГОСТ 1129-2013, ТР ТС 021/2011, ТР ТС 024/2011, ТР ТС 022/2011; масло подсолнечное высокоолеиновое рафинированное дезодорированное

«Высший сорт» (ВОМ) по ТУ 9141-006-70316851-2012, ТР ТС 021/2011, ТР ТС 024/2011, ТР ТС 022/2011; масло подсолнечное высокоолеиновое высокостеариновое нерафинированное (ВСОМ).

Выявлены и обобщены основные показатели качества растительных масел и разработана структурная схема свойств качества рафинированного дезодорированного ВОМ, основанная на иерархическом принципе многоуровневого описания различных характеристик и приведенная в таблице 1.

Таблица 1 - Иерархическая структура свойств качества рафинированного дезодорированного ВОМ

Свойства и показатели, составляющие качество рафинированного дезодорированного ВОМ			
Нулевой уровень	Первый уровень	Второй уровень	Третий уровень
Качество рафинированного дезодорированного ВОМ	Идентификационные свойства	Жирнокислотный состав и/или триглицеридный состав	Идентификация вида: содержание олеиновой кислоты и других жирных кислот; триглицеридов характерных для данного вида масла
		Физико-химические показатели	Идентификация вида: плотность, показатель преломления, температура застывания, число омыления, йодное число Идентификация сорта: цветное число, кислотное число, перекисное число, анизидиновое число
	Показатели безопасности	Физико-химические показатели	Показатели окислительной порчи: кислотное число, перекисное число
		Токсичные элементы	Концентрации свинца, мышьяка, кадмия, ртути, железа, меди
		Пестициды	Концентрации гексахлорциклогексана (α , β , γ -изомеры), дихлордифенилтрихлорэтана (ДДТ) и его метаболитов
		Радионуклиды	Удельная активность цезия-137 и стронция-90
		Микробиологические показатели (нормируются для детского питания)	Количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), БГКП (колиформы), <i>S. aureus</i> , дрожжи, плесени
		Канцерогены	Концентрации диоксинов, бенз(а)пирена
	Потребительские свойства	Органолептические показатели	Прозрачность, запах и вкус
		Физико-химические показатели	Цветное число, кислотное число, массовая доля нежировых примесей, фосфоросодержащих веществ, проба на мыло, массовая доля влаги и летучих веществ, перекисное число, анизидиновое число
		Пищевая ценность	Содержание олеиновой кислоты, концентрация витамина Е, содержание транс-изомеров жирных кислот и продуктов окисления липидов
		Функционально-технологические свойства	Срок годности, окислительная стабильность, температура затвердевания
		Стоимость	Себестоимость

В процессе хранения растительного масла одновременно протекают несколько процессов, обуславливающих изменение показателей качества и безопасности, которые представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Классификация основных процессов, оказывающих влияние на качество и безопасность растительного масла

Вид процесса	Наименование процесса
Физико-химический	Фотоокисление, кристаллизация и фазовые переходы, коагуляция коллоидно-растворенных сопутствующих веществ
Химический	Неферментативный гидролиз и автоокисление
Биохимический	Ферментативный гидролиз и окисление

Как видно из таблицы 2, гидролиз и окисление являются одними из основных процессов, протекающих в растительных маслах и обуславливающих снижение качества в процессе хранения. Показатели гидролитической и окислительной порчи масел выступают в качестве наиболее лабильных характеристик и могут быть именованы критическими показателями качества (КПК).

Оксистабильность растительного масла зависит от ацилглицеринового состава, наличия характерных сопутствующих веществ, примесей различной природы и других факторов. При этом с увеличением степени неопределенности жирных кислот, входящих в состав триглицеридов, скорость их окисления возрастает. Согласно изложенному выше была поставлена задача изучения динамики гидролитической и окислительной порчи ВОМ, ВСМ и сопоставления результатов с ВЛМ.

В разделе, посвященном исследованию майонезной продукции, объектами служили майонезы с содержанием жира 67%, произведенные холодным способом по разработанным рецептурам.

Для исследования сырья и готовой продукции использовались физические, физико-химические, органолептические, микробиологические, товароведные и математические методы. При планировании экспериментов и обработке полученных данных применялась компьютерная программа Microsoft Office Excel 2007. В работе приведены средние результаты с достоверностью 95%.

ГЛАВА 3 Изучение пригодности подсолнечных масел с модифицированным жирнокислотным составом для длительного хранения и применения при производстве майонеза

Изучение процессов гидролитической и окислительной порчи подсолнечных масел в условиях ускоренного старения

В настоящее время пристальное внимание обращено на использование различных сортов и гибридов масличных культур, в частности подсолнечника, для расширения ассортимента растительных масел. Применение подсолнечных масел с высоким содержанием моновенасыщенной олеиновой кислоты решает одну из наиболее важных проблем, связанных с качеством и безопасностью растительных масел: повышение окислительной стабильности с целью предотвращения накопления токсичных продуктов окисления в процессе переработки, хранения и при непосредственном использовании.

Благодаря высокой устойчивости к окислению и особым функционально-технологическим свойствам такие масла позволяют производить новые виды масложировой продукции, обладающие уникальными потребительскими характеристиками.

Исследование состава и исходных качественных характеристик подсолнечных масел

Изучены основные характеристики семян высокоолеинового высокостеаринового подсолнечника, а также органолептические, физико-химические показатели подсолнечных масел. Триглицеридные составы исследуемых масел приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Триглицеридные составы исследуемых подсолнечных масел

Обозначение триглицерида*	Массовая доля триглицерида, %, к сумме		
	BCM	BOM	BJM
PPO (C50:1)	0,7	1,3	-
POSt (C52:1)	2,5	0,7	0,3
POO (C52:2)	11,0	10,1	4,9
POL (C52:3)	0,5	2,5	11,1
PLL (C52:4)	-	2,6	12,9
StOSt (C54:1)	2,8	-	-
StOO (C54:2)	28,4	7,8	0,8
OOO (C54:3)	51,1	59,0	7,4
OOL (C54:4)	3,0	6,8	16,9
OLL (C54:5)	-	4,6	27,8
LLL (C54:6)	-	4,6	17,9
*Обозначение жирнокислотных остатков: P – пальмитиновая кислота, St – стеариновая кислота, O – олеиновая кислота, L – линолевая кислота			

Триолеин преобладает в высокоолеиновых маслах, и его массовая доля превышает 50% от суммы триглицеридов. BCM также содержит значительное количество диненасыщенных триглицеридов: стеародиолеина (28,4%) и пальмитодиолеина (11,0%). Низкое содержание линолеодиолеина (3,0%) и отсутствие олеодилиолеина и трилиолеина в его составе обуславливают высокую оксистабильность. Основными триглицеридами BOM являются

триолеин (59,0%) и пальмитодиолеин (10,1%). В его составе также присутствуют трилинолеин (4,6%) и олеодиолеин (4,6%), что делает ВОМ более подверженным протеканию окислительных процессов. Наглядное изображение различия устойчивости к окислению трех видов подсолнечных масел, измеренной на приборе Rancimat типа 743 и определенной как индукционный период при 120°C, приведено на рисунке 1.

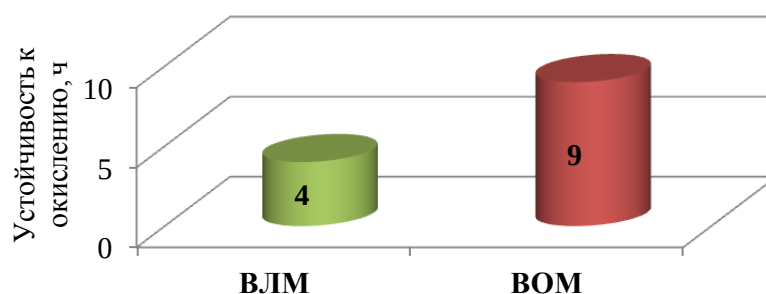


Рисунок 1 - Устойчивость к окислению подсолнечных масел

Устойчивость к окислению нерафинированного ВСМ составляет 22 ч, что в 2,4 раза превышает оксистабильность ВОМ и в 5,5 раз – ВЛМ.

Таким образом, окислительная стабильность исследуемых подсолнечных масел возрастает в ряду «линолевый тип – высокоолеиновый тип – высокоолеиновый высокостеариновый тип».

Триглицеридный состав ВСМ обуславливает профиль плавления и температуру застывания, что делает его непригодным для использования в рецептурах майонезной продукции, поскольку наличие кристаллов способствует укрупнению капель и последующей коалесценции дисперсной фазы. Однако ВСМ может найти применение при производстве снеков, печенья, сухарных и хлебобулочных изделий длительного хранения, использоваться как основа для производства фритюрных жиров, шортенингов, пищевкусовых приправ.

Содержание твердых триглицеридов в ВСМ при различных температурах представлено на рисунке 2.

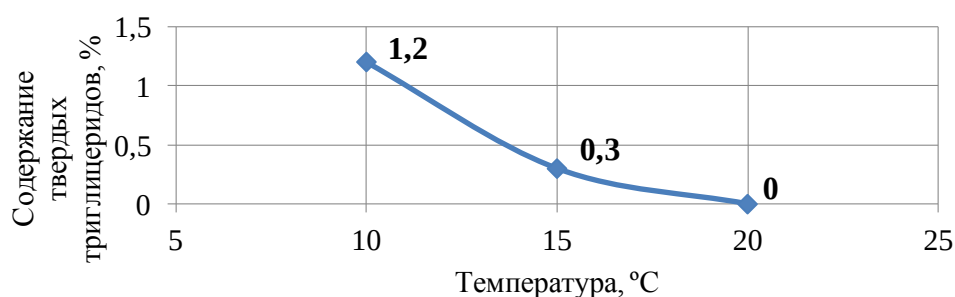


Рисунок 2 - Содержание твердых триглицеридов в ВСМ при различных температурах

Исходя из вышеизложенного, ВОМ является наиболее предпочтительным сырьем для производства майонеза с увеличенным сроком годности и улучшенными потребительскими характеристиками.

Исследование кинетики критических показателей качества подсолнечных масел в процессе ускоренного старения

Исследование кинетики гидролитической и окислительной порчи подсолнечных масел в процессе ускоренного старения при температуре 35°C осуществляли путем мониторинга изменения выбранных КПК. Фактором, лимитирующим протекание процесса окисления, являлась диффузия атмосферного кислорода в объем окисляемого субстрата. На рисунке 3 приведены зависимости изменения КПК подсолнечных масел в процессе хранения.

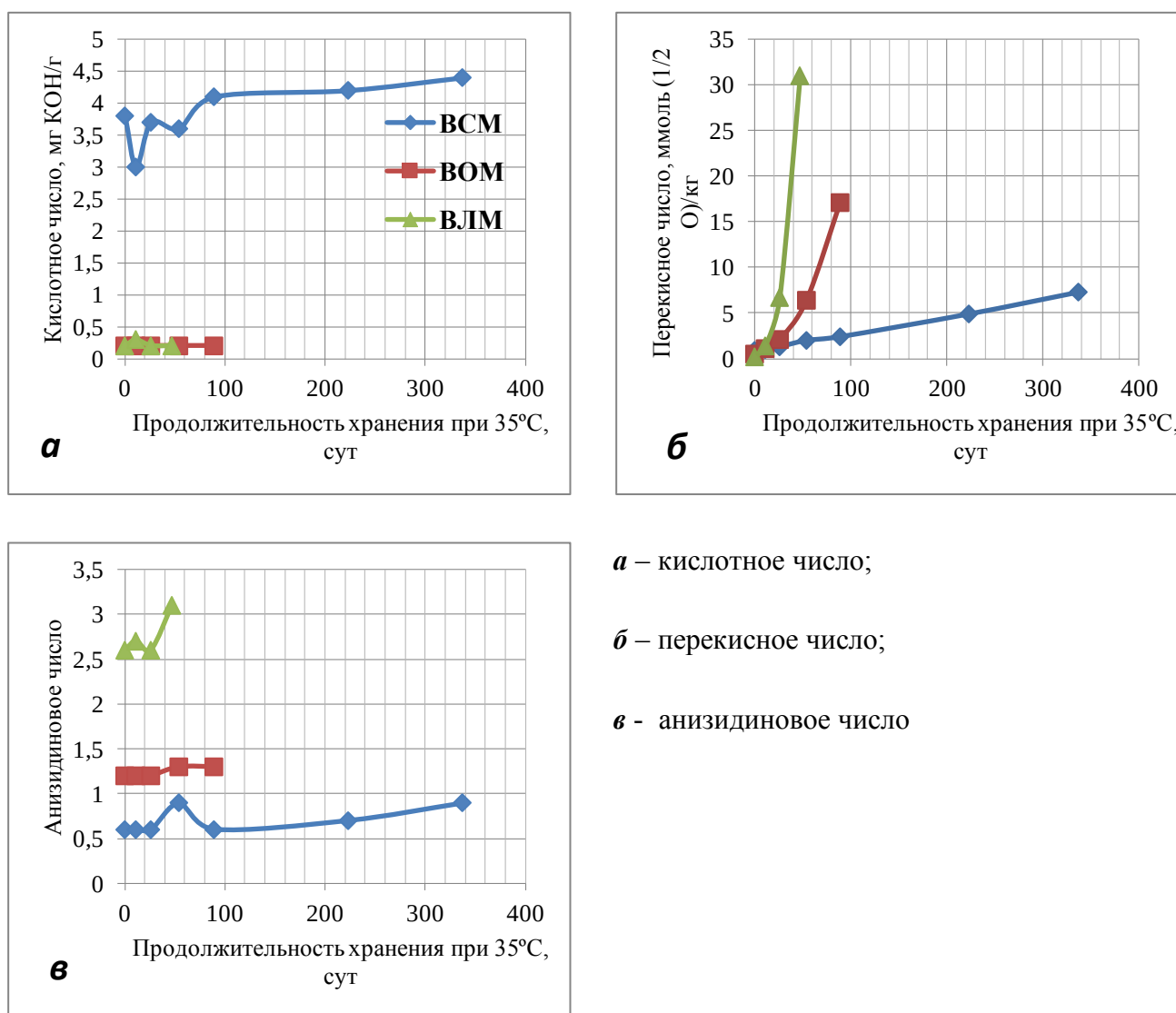


Рисунок 3 – Изменение показателей порчи образцов подсолнечных масел в процессе хранения в климатической камере при температуре 35°C

В процессе хранения показатель «кислотное число» ВЛМ и ВОМ практически не изменялся. Аналогичная тенденция сохранялась для динамики накопления вторичных продуктов окисления в образце ВОМ, выражаемая изменением значений анизидинового числа.

Исходное значение кислотного числа ВСМ, отражающего содержание свободных жирных кислот, обусловлено наличием примесей кислого характера, при физическом осаждении которых показатель понизился, и спустя 11 суток составил 3,0 мг КОН/г. Предельное значение, установленное ТР ТС 024/2011 и равное 4,0 мг КОН/г для нерафинированных масел, было превышено после 89 суток и составило 4,1 мг КОН/г. Интенсивный рост кислотного числа в образце после 89 суток может, вероятно, объясняться окислением альдегидов до кислот, что подтверждается снижением анизидинового числа с 0,9 до 0,6 в этот период.

Наибольшая скорость окисления образцов подсолнечных масел наблюдалась по показателю «перекисное число». Окисление ВЛМ характеризуется лавинообразным накоплением перекисных соединений, тогда как в образце ВОМ данный процесс протекает менее интенсивно. Нормируемое для рафинированных дезодорированных подсолнечных масел «Высший сорт» согласно ГОСТ 1129-2013 и НД поставщика критическое значение перекисного числа, равное 4,0 ммоль ($\frac{1}{2}$ O)/кг масла, было превышено в образцах ВЛМ и ВОМ на 21 и 42 сутки хранения, тогда как пороговое значение, установленное ТР ТС 024/2011 для всех видов растительных масел и равное 10 ммоль ($\frac{1}{2}$ O)/кг, - на 30 и 70 сутки хранения соответственно.

Изменение перекисного числа ВСМ имеет линейный характер и происходит почти параллельно оси абсцисс, поскольку значение данного показателя изменялось незначительно и в течение 337 суток не превысило 10 ммоль ($\frac{1}{2}$ O)/кг.

Наименьшая средняя скорость накопления перекисных соединений, рассчитанная как соотношение разности значений перекисного числа в конце периода хранения и при закладке и продолжительности хранения в сутках, зафиксирована для ВСМ. Соотношение средних скоростей роста перекисных чисел в ВЛМ, ВОМ и ВСМ составило 34:10:1 соответственно.

Установлено, что ВСМ является наиболее стабильным по динамике перекисного и анизидинового чисел среди трех исследуемых подсолнечных масел. При этом процесс окисления характеризуется преимущественно накоплением гидроперекисей.

В данном исследовании критерием, лимитирующем срок годности ВСМ, является кислотное число. Высокое содержание свободных жирных кислот в масле обуславливает интенсификацию гидролиза. Таким образом, ВСМ может быть заложено на длительное хранение после проведения рафинации и дезодорации.

Исследование окислительного статуса подсолнечных масел с помощью метода УФ-спектрофотометрии в процессе ускоренного старения¹

Кинетика окисления масел также была изучена с помощью метода УФ-спектрофотометрии, и глубина превращений охарактеризована с применением характеристик – индексов окисленности по перекисному (ИО ПЧ) и анизидиновому (ИО АЧ) числам.

Индекс окисленности (ИО) при длине волны 232 нм коррелирует с содержанием первичных продуктов окисления, и в связи с чем его можно именовать индексом окисленности по перекисному числу (ИО ПЧ).

Индекс окисленности (ИО) при длине волны 270 нм коррелирует со вторичными продуктами окисления, и в связи с чем его можно именовать индексом окисленности по анизидиновому числу (ИО АЧ).

В процессе окисления при 35°C наблюдается увеличение поглощения при длине волны 232 нм и рост значений ИО ПЧ во всех образцах масел. Наиболее быстрое увеличение ИО ПЧ характерно для образца ВЛМ. В течение 47 суток хранения ИО ПЧ увеличился с 30,70 ед. до 54,28 ед., что связано с возрастанием концентрации диеновых конъюгатов (гидроперекисей) в образце.

ВОМ и ВСМ имели более высокие исходные значения перекисного числа, но начальные ИО ПЧ были значительно ниже данного показателя для ВЛМ. Накопление гидроперекисей от олеата приводит к увеличению значения перекисного числа, но не оказывают влияния на увеличение поглощения в области 232 нм (рисунок 4а).

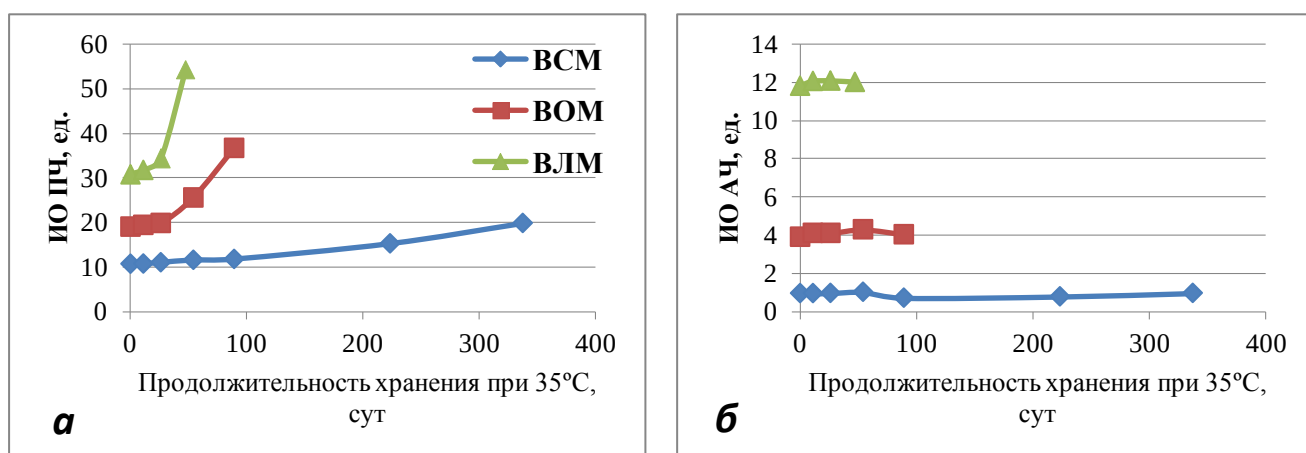


Рисунок 4 - Изменение УФ-спектральных характеристик образцов подсолнечных масел в процессе термостатирования при температуре 35°C:

а – ИО ПЧ; б – ИО АЧ

¹ совместно с ФГБУ «Научно-исследовательский институт проблем хранения Росрезерва» (ФГБУ НИИПХ Росрезерва, г. Москва).

Анизидиновое число характеризует в основном содержание 2-алкеналей и 2,4-алкадиеналей, в то время как при длине волны 270 нм УФ-спектра поглощают сопряженные триены и кетодиены. Значения ИО АЧ подсолнечных масел практически не изменились за период хранения, что видно на рисунке 4б.

Установлено, что зависимости ИО ПЧ от значений перекисного числа исследуемых масел имеют линейный характер с высокой степенью достоверности, и на рисунке 5 представлена зависимость для ВОМ.

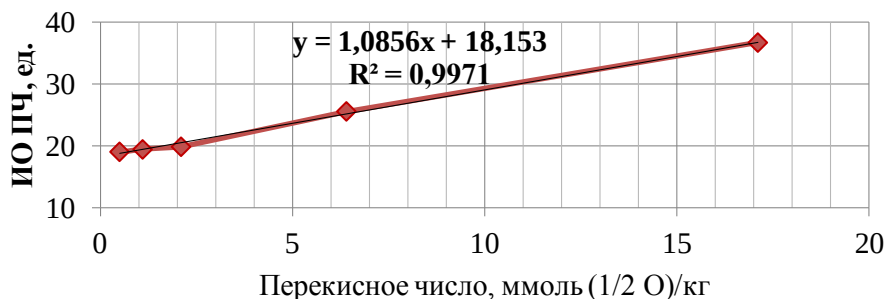


Рисунок 5 – Зависимость ИО ПЧ от значения ПЧ образца ВОМ в процессе хранения в течение 89 суток при температуре 35°C

Использование УФ-спектрофотометрии позволяет экспрессно и более полно оценить окислительную стабильность растительных масел и изучить глубину превращений при температурах экспериментального хранения, не нарушающих пропорциональность между скоростями накопления первичных и вторичных продуктов окисления и при которых протекание побочных реакций минимизировано.

Необходимо отметить, что спектральные характеристики – ИО, зависят не только от исходных значений показателей окислительной порчи, но и от химического состава исследуемого растительного масла, то есть от его вида, сорта и марки.

Изучение пригодности высокоолеинового подсолнечного масла для производства майонеза

Обоснование выбора высокоолеинового подсолнечного масла в качестве жирового сырья для производства майонеза

При разработке нового масложирового продукта в качестве основных потребительских характеристик было задано, что майонез должен обладать приятными органолептическими показателями, высокой устойчивостью к окислению и коллоидной стабильностью, обеспечивающими длительный срок годности продукта.

Критическое значение перекисного числа жировой фазы, зафиксированное на уровне 10,0 мэкв/кг (единица измерения соответствует ммоль (1/2 O)/кг) продукта согласно требованиям

ТР ТС 024/2011, является одним из главных факторов, лимитирующих срок годности майонезной продукции, в особенности размещенной на так называемой «теплой полке» в розничной сети и экспортируемой в страны с жарким климатом.

По результатам ускоренных испытаний было установлено, что ВОМ сочетает в себе жидкую консистенцию и более высокую оксистабильность по сравнению с ВЛМ, и процесс его окисления характеризуется в основном накоплением перекисных соединений.

Изучение показателей качества масел подсолнечных, используемых для приготовления майонеза

Изучены органолептические и физико-химические показатели ВЛМ и ВОМ, которые представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Органолептические и физико-химические показатели ВЛМ и ВОМ

Наименование показателя	Результат	
	ВЛМ	ВОМ
Прозрачность	Прозрачное без осадка	Прозрачное без осадка
Запах и вкус	Без запаха, обезличенный вкус	Без запаха, обезличенный вкус
Цветное число, мг I ₂	6	6
Кислотное число, мг КОН/г	0,2	0,2
Массовая доля нежировых примесей, %	Отсутствие	Отсутствие
Массовая доля фосфоросодержащих веществ, %	Отсутствие	Отсутствие
Мыло (качественная проба)	Отсутствие	Отсутствие
Массовая доля влаги и летучих веществ, %	0,05	0,04
Перекисное число, ммоль (½ O)/кг	0,9	0,7
Анидиновое число	1,0	0,6
Холодный тест	Выдерживает испытание	Выдерживает испытание

Показатели качества и безопасности подсолнечных масел соответствуют характеристикам и значениям, установленным НД на данный вид продукции. Значения перекисного числа в обоих случаях не превышают 1,0 ммоль (½ O)/кг, что свидетельствует о высоком качестве сырья и его пригодности для приготовления майонезов, предназначенных для длительного хранения.

Разработка рецептуры майонеза на основе высокоолеинового подсолнечного масла и оценка его качества

Майонез на основе ВОМ готовили по модернизированной рецептуре: в исходной рецептуре произведена замена ВЛМ на ВОМ и исключен комплексный антиокислитель, в состав которого входят аскорбилпальмитат, концентрат смеси токоферолов, лецитин и рапсовое

масло в качестве носителя активных компонентов. Рецептуры контрольного (на основе ВЛМ) и опытного (на основе ВОМ) образцов майонезов представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Рецептурный состав майонезов

Наименование компонента	Содержание в рецептуре, %	
	контроль	опыт
ВЛМ	66,64	-
ВОМ	-	66,64
Яичный желток сухой ферментированный	1,10	1,10
Ксантановая камедь	0,05	0,05
Сахар-песок	2,20	2,20
Соль поваренная пищевая	1,00	1,00
Уксусная кислота, 80% раствор	0,30	0,30
Молочная кислота, 80% раствор	0,02	0,02
Сорбиновая кислота	0,09	0,09
Эфирное горчичное масло	0,006	0,006
Бета-каротин, 10% водный раствор	0,0015	0,0015
Комплексообразователь	0,0075	0,0075
Комплексный антиокислитель	0,05	-
Вода питьевая	28,535	28,585
Итого:	100,00	100,00

Исключительная популярность майонеза с содержанием жира 67% у потребителей обусловила выбор стандартной жирности для разработки нового продукта, способного составить достойную конкуренцию майонезам, представленным на рынке. Результаты оценки качества готовых майонезов по основным нормативным показателям приведены в таблице 6.

Таблица 6 - Органолептические и физико-химические показатели майонезов

Наименование показателя	Майонез жирностью 67%	
	контроль (на основе ВЛМ)	опыт (на основе ВОМ)
Внешний вид, консистенция	Однородная сметанообразная, присутствуют единичные пузырьки воздуха	Однородная сметанообразная, присутствуют единичные пузырьки воздуха
Вкус и запах	Вкус слегка острый, кисловатый	Вкус слегка острый, кисловатый, более нежный
Цвет	Желтовато-кремовый, однородный по всей массе	Желтовато-кремовый, однородный по всей массе
Массовая доля яичных продуктов в пересчете на сухой желток, %	1,1	1,1
Кислотность, % на уксусную к-ту	0,3	0,3
Стойкость эмульсии, % неразрушенной эмульсии	99,9	99,9
pH	3,7	3,7
Динамическая вязкость (25°C), Па·с	51,5	49,0

Основные показатели качества соответствуют требованиям ГОСТ 31761–2012 «Майонезы и соусы майонезные. Общие технические условия».

Размер капель масла в эмульсиях оказывает значительное влияние на вязкость, коллоидную и окислительную стабильность, внешний вид и консистенцию, оральную текстуру, высвобождение вкуса и аромата. Для оценки степени дисперсности жировых фаз, полученных из масел различного химического состава, эмульсии были исследованы с помощью метода динамического лазерного светорассеяния.

Установлено, что исследуемые эмульсии являются полидисперсными системами. Объемное распределение капель масла во всех образцах носит бимодальный характер и в данном случае не зависит от вида используемого в рецептуре растительного масла.

Средний объемный диаметр капель ВОМ в опытном образце майонеза составляет 9,4 мкм, и более 90% капель имеют размер менее 16,0 мкм, что свидетельствует о высокой коллоидной стабильности эмульсии. Таким образом, показано, что использование ВОМ не оказывает отрицательного влияния на коллоидную стабильность майонеза.

Исследование динамики изменения показателей гидролитической и окислительной порчи майонеза на основе высокоолеинового подсолнечного масла в процессе экспериментального хранения

Изменение показателей гидролитической и окислительной порчи майонезов исследовали в процессе экспериментального хранения опытного и контрольного образцов при температурах, °С: (6 ± 2) , (20 ± 2) и (35 ± 2) . Относительная влажность среды хранения не превышала 75%.

Кислотность образцов майонезов изменялась незначительно в рамках эксперимента при хранении при трех температурах.

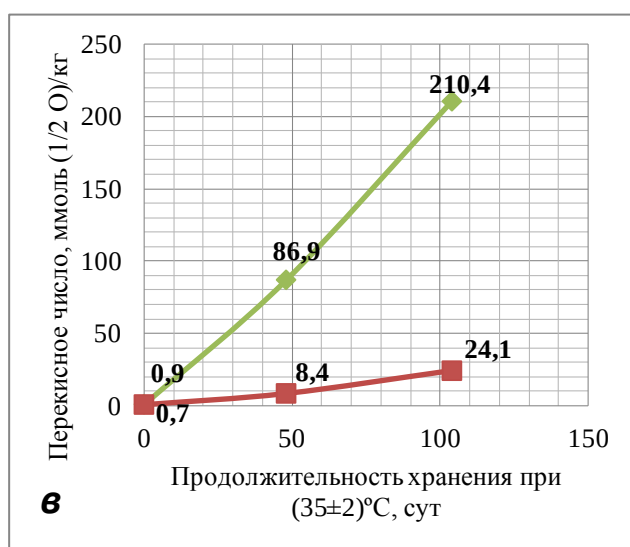
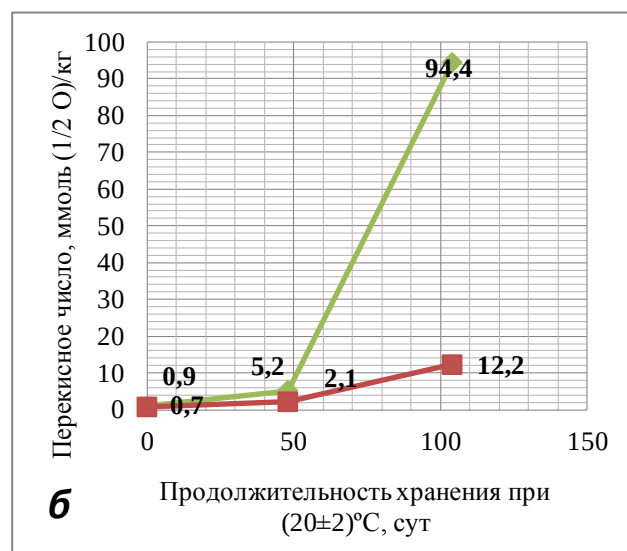
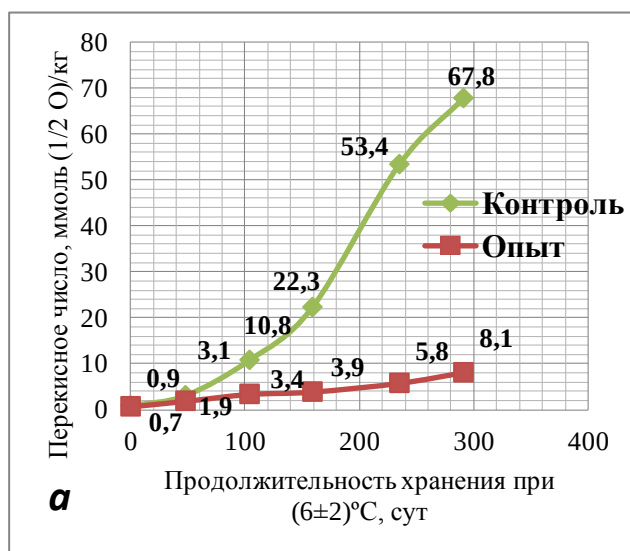
В процессе хранения при $(6\pm 2)^{\circ}\text{C}$ значение перекисного числа опытного образца на основе ВОМ изменялось незначительно в течение эксперимента (291 суток) и не превысило 10,0 ммоль ($\frac{1}{2}\text{ O}$)/кг. Перекисное число контрольного образца увеличивалось более интенсивно и достигло 67,8 ммоль ($\frac{1}{2}\text{ O}$)/кг.

Анализируя характер и скорость изменения перекисного числа в образцах майонезов при хранении при $(6\pm 2)^{\circ}\text{C}$, можно прогнозировать, что критическое значение данного показателя безопасности превышено на 84 сутки – для контрольного образца и на 395 сутки – для опытного.

Установлено, что скорость окисления по перекисному числу традиционного майонеза с использованием в рецептуре комплексного антиокислителя в 7,7 раз превышает скорость окисления майонеза на основе ВОМ.

При хранении образцов при $(20\pm 2)^{\circ}\text{C}$ перекисное число опытного образца возросло до 12,2 ммоль ($\frac{1}{2}\text{O}$)/кг, а контрольного образца превысило критическое значение почти в 10 раз за 104 суток. В процессе окисления в термостате при $(35\pm 2)^{\circ}\text{C}$ перекисное число контрольного образца увеличилось с 0,9 до 210,4 ммоль ($\frac{1}{2}\text{O}$)/кг, в то время как опытного – с 0,7 до 24,1 ммоль ($\frac{1}{2}\text{O}$)/кг.

Изменение перекисных чисел жировой фазы образцов майонезов в процессе хранения, приведено на рисунке 6.



контроль – майонез на основе ВЛМ;

опыт – майонез на основе ВОМ

Рисунок 6 - Изменение перекисных чисел жировой фазы образцов майонеза в процессе экспериментального хранения при температуре, $^{\circ}\text{C}$: **а** – (6 ± 2) ; **б** – (20 ± 2) ; **в** – (35 ± 2)

Анизидиновое число контрольного образца майонеза в процессе хранения в течение 235 суток при $(6\pm 2)^{\circ}\text{C}$ увеличилось с 1,0 до 3,2, опытного – с 0,6 до 1,8. При дальнейшем хранении

наблюдалось снижение данного показателя: до 2,3 - для контроля и до 0,7 – для опыта, что вероятно связано с окислением альдегидов до кислот и другими химическими превращениями.

Анализируя изменение значений показателя «анизидиновое число», можно предположить, что рассматриваемая характеристика не в полной мере отражает окислительный статус майонезной продукции при длительном ее хранении без детектирования процесса окисления с помощью методов органолептического анализа.

Исходя из полученных данных, использование ВОМ позволяет значительно продлить срок годности майонеза по показателю «перекисное число» без необходимости внесения комплексного антиокислителя даже в случае нарушения рекомендуемых условий хранения.

Органолептическая оценка разработанного майонеза на основе высокоолеинового подсолнечного масла

Органолептическая оценка осуществлялась с привлечением группы отобранных экспертов. Сенсорной панелью было предложено 18 дескрипторов, из которых путем ранжирования было выделено 6 ключевых индивидуальных характеристик. Экспертным путем каждому ключевому дескриптору был присвоен коэффициент весомости (КВ), а уровень качества определяли по разработанной 5-балльной шкале. Совокупный показатель качества (СПК) рассчитывали как сумму произведений балльной оценки уровня качества и КВ единичного дескриптора, учитывая, что идентификационные признаки и показатели безопасности соответствуют требованиям ТР ТС 024/2011 и ТР ТС 021/2011, и уровень качества - не ниже 4 баллов. В противном случае качество считается нулевым, а продукт не может быть использован по назначению. Предел допустимого качества зафиксирован на уровне 80 баллов и представляет собой лимитирующее срок годности численное значение СПК.

Майонез на основе ВОМ характеризуется более высоким значением СПК за счет нежного вкуса и отсутствия посторонних привкусов, а также он отличается более кислым вкусом в конце, чем в начале. Результаты экспертизы приведены на рисунке 7.

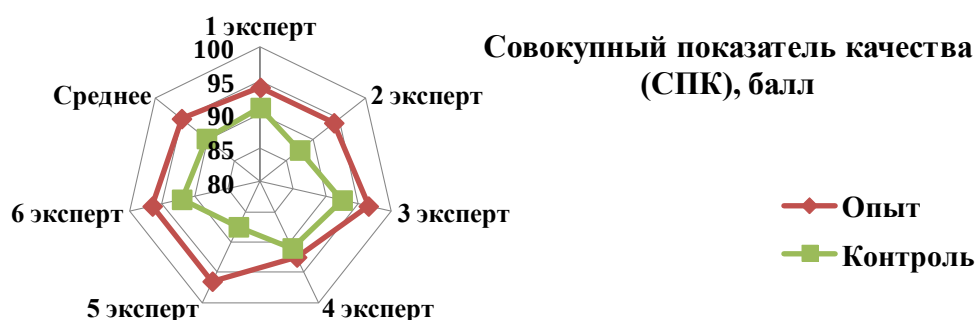


Рисунок 7 – Профилограмма совокупных показателей качества майонезов

Органолептическая оценка майонеза на основе ВОМ, осуществляемая в процессе хранения при $(6\pm 2)^{\circ}\text{C}$, показала, что процесс порчи сопровождается ухудшением вкуса, появлением маслянистости и олеистого привкуса. Кислый вкус усиливается, и ощущается более интенсивный уксусный запах, что, как предполагается, связано с изменением физических свойств – перераспределением фаз в эмульсии в процессе хранения. Неприемлемые органолептические характеристики были обнаружены на 291 сутки хранения.

В свою очередь, порча майонеза на основе ВЛМ проявляется в виде постепенного ухудшения вкуса до появления прогорклого привкуса, интенсификации кислого вкуса и уксусного запаха; вкусоароматический букет продукта становится негармоничным. Уровень качества по некоторым из ключевых дескрипторов ниже предельного был зафиксирован после 159 суток хранения.

Наглядное изображение представлено на рисунке 8.

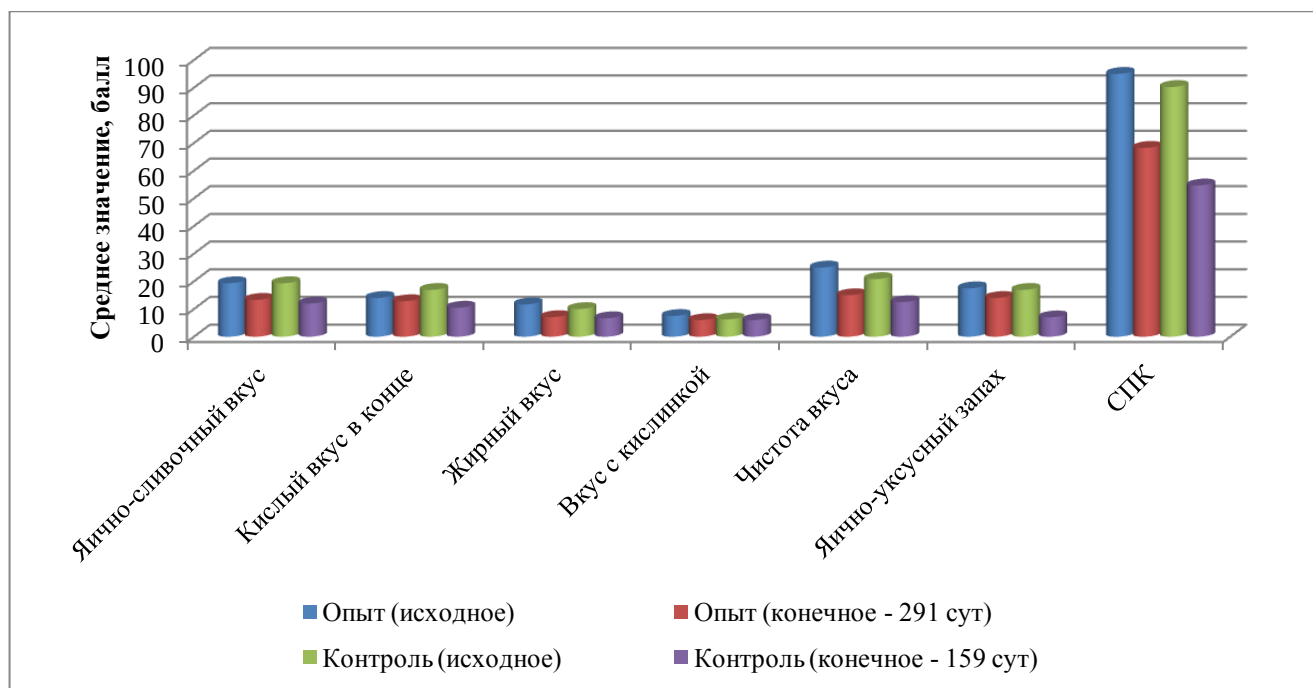


Рисунок 8 – Гистограмма сравнения средних значений ключевых дескрипторов и совокупных показателей качества (СПК) майонезов на начальном этапе и в конце срока годности

Необходимо отметить, что в контрольном образце майонеза реверсия вкуса исходного масла выражена ярче, чем в опытном образце на основе высокоолеинового подсолнечного масла.

Сопоставление результатов органолептической оценки опытного образца с динамикой перекисного числа показало, что появление сильного привкуса исходного масла с нотами «олеистости» происходит при значении перекисного числа ниже $10 \text{ ммоль } (\frac{1}{2} \text{ O})/\text{кг}$, тогда как

появление прогорклого привкуса в контрольном образце детектировано при значении перекисного числа, превышающем установленное значение более чем в 2 раза.

Разработанная методика органолептической оценки позволила выявить индивидуальные сенсорные характеристики нового вида масложировой продукции – майонеза на основе ВОМ, и детектировать его порчу на ранней стадии.

Определение микробиологических показателей разработанного майонеза на основе высокоолеинового подсолнечного масла

Микробиологические показатели майонеза представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Микробиологические показатели майонеза жирностью 67%, произведенного на основе ВОМ

Наименование показателя	Продолжительность хранения, сут		Норма по ТР ТС 024/2011
	0	291	
БГКП	Не обнаружено в 0,1 г	Не обнаружено в 0,1 г	Отсутствие в 0,1 г
Дрожжи, КОЕ/г	<10	<10	$5 \cdot 10^2$
Плесени, КОЕ/г	<10	<10	50
Патогенные, в том числе сальмонеллы, КОЕ/г	Не обнаружено в 25,0 г	Не обнаружено в 25,0 г	-

Микробиологические показатели соответствуют требованиям по нормативам безопасности согласно требованиям ТР ТС 024/2011. Таким образом, микробиологическая стабильность разработанного майонеза обеспечивается в течение длительного срока годности.

Оценка пригодности использования майонеза на основе высокоолеинового подсолнечного масла для приготовления блюд на предприятиях общественного питания

Результаты оценки пригодности майонезной продукции для приготовления холодных и горячих блюд позволили сделать вывод, что разработанный майонез обладает универсальностью и рекомендуется для применения в сегменте HoReCa.

Тестирование устойчивости майонезов к циклу «замораживание-дефростация»

Почти полная потеря коллоидной стабильности при замораживании и дефростации опытного майонеза обусловлена кристаллизацией масла, что связано с триглицеридным составом ВОМ. Использование разработанного майонеза для производства продукции глубокой заморозки нежелательно в связи с коалесценцией, возникающей в процессе дефростации.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Исследованы качественные и потребительские характеристики подсолнечных масел различной степени ненасыщенности. Выявлено, что устойчивость высокоолеинового

подсолнечного масла к окислению в 2,3 раза превышает данный показатель традиционного высоколинолевого подсолнечного масла.

2. Разработана иерархическая структура свойств качества рафинированного дезодорированного высокоолеинового подсолнечного масла.

3. Выявлены критические показатели качества высокоолеинового подсолнечного масла и майонеза на его основе при длительном хранении.

4. В качестве критического показателя качества нерафинированного высокоолеинового высокостеаринового подсолнечного масла предложен показатель «кислотное число».

5. На основании кинетических исследований установлено, что высокоолеиновые масла обладают высокой устойчивостью к окислению при длительном хранении. Соотношение средних скоростей роста перекисных чисел в высоколинолевом, высокоолеиновом и высокоолеиновом высокостеариновом подсолнечных маслах составило 34:10:1.

6. Выявлено, что зависимости индексов окисленности по перекисному числу (ИО ПЧ) от значений перекисного числа образцов исследуемых подсолнечных масел имеют линейный характер.

7. При разработке майонеза с увеличенным сроком годности предложено в качестве жировой основы использовать высокоолеиновое подсолнечное масло.

8. Разработана рецептура майонеза жирностью 67% на основе высокоолеинового подсолнечного масла.

9. С помощью метода динамического лазерного светорассеяния установлено, что замена в рецептуре майонеза традиционного подсолнечного масла на высокоолеиновое не оказывает влияния на степень дисперсности эмульсии.

10. Выявлена высокая оксистабильность майонеза на основе высокоолеинового подсолнечного масла в процессе длительного хранения при различных температурах. Скорость окисления по перекисному числу традиционного майонеза даже с использованием в рецептуре комплексного антиоксиданта в 7,7 раз превышает скорость окисления майонеза на основе высокоолеинового масла при соблюдении рекомендуемых условий хранения.

11. Разработана методика органолептической оценки майонеза на основе высокоолеинового подсолнечного масла, применение которой позволило идентифицировать индивидуальные сенсорные характеристики нового продукта и детектировать порчу на ранней стадии.

12. В результате проведения потребительских испытаний установлено, что разработанный майонез рекомендован для массового потребления и использования в сегменте HoReCa, однако он не предназначен для приготовления продукции, которая в последующем будет подвергнута глубокой заморозке в связи с потерей коллоидной стабильности после дефростации. Также не

рекомендуется подвергать продукт действию отрицательных температур в течение длительного периода времени в процессе транспортировки и хранения.

Список работ, опубликованных по материалам диссертации:

Публикации в рецензируемых научных изданиях:

1. Родникова, А.А. Экспресс-контроль показателей окислительной порчи масла подсолнечного методом УФ-спектрофотометрии / А.А. Родникова, Т.С. Куликовская, **Ю.П. Голяк**, Ю.А. Султанович // Масложировая промышленность. – 2015. - №5.- С. 30-33.
2. **Голяк, Ю.П.** Особенности использования майонеза на основе высокоолеинового подсолнечного масла на предприятиях общественного питания / Ю.П. Голяк, Ю.А. Султанович // Масложировая промышленность. – 2016. - №1.- С. 27-30.
3. **Голяк, Ю.П.** Изучение динамики изменения показателей окислительной порчи майонеза на основе высокоолеинового подсолнечного масла в процессе экспериментального хранения / Ю.П. Голяк, Ю.А. Султанович // Масложировая промышленность. – 2016. - №2.- С. 10-14.

Публикации в других изданиях и сборниках материалов конференций:

4. **Голяк, Ю.П.** Применение методики ускоренного старения для оценки окислительной стабильности масел и жиров / Ю.П. Голяк, Ю.И. Сидоренко, Ю.А. Султанович // Сборник материалов VI межведомственной научно-практической конференции «Товароведение, общественное питание и технологии хранения продовольственных товаров». - МГУПП, 24-25 апреля 2014 г. ; под ред. Д.А. Еделева. - М. : Франтера, 2014. – 233 с.
5. Султанович, Ю.А. Необходимость диверсификации масличных культур для получения безтрансовых продуктов питания / Ю.А. Султанович, Т.А. Духу, **Ю.П. Голяк** // Материалы VIII Международной конференции «Масложировой комплекс России: новые аспекты развития». - МПА, 2-4 июня 2014 г. – Москва, 2014. – С. 16-17.
6. **Голяк, Ю.П.** Исследование окислительной стабильности майонеза, выработанного на основе высокоолеинового подсолнечного масла / Ю.П. Голяк, Ю.И. Сидоренко, Ю.А. Султанович / Сборник материалов VII межведомственной научно-практической конференции «Инновации в товароведении, общественном питании и длительном хранении продовольственных товаров». – МГУПП, 16-17 апреля 2015 г. - М. : Франтера, 2015. – С. 27-29.
7. **Голяк, Ю.П.** Оценка пригодности майонеза на основе высокоолеинового подсолнечного масла для применения в сегменте HORECA / Ю.П. Голяк, Ю.И. Сидоренко, Ю.А. Султанович / Сборник материалов VII межведомственной научно-практической конференции «Инновации в товароведении, общественном питании и длительном хранении продовольственных товаров». – МГУПП, 16-17 апреля 2015 г. - М. : Франтера, 2015. – С. 29-32.

8. **Голяк, Ю.П.** Высокоолеиновое подсолнечное масло как компонент здорового питания / Ю.П. Голяк, Ю.И. Сидоренко, Ю.А. Султанович / Материалы IV Международной научно-практической интернет-конференции «Приоритеты и научное обеспечение реализации государственной политики здорового питания в России». - ПГУ, 15 ноября - 15 декабря 2015 г. ; под общ. ред. С.Я. Корячкиной, Г.А. Осиповой. - Орел, 2015. - С. 140-144.
9. Султанович, Ю.А. Высокоолеиновое подсолнечное масло: основные характеристики и аспекты применения в пищевой промышленности / Ю.А. Султанович, Т.А. Духу, **Ю.П. Голяк** // Современные тенденции развития производства жировых продуктов: наука, технологии, бизнес : монография ; под ред. В.А. Тутельяна, А.П. Нечаева. – М. : СППИ, 2016. – С. 159-182.
10. **Голяк, Ю.П.** Перспективность применения подсолнечных масел с модифицированным жирнокислотным составом в пищевой технологии / Ю.П. Голяк, Ю.И. Сидоренко, Ю.А. Султанович / Сборник материалов научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Вопросы продовольственного обеспечения в XXI веке (Товаровед 2016)». – МГУПП, 14 апреля 2016 г. ; под ред. Л.А. Сапроновой. - М. : МГУПП, 2016. – С. 84-87.
11. **Голяк, Ю.П.** Высокоолеиновое подсолнечное масло – перспективный ингредиент эмульсионных нерасщлаивающихся соусов / Ю.П. Голяк, Ю.А. Султанович // Материалы IX Международной конференции «Масложировой комплекс России: новые аспекты развития». - МПА, 30 мая - 1 июня 2016 г. – Москва, 2016. – С. 33-34.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АЧ	- анизидиновое число
БГКП	- бактерии группы кишечных палочек
ВЛМ	- высоколинолевое подсолнечное масло
ВОМ	- высокоолеиновое подсолнечное масло
ВСМ	- высокоолеиновое высокостеариновое подсолнечное масло
ИО	- индекс окисленности
ИО АЧ	- индекс окисленности по анизидиновому числу
ИО ПЧ	- индекс окисленности по перекисному числу
КОЕ	- количество колониеобразующих единиц
КПК	- критический показатель качества
НД	- нормативная документация
ПЧ	- перекисное число
СПК	- совокупный показатель качества
УФ-спектрофотометрия	- спектрофотометрия в ультрафиолетовой области
HoReCa	- Hotels, Restaurant, Café (сфера индустрии гостеприимства)