

Федеральное Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Саратовский государственный
аграрный университет им. Н.И.Вавилова»

На правах рукописи



Симакова Инна Владимировна

НАУЧНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ
ПРОДУКЦИИ БЫСТРОГО ПИТАНИЯ

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

Диссертация на соискание ученой степени
доктора технических наук

Научный консультант: Перкель Роман Львович,
доктор технических наук,
профессор

Саратов - 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
ГЛАВА 1. Научно-информационное исследование.....	20
1.1 Идеология фастфуда. Маркетинговый анализ потребительского спроса на продукцию быстрого питания, жареную во фритюре, и жиросодержащую снековую продукцию.....	20
1.1.1 Анализ современного состояния сетевых предприятий фаст-фуда и их ассортиментная политика.....	20
1.1.2 Рынок индустриально-производимой продукции быстрого питания.....	24
1.1.3 Рынок пищевых жиров для индустрии питания: анализ, перспективы развития.....	28
1.2 Современные представления о роли пищевых жиров в питании человека...	30
1.3 Методы контроля безопасности фритюрных жиров и анализ их относительной важности.....	49
1.4 Оксидативный стресс и антиоксидантная защита организма.....	60
1.5 Антиоксидантная стабилизация продукции быстрого питания.....	61
1.6 Использование адсорбционной очистки для повышения безопасности фритюрной продукции и продления сроков эксплуатации фритюрного жира.....	69
Заключение по ГЛАВЕ 1.....	79
ГЛАВА 2. Объекты, методология и методы исследования.....	82
2.1 Объекты исследования.....	82
2.2 Методы исследования.....	85
ГЛАВА 3. Разработка схемы производственного контроля продукции быстрого питания с учетом анализа рисков.....	97
Глава 4. Анализ показателей безопасности продукции быстрого питания и жиров, используемых для ее производства.....	108
4.1 Анализ безопасности жирового компонента индустриально производимой продукции быстрого питания.....	108

4.2 Оценка безопасности и качества фритюрных жиров, используемых для производства продукции быстрого питания	113
4.2.1 Оценка показателей безопасности и качества пальмового масла.....	115
4.2.2 Оценка безопасности и качества подсолнечного масла.....	118
4.2.2.1 Результаты исследования подсолнечного рафинированного дезодорированного масла.....	118
4.2.2.2 Результаты исследования подсолнечного нерафинированного масла.....	120
4.2.3. Оценка безопасности и качества специальных жиров для фритюрной жарки	124
4.3 Обоснование критериев оптимизации жирнокислотного состава фритюрных жиров	127
Выводы по ГЛАВЕ 4.....	142
ГЛАВА 5. Исследование процессов, происходящих при высоких температурах эксплуатации фритюрных жиров	143
5.1 Результаты исследования различий термоокислительной деструкции ПНЖК при высоких и низких температурах в модельных экспериментах	148
5.2 Исследование термоокисления жира в реальном процессе фритюрной жарки	151
5.2.1 Исследование высокотемпературного окисления пальмового масла в производственных условиях	151
5.2.2 Исследование высокотемпературного окисления специальных жиров для фритюрной жарки.....	159
5.3 Исследование интенсивности впитывания жира обжариваемым продуктом	163
Выводы по ГЛАВЕ 5.....	172
ГЛАВА 6. Исследования на животных (белых крысах), уточняющие уровень токсического влияния продуктов окисления на организм.....	174
6.1 Оценка безопасности индустриально производимой продукции быстрого питания в экспериментах на животных	175

6.2 Исследование интенсивности патогенеза в зависимости от концентрации СНПЭ в пальмовом масле	184
6.3 Сравнительный анализ уровня токсического влияния фритюрных жиров и продукции быстрого питания, обжаренной в них	187
6.4 Оценка безопасности специальных фритюрных жиров в эксперименте на животных.....	193
Заключение по ГЛАВЕ 6	198
ГЛАВА 7. Научное обоснование и практические принципы обеспечения безопасности кулинарных жиров и продукции быстрого питания на их основе	199
7.1 Повышение безопасности фритюрных жиров с использованием наносорбента	199
7.1.1 Разработка способа очистки фритюрного жира с использованием композиции адсорбентов: доломита, опоки и активированного угля	200
7.1.2 Разработка установки для адсорбционно-ультразвуковой очистки	209
7.1.3 Совершенствование способа очистки фритюрного жира с использованием композиции адсорбентов: доломита, опоки и силиката магния.....	213
7.1.4 Разработка наноструктурированных адсорбентов и оптимизация технологии очистки отработанных фритюрных жиров.....	217
7.2 Разработка принципов антиоксидантной стабилизации жирового компонента продукции быстрого питания с учетом критериев безопасности	227
7.2.1 Антиоксидантная стабилизация жирового компонента снековых изделий СО ₂ -экстрактами пряных трав	229
7.2.2 Антиоксидантная стабилизация липидов карпа и продукции быстрого питания из него.....	241
7.2.3 Разработка антиоксидантной стабилизации жирового компонента мучных кондитерских изделий для быстрого питания.....	255
7.2.4 Оптимизация условий хранения разработанной продукции быстрого питания	266
Выводы по ГЛАВЕ 7:.....	270

8. Расчет экономической эффективности производства и прибыль от реализации новых технологических решений	271
8.1 Экономический эффект от внедрения предложенной модели очистки фритюрных жиров на примере ЗАО «ЧЕЛНЫ-ХЛЕБ».....	271
8.2 Расчет экономической эффективности производства и прибыль от реализации мучных кондитерских изделий	278
8.3 Расчет экономической эффективности производства и прибыль от реализации снеков: сухариков и чипсов	285
8.4 Экономический эффект от внедрения предложенной технологии антиоксидантной стабилизации комбикорма для карпа	292
ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ	298
Список сокращений и условных обозначений	301
Статьи в журналах, рецензируемых ВАК.....	302
Отдельные издания, монографии	304
Основные научные статьи в журналах и сборниках	305
Учебные пособия, рекомендации	316
Приложения	384

ВВЕДЕНИЕ

В условиях всеобъемлющей глобализации и индустриализации в нашей стране произошли серьезные изменения рынка питания и услуг, приведшие к возрастанию доли продукции быстрого питания (от англ. «fastfood») в рационе. Ежегодно увеличивается число ресторанов быстрого питания, стремительно растут объемы индустриального производства такой продукции, неоспоримые преимущества которой заключаются в широком ассортименте, скорости приготовления и потребления, дешевизне, а также технологичности производства. Однако систематическое потребление продукции быстрого питания – это риск возникновения многих алиментарных заболеваний, связанных, в первую очередь, с нарушением метаболизма липидов, приводящим к тяжелым хроническим болезням, включая онкологические [6]. Проблема приобретает особое значение еще и потому, что основной группой потребителей этой продукции является молодое поколение, для которого отрицательное влияние продуктов окисления жиров на здоровье особенно выражено [205; 16; 200; 506; 152; 414].

Широкое развитие индустрии быстрого питания возможно только при обеспечении гарантированной безопасности производимой продукции [50].

Считается, что основным фактором безопасности продукции быстрого питания является безопасность жирового компонента. В ряде работ отмечается явная зависимость токсического воздействия на организм от концентрации продуктов окислительного распада жиров и частоты потребления продукции, содержащей окисленный жировой компонент [527; 480; 549; 624; 467; 469; 475; 439; 409; 387; 282; 298; 51].

Однако, во многих предприятиях индустрии питания фактически отсутствует оперативный контроль содержания токсичных продуктов окисления во фритюрном жире, а существующие экспресс-методы не показывают реальной картины его безопасности, не соблюдаются допустимые сроки эксплуатации фритюрного жира.

Не имеется строгих экспериментальных данных, доказывающих, что величина токсичного действия продукции быстрого питания на организм определяется именно содержанием токсикантов в жировой части продукции.

В соответствии с ФЗ «О техническом регулировании» от 27.12.2002 г. №184-ФЗ, показатели безопасности продукции относятся к числу обязательных требований, устанавливаемых техническими регламентами [346].

Нормами действующего Технического регламента Таможенного Союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» все предприятия обязаны осуществлять контроль безопасности продукции на основе принципов НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points) с определением критических контрольных точек технологического процесса [328].

Вместе с тем, в технической документации на продукцию быстрого питания отсутствуют нормы, обосновывающие контроль безопасности и сроки годности продукции в зависимости от степени окисления жирового компонента, глубина изменений которого в процессе высокотемпературной обработки и длительного хранения продуктов быстрого питания до настоящего времени изучена недостаточно.

Настоящая диссертационная работа направлена на оптимизацию и разработку технологий, обеспечивающих безопасность продукции быстрого питания.

Степень разработанности проблемы. Проведенные исследования основаны на теоретических и экспериментальных трудах, посвященных исследованиям окисления жиров, таких ученых, как Н.М. Эмануэль, С.А. Денисов, J. Velasco, S. Marmesat, M. C. Dobarganes, S. Lalas, A.K. Sen Gupta, P. Dutta, B. Innawong, G. Marquez-Ruiz, M. Tasioula-Margari, N.A. Porter, В.П. Ржехин, Р.Л. Перкель, А.Н. Лисицын и другие [416; 100; 238; 240; 566; 426; 612; 433; 529; 535; 589; 363; 519].

Тем не менее, ряд принципиальных вопросов в области термоокислительной деструкции жиров не решен.

Интенсивность процессов термоокислительной деструкции фритюрного жира зависит от многих факторов, в первую очередь от жирно-кислотного состава жира, содержания в нем природных и синтетических антиоксидантов, температуры и технологии изготовления продукции.

До сих пор нет единого мнения по поводу оптимального жирно-кислотного состава фритюрного жира. В научной литературе отсутствуют исследования, характеризующие влияние уровня *транс*-изомеризации олеиновой кислоты на безопасность и физиологическую ценность фритюрных жиров.

В соответствии с нормами ТР ТС 024/2011 на масложировую продукцию [330], с 01 января 2015 г. содержание в пищевых кулинарных и фритюрных жирах *транс*-изомеров олеиновой кислоты не должно превышать 20 % от массы жирных кислот, а с 01 января 2018 г. содержание *транс*-изомеров олеиновой кислоты в пищевых жирах отечественного производства должно быть снижено до уровня не более 2%. Это резко ограничивает или исключает полностью возможность использования гидрогенизированных жиров для производства фритюрного жира.

До последнего времени в нашей стране отсутствовало промышленное производство специальных сорбентов, обеспечивающих эффективную очистку фритюрных жиров от продуктов окисления. В ограниченных количествах используются натуральные и синтетические антиоксидантные комплексы для защиты от окисления фритюрных жиров, эксплуатирующихся в жестких температурных режимах.

Особую сложность представляет научная оценка безопасности продукции быстрого питания и жиров, используемых для ее производства, в зависимости от их жирнокислотного состава, продолжительности хранения, состава и структуры применяемых адсорбентов, технологии очистки, концентрации используемых природных и синтетических антиоксидантных комплексов. Следует подчеркнуть, что для всех продуктов и технологических процессов, для которых еще не установлены гигиенические нормы Роспотребнадзора, оценка безопасности не может быть основана на результатах исследования физико-химических показателей образцов.

По мнению ведущих европейских специалистов, адекватная оценка безопасности может быть получена только в сложных биологических экспериментах на животных. При этом оценка физиологического ответа организма регистрируется на основании различных показателей жизнедеятельности, например, по уровню биоусвояемости соединений селена соответствующими внутриклеточными ферментативными системами.

Все выше изложенное определяет **актуальность** проведенных исследований диссертационной работы.

Часть исследований диссертационной работы выполнена в рамках ведомственной целевой программы Министерства сельского хозяйства Саратовской области Ассоциация «Аграрное образование и наука».

Цель и задачи исследования. Целью диссертационного исследования являлась разработка научных и практических решений по обеспечению безопасности продукции быстрого питания, основанных на использовании очистки фритюрных жиров комплексным наносорбентом и стабилизации жирового компонента продукции быстрого питания природными антиоксидантами.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- разработать схему производственного контроля безопасности продукции быстрого питания;
- оценить безопасность продукции быстрого питания и жиров, используемых для ее производства и обосновать критерии оптимизации жирнокислотного состава фритюрных жиров;
- исследовать кинетику высокотемпературного окисления фритюрных жиров и интенсивность впитывания жира обжариваемым продуктом в зависимости от степени окислительной порчи жира и химического состава продукта;
- уточнить допустимый уровень показателей, характеризующих безопасность фритюрных жиров и продукции быстрого питания, в исследованиях на животных;

- разработать технологию повышения безопасности фритюрного жира с использованием адсорбционной очистки комплексным наносорбентом нового поколения;
- разработать технологии продукции быстрого питания с применением природных антиоксидантных комплексов, позволяющих стабилизировать ее жировой компонент при хранении и улучшить товароведно-технологические свойства;
- оценить безопасность продукции и экономический эффект от предложенных технологий; разработать комплект нормативной и технической документации, технологических рекомендаций, решений, поддержанных патентами РФ.

Научная концепция работы. Научное решение проблемы безопасности продукции быстрого питания базируется на современных знаниях технологии производства продуктов питания, пищевой и физической химии, физиологии питания, нутрициологии, а также смежных научно-технических направлений. В основу исследований положена научная гипотеза, заключающаяся в оценке безопасности продукции быстрого питания и технологических процессов ее производства по уровню термоокислительной деструкции жирового компонента.

Научная новизна. Диссертационная работа содержит элементы научной новизны в рамках пунктов 3, 4, 5, 10, 13 и 14 паспорта специальности 05.18.15.

Теоретически обоснована необходимость оценки безопасности жиров - основного функционально-технологического ингредиента продукции быстрого питания.

Установлена решающая роль вторичных термостабильных продуктов окисления - сополимеров, нерастворимых в петролейном эфире (СНПЭ), - в оценке безопасности продукции быстрого питания и необходимость нормирования этого показателя в технической документации.

Определен оптимальный жирнокислотный состав фритюрных жиров.

Экспериментально доказано, что смеси, содержащие гидрогенизированные жиры, непригодны для использования в качестве фритюрных жиров.

Научно обоснован выбор сырьевой базы и разработана технология производства нового многокомпонентного термомодифицированного гранулированного наносорбента для очистки частично окисленных фритюрных жиров от продуктов окисления. Исследованиями на животных доказана эффективность очистки, позволяющей восстановить безопасность жиров и продлить срок использования их в технологическом процессе, а также повысить безопасность обжариваемых продуктов.

Научно обоснована и экспериментально доказана целесообразность применения природных смесей антиоксидантов при производстве продукции быстрого питания с длительными сроками хранения.

Экспериментально подтверждена целесообразность оценки безопасности продукции быстрого питания и технологических процессов ее производства по результатам гематологических, патологоанатомических и гистологических исследований в эксперименте на животных.

Установлена идентичность патологических процессов в организме и изменения формулы крови при включении в рацион животных продукции быстрого питания и термоокисленных фритюрных жиров, использовавшихся для ее производства.

Впервые оценена величина токсического влияния и патологий на тканевом и клеточном уровне при употреблении различных видов продукции быстрого питания.

Теоретическая и практическая значимость. Теоретическая значимость заключается в систематизации и расширении научных знаний о глубине изменений жирового компонента продукции быстрого питания в процессе высокотемпературной обработки и длительного хранения; интенсивности патогенеза в зависимости от концентрации токсичных продуктов окисления жиров; адекватных методах оценки безопасности продукции быстрого питания,

базирующихся на физико-химических и биологических исследованиях. Обобщения и выводы исследования могут способствовать формированию теоретической базы для дальнейшего развития представлений об обеспечении безопасности продукции быстрого питания.

На основании проведенных исследований разработан способ очистки фритюрных жиров, позволяющий значительно повысить безопасность фритюрной продукции и продлить срок использования жиров в технологическом цикле производства фритюрной продукции. Результаты исследований подтверждены в промышленных условиях на ЗАО «Челны-хлеб». Данный способ внедрен в практику работы: ООО «Здоровое питание», акт внедрения от 28.03.2013 года, ООО «Гурман», акт внедрения от 10.04.2013 года, ИП «Волохов», акт внедрения от 12.04.2013 года, ООО «Отель Жемчужина», акт внедрения от 12.04.2013 года, ООО «Феникс К», акт внедрения от 26.06.2013 года.

На способ очистки фритюрных жиров получено 6 патентов на изобретение РФ. Разработаны технические условия на комплексный гранулированный термомодифицированный наносорбент.

Полученный экспериментальный материал позволил разработать практические рекомендации для предприятий индустрии питания:

- методики очистки термоокисленных фритюрных жиров и подсолнечного масла;
- методики контроля безопасности фритюрных жиров, утвержденные на уровне Правительства Саратовской области;
- технология применения CO₂-экстрактов пряных трав, как антиоксидантов, при производстве изделий в индустрии питания.

По итогам III Саратовского Салона изобретений, инноваций и инвестиций в 2003 году работа отмечена бронзовой медалью, в 2013 году на VIII Саратовском Салоне изобретений, инноваций и инвестиций - золотой медалью. На 14 специализированной выставке с международным участием «Продэкспо. Продмаш.- 2014» получена золотая и серебряная медали.

Разработаны рецептуры, технологии, технологические схемы производства и утвержден комплект нормативной и технической документации на новые виды пищевой продукции: «Сухарики с укропом и душистым перцем» (ТУ 5414-015-00493497-2010), «Чипсы из натурального картофеля с укропом и душистым перцем» (ТУ 5131-014-00493497-2010), «Кекс творожный с облепихой» (ТУ 5416-016-00493497-2010). Изделия внедрены в производство УНПЛ «Питание» ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ им. Н.И.Вавилова» и ресторана «Jardin» г. Саратов, а также используются ресторанами здорового питания «Seedays» в г. Чикаго, США.

Результаты научных и экспериментальных исследований использованы в учебном процессе в курсах дисциплин по направлению подготовки 19.03.04, 19.04.04 «Технология продукции и организация общественного питания» и 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья». Разработанные автором научные положения и практические решения нашли применение при организации научно-исследовательских работ аспирантов, магистров, студентов.

Методология и методы исследования. В рамках настоящей работы для удобства анализа объединили в одну категорию несколько существующих сегодня товароведных групп продуктов с большой долей жирового компонента: продукцию сетей быстрого питания (фастфуда), определенный ассортимент снеков и мучных кондитерских изделий промышленного производства, обозначив общим термином «продукция быстрого питания». Эти группы товаров объединяют общие признаки: они содержат значительную долю жирового компонента, который оказывает решающее влияние на их безопасность, вкусовые и структурные свойства; не требуют затрат времени на употребление; доступны и популярны среди детей и молодежи.

Объектами исследования явились продукты быстрого питания промышленного производства, в том числе снеки (лёгкие закуски); экстрагированный жировой компонент из продукции быстрого питания; масла и жиры, используемые индустрией питания; наносорбент на основе природных материалов; природные антиоксиданты; опытные и контрольные группы

экспериментальных животных. Предметом исследования были физико-химические изменения жирового компонента продукции быстрого питания и жиров, используемых для ее производства, в процессе высокотемпературной обработки и хранения; методы контроля и оценки безопасности продукции быстрого питания на этапе производства и обращения, адсорбционная очистка фритюрных жиров, антиоксидантная стабилизация жирового компонента продукции быстрого питания.

В работе использовали стандартные и общепринятые методы исследования: физико-химические, органолептические, микробиологические, расчетные. Показатель активности воды определяли гигрометрическим методом с использованием прибора HygroPalm AW1 фирмы Rotronic. Определение массовой доли метиловых эфиров индивидуальных жирных кислот к их сумме производили методом газовой хроматографии по ГОСТ Р 51486-99. Суммарное содержание сополимеров, нерастворимых в петролейном эфире (СНПЭ, %), осуществлялось по методике ВНИИЖ.

Количество испарившейся влаги определяли гравиметрическим методом по разнице массы. Выделение жира из готового продукта производили экстракционно-весовым методом по ГОСТ 54053-2010 «Методы определения массовой доли жира».

Количественный анализ элементного состава наносорбента производился на энергодисперсионном рентгеновском флуоресцентном спектрометре EDX-720 методом калибровочных кривых фундаментальных параметров. Изучение пористой структуры образцов наносорбента определяли по низкотемпературной адсорбции азота на быстродействующем анализаторе сорбции газов Quantachrome NOVA (США). Определение структурных характеристик проводили методом Брунауэра-Эммета-Тейлора.

Исследования влияния на организм животных при длительном потреблении фритюрных жиров, обжариваемых в них продуктов, а также чипсов, сухариков, песочного печенья промышленного производства и вновь разработанных изделий изучали путем патоморфологического, гистологического, гематологического

методов исследования. Клинический анализ крови осуществляли аппаратным методом на гематологических анализаторах: PSE 90 Vet, Biochem SA (производство США).

Расчеты, построение графиков и их описание для различных показателей осуществляли при помощи программ Microsoft Excel, Microsoft Word. Статистическая обработка результатов проводилась с помощью прикладной программы «StatPlus».

Работа выполнена в учебно-научно-испытательной лаборатории по определению качества пищевой и сельскохозяйственной продукции, учебно-научно-исследовательской лаборатории «Исследования качества и реологических свойств пищевых продуктов», научно-исследовательской лаборатории «Технология кормления и выращивания рыбы», в учебно-научно-технологическом центре «Ветеринарный госпиталь», в лабораториях кафедры «Морфологии, патологии и биологии животных» ФГБОУ ВО «Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова»; в лабораториях кафедры «Технологии и организации питания» ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский торгово-экономический университет»; на базе испытательной лаборатории Холдинга «Солнечные продукты» (г. Саратов); испытательной лаборатории пищевых продуктов и продовольственного сырья Энгельсского технологического института, лаборатории физической химии Национального Исследовательского Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского, лаборатории ООО НПП «Lisskon», г. Саратов.

На защиту выносятся следующие научные положения:

1. концепция обеспечения безопасности фритюрных жиров и продукции быстрого питания путем снижения в них содержания продуктов термоокисления жиров;
2. совокупность экспериментальных данных по исследованию безопасности жирового компонента продукции быстрого питания и жиров, используемых для ее производства;

3. критерии оптимизации жирнокислотного состава фритюрного жира;
4. результаты исследований процессов, происходящих при высоких температурах эксплуатации фритюрных жиров;
5. результаты исследований на животных, уточняющие уровни токсического влияния на организм продуктов окисления жиров и продукции быстрого питания;
6. результаты очистки фритюрных жиров многокомпонентным гранулированным термомодифицированным наносорбентом;
7. научно обоснованные способы стабилизации жирового компонента продукции быстрого питания с применением натуральных ингибиторов окисления.

Степень достоверности и апробация результатов работы. Достоверность подтверждается выбором современных методов анализа, проведением исследований в аккредитованных лабораториях на сертифицированном оборудовании с установленными метрологическими характеристиками, промышленной апробацией, использованием методов статистической обработки полученных экспериментальных данных.

Основные результаты работы опубликованы в трудах, доложены и обсуждены на Международной конференции молодых ученых «Химия и технология биологически активных веществ, пищевых продуктов и добавок. Экологически безопасные технологии» (Москва-Тверь, ИБХФ РАН, 2001), Межрегиональной конференции молодых ученых и специалистов системы АПК Приволжского федерального округа (Саратов, 2003), Всероссийской научно-практической конференции «Вавиловские чтения-2004» (Саратов, 2004), Международной научной конференции «Пути повышения качества услуг общественного питания» (Саратов, 2005), Наука и социальные проблемы общества: питание, экология, демография. Харьков, 2006 г Международной научно-практической конференции «Наука и социальные проблемы общества: питание, экология, демография» (Харьков, 2006), Всероссийской научно-практической конференции «Вавиловские чтения-2006» (Саратов, 2006), VI

Всероссийской научно-практической конференции «Ветеринарная медицина. Современные проблемы и перспективы развития» (Саратов, 2007), Всероссийской научно-практической конференции «Региональные вопросы развития технологии продуктов и организации общественного питания» (Санкт-Петербург, 2007), Международной заочной научной конференции «Технологии и продукты здорового питания» (Саратов, 2007), Международной научно-практической конференции, посвященной 40-летию Харьковского государственного Университета общественного питания и торговли (Харьков, 2007), Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения проф. Красникова В.В. (Саратов, 2008), Международной научно-практической конференции «Вавиловские чтения-2008» (Саратов, 2008), IV Российском форуме «Здоровое питание с рождения: медицина, образование, пищевые технологии. Санкт-Петербург-2009» (Санкт-Петербург, 2009), региональной научно-практической конференции «Современные технологии переработки сельхозпродукции» (Саратов, 2010), Всеукраинской научно-практической конференции «Прогрессивные техника и технологии пищевых производств, ресторанного хозяйства и торговли. Экономическая стратегия и перспективы развития сферы торговли и услуг» (Харьков, 2010), Международной научно-практической конференции «Новейшие технологии оздоровительных продуктов питания» (Харьков, 2010), Международной научно-практической конференции «Технология продуктов здорового питания» (Саратов, 2010), Международной научно-практической конференции «Вавиловские чтения – 2010» (Саратов, 2010), V Российском форуме «Здоровое питание с рождения: медицина, образование, пищевые технологии. Санкт-Петербург-2010» (Санкт-Петербург, 2010), Международной конференции, посвященной 80-летию Санкт-Петербургского торгово-экономического института «Управление инновациями в торговле и общественном питании» (Санкт-Петербург, 2010), Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения профессора Кобы В.Г. (Саратов, 2011), 1-ой специализированной выставке с международным участием «Продэкспо. Продмаш-2010» (Саратов, 2010),

региональной практической конференции «Молодые ученые – пищевой и перерабатывающей промышленности АПК» (Саратов, 2011), Международной научно-технической конференции «Современные достижения биотехнологии» (Ставрополь, 2011), VI Всероссийской научно-практической конференции «Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы» (Саратов, 2012), V Международной научно-практической конференции «Технология и продукты здорового питания» (Саратов, 2011), V научно-практической конференции «Инновационные направления в пищевых технологиях» (Пятигорск, 2012), Международной научно-практической конференции «Прогрессивная техника и технологии пищевых производств, гостиничного, ресторанного хозяйств и торговли. Экономическая стратегия и перспективы развития сферы торговли и услуг», посвященная 45-летию Харьковского государственного университета питания и торговли (Харьков, 2012), VI Международной научно-практической конференции «Технология и продукты здорового питания» (Саратов, 2012), «Проблемы и тенденции инновационного развития агропромышленного комплекса и аграрного образования России» (Ростов-на-Дону, 2012 г.), Международной научно-технической Интернет-конференции «Фундаментальные и прикладные аспекты создания биосферосовместимых систем» (Орел, 2013), Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Инновационные направления в пищевых технологиях» (Пятигорск, 2013), VII Всероссийской научно-практической конференции «Аграрная наука в 21 веке: проблемы и перспективы» (Саратов, 2013), Международной научной конференции, посвященной 100-летию Н.И. Ковалева «Ковалевские чтения - 2013» (Санкт-Петербург, 2013), VII Международной научно-практической конференции «Технология и продукты здорового питания» (Саратов, 2013), Международной научно-технической конференции «Новое в технике и технологии пищевых производств» (Белгород, 2013), VIII Саратовском Салоне изобретений, инноваций и инвестиций (Саратов, 2013), международной выставке «Продэкспо. Продмаш» (Саратов, 2014), III Международном форуме «Инновационные технологии обеспечения безопасности и качества продуктов

питания. Проблемы и перспективы» V Международной научно-технической конференции «Безопасность и качество продуктов питания. Наука и образование» (Москва, 2014) и других.

Личное участие автора на всех стадиях работы состояло в формировании научного направления, постановке цели и задач исследований, разработке экспериментальных и теоретических подходов при проведении и анализе исследований, выполнении самостоятельных экспериментов, статистической обработке результатов, формулировании выводов и заключения, проведении апробации результатов исследований в производственных условиях, подготовке публикаций по данным научных исследований.

Публикации. По результатам исследования опубликовано 124 работы, в том числе 16 статей в изданиях, рекомендуемых ВАК РФ, 7 патентов РФ на изобретения.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, главы, посвященной материалам и методам исследования и 6-ти глав, в которых приведены результаты исследований и их анализ, выводов, списка литературы и приложений с актами испытаний и внедрения, патентами, дипломами, технической документацией. Работа изложена на 388 страницах основного текста, содержит 73 рисунка и 153 таблицы. Список литературы включает 637 наименований, в том числе 270 иностранных источников.

Диссертационная работа является обобщением научных исследований, проведенных в 1998-2015 гг. лично автором и/или при его непосредственном участии в качестве научного консультанта или руководителя научной работы аспирантов (Макаровой А.Н., Носовой А.С., Погосян А.М.), а также магистров и студентов.

ГЛАВА 1. Научно-информационное исследование

1.1 Идеология фастфуда. Маркетинговый анализ потребительского спроса на продукцию быстрого питания, жареную во фритюре, и жиросодержащую снековую продукцию

1.1.1 Анализ современного состояния сетевых предприятий фаст-фуда и их ассортиментная политика

Индустрия быстрого питания – это динамично развивающийся в мире сегмент экономики. Рестораны быстрого питания (fast food) пользуются популярностью в каждой стране мира [259; 265]. По данным международной компании TGI наибольшее число потребителей быстрого питания приходится на США и Австралию [257]. В этих странах примерно 90 % населения делают выбор в пользу «быстрого питания». Третье место занимает Израиль, где 85% населения потребляют фастфуд. На четвертом месте - Канада (83%) [265]. Россия по потреблению фастфуда стоит на последнем месте в рейтинге стран, где развиты эти системы питания, однако сегодня индустрия быстрого питания в России стремительно растет. Рынок быстрого питания занимает около 15 % от рынка общественного питания в целом. В нашей стране регулярно посещает предприятия быстрого питания треть населения (30-35 %), а это - 43 млн. жителей страны [204; 158; 206].

Стремительный рост смертности от болезней, связанных с нарушением режима питания, заставляет мир избавляться от фастфуда. Некоторые эксперты полагают, что массовая экспансия американских игроков рынка фастфуда в Россию и страны СНГ вызвана не только растущим спросом на быстрое питание в России, но и началом национальной кампании за здоровое питание в США и, соответственно, вытеснением фастфуд-сетей. Началом этой кампании послужил выход в свет в 2001 году книги журналиста Эрика Шлоссера «Нация фастфуда: тёмная сторона всеамериканской еды» [243; 436].

Соединенные Штаты - Мекка мирового фастфуда и моды на полуфабрикаты - переживают кулинарный шок. 1,5 тыс. телеканалов пропагандируют здоровую еду, спрос на них зашкаливает, а, по данным социологов из TNS Callup AdFact, самыми главными семейными блюдами американцев все равно остаются гамбургеры и пицца. Как итог, США занимают первое место в мире среди стран, в общей структуре заболеваемости населения которых до 60% составляют алиментарно-зависимые заболевания, или болезни, напрямую связанные с неправильным питанием [102].

В России отношение к фастфуду, напротив, улучшается. Опираясь на данные маркетингового агентства Alto Consulting Group [262], полученные в ходе исследования рынка общественного питания, можно сделать вывод о том, что данный сегмент рынка продолжит динамично развиваться в России. По официальным данным на 2013 год, в России действует более 90 сетей быстрого питания. На территории страны находятся более 2400 кафе и ресторанов, большинство из которых принадлежат транснациональным корпорациям.

Дополнительным фактором является постоянная интеграция зарубежных компаний на рынок. Еще в 2005 году глава корпорации McDonalds Джим Скиннер не скрывал, что приоритетными направлениями экспансии компании являются Россия и Китай [597].

Объем рынка фастфуда, по данным на 2008 год, составил 2 млрд. долларов. Уже к 2010 году данный показатель увеличился в полтора раза и составлял более 3 миллиардов. В последующие годы данный сегмент рынка продолжал наращивать темпы роста и к 2012 году был оценен экспертами в 7,8 млрд. долларов [262].

Лидерами рынка по количеству ресторанов на сегодняшний день являются такие транснациональные сети как: Subway - 514, McDonald's – 356. В тройку лидеров также вошла отечественная сеть «Крошка-картошка», у которой 252 ресторана. В 2012 году сеть McDonalds и KFC на двоих открыли 73 новых закусочных.

В 2010 году на российский рынок вышла транснациональная сеть быстрого питания № 2 Burger King. За год работы в России игрок открыл 14 ресторанов [127]. О планах выхода в Россию заявила третья в мире по размеру сеть закусочных Wendy's – конкурент McDonald's и Burger King [278].

Согласно маркетинговым опросам, среднестатистический житель столицы посещает заведения быстрого питания 1 раз в неделю [262].

В Петербурге обозначила свое присутствие австралийская сеть фастфуда County Chicken [355]. Американская куриная сеть Texas Chicken приготовилась к выходу на российский рынок, планируя начать с городов-миллионщиков – Москвы, Казани, Нижнего Новгорода [354].

Таким образом, очевиден факт увеличения потребления продукции фастфуда в России.

Среди продукции предприятий фастфуда наиболее популярной является, продукция жаренная во фритюре. Жарка во фритюре - один из самых древних способов приготовления пищи, по данным некоторых источников уже в 1600 г до н.э. широко применялся этот способ приготовления пищи различными народами всего мира. Многие жареные блюда являются традиционными, присущими данной нации, а некоторые стали достоянием всего человечества, например, картофель фри [568].

В русской кухне широко применялся такой способ тепловой кулинарной обработки, как жарка на сковородах в большом количестве жира, раньше такие блюда называли «пряженые»: хворост, драники и другие. Позже появились названия жареных блюд и сами блюда, заимствованные из других кухонь, например, французской: судак «кольбер», «рыба орли», «рыба фри миньер» [144].

В центральной области Мексики жарка в большом количестве жира была развита ацтекскими индейцами для приготовления традиционных маисовых лепёшек из зерна, также был широко известен процесс жарки кукурузных зерен, аналог современного поп-корна [540; 604]. Происхождение жареного цыпленка - южные государства Америки. Жареный цыпленок присутствовал также в рационе шотландцев в течение долгого времени, но они не использовали специй.

В китайской кухне этот способ тепловой обработки – один из самых популярных, причем существует несколько технологических приемов жарки в большом количестве жира, отличающихся соотношением жира и продукта, и процессом ведения жарки: жарка в полуфритюре (чао), жарка в полуфритюре (лю), жарка во фритюре [458; 368].

Французская кухня известна блюдами фри: фриты – картофель фри, рыба во фритюре панированная и натуральная, цветная капуста и многие другие.

Что касается мучных жареных блюд, то они присутствуют в каждой кухне мира, например, пончики, которые имеют различные названия и готовятся во многих странах [542].

В прошлое десятилетие сильно увеличились объемы потребления таких блюд, вследствие расширения их ассортимента, особенно за счет замороженных и предварительно пожаренных. Такие полуфабрикаты активно используются предприятиями фастфуда в России и за рубежом, особенно сетевыми, в мелком, в основном, работают на сырье.

Ассортимент фритюрной продукции очень велик. Он включает в себя разнообразные блюда, как панированные, так и натуральные:

- из овощей – картофель фри, картофельные крокеты, лук фри, цветная капуста фри и др.;
- из мяса и птицы – куриные крылышки, котлеты, зразы и др.;
- блюда из рыбы – тельное, рыба фри др.;
- мучные изделия национальных кухонь – чак-чак, пирожки, беляши, чебуреки.

Рисунок 1.1 иллюстрирует объемы продаж блюд и кулинарных изделий в индустрии фастфуда в России.

По данным маркетинговых исследований (рисунок 1.1), наибольшие объемы продаж в предприятиях фастфуда России приходятся на картофель фри 25-30 %, куриные крылышки 15-20 %, также куриное филе в панировке 10 %, пирожки, беляши, чебуреки 10-15 %, пончики 10 %, рыба и морепродукты фри 10 %, прочие овощи фри 5%, а в рознично-торговых сетях мучное кулинарное

изделие «Чак-чак» промышленного производства занимает 15-20 % объема продаж всех мучных изделий [265].

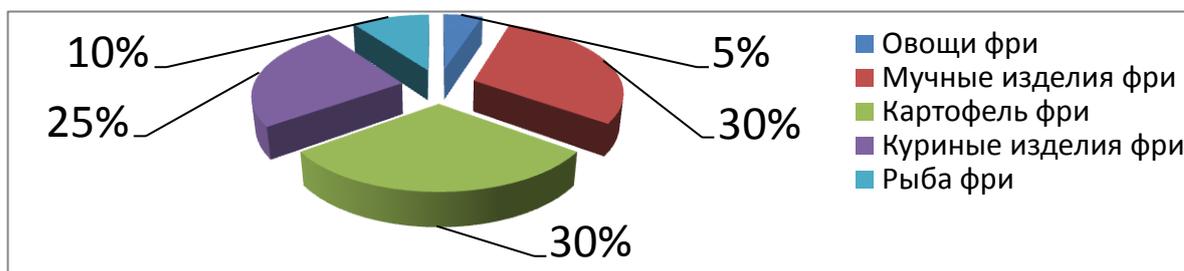


Рисунок 1.1 – Объемы продаж блюд и кулинарных изделий в индустрии фастфуда в России, %

Таким образом, увеличивается число ресторанов фастфуда в России и объемы потребления продукции быстрого питания, произведенной с использованием технологии фритюрной жарки. Технологическая особенность этого вида жарки – быстрота и простота приготовления, поэтому продукты, жаренные во фритюре, получили глобальное распространение и популярность во всем мире. Этот способ тепловой обработки применяется в каждой кухне мира и известен с древних времен. Исключителен тем, что готовый продукт обладает уникальными органолептическими свойствами, особенной хрустящей корочкой, ярким ароматом и неповторимым вкусом.

1.1.2 Рынок индустриально-производимой продукции быстрого питания

Большой ассортимент снековой продукции и мучных кондитерских изделий, использующихся наравне со снеками, характеризуются длительным сроком реализации (6 месяцев и более), наличием индивидуальной упаковки, небольшим весом пакета (обычно менее 100 г), готовностью продукта к немедленному употреблению и значительной долей жирового компонента [174].

В России рынок снековой продукции появился не так давно, в отличие от западного, где снеки уверенно лидируют в рейтинге наиболее употребляемых

товаров, и демонстрирует стабильный рост. По данным Euromonitor International, розничные продажи соленых и сладких снеков в России в 2012 году составили примерно 352 тыс. тонн, что оценивается в 120 млрд руб. Однако среднедушевое потребление снеков в России (2,47 кг в год) остается достаточно низким по сравнению с США (10,72 кг) и странами Западной Европы (3,89 кг), что говорит о значительном потенциале роста российского рынка снековой продукции (рисунок 1.2) [244].

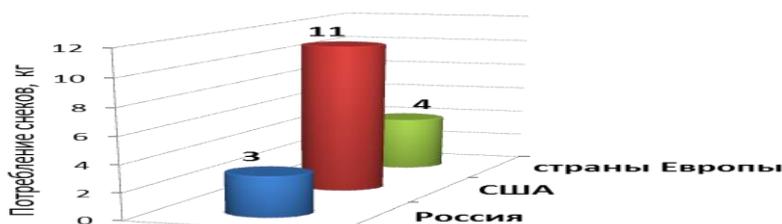


Рисунок 1.2 – Потребление снеков в развитых странах на душу населения, кг

Безоговорочным лидером рынка на протяжении нескольких лет являются чипсы – 43%, орешки – 8% и экструдированные снеки – 7%. Подростки отдают предпочтение чипсам, дети младшего возраста, кроме чипсов любят сладкие мучные и сахаристые снеки, особенно, если они с сюрпризами [263; 281].

Согласно информации исследовательского центра, городские жители покупают снековой продукции в 2-3 раза больше, чем жители деревень. Учащиеся и студенты, покупают, например, экономичные сухарики, а не дорогие чипсы [263]. Сухарики считаются самой простой и дешевой закуской [461].

В данной сфере производства продуктов уже сформировались свои предпочтения. От 30 до 40% хрустящего картофеля съедают любители пива в возрасте от 16 до 45 лет, 30% - дети от 3 до 15 лет, около 20% чипсов предпочитает употреблять молодежь в возрасте от 16 до 23 лет для утоления голода.

Потребление хрустящего картофеля в нашей стране оценивается сейчас примерно в 0,5 кг на человека в год. В Европе этот показатель колеблется от 1 до

5 кг, в США достигает 10 кг (по данным маркетингового агентства GfK) (рисунок 1.3) [207].

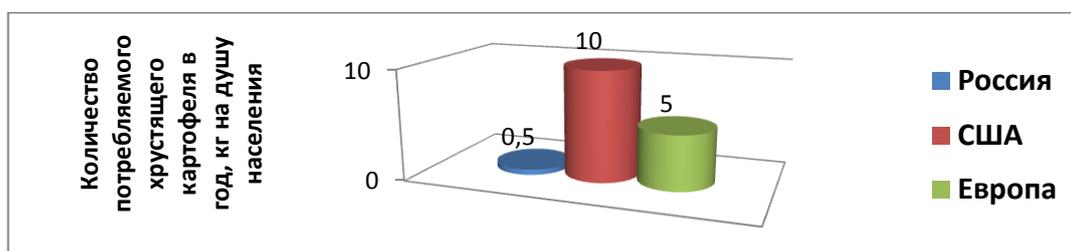


Рисунок 1.3 – Потребление хрустящего картофеля в год на душу населения в разных странах, кг

Кондитерские изделия – как мучные, так и сахаристые – являются продукцией ежедневного спроса: среднестатистический житель России в 2012 году потреблял 23 кг сладостей, из которых 12 кг были сахаристыми, а 11 кг – мучными изделиями.

Российский рынок кондитерских изделий входит в рейтинг крупнейших мировых рынков. На нем представлено большое количество продукции мировых концернов с известными брендами (Snickers, Mars, Roshen, Kraft Foods и т. д.). Тем не менее, товары данных брендов выпускаются непосредственно в России. Доля товаров импортного производства на российском рынке кондитерских изделий составляет всего 12%. Эта величина остается неизменной на протяжении последних нескольких лет. Вступление в ВТО не оказало особого влияния на кондитерский рынок России [2].

За период с 2008 по 2012 годы доля внутренних продаж кондитерских изделий в объеме спроса составляла в среднем 94%, а доля экспорта – 6%. В 2008-2012 годах наибольшую долю в продажах мучных кондитерских изделий традиционно занимало сладкое печенье, обеспечивающие около 39% оборота рынка. На долю тортов и вафель приходилось по 14% продаж, на долю пряников – около 12% рынка, а на долю кексов и рулетов – 11%. На прочие виды мучных кондитерских изделий приходились оставшиеся 11% продаж продукции (рисунок 1.4) [134].

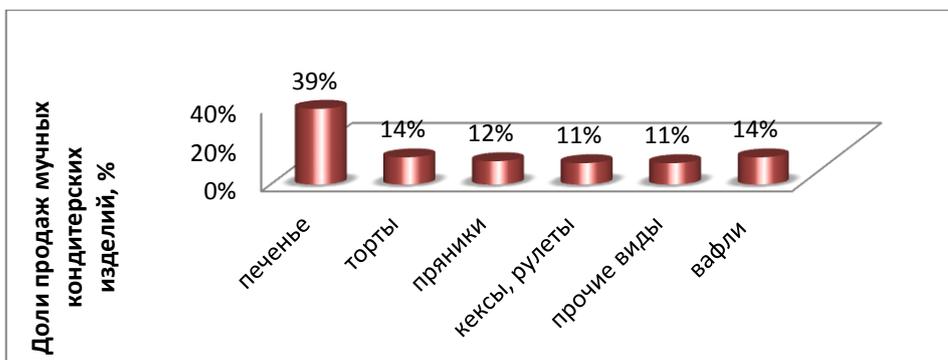


Рисунок 1.4 - Доли продаж мучных кондитерских изделий с высоким содержанием жира в РФ за 2008-2012 годы

Практически половина рынка мучных кондитерских изделий приходится на сахарное печенье. В совокупном объеме производства всех выпускаемых в России мучных кондитерских изделий на печенье (включая крекеры и галеты) и вафельную продукцию приходится около 67 % [461]. Производство песочного печенья экономически выгодно для повышения рентабельности существующих хлебопекарных предприятий путём замены части выпуска менее рентабельной продукции выпуском печенья с использованием уже имеющихся производственных мощностей. Кроме того, сдобное печенье имеет длительный срок хранения, и соответственно, длительный срок реализации [303; 19].

В настоящее время чаще всего при приготовлении сдобных мучных кондитерских изделий используют гидрированные или перетерифицированные растительные жиры. [252; 303; 19].

Таким образом, производство сдобных кондитерских изделий в настоящее время является актуальным и востребованным. При этом возникает проблема не только технологичности, но и безопасности данной продукции при длительном потреблении [171; 114]. Следует заметить, что в литературе и нормативных документах отсутствуют сведения по проблеме физико-химических изменений жиров, накоплению токсичных продуктов их разложения и соответственно их безопасности при длительном хранении снековой продукции с большой долей жирового компонента на этапе обращения в торговой сети.

Несмотря на общемировой тренд здорового образа жизни, популярность продукции быстрого питания продолжает расти, а это значит, что продолжают увеличиваться объемы потребляемых населением жиров, используемых в данном технологическом процессе, качество и безопасность которого ощутимым образом определит здоровье населения, особенно молодежи [217; 235; 310].

1.1.3 Рынок пищевых жиров для индустрии питания: анализ, перспективы развития

Основным масличным сырьем России являются семена подсолнечника [349]. В общем объеме растительного масла, производимого в России, на долю подсолнечного приходится около 85% (из них 67% - нерафинированное подсолнечное масло), что составляет 15% от мирового производства данного вида масла [44]. Внутренние потребности в подсолнечном нерафинированном масле на российском рынке практически полностью обеспечиваются отечественным производством. Доля импорта данного вида масла на рынке составляет всего 3%. Из них 99% было обеспечено поставками из Украины, оставшийся объем пришелся на продукцию из Литвы, Молдавии, Аргентины, Нидерландов, Польши и прочих стран. Доля импортных закупок растительного масла в России на рынке, например, в 2011 году составила 23%, Россией было импортировано 875 тысяч тонн различных видов растительного масла, большую часть из которых составило пальмовое масло - 72%. В 2014 году объем импорта растительного масла увеличился вдвое, в основном за счет пальмового масла [132; 134].

К 2020 году предусматривается довести долю растительного масла российского производства до 84 % в общем объеме рынка, однако на текущий момент импорт остается значительным. Основными потребителями импортного масла являются предприятия пищевой и перерабатывающей промышленности: молочной, кондитерской, хлебобулочной, предприятия индустрии питания и другие [218].

Вследствие глобальных изменений в структуре питания, обусловленных значительным повышением доли растительных жиров в продуктах питания во всем мире, объемы производства масличных культур за последние пятнадцать лет выросли более чем в два раза (рисунок 1.5) (исключая Малайзию и Индонезию, где производство пальмового масла идет более интенсивно).

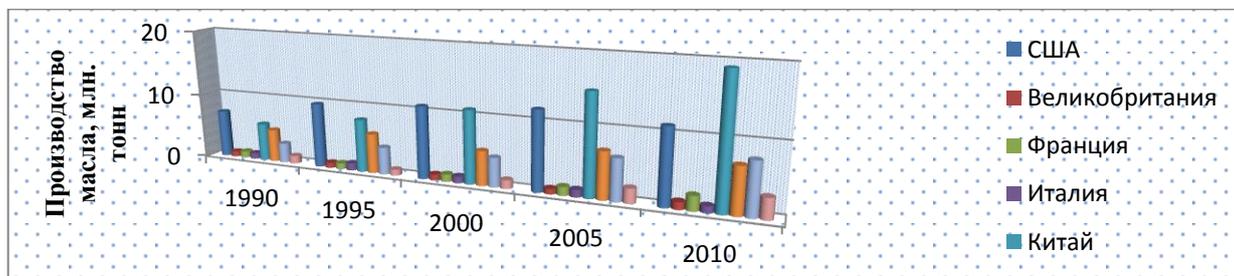


Рисунок 1.5 – Производство растительного масла, млн. тонн. Учтены следующие виды растительного масла: кокосовое, хлопковое, арахисовое, льняное, кукурузное, оливковое, пальмовое, рапсовое, сафлоровое, кунжутное, соевое, подсолнечное [343, 440; 136].

Наравне с ростом производства растительного масла, с каждым годом растет и его потребление на душу населения. Например, в Соединенных Штатах потребляется в среднем, около 35 кг растительного масла на человека; в Великобритании – 26; в Германии, Франции, Италии – 28; в Голландии, Бельгии, Швеции около 22 кг. В Канаде 15-16 кг на человека в год. Несколько отстают по потреблению страны СНГ, например, в России потребление на душу населения в год всего 14-15 кг, что, в принципе, совпадает с рекомендациями Института Питания РАМН, а в Украине около 12 кг в год [196].

По данным маркетинговых исследований, в пищевой промышленности и на предприятиях общественного питания все чаще используют пальмовое масло и его фракции. Мировое производство пальмового масла в 2013/14 гг. составило 46,9 млн. т. Ведущими мировыми экспортерами пальмового масла остаются Индонезия и Малайзия [13; 48].

Из таблицы 1.1 следует, что в питании населения мира и в России увеличивается доля потребляемых жиров. Как показал анализ литературных данных, наибольший прирост продаж в настоящий момент и в будущем будет иметь пальмовое масло и жиры на его основе.

Таблица 1.1 - Мировое производство растительных масел за последние 7 лет (млн. т) [14; 186]

	2007/08 г.	2009/10 г.	2011/12 г.	2013/2014 г.
Всего	120,8	127,7	131,1	136,3
Индонезия	19,5	21,8	23,2	25,1
Малайзия	17,3	19,8	19,4	20,6
Китай	14,7	14,7	16,1	16,8
ЕС	11,7	12,5	13,7	14,2
США	10,4	10,5	9,6	10,1
Аргентина	7,8	8,3	7,7	7,6
Бразилия	6,5	6,8	6,8	6,7
Индия	6,2	6,8	5,8	6,3
Россия	2,8	2,4	3,4	2,9
Канада	1,9	2,0	2,1	2,2

Значительную долю потребляемых населением жиров составляют скрытые жиры, находящиеся в различных продуктах, в том числе и фастфуде, которые содержат значительное количество *транс*-изомеров жирных кислот и могут содержать продукты окислительной порчи. В связи с этим, актуальным аспектом является повышение безопасности и качества жиров, используемых индустрией питания.

1.2 Современные представления о роли пищевых жиров в питании человека

Пищевые жиры – необходимая составная часть сбалансированного рациона питания человека, они составляют около одной трети общей калорийности нашей пищи [332]. За последние 20 лет содержание жира в рационе питания выросло на 77% [186; 127].

Исследования последних лет, раскрывающие роль липидов в организме человека и животных, позволили оценить и уточнить влияние этих веществ на течение обменных процессов на всех уровнях организации живой материи: молекулярном, субклеточном, клеточном, тканевом, органном и организменном. Для жиров характерны разнообразные функции за счет широкого разнообразия их структур [6], хотя первоначально их рассматривали лишь как мощный источник энергии [221]. Кроме того, липиды – это часть информационного каркаса организма, они формируют и организуют информационные потоки и наполняют их, обеспечивая активное взаимодействие со средой. При различных патологиях наблюдаются нарушения в липидной системе организма [6].

Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) – линолевая, линоленовая и арахидоновая выполняют специфическую роль в процессах жизнедеятельности организма и относятся к незаменимым веществам пищи [27; 111].

Сравнительно недавно получены данные о том, что незаменимые жирные кислоты усиливают защитные функции организма. Велика их роль в регуляции сигнальной информации. ПНЖК способны взаимодействовать с ионными каналами, такими как калиевые, натриевые и кальциевые, тем самым инициируя быстрый ответ клетки на полученную информацию. Благодаря особенностям своей структуры ПНЖК могут претерпевать окислительные трансформации углеродного скелета с образованием нескольких сотен биологически высокоактивных метаболитов, объединяемых общим термином «оксипирины» [6].

Двумя основными группами ПНЖК являются кислоты семейств ω -6 и ω -3. Жирные кислоты ω -6 содержатся практически во всех растительных маслах. ω -3 жирные кислоты также содержатся в ряде масел (льняном, из семян крестоцветных, соевом). Из ПНЖК ω -6 особое место занимает линолевая кислота, которая является предшественником наиболее физиологически активной кислоты этого семейства – арахидоновой. Арахидоновая кислота является преобладающим представителем ПНЖК в организме человека [191].

Потребность организма в полиненасыщенных жирных кислотах непостоянна. Она может меняться в зависимости от возраста, характера трудовой

деятельности, условий существования, в частности от климатических условий, состояния здоровья и от других факторов.

Рекомендации по жирно-кислотному составу пищевых жиров для питания здорового организма МР 2.3.1.2432-08 [191], утвержденные Главным государственным врачом РФ, приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 - Состав жировых продуктов для здорового питания человека

Степень ненасыщенности жирных кислот	Соотношение жирных кислот, в % от общей калорийности суточного рациона
Насыщенные	Не более 10
Мононенасыщенные	10
Полиненасыщенные	От 6 до 10
Соотношение полиненасыщенных кислот $\omega 6/\omega 3$	От 5 до 15

В процессе пищеварения жиры выступают в роли витаминосителей [32].

Каждый жир в отдельности (из используемых в питании) как растительного, так и животного происхождения, не удовлетворяет в полной мере всем тем требованиям, которые предъявляются в настоящее время к пищевому жиру. Поэтому для создания полноценных рационов необходимо использовать животные и растительные жиры в определенных сочетаниях, благоприятных для организма человека [27; 111].

Важным аспектом потребления жиров является не только их пищевая и биологическая ценность, но еще безопасность и качество, которые зависят от ряда факторов, связанных с технологическими процессами обработки масличных семян, производства масел, хранения, транспортировки и последующей тепловой обработки. Известны данные о патологических изменениях в организме при потреблении окисленных и термически окисленных жиров [372]. Продукты разложения жиров токсичны, они обладают канцерогенным действием, способностью вызывать заболевания желудочно-кишечного тракта и печени, задержку роста, раздражения кожи и слизистых оболочек, развитие злокачественных опухолей [109; 223; 225; 224; 453; 52; 53; 51; 579; 401].

Особого внимания заслуживает вопрос регламентации содержания *транс*-изомеров жирных кислот в пищевых продуктах [374; 412; 458].

Формирование *транс*-изомеров связано с комплексом реакций, происходящих во время частичного гидрирования растительных масел [457, 581]. В результате этой реакции, снижается содержание ПНЖК, при этом увеличивается содержание олеиновой и стеариновой кислот с одновременным образованием *транс*- изомеров ненасыщенных жирных кислот.

Технология частичной гидрогенизации специально направлена на увеличение *транс*- изомеров, чтобы обеспечить необходимое соотношение между температурой плавления и структурными характеристиками получаемых твердых гидрогенизированных жиров - саломасов.

В течение почти 100 лет и до самого последнего времени селективная гидрогенизация являлась важнейшим промышленным методом стабилизации растительных масел и получения на их основе пластичных пищевых жиров для маргариновой продукции.

По этой причине на отечественном рынке периодически появляются жиры различных фирм, содержащие 15...25% *транс*-изомеров (таблица 1.3).

Таблица 1.3 - Содержание *транс*-изомеров в различных жирах [162].

Продукция	Содержание
Молочный жир	2,3– 8,6%
Говяжий жир	2,0– 6,0%
<u>Саломасы</u>	35– 67%
Сырые растительные масла	<0,5%
Рафинированные растительные масла	<1%
Мягкие маргарины	0,1– 17%
Маргарины для выпечки	20– 40%
Кулинарные жиры	18– 46%
<u>Спреды</u>	1,5– 6%

Содержание *транс*-жирных кислот в продукции быстрого питания может достигать трети от общих жирных кислот и составлять значительную долю в дневном рационе [7] (таблица 1.4).

Таблица 1.4 - Содержание *транс*-жирных кислот в некоторых продуктах быстрого питания

Продукт питания	г на порцию	г / 100 г	% от общих жирных кислот
Картофель фри, чипсы	4,7-6,1	4,2-5,8	28-36
Фишбургер	5,6	3,4	28
Пицца	1,1	0,5	9
Попкорн	1,2	3,0	11
Пирог (пай)	3,9	3,1	28
Пончики	2,7	5,7	25
Пирожки	1,8	5,9	26
Кекс	1,7	2,7	16
Сдоба	0,7	1,3	14

Кроме того, процесс образования *транс*-изомеров детально был изучен при дезодорации масел на этапе их рафинации. Негидрогенизированные рафинированные растительные масла содержат различное количество *транс*-изомеров в зависимости от степени их ненасыщенности и в зависимости условий воздействия на них, применяемых при их обработке [583; 581].

Процесс формирования *транс*-изомеров в технологии жарки изучен недостаточно. Исследования группы ученых (Beatriz, Oliveira, and Ferreira 1994; Gamel, Kiritsakis, and Petrakis 1999; Sebedio et al. 1996) [382; 454; 586] показали, что при использовании негидрогенизированных масел, не содержащих *транс*-изомеры олеиновой и линолевой кислот, их концентрация в жарочной среде невелика. Следовательно, если они присутствуют в значительных количествах в жареных продуктах, то образуются не в результате жарки, а вследствие фактического присутствия в исходных жирах. *Транс*-изомеры могут мигрировать в негидрогенизированные масла из продуктов или полуфабрикатов, обжаренных ранее в гидрогенизированных маслах и проходящих процесс доготовки в предприятиях питания (Romero, Cuesta, and Sanchez-Muniz 2000) [576].

Современные исследования показывают, что *транс*-изомеры нарушают работу ферментов, клеточных мембран, способствуют увеличению уровня холестерина в крови. Их действие повышает риск онкологических, сердечно-сосудистых заболеваний и возникновения диабета. Хотя данные Международного института изучения жизнедеятельности (США) показывают, что прямая связь между содержанием *транс*-изомеров и частотой возникновения сердечно-сосудистых заболеваний не установлена.

Исследования, проводившиеся в Канаде, даже в материнском молоке обнаружили у 25% женщин свыше 10% трансизомеров. В США, эта проблема вышла на первое место, только тогда, когда статистика поставила ожирение и рак толстого кишечника, а также сердечно-сосудистые заболевания на первое место и медицинские структуры забили тревогу [497; 591; 455; 545].

Доказано, что *транс*-изомеры ненасыщенных жирных кислот, полученные промышленным путем, отличаются от природных *транс*-изомеров, содержащихся в животных жирах (до 8 %), положением *транс*-двойной связи в жирнокислотной цепи. Наблюдения за их влиянием на организм человека позволили сделать вывод о том, что для них не существует нижней безопасной и верхней толерантной границы, нет адекватного уровня их дневного потребления. Другими исследователями установлено, что влияние источников *транс*-изомеров натурального происхождения и *транс*-изомеров, образующихся в процессе гидрогенизации одинаково [162]. Не обладая свойствами природных *цис*-ненасыщенных жирных кислот, *транс*-жирные кислоты конкурируют с «нормальными» жирными кислотами за ферменты биосинтеза и метаболизма этих кислот. В опытах на животных скармливание *транс* - жирных кислот приводило к изменениям в экспрессии генов [6].

По рекомендациям ВОЗ, организм человека должен получать от *транс*-жиров не более 1% суточной нормы общего энергопотребления (около 2-3 граммов *транс* - жиров) [213; 619]. В 2009 году ВОЗ пересмотрела эту рекомендацию и рекомендовала полностью удалить промышленные *транс*-жиры из продуктов питания [620]. Эксперты ВОЗ отмечают, что вопрос о том, нужно ли

нормировать натуральные *транс*-жиры, пока остается открытым, ввиду малого числа клинических данных.

На основе рекомендаций ВОЗ, в странах ЕС с 19.07.2010 г. установлены жесткие нормы по содержанию *транс*-изомеров ненасыщенных жирных кислот в жировых продуктах. В США с 2013 года использование гидрогенизированных жиров продуктах питания также строго ограничено [445; 543].

Нормативными документами в нашей стране установлены нормы содержания *транс*-изомеров в некоторых пищевых жирах, но эти нормы все еще высоки и требуют детального рассмотрения.

С 01.07. 2013 года введен в действие Технический регламент Таможенного Союза ТР ТС 024/2011, в соответствии с которым содержание *транс*-изомеров в отечественных кулинарных и фритюрных жирах до 01.01.2015 г. не нормировалось. С 01.01.2015 г. введена норма содержания *транс*-изомеров в этих жирах не более 20%, а с 01.01.2018 г. планируется ввести норму содержания *транс*-изомеров не более 2%, соответствующую рекомендациям ВОЗ [328].

В соответствии с ГОСТ 52100-2003, содержание *транс*-изомеров в спредах установлено не более 8%, что примерно соответствует содержанию природных *транс*-изомеров в сливочном масле [88].

В связи с этим для производства кулинарных и фритюрных жиров наиболее целесообразно использовать натуральные растительные масла, а предприятиям, производящим специальные жиры и масла, необходимо найти возможности технического перевооружения для отказа от использования технологии гидрогенизации.

1.2.1 Анализ современных представлений об окислительных изменениях пищевых жиров при высокотемпературной обработке

Материал настоящего раздела подготовлен с использованием данных, приведенных в работе Advances in deep-fat frying of foods. Ed. Serpil Sahin, Servet

Gulum Sumnu. In Series: Contemporary Food Engineering, Series Ed. Da-Ven Sun.// CRC Press, Taylor & Francis Group - Boca Raton, 2009 - 310 p. [369].

Вопросы термического окисления жиров весьма сложны и во многом зависят от параметров технологического процесса (температура, продолжительность нагревания, периодичность нагрева, количество загрузок обжариваемых продуктов).

Кроме того, скорость и глубина термического окисления жиров во многом зависит от обжариваемого продукта, его природы, влажности, формы нарезки, предварительной технологической обработки (например, предварительная обжарка полуфабрикатов с последующим замораживанием, предварительное бланширование и т.д.) и других факторов.

Вид используемого жира также является определяющим звеном в данном процессе (степень ненасыщенности, первоначальное качество и различные добавки, которые использовались для его производства: пеногасители, антиокислители и т.д.).

Процессы термического окисления жиров изучены в основном на модельных жирах, при холостом нагреве, то есть без продуктов, что является хорошей теоретической базой для исследования процессов окисления жиров при нагреве в присутствии различных продуктов, которые в настоящее время недостаточно изучены и требуют уточнений по ряду вопросов.

При термическом воздействии в жирах проходят 4 основных процесса: окисление, полимеризация, гидролиз и деструкция.

1.2.1.1 Окисление жиров при высокотемпературном нагреве

На рисунке 1.6 показана хорошо известная схема термического окисления жиров [368].

Она происходит через свободно-радикальный механизм цепных реакций, где RH представляет молекулу триглицерида, которая претерпевает окисление в одной из своих ненасыщенных ацильных групп.

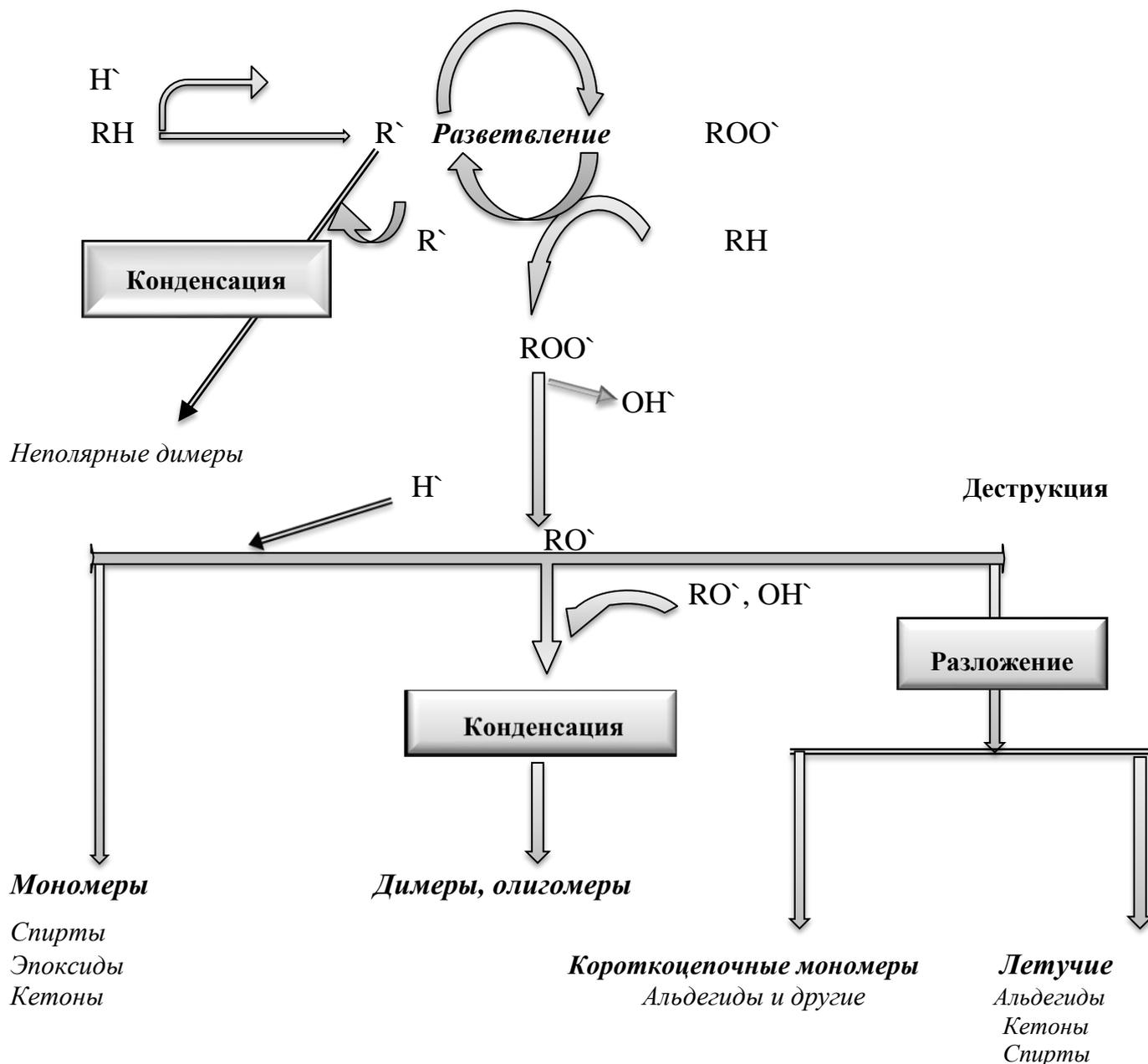


Рисунок 1.6 – Схема механизма термического окисления жиров [368]

С повышением температуры растворимость кислорода резко падает, при этом все реакции окисления ускоряются. Затем происходит образование пероксидов, в основном гидропероксидного типа. Энергия активации образования радикала намного меньше, чем энергия, необходимая для удаления водородного атома из CH_2 –группы в насыщенных углеводородных цепях, и меньше, чем энергия присоединения радикала к этиленовой связи.

Радикал достаточно быстро реагирует с кислородом и образует ведущий цепь окисления перекисный радикал ROO^\cdot (начало стадии разветвления).

Продолжением стадии разветвления является отрыв атома водорода от RH пероксидным радикалом ROO' с образованием ROOH и другого радикала.

При окислении полиненасыщенных жирных кислот непосредственно в мышечной ткани рыбы и мяса инициирование процесса окисления особенно ускоряется в связи с присутствием активных биокатализаторов – гемопротеиновых компонентов (продуктов распада гемоглобина, миоглобина и цитохрома C).

На этом этапе скорость окисления зависит от вида окисляемой кислоты: наиболее быстро окисляются полиненасыщенные жирные кислоты (причем конъюгирование двойных связей ещё более ускоряют окисление этих кислот), в 20-40 раз медленнее – мононенасыщенные и ещё медленнее – насыщенные (таблица 1.5).

По исследованиям ряда ученых (Скотт 1965) [584], во время жарки за счет действия температуры, так как давление кислорода уменьшается, увеличивается концентрация алкильных радикалов (R') по отношению к пероксидным радикалам (ROO'). В результате, полимерные соединения формируются преимущественно за счет реакций с участием (R') и (RO').

Таблица 1.5 – Относительная скорость окисления жирных кислот в сопоставимых условиях

Наименование жирной кислоты	Длина цепи и число двойных связей	Относительная скорость окисления
Стеариновая	18:0	0,03
Элаидиновая	18:1транс	менее 1
Олеиновая	18:1	1
Линолевая	18;2	12
Линоленовая	18:3	25
Арахидоновая	18:4	50

Кроме того, в существенных количествах происходит формирование неполярных димеров триглицеридов (R-R). Это типичные соединения,

образующиеся при низкой концентрации кислорода через взаимодействие алкильных радикалов (R^\cdot), (Dobarganes and Perez-Camino 1987) [428].

Таким образом, как показано на рисунке 1.6, два триглицеридных радикала (R^\cdot) инициирующей реакцию, и радикал (RO^\cdot), образующийся в результате распада гидроперекиси ($ROOH$), участвуют в прекращении реакции окисления с образованием продуктов разной полярности, стабильности и молекулярного веса, то есть образуются три основные группы соединений, отличающихся молекулярной массой. Триглицеридные димеры и олигомеры – самые характерные компоненты, образующиеся в термоокисленных жирах за счет взаимодействия между радикалами триглицерида. Их молекулярные массы, выше, чем у исходной молекулы триглицерида.

Окисленные триглицеридные мономеры – это триглицериды, по крайней мере, с одной окисленной ацильной группой. Они образованы через взаимодействие между триглицеридными и водородными или гидроксильными радикалами. Их молекулярная масса такая же, как у неизмененного триглицерида (RH). Летучие вещества образованы через распад радикала (RO^\cdot), и имеют молекулярные массы ниже, чем неизмененный триглицерид. Эти реакции происходят в ацильных группах ненасыщенных жирных кислот, присоединенных к глицеридной основе и, поэтому, устойчивыми конечными продуктами являются триглицеридные мономеры, димеры и олигомеры, содержащие измененные и неизмененные ацильные группы. Схематическое представление структур продуктов, образованных через окислительные реакции, приведено на рисунке 1.7 [368].

В процессе реакций полимеризации образуется основная и самая сложная группа продуктов деградации термоокисленных жиров. Комплексный результат образующихся веществ в данной реакции зависит от различных возможностей окисления ненасыщенных жирных кислот, которые обусловлены жирнокислотным составом жира, концентрацией триглицеридов, содержащих более одной ненасыщенной ацильной группы в молекуле.

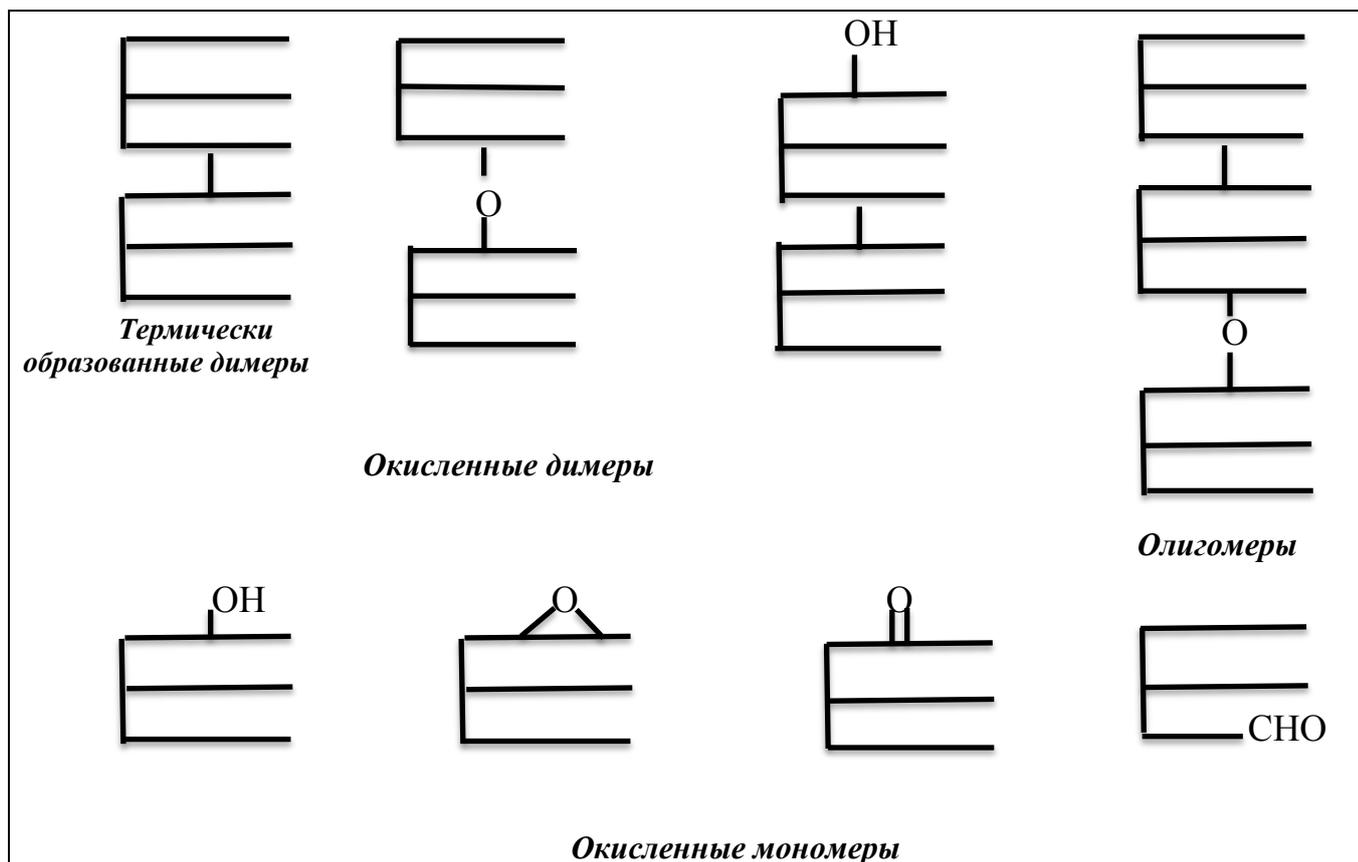


Рисунок 1.7 – Схематичное представление основных групп веществ, образующихся во время термического распада жиров [368]

Вопросы образования и структуры триглицеридных димеров и олигомеров до конца не изучены. Имеющаяся информация о механизмах полимеризации ограничивается исследованиями образования димеров на первом этапе этой реакции. Данные исследования были выполнены на метиловых эфирах жирных кислот при глубоко зашедшем процессе окисления жиров, в отсутствии или присутствии воздуха. При нагревании в отсутствие воздуха, полученные соединения, не содержат дополнительный кислород. Структуры соединений, содержащих дополнительные кислородсодержащие функциональные группы, сих пор изучены плохо из-за их неоднородности (рисунок 1.7). Во-первых, различные кислородсодержащие функциональные группы, вероятно, будут присутствовать в димерной связи или в любой другой ацильной группе молекулы ненасыщенной жирной кислоты. Во-вторых, более чем одна функциональная группа может присутствовать в той же димерной молекуле. Таким образом, большое количество возможных комбинаций приводит к очень сложной смеси образующихся веществ,

которые трудно отделить. Таким образом, в проводимых исследованиях учеными уделено больше внимания составу продуктов термоокисления, чем механизмам образования димеров.

Окисленные триглицеридные мономеры. Окисленные мономеры триглицеридов характеризуются, по меньшей мере, одним дополнительным атомом кислорода в одной из трех жирных ацильных цепей. Это стабильные конечные соединения, образующиеся в результате разложения первичных продуктов окисления – перекисей (ROOH). Эпокси-, кето-, гидроксигруппы – это основные функциональные группы, присутствующие во фритюрных жирах. По мнению Giuffrida et al. [471] формирование эпоксидного кольца происходит через реакции двойной связи с другим, внешним ROOH. Этот механизм объясняет наличие кольца в месте двойной связи, и сопутствующее формирование гидроксигруппы из соответствующего ROOH. Насыщенные эпоксиды, транс-9,10- и цис-9,10-эпокси-стеарат, были найдены Verdeaux, Marquez-Ruiz, and Dobarganes [384] в образцах метилолеата и триолеина, подвергшихся термическому окислению при 180°С и четыре мононенасыщенные эпоксида, транс-12,13-, транс-9,10-, цис-12,13- и цис-9,10-эпоксиолеат были идентифицированы в термоокисленных образцах метиллинолеата и трилинолеина. Результаты исследований Velasco et al. [610; 611] показали, что шесть эпоксидов, образующихся из олеиновой и линолевой цепей, составляют важную группу окисленных соединений в используемых фритюрных жирах.

Что касается гидроксигруппы и кетогруппы жирных ацильных групп, то информация об их образовании ограничена из-за сложности их разделения вследствие большого числа двойных связей. Рисунок 8 иллюстрирует схематично представленные основные структуры окисленных триглицеридных мономеров. По мере прогрессирования дегградации, более одной кислородсодержащей функциональной группы может присутствовать в той же ацильной цепи, и более чем одна окисленная жирная ацильная группа может присутствовать в одной молекуле триглицерида.

Исследования Kamal-Eldin et al. [507] показали, что важными подгруппами среди окисленных жирных ацильных групп являются те, которые возникли в результате разрушения гидроперекиси ROOH. Рисунок 1.8 показывает основной механизм формирования альдегида из гидроперекисей жиров через гомолитический разрыв связи C-C по обе стороны от (RO[•]).

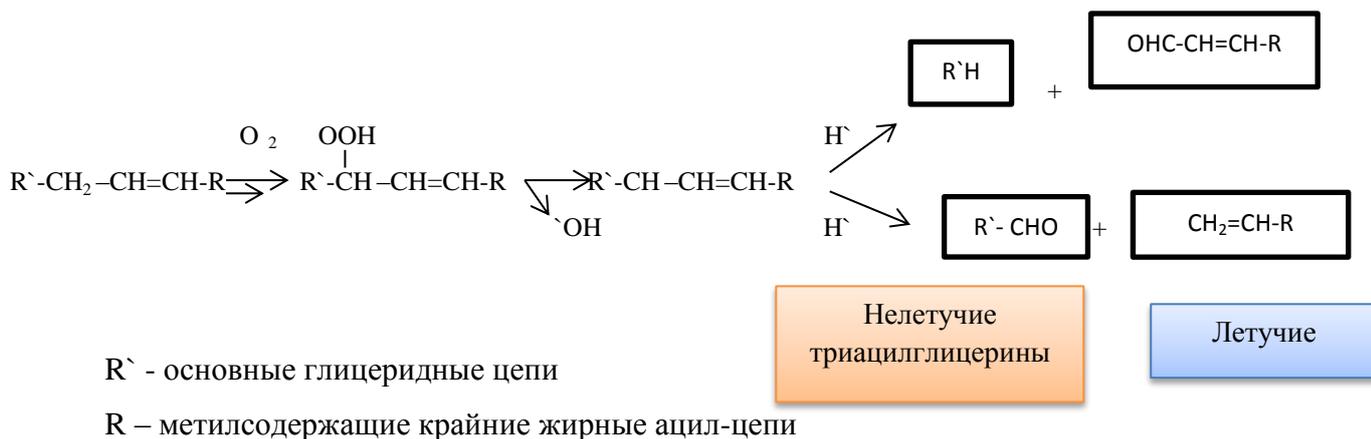


Рисунок 1.8 – Формирование летучих и короткоцепочных триацилглицеринов при разрушении гидроперекисей [368]

Это расщепление приводит к двум типам альдегидов: летучие вещества, полученные из метильной боковой цепи жирной кислоты и альдегиды, связанные с триглицеридом. Летучие альдегиды имеют особый интерес за счет их влияния на органолептические показатели используемых для жарки жиров и масел.

Процесс формирования нелетучих альдегидов вызывает еще больший интерес, так как они являются стабильными веществами, адсорбируются обжариваемыми продуктами и поглощаются человеком с продуктами фри. Тем не менее, их количество незначительно по сравнению с другими группами окисленных мономеров.

Несмотря на то, что процесс жарки происходит в воздухе, многие неполярные продукты деградации были обнаружены во фритюре из-за низкой доступности кислорода в условиях высокой температуры. Основными группами соединений, которые были обнаружены в данных реакциях, являются димеры

триглицеридов или изомерные триглицериды, в том числе, содержащие циклические или *транс*-жирные ацильные группы.

Неполярные димеры триглицеридов. Механизмы реакций образования неполярных димеров, то есть продуктов, несущих С-С связи, и без дополнительного кислорода в молекуле (рис. 1.7), изучались на метиловых эфирах жирных кислот, подверженных действию высоких температур [404; 405; 406; 407, 442, 588; 589].

Márquez-Ruiz, Pérez-Camino, Dobarganes, Tasioula-Margari [531; 532] обнаружено, что неполярные димеры могут быть одной из наиболее важных групп соединений, образующихся при жарке. Информации о присутствии неполярных олигомеров в используемых для жарки жирах нет.

Учеными Destailats, F., Angers P. and Wolf, R.L. [421; 420; 627; 626] определены структуры многих соединений после получения производных метиловых эфиров жирных кислот.

Как показали исследования, обе группы соединений присутствуют в незначительных количествах в рафинированных растительных маслах из-за действия высокой температуры на этапе дезодорации. Их источником являются линолевые и линоленовые цепи (Lambelet др. 2003; Wolf, 1992) [625; 520].

Циклические жирные кислоты образуются в растительных маслах при высокотемпературном нагреве. Они очень хорошо всасывается в кишечнике крыс и являются токсичными, однако во фритюре их концентрация невысока. Исследования по этому вопросу подробно раскрыты в работах Christie and Dobson [403], Sebedio и Juaneda [587].

Гидролитические процессы в технологии фритюрной жарки. Гидролиз – реакция, приводящая к расщеплению триглицеридов в связи с действием липолитических ферментов или влаги с образованием моно-ди-глицеридов и свободных жирных кислот. В технологии фритюрной жарки, реакция представляет большой интерес в связи с:

- высоким содержанием влаги в большинстве пищевых продуктов, подвергаемых жарке;

- технологическими проблемами, возникающими с накоплением свободных жирных кислот (т.е. формированием дополнительных летучих соединений, и соединений, обладающих запахом, снижением поверхностного натяжения). С точки зрения питания, образующиеся в этой реакции компоненты не вредны, поскольку они аналогичны тем, которые возникают под действием липазы поджелудочной железы в процессе метаболизма жиров в организме. [368]

Свободные жирные кислоты окисляются легче связанных, особенно при термическом воздействии на жиры. То есть при жарке изделий в жирах протекает два процесса:

- образование свободных жирных кислот в результате гидролиза триглицеридов и окислительных превращений, в результате чего их количество увеличивается;

- вторичные изменения свободных жирных кислот с образованием низкомолекулярных, летучих продуктов, в результате чего их количество уменьшается.

В разные периоды термического воздействия на жиры доминирует то первый, то второй процесс, и содержание свободных жирных кислот то возрастает, то уменьшается.

Важно подчеркнуть, что гидролизуются могут не только неизмененные глицериды жиров, но и подвергшиеся окислению и полимеризации [355].

Процесс жарки также влияет на микрокомпоненты масла. Например, фитостерины могут деградировать в сложную смесь оксидов фитостерола, которые трудно отделить и определить их количество. Таким образом, продукты деградации фитостеролов являются еще одним ярким доказательством проблемы, которая возникает при анализе и количественной оценке новых соединений, образующихся в процессе жарки (Dutta et al. 2006). [433]

Одни из основных природных антиоксидантов рафинированных масел - токоферолы были исследованы группой ученых (Barrera-Arellano et al. 2002) [380] для выяснения причин их быстрой потери при высоких температурах. Наиболее важные продукты разложения токоферолов были идентифицированы в недавних

исследованиях другой группы ученых (Verleyen et al. 2001; Verleyen et al. 2002) [616].

Взаимодействие между обжариваемыми продуктами и фритюрным жиром. Невозможно в полной мере изучить процесс фритюрной жарки без понимания влияния продуктов на фритюр, поэтому исследования влияния обжариваемых продуктов на качество масла является столь же важным, как и исследование качества и безопасности жиров.

Переход минорных компонентов. Минорные компоненты пищи при переходе во фритюрный жир могут легко изменить его длительность использования и качество. Хотя известно немного исследований, касающихся специфического действия незначительных минорных соединений продуктов питания, переходящих в жир, наиболее интересную информацию можно найти в общих обзорах таких авторов, как Fillon, Henry; and Pokorny. [443; 562; 563; 564] Среди основных соединений, способствующих изменению химических свойств масел и жиров, используемых для жарки, можно выделить следующие:

- такие соединения, как фосфолипиды и другие эмульгаторы, способствующие раннему вспениванию масла;
- липидсодержащие витамины и следы металлов, которые переходят в жарочную среду, блокируют или ускоряют окисление масла в зависимости от их антиоксидантного или прооксидантного эффекта.
- холестерин из жирных продуктов животного происхождения переходит в масло и может поглощаться продуктами, обжариваемыми в этой же среде, не содержащими его первоначально;
- пигменты и меланоидины от продуктов с интенсивной корочкой могут изменить способность к окислению масла для жарки и способствуют его потемнению;
- фенольные соединения, присутствующие в продуктах питания или добавленных специях может увеличить стабильность масла для жарения;
- летучие соединения из сильно пахнущих продуктов, таких как рыба или лук могут способствовать появлению специфических запахов.

Наконец, помимо миграции липидов из продуктов в жарочную среду, обжаривание панированных продуктов, может способствовать, в результате сгорания частиц панировки или продукта, появлению посторонних привкусов и ускорению деградации масла.

Обмен липидами при фритюрной жарке. Загрязнение фритюра, в основном, происходит от загрязнения липидами, переходящими в него из обжариваемых пищевых продуктов. Существует два различных типа продуктов фри. Первые, жиросодержащие панированные продукты, такие как рыба и мясо, и характеризуется низким содержанием жиров на их поверхности.

С другой стороны в последнее десятилетие прослеживаются тенденции к увеличению потребления продуктов замороженных, которые предварительно подвергались фритюрной жарке (картофель, рыба или другие овощи), в которых жир расположен в корочке продукта. В зависимости от продуктов интенсивность липидного обмена, а также окончательный состав липидов и качество могут быть самыми разными.

Непанированные продукты фри. Большие различия можно найти в липидном составе пищи в зависимости от метода жарки, типа пищевого продукта и состава его поверхности, т.е. панированный или не панированный продукт использовался. Например, было обнаружено, что непанированная рыба поглощает меньше масла, чем панированная. Причиной этого факта может служить быстрое образование корочки в отбивных непанированных продуктах, которая препятствует передаче масла и воды, в то время как толщина покрытия рыбы в панировке гораздо тоньше и менее защищена (Makinson соавт., 1987) [526]. Вследствие этих факторов, влияющих на маслопоглощение, трудно предвидеть состав жирных кислот конечного продукта. В этом отношении, чем выше коэффициент маслопоглощения, тем ближе липидный состав жареной пищи к составу масла, в котором она жарилась.

Еще более важно, с точки зрения питания, возможность диффузии пищевых липидов в жарочную среду во время процесса жарки. По мнению Henry [488], миграция жиров из продукта в жир очевидна в изделиях из мяса или курицы, где

содержание липидов может быть даже ниже после жарки, чем до нее. Незначительные количества компоненты этих продуктов, которые были обнаружены во фритюре (холестерин, фосфолипиды и витамины), образуются в результате липидного обмена. К сожалению, нет подробной информации по этому аспекту в исследованиях Dobarganes, M.C., G. Marquez-Ruiz, and J. Velasco [425] по изменениям липидного состава жира во время жарки рыбы, несмотря на то, что липидный обмен, как считает Pérez-Camino с соавторами [557], может легко проходить с составом жирных кислот в пище до и после жарки. Опубликованные результаты свидетельствуют о том, что значительная часть жиров, которые первоначально находились в продукте, переходит в жарочную среду, в основном, из жирной рыбы с высоким содержанием липидов. Следовательно, с точки зрения питания, большое внимание должно быть уделено составу пищевых жиров из-за липидного обмена, который способствует изменению состава жирных кислот, отличного от первоначального в готовом продукте.

Замороженные полуфабрикаты фри, предварительно пожаренные.

Учитывая рост потребления замороженных предварительно пожаренных продуктов, липидный обмен в последней операции жарки этих продуктов представляет особый интерес. Липидные компоненты имеют две специфических характеристики:

- предварительно жареные продукты содержат значительное количество поглощенного фритюрного масла неизвестного состава и качества, зависящих от многих параметров технологического процесса;

- как следствие предыдущего процесса жарки, поглощенное продуктом масло находится во внешних слоях его, и тем самым липиды находятся в контакте с фритюром при второй - последующей – жарке.

Процессы поглощения жиров, обмена липидов и адсорбции полярных соединений на поверхности пищевых продуктов во время жарки замороженных предварительно обжаренных продуктов были подробно изучены Marmesat et al. ; Pérez-Camino et al.; Pozo Díez et al.; Sebedio et al. [528; 557; 567; 585; 570].

Исследования показали, что поглощение жира зависит от типа пищевых продуктов, кроме того, одинаковые уровни полярных соединений, полимеров и минорных компонентов были найдены в жировом компоненте, экстрагированном из жареных продуктов, и фритюре, использовавшимся для их жарки.

Исследования фритюра и экстрагированных липидов продуктов, которые обжаривались в нем, показали идентичное содержание жирных кислот, что указывает на очень высокую степень обмена липидов. Учеными Pérez-Camino et al. [557] проводились исследования, с высокой точностью показавшие содержание жирных кислот начальных липидов продуктов и фритюра, которые были очень разными, и тех, которые остаются в жареном продукте и передаются во фритюр. Независимо от жирнокислотного состава используемого масла и от вида продукта, предварительно обжаренного, замороженного и подвергнутой вторичной фритюрной жарке, > 90% липидов из фритюра перешли в продукт, в то время как > 85% липидов из продукта перешли во фритюр.

Все выше изложенное указывает на то, что существует необходимость уточнения процессов химического взаимодействия между фритюром и обжариваемыми продуктами в реальных условиях производственного процесса для выявления потенциальной опасности при потреблении данной категории продуктов питания.

1.3 Методы контроля безопасности фритюрных жиров и анализ их относительной важности

Изучение процессов термоокисления жиров в присутствии продуктов важно для формирования теоретических основ практического использования этой популярной технологии в предприятиях питания, особенно сейчас на фоне всевозрастающего спроса в России на продукты фастфуда и появлении данных об их негативном воздействии на организм, вследствие сильной деградации жиров при фритюрной жарке, продукты разложения которых отрицательно сказываются на здоровье людей, приводят к заболеваниям желудочно-кишечного тракта и

печени, обладают канцерогенным действием на организм [527; 480; 549; 624; 467; 469; 475; 439; 409; 387]. Особую актуальность приобретает изучение этих вопросов в связи со стремительным увеличением количества алиментарно-зависимых заболеваний в нашей стране и за рубежом, которые медицинское сообщество всего мира связывает с изменением структуры питания населения, в том числе, повышением потребления жиров в рационе современного человека [436; 102; 424].

1.3.1 Обзор сведений о методах анализа соединений, образующихся во фритюрных жирах в процессе жарки, применяемых в зарубежных странах

Продукты разложения жиров отличаются полярностью от основных соединений изначально присутствующих в свежем масле, то есть, от неизмененных триглицеридов. Это свойство является основой определения полярных соединений, как наиболее применяемого метода в анализе использованных для жарки жиров и масел, информирующего об общем количестве образованных новых соединений. Он заключается в разделении на силикагеле с помощью хроматографии неполярной фракции, содержащей неизменные триглицериды и полярной фракции, включающей продукты разложения. Количество полярной фракции определяется весовым методом [423; 430; 534; 550].

Количество изомерных триглицеридов, содержащих *транс*- или циклические жирные ацильные цепи, не могут быть определены таким методом, потому что их полярность такая же, как у неизмененных триглицеридов. Однако, их количество минимально по сравнению с общим содержанием образующихся соединений и, следовательно, они не влияют на результаты определения.

Однако существует необходимость в получении точной информации о характере и количестве новых соединений [560], образующихся при жарке, так как они ухудшают пищевую ценность и влияют на безопасность обжариваемых

продуктов (Marquez-Ruiz and Dobarganes 2006) [535]. Для более детального анализа используют различия в молекулярной массе наиболее важных новых групп соединений. В этом отношении очень показательной является гель-хроматография (HPSE) для прямого анализа масла (Perrin, Redero, and Prevot 1984) [558] или для анализа его полярной фракции (Dobarganes, Perez-Camino, and Marquez-Ruiz 1988; Marquez-Ruiz, Perez-Camino, and Dobarganes 1990) [429; 531]. В таблице 1.6 представлены основные методы, применяемые для определения содержания продуктов окисления в использованных для жарки жирах и маслах. В отработанных маслах или жирах определяют полярные соединения (ИЮПАК 1992а) [499] и полимеризованные триглицериды (ИЮПАК 1992б) [500]. Эти показатели наиболее важны для оценки качества масла. Хорошие линейные корреляции между этими двумя показателями были найдены в различных исследованиях (Gertz 2000; Marmesat et al. 2007) [460; 529]. После того, как определены полярные соединения (то есть неполярные триглицериды удалены из образца), анализ с помощью гель-хроматографии (HPSEC) позволяет определить их составляющие: триглицеридные полимеры, окисленные мономеры и диглицериды, - три группы соединений, четко различающихся по молекулярной массе, образование которых связано с действием температуры, кислорода и влаги в обжариваемых продуктах (Dobarganes, Perez-Camino, and Marquez-Ruiz 1988; Dobarganes, Velasco, and Dieffenbacher 2000) [429; 427].

Альтернативный метод разделения полярных и неполярных фракций основан на твердофазной экстракции с использованием картриджей кремнезема с последующим количественным анализом полярной фракции с помощью гель-хроматографии (HPSEC) и использования моностеарина в качестве внутреннего стандарта (Marquez-Ruiz et al) [533]. Такой модифицированный анализ лучше использовать для образцов с широким диапазоном продуктов разложения жира.

По многочисленным экспериментальным данным зарубежных исследователей, уровень, который является предельным для использования масла в пищу, - это 25 % полярных соединений, среди которых массовая доля триглицеридных полимеров 12-15 % (то есть сумма димеров триглицеридов и

Таблица 1.6 – Методы количественного определения соединений, образующихся при жарке [368]

<i>Образец</i>	<i>Метод</i>	<i>Применение</i>	<i>Ссылки, рекомендации</i>
1	2	3	4
Отработанные жиры или масла	Адсорбционная хроматография	Определение общей фракции полярных веществ	IUPAC 1992a Стандартный метод 2.507
	Гель-хроматография	Определение димеров триглицеридов и олигомеров	IUPAC 1992b Стандартный метод 2.507
Полярные вещества	Гель-хроматография	Определение димеров триглицеридов, олигомеров, окисленных триглицеридных мономеров и диглицеридов	Dobarganes, Perez-Camino, and Marquez-Ruiz 1988; Dobarganes, Velasco, and Dieffenbacher 2000, Marquez-Ruiz et al. 1996
Производные метиловых эфиров жирных кислот	Адсорбционная хроматография	Определение общей фракции полярных метиловых эфиров жирных кислот	Dobarganes, Pérez-Camino, and Gutiérrez González-Quijano 1984; Perrin et al. 1985
	Гель-хроматография	Определение димеров и олигомеров метиловых эфиров жирных кислот	Christopoulou and Perkins 1989a
	Газовая хроматография	Определение метиловых эфиров жирных кислот и короткоцепочных триглицеридов, связанных компонентов	Berdeaux, Márquez-Ruiz, and Dobarganes 1999b
Полярные метиловые эфиры жирных кислот	Гель-хроматография	Определение окисленных мономеров метиловых эфиров жирных кислот, димеров и олигомеров метиловых эфиров жирных кислот	Márquez-Ruiz, Pérez-Camino, and Dobarganes, 1990
	Газовая хроматография	Определение эпокси-кето- и гидроксметиловых эфиров жирных кислот	Velasco et al. 2002; Velasco et al. 2004a

олигомеров), - основных соединений, формирующихся в процессе жарки [456]. Массовая доля окисленных мономерных триглицеридов - 7-10 %. Что касается диглицеридов, то имеются сообщения об их различном содержании, но, в любом случае, их количество невелико (Gertz 2000; Marmesat et al. 2007; Marquez-Ruiz, Tasioula-Margari, and Dobarganes 1995) [460; 529; 532].

Анализ метиловых эфиров жирных кислот (таблица 1.6), выделенных из отработанных фритюрных жиров, показал, что, когда деградация масла достигает 25% полярных соединений, общая массовая доля полярных метиловых эфиров жирных кислот составляет 8-10%, среди них массовая доля основных соединений – полимерных метиловых эфиров жирных кислот – 5-7%, массовая доля окисленных мономерных метиловых эфиров жирных кислот 3-4 %. (Marquez-Ruiz, Tasioula-Margari и Dobarganes 1995) [532].

Следующим шагом в анализе новых соединений, образующихся при жарке, является детальная оценка главных составляющих внутри групп мономеров, димеров и олигомеров [384,368, 386, 508, 539, 611]. В последние годы увеличиваются доказательства того, что окисленные мономеры триглицеридов могут быть вредными для здоровья, в частности, вызывая развитие атеросклероза, патологий печени и возникновения кишечных опухолей (Marquez-Ruiz и Dobarganes 2006) [535].

Как упоминалось выше, анализ метиловых эфиров жирных кислот позволил определить количественное содержание шести соединений, имеющих эпоксидную функцию, которые образуются из олеиновой и линолевой цепей триглицеридов (Berdeaux, Маркес-Руис, и Dobarganes 1999a; Velasco и др., 2002;. Velasco и другие 2004a, 2004b) [384; 608; 609; 610]. Оценка использованных для жарки масел с уровнем полярных соединений около 25% показала значения между 3,37 мг / г и 14,42 мг / г масла для общего содержания из шести эпоксидных соединений метиловых эфиров жирных кислот, которые указывают на то, что эти соединения являются преобладающими среди окисленных мономеров (Velasco и др.. 2004b) [610].

Аналогичным образом были проанализированы еще две группы соединений метиловых эфиров жирных кислот с 18 атомов углерода, несущих гидроксильную или кето- функцию. Вместе с эпоксидами метиловых эфиров жирных кислот массовая доля этих трех групп соединений составляла 1,5-3,5% в образцах масел, содержащих 25% полярных соединений [368].

Таким образом, проведенный обзор позволяет сделать выводы, что оценка безопасности фритюрных жиров зарубежными специалистами опирается, в основном, на результаты определения полярных веществ и детальную оценку их главных составляющих.

1.3.2 Методы контроля качества жиров в технологическом процессе на предприятиях индустрии питания

На предприятиях индустрии питания используются, в основном, экспресс-тесты, позволяющие оценить пригодность масла для дальнейшего использования, в первую очередь, изменения диэлектрической проницаемости, увеличение вязкости и плотности фритюрного жира. Эти показатели, по мнению Marmesat и соавт. [529, 530], находятся в корреляционной зависимости от степени разрушения жира.

Германское общество по исследованию жиров (DGF) указывает, что используемый фритюрный жир следует считать непригодным, если он имеет неприемлемый вкус и запах; в случае удовлетворительных органолептических показателей, жир непригоден, если содержание в нем нерастворимых в петролейном эфире сополимеров жирных кислот (СНПЭ) достигает 0,7% или выше и одновременно температура дымообразования ниже 170°C, либо если концентрация нерастворимых в петролейном эфире СНПЭ выше 1% (Fette, Seifen, Anstrichmittel, 75: 449, 1973).

В ряде зарубежных стран фритюрный жир считается непригодным для использования при содержании полярных продуктов окисления 25 %. В некоторых европейских странах этот показатель принят законодательно.

Что касается нашей страны, то исследования, проведенные в Институте питания АМН СССР еще в шестидесятых годах прошлого века [36; 35], показали тесную корреляцию между содержанием продуктов разложения жиров, нерастворимых в петролейном эфире, и воздействием термоокисленных жиров на организм. В связи с тем, что продукты термоокисления жиров являются токсичными, нормативными документами РФ установлено предельное содержание термостабильных продуктов разложения и полимеризации, нерастворимых в петролейном эфире (СНПЭ), не более 1 % от массы жира [198; 318; 94].

В таблице 1.7 представлены нормируемые показатели в РФ, характеризующие уровень безопасности фритюрных жиров.

Таблица 1.7 - Нормируемые показатели в РФ, характеризующие уровень безопасности жиров

Наименование показателя	Установленная норма	Нормативный документ
1. Содержание сополимеров, нерастворимых в петролейном эфире (СНПЭ, %)	не более 1,0	СанПиН 2.3.6. 959-00
2. Содержание пероксидов, мэкв / кг	не более 10,0	ТР ТС 024/2011 / СанПиН 2.3.2.1078-01
3. Содержание СЖК, мг КОН / г	не более 0,6 не более 2,0	ТР ТС 024/2011 / СанПиН 2.3.2.1078-01 «Методические рекомендации по определению качества фритюрного жира с помощью индикаторных полосок 3М LRSM (индикатор малых концентраций свободных жирных кислот)» Утверждены Главным врачом Федерального центра, Председателем Лабораторного Совета госсанэпидслужбы России Е.Н.Беляевым № 17 ФЦ/4097 от 31.12.2004.

Наряду с СНПЭ, во фритюрных жирах контролируют продукты гидролиза (СЖК) и первичные продукты окисления - пероксиды - с использованием методов определения кислотного и перекисного чисел жиров.

В 1991 г. были разработаны и действуют «Методические указания по лабораторному контролю качества продукции общественного питания», утвержденные Минздравом СССР. Они определяют методы лабораторного контроля качества фритюрных жиров в индустрии питания:

- качественная проба определения степени термического окисления фритюра», основанная на взаимодействии окисленных веществ, перешедших из фритюрного жира в спиртовой раствор едкого кали с метиленовым голубым. При содержании в исследуемом жире окисленных веществ до 1% проба после добавления соответствующих реактивов приобретает розовый цвет, а свыше 1% - желто-коричневый;

- фотокolorиметрический метод определения степени термического окисления фритюрного жира. Метод основан на образовании темно-окрашенных производных при действии спиртового раствора щелочи на дикарбонильные соединения, образующиеся в процессе термического окисления жиров. Установлено, что интенсивность окраски спиртово-щелочного раствора термически окисленных жиров пропорциональна суммарному содержанию в них вторичных термостабильных продуктов окисления и сополимеризации, рассчитываемых по величине оптической плотности. Количество этих продуктов во фритюрных жирах не должно превышать 1%;

- определение степени термического окисления фритюрного жира по показателю преломления. Метод основан на сравнении показателя преломления (рефракции) фритюра и свежего масла того же вида при температуре 20 °С и применим только для растительных масел. Установлено, что по мере накопления в масле продуктов окисления и сополимеризации возрастает показатель преломления жира. Разница между показателем преломления фритюра и исходного (свежего) масла не должна превышать 0,0010.

Метод определения СНПЭ трудоемок и требует наличия лаборатории на предприятии общественного питания, поэтому оценку качества фритюрных жиров проводят с использованием приведенных выше корреляционных методов. Все эти методы определяют не сами термостабильные вторичные продукты окисления и сополимеризации жира (СНПЭ), а другие продукты термоокисления, связанные корреляционными зависимостями с СНПЭ. Степень корреляции заметно изменяется в зависимости от жирнокислотного состава фритюрного жира, условий технологического процесса, вида обжариваемого продукта и других факторов, поэтому приведенные методы не могут служить для оценки безопасности отработанного жира.

С 01.01. 2016 года вводится в действие ГОСТ Р 54607.3-2014 «Услуги общественного питания. Методы лабораторного контроля продукции общественного питания. Часть 3. Методы контроля соблюдения процессов изготовления продукции общественного питания» [95], в соответствии с которым контроль качества жиров необходимо проводить в следующем порядке. Сначала производят оценку качества фритюрного жира, используемого в технологическом процессе, начиная с органолептических показателей, в соответствии с оценочной шкалой и учетом коэффициентов важности. Если установлено, что оценка жира «удовлетворительная», следует определять степень термического окисления физико-химическими методами, которые включают показатели, приведенные в таблице 1.8.

Сложный состав продуктов гидролитического и окислительного распада фритюрных жиров затрудняет выбор наиболее информативных и адекватных показателей контроля. К сожалению, приведенные в ГОСТ Р 54607.3-2014 методы пригодны для определения качества фритюрного жира, но не для определения его безопасности. Эти методы приравнивают определение продуктов гидролитической порчи и полярных веществ к определению продуктов термоокисления (СНПЭ).

Таблица 1.8 – Методы контроля качества фритюрных жиров в технологическом процессе по ГОСТ Р 54607.3-2014

Методы контроля качества фритюрных жиров	Назначение	Результат
1	2	3
1. Качественная проба на степень термического окисления жиров	Для определения степени термического окисления	При содержании 1 % продуктов окисления при добавлении реактива проба приобретает розовый цвет, при содержании их более 1 % - желто-коричневый
2. Определение степени термического окисления по показателю преломления	Для определения изменения качества подсолнечного и растительного масла других видов	Метод основан на сравнении показателей преломления растительного масла до жарки и использованного растительного масла при заданной температуре 20°С. Разница между показателями преломления до жарки и после жарки не должна превышать 0,0010.
3. Спектрофотометрический метод определения степени термического окисления фритюрных жиров	Для определения изменения качества фритюрных жиров при продолжительной жарке кулинарных изделий	Основан на возрастании интенсивности полосы поглощения при температуре 170-190°С УФ излучения при 232 нм, отвечающей поглощению сопряженных диеновых хромофоров. Значение удельного поглощения не должно быть более 15, что соответствует предельному значению продуктов окисления 1%.
4. Методы определения гидролитической порчи фритюрного жира	Уровень гидролитической порчи фритюрного жира в процессе жарки кулинарных изделий в производственных условиях	Определение К.ч. жира по ГОСТ Р 52110 и ГОСТ 504579 (не более 0,6-0,4 КОН / г). Применение индикаторных тест-полосок с учетом рекомендаций по их использованию.
5. Методы определения содержания общих полярных веществ во фритюрном жире	Определение содержания общих полярных веществ методом колоночной хроматографии и методом измерения диэлектрической проницаемости	Методом колоночной хроматографии в соответствии с ГОСТ ИСО 8420, по прибору ФОМ 320 или аналогичным. Содержание полярных веществ во фритюрном жире, пригодном для жарки продуктов должно быть в диапазоне от 10 % до 18 %. При содержании полярных веществ в диапазоне от 18 до 20 % необходимо увеличить коэффициент замены фритюрного жира, а при содержании полярных веществ свыше 20 % фритюрный жир считается непригодным для дальнейшего использования.

По нашему мнению, в основу оценки пригодности фритюрного жира для дальнейшего использования должны быть положены критерии безопасности потребителя. Уровень этих показателей должен быть обоснован в эксперименте на животных.

Для оценки реальной безопасности продукции быстрого питания и фритюрных жиров нужно контролировать непосредственно поступление токсичных веществ в организм с готовой продукцией. Однако до настоящего времени это не предусмотрено действующими нормативными документами, что является основным недостатком существующей схемы производственного контроля.

Поэтому разработка схемы производственного контроля безопасности фритюрных жиров и продукции быстрого питания и уточнение допустимого уровня содержания токсичных веществ в этой продукции является одной из важнейших задач настоящей работы.

Таким образом, в реальном технологическом процессе жир контролируют по методам, коррелирующим с накоплением СНПЭ.

Зарубежные исследователи полагают, что определение полярных компонентов во фритюрных жирах довольно хорошо характеризует их качество.

Критически оценивая предлагаемые за рубежом предельные концентрации продуктов распада фритюрного жира, необходимо сделать следующие замечания:

- допустимая концентрация полярных продуктов 25% слишком высока. Это означает, что более четверти исходного жира подверглось окислительному или гидролитическому расщеплению;

- в состав полярных продуктов входят диацилглицерины (ДАГ), моноацилглицерины (МАГ) и некоторое количество СЖК, которые составляют 50-70 % от всех полярных веществ и в пищевом отношении безвредны, являясь нормальными продуктами метаболизма;

- более пригодным показателем для контроля безопасности и качества фритюрных жиров считаем концентрацию полимерных продуктов, которые в

среднем составляют 30-50 % от полярных веществ. Однако такая концентрация их также очень высока.

В нашей стране, как показал анализ нормативной документации, имеется целый спектр различных методов, но ни один из них, кроме определения СНПЭ, не дает адекватной оценки безопасности фритюрного жира.

1.4 Оксидативный стресс и антиоксидантная защита организма

Быстрый темп жизни, стрессовые ситуации, плохая экология, неправильное питание «на ходу», другие негативные факторы приводят к развитию патологических изменений в различных органах и системах, как правило, сопровождающееся увеличением образования свободных радикалов [482; 375, 274]. Нарушение обмена веществ и энергии, накопление активных повреждающих агентов, в том числе, токсичных продуктов термического окисления жиров, инициирующих повреждение клеток и ведущих к развитию различных патологических состояний, получило название оксидативного стресса [592; 565; 135; 325; 165; 506; 164]. Его основу составляет окисление жирных кислот по описанной выше свободно-радикальной схеме, которое получило название перекисное окисление липидов (ПОЛ). В настоящее время доказано, что процесс ПОЛ в организме человека проходит по всем известной свободно-радикальной схеме, когда гидроперекиси разлагаются, инициируя новые цепи [140; 481]. Свободные радикалы взаимодействуют с липидами клетки, отбирают у них атом водорода, превращая их в новые свободные радикалы. Эта цепная реакция ослабляет клеточную мембрану, нарушает целостность клетки и открывает дорогу многим дегенеративным заболеваниям [452; 23; 43; 606; 395].

В результате самоускоряющейся реакции свободно-радикального окисления в организме образуется множество продуктов оксидативного стресса (гидроперекиси липидов, диеновые конъюгаты, малоновый диальдегид), которые являются токсичными для клетки, приводят к нарушению функций мембран и метаболизма в целом [152; 325; 437; 452; 514; 245; 42].

Не все радикалы продолжают цепь, часть их взаимодействует друг с другом, образуются неактивные продукты, что приводит к обрыву цепи. Помимо спонтанного обрыва цепей прерывание возможно при взаимодействии с Fe^{2+} , а также при взаимодействии с антиоксидантами [152; 325; 437; 452; 514; 245; 489; 504; 509].

Для контроля интенсивности свободно-радикальных процессов в организме существует антиоксидантная система (АОС), представляющая собой совокупность защитных механизмов клеток, тканей, органов и систем, направленных на сохранение и поддержание гомеостаза в организме [152; 325; 165; 124; 60; 512; 572; 573]. Равновесие между этими двумя противоположными составляющими в состоянии физиологического оптимума удерживает перекисное окисление на определенном низком уровне, препятствуя развитию цепного окислительного процесса, и характеризует антиоксидантный статус организма [152; 165].

Неферментативное звено АОС представляет собой соединения, способные связывать свободные радикалы [138; 554; 381; 383; 396; 431; 432; 447; 450]: токоферол, убихинон, витамин А, глутатион, биофлавоноиды и другие.

Учеными доказано, что ослабление антиоксидантной защиты и неконтролируемое усиление процессов перекисного окисления липидов является одним из важных звеньев патогенеза вегетативной дисфункции, атопического дерматита, стоматологической патологии, сахарного диабета, артропатий, заболеваний желудочно-кишечного тракта, мочевыводящих путей и др. [138; 172; 212; 205]. К настоящему времени накопилось большое количество данных, свидетельствующих об участии свободнорадикальных процессов в патогенезе ряда инфекционных болезней [138].

1.5 Антиоксидантная стабилизация продукции быстрого питания

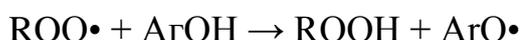
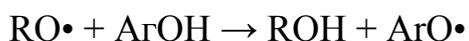
Как указывалось выше, окисление липидов в клетках мембран в организме человека и в пищевых жирах имеет одну природу и по одним и тем же

механизмам индуцирует окисление, поэтому и решения по антиоксидантной защите имеют те же механизмы [3].

Некоторые продукты питания являются источниками природных антиоксидантов, следовательно, оказывают на организм аналогичный эффект [104].

По химической природе антиоксиданты представляют собой широкий класс химических соединений. Структурное сходство является основным параметром классификации. Антиоксиданты классифицируют также в зависимости от растворимости, например, жиро- и водорастворимые [98]. Классификации могут быть построены на делении по молекулярной массе, способности проникать через биологические барьеры, по механизму действия, способности к катализу.

К фенольным антиоксидантам относят соединения, имеющие в своей структуре ароматическое кольцо, связанное с одной или несколькими гидроксильными группами (ArOH) [123]. Такие соединения являются перехватчиками перекисных и алкоксильных радикалов в реакциях:



К группе фенольных соединений относятся многочисленные сложные по структуре соединения, способные оказывать антиоксидантный эффект. Простые фенольные соединения (C₆-ряд) – фенол и продукты его гидроксирования. К ним относятся C₆H₅OH (фенол), изомеры C₆H₅(OH)₂ – 2-гидроксифенол (пирокатехин), 3-гидроксифенол (резорцин), 4-гидроксифенол (гидрохинон) и изомеры C₆H₅(OH)₂ – 2,3-дигидроксифенол (пирогаллол), 3,5-дигидроксифенол (флороглюцин), 3,4-дигидроксифенол (оксигидрохинон). В природе простые фенольные соединения могут встречаться у растений в следовых количествах. Они не являются вторичными метаболитами растений, однако входят в состав ряда эфиров и гликозидов [98].

Оксибензойные кислоты (ряд C_6-C_1). Эти фенольные соединения кислоты – одни из типичных вторичных метаболитов растений. Наиболее известными представителями являются: оксибензойная, протокатеховая, ванилиновая, галловая, гентизиновая, салициловая, сиреневая кислоты. Кроме того, оксибензойные кислоты входят в структуру эфиров. Некоторые кислоты, как, например, галловая, встречаются в виде димеров [123].

Оксикоричные кислоты (ряд C_6-C_3). Соединения играют важную роль в обмене веществ и служат биогенетическими предшественниками подавляющего большинства других фенольных соединений. Наиболее известными представителями являются оксикоричная, кофейная, феруловая и синаповая кислоты.

У растений оксикоричные кислоты также представлены в виде эфиров или полимеров. Наиболее известным примером является куркумин, состоящий из двух молекул феруловой кислоты. В тканях ряда животных оксикоричные кислоты могут также возникать в процессе метаболизма полифенолов [157].

Фенольные соединения способны тормозить развитие или даже уничтожить некоторые бактериальные штаммы, ингибировать вирусные ферменты, например обратную транскриптазу и протеазу, вызывать повреждение патогенных простейших. При этом токсическое действие растительных полифенолов на клетки человека и животных является незначительным [485]. В настоящее время, по данным разных авторов [511], из растений выделено более 4000 различных видов полифенолов. Среди полифенольных соединений наиболее широко распространены в растениях и наиболее интенсивно изучаются флавоноиды, фенольные кислоты и изофлавоноиды [185; 400; 547; 511; 575; 117].

Флавоноиды (ряд $C_6-C_3-C_6$) – самый многочисленный класс природных фенольных соединений. Они представляют собой полифенолы, структурной основой которых служит флавоновое ядро, содержащее два ароматических кольца, соединенных C_3 -мостиком. Флавоноиды можно также рассматривать как производные хромана [603]. В зависимости от структуры ядра выделяют катехины, лейкоантоцианы, антоцианы, флавононы, флавоны, флавонолы,

халконы [98]. Флавоноиды широко представлены в овощах, фруктах, цветах, семенах растений, орехах, коре деревьев, и поэтому являются важной составной частью рациона питания животных и человека [99].

Токоферолы. Так же, как и флавоноиды, токоферолы являются производными хромана (6-гидроксихроманами с изопреновыми заместителями). С 1926 г. α -токоферол (витамин Е) известен как фактор, содержащийся в высоких концентрациях в семенах пшеницы и масле семян салата, предотвращающий стерильность крыс, питавшихся прогорклыми липидами [556]. В чистом виде первые два токоферола – α и β – были выделены из зародышей пшеницы в 1936 г. [438]. Витамин Е имеет четыре формы, проявляющие антиоксидантную активность: токоферолы α , β , γ и δ [502]. Токоферолы эффективно подавляют активность супероксидного анион-радикала, синглетного кислорода, пероксирадикала, $\cdot\text{OH}$ -радикала, а также индуцированные ROO^* - и $\cdot\text{OH}$ -радикалами процессы ПОЛ и окисления липидов низкой плотности [98; 422; 377].

В настоящий момент выделено и охарактеризовано более 600 различных каротиноидов, среди которых наиболее изученным и часто встречающимся является β -каротин. Молекулы всех каротиноидов имеют в своей структуре полиеновую цепь с чередующимися двойными связями, однако их концевые группы могут отличаться. К каротиноидам относятся ликопины, параксантины, лютеины, ксантофиллы [505]. Каротиноиды являются эффективными антиоксидантами и гасителями синглетного кислорода [392; 422; 510; 525].

Витамин С (аскорбиновая кислота) – наиболее важный антиоксидант плазмы крови человека, его содержание в плазме в норме составляет 20-60 мкмоль [483].

В биологических субстратах аскорбиновая кислота обладает чрезвычайно широким спектром антиоксидантных свойств, в число элиминируемых ею АФК (активных форм кислорода) входят: HOCl , супероксид анион-радикал, синглетный кислород, $\text{HOO}\cdot$, $\text{ROO}\cdot$, гидроксильный радикал [187]. Кроме того, витамин С обезвреживает нитрозамины и озон [552; 468; 590; 548].

Кроме того, антиоксидантную активность проявляют такие биологически активные соединения, такие как терпеноиды фенольного ряда, например, карнозол, хамазулен, кумарин, кверцитин и другие [248; 210; 160; 168; 360; 208 ;135; 364].

Ученым давно известно, что богатая антиоксидантами пища снижает риск развития рака, сердечной недостаточности, заболеваний нервной системы, диабета, артрита [340; 280; 321; 61; 29]. Этот эффект относят на счет снижения уровня свободных радикалов, вызывающих воспаление в организме и повреждающих ДНК. Ученые из университета Томаса Джефферсона, США, уверены, что этим полезные свойства антиоксидантов не ограничиваются. По их мнению, эти вещества могут не только предотвращать, но и лечить рак.

Антиоксиданты делятся на две группы – натуральные и синтетические.

Воздействие антиоксидантов на организм изучено не полностью, но по мнению ученых антиоксиданты, которые находятся в пище полезнее, чем синтетические.

К группе синтетических антиоксидантов относят бутилоксианизол (БОА), бутилгидрокситолуол (БОТ) – «ионол», додецилгаллат (ДГ), сантохин (этоксихин), дилудин, дибуг, фенозан-кислота и др.

Для пищевых продуктов рекомендуют синтетические антиоксиданты БОА, БОТ и ДГ, которые являются ингибиторами фенольного типа и тормозят процесс окисления посредством взаимодействия с пероксидными радикалами с образованием малоактивного фенольного радикала, либо вступают в синергическое взаимодействие с натуральными антиоксидантами. Допустимый уровень синтетических антиоксидантов в пищевых продуктах, как правило, не превышает 0,02 % [106]. Использование БОТ при этом должно быть жестко регламентировано, так как установлены уровни его токсического и канцерогенного воздействия [129].

Установлено, что некоторые искусственные антиоксиданты являются сильнейшими аллергенами или могут нарушать метаболизм некоторых веществ в организме.

За рубежом в больших количествах активно применяют антиоксиданты как синтетического, так и натурального происхождения. Антиоксидантная активность соединений зависит от природы продукта. Многие антиокислители недостаточно изучены, поэтому они не разрешены к применению в Российской Федерации: дилудин, госсипол, редуктоны, нордигидрогваяретовая кислота.

Как известно, по механизму действия аниоксиданты подразделяют на первичные и вторичные. К первичным относятся перехватчики свободных радикалов, в основном, это антиоксиданты фенольной природы (токоферолы, убихинон, катехины). Эти антиоксиданты не могут влиять на процесс инициирования цепи окисления.

Эффективные природные ингибиторы фенольного типа – токоферолы. Механизм действия токоферолов достаточно подробно рассмотрен в работе Porter et al. [566].

Антиоксидантный эффект токоферола объясняется наличием подвижного атома водорода, инактивирующего пероксильные радикалы $ROO\bullet$, ведущие цепь окисления. Ингибирующий коэффициент токоферола равен двум:



В связи с тем, что основой механизма ингибирования липидных радикалов является их замена антиоксидантными радикалами, обладающими меньшей реакционной способностью, возникает риск проявления прооксидантного эффекта [615].

В упомянутой выше работе [566] приведен расчет антиоксидантного и прооксидантного эффекта токоферола. По данным этой работы, при обычных температурах скорость прямой реакции ингибирования радикала $ROO\bullet$ токоферолом составляет $10^6 \text{ l} \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, тогда как скорость обратной реакции отрыва атома водорода радикалом токоферола от гидропероксида $ROOH$ примерно в 10^7 раз меньше. Скорость реакции зарождения цепи радикалом токоферола путем

отрыва атома водорода от активной метиленовой группы линолевой кислоты еще меньше и составляет $1,8 \cdot 10^{-2} \text{ l} \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$.

При использовании приведенных выше скоростей прямых и обратных реакций результаты расчетов, выполненных Porter et al. [566], не позволяют объяснить причины и величину прооксидантного эффекта токоферола.

К вторичным антиоксидантам относятся перехватчики активного кислорода. Основные представители этой группы - β -каротин, токотриенолы и сквален. Свое действие они проявляют за счет наличия в их структуре двойных связей, на окисление которых расходуется активный кислород [274].

Известно, что способностью замедлять окисление жиров обладают некоторые травы, специи и их экстракты [209; 160]. В нашей стране широко используются импортные пряности, ставшие традиционными, это гвоздика, перец черный горький, перец душистый, кардамон, мускатный орех. Из отечественных пряностей наибольшее распространение получили лавровый лист, анис, кориандр, тмин, укроп и перец стручковый красный. Все они задерживали окисление, однако проведенные исследования показывают, что добавление экстракта розмарина повышает стойкость жиров к окислению в 15–17 раз [22; 602; 418; 419]. Антиоксидантная эффективность экстракта розмарина выше, чем ионола (БОТ) в 10 раз [367]. В экстракте *Rosmarinus officinalis* идентифицировано 22 вещества, основные из которых – фенольные кислоты, производные карнозола и флавоноиды. Наиболее эффективные из них в плане ингибирования окисления липидов – карнозол, розмариновая кислота, карнозойная кислота, кофейная кислота, розманол и розмадиаль [348; 166]. Карнозойная кислота и карнозол – мощные ингибиторы перекисного окисления липидов в микросомной и липосомной системах, а также поглотители пероксильных радикалов и супероксид-аниона. Установлено, что экстракт розмарина обладает хорошей устойчивостью к воздействию высоких температур [197].

СО₂-экстракты пряных трав – натуральные добавки, обладают бактерицидными свойствами, способствуют замедлению микробиологической порчи продуктов [167] и обладают рядом преимуществ:

- не теряют своих свойств в процессе хранения более трех лет;
- натуральные и экологически чистые;
- в отличие от сухих пряностей, особенно из тропических и субтропических регионов, микробиологически чисты, не засорены продуктами жизнедеятельности микрофлоры – микотоксинами (афлатоксинами) и др.;
- при применении высокотехнологичны;
- это сочетание сложнейших природных комплексов нативных целевых и не менее важных сопутствующих веществ [336].

СО₂-экстракты применяются во всем мире, входят в высококачественные продукты, продукты функционального назначения, лечебно-профилактические, деликатесные и другие, учитывающие возраст (детские, геродиетические), пол, национальные и другие специфические требования к продукции (спортивное питание, лечебное усиленное, для районов с проблемной экологией) [484].

Во многих отраслях СО₂-экстракты введены в сборники технологических инструкций по производству той или иной продукции. Дозировка экстрактов очень мала: от 0,001 – 0,01% до 1-2% от общей массы продукта [202; 33; 55; 203; 324]. Применение СО₂-экстрактов технологично, апробировано временем, не требует специальной подготовки, экономично. Имеются карты замены сухого растительного сырья или их сборов СО₂-экстрактами. Существует много рецептов с применением СО₂-экстрактов, а также методик их внесения в различную продукцию [1; 117; 29; 366; 105].

Однако при производстве продукции быстрого питания СО₂-экстракты практически не применяются. В том числе, их не применяли в качестве специй до настоящего времени в снековых изделиях.

В качестве источников природных антиоксидантов можно рассматривать культурные и дикорастущие плоды и ягоды, которые богаты витаминами, каротиноидами, биофлавоноидами, пектиновыми и минорными биологически активными веществами, повышающими устойчивость организма к загрязнению среды, радиации, стрессовым факторам [165, 16].

Например, свежая облепиха обладает липотропным, антиоксидантным и иммуностимулирующим действием, содержит 2,8-7,8% жирного масла, витамин С, каротин (провитамин А), витамины В1, В3, каротиноиды: рибофлавин, токоферол, ликопин, фолиевая кислота, филлохинон, сахара, дубильные вещества, олеиновая, стеариновая, линолевая и пальметиновая кислоты. Кроме того, облепиха оказывает положительное воздействие при лечении заболеваний сердечно-сосудистой системы, при хронических заболеваниях, при заболеваниях крови, гастритах, язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, недостатке витаминов, в качестве профилактического средства для уменьшения дегенеративных процессов изменений слизистой оболочки пищевода. Особая ценность облепихи в том, что она способна сохранять свои полезные и лечебные свойства в замороженном виде. И при этом не теряются вкусовые и целебные качества, что является важным с технологической точки зрения, так как облепиха – сезонный продукт - при производстве продуктов питания.

В производстве продукции быстрого питания иногда целесообразно использовать не индивидуальные антиоксиданты, а их смеси. Это, прежде всего, позволяет увеличить срок действия и эффективность вносимых в продукт антиокислителей [570].

Анализируя данные литературы, можно сделать вывод, что целесообразно проверить возможность использования СО₂-экстрактов пряных трав и некоторых видов плодов и ягод в качестве ингибиторов окисления для стабилизации жирового компонента продукции быстрого питания.

1.6 Использование адсорбционной очистки для повышения безопасности фритюрной продукции и продления сроков эксплуатации фритюрного жира

Для обеспечения безопасности продукции, жареной во фритюре, необходимо предложить методы очистки фритюрных жиров от токсичных продуктов термического окисления, резко уменьшающие риски для потребителя.

Предприятиями быстрого питания в нашей стране и за рубежом для продления сроков службы фритюрных жиров практикуется ежедневная фильтрация их с целью удаления обуглившихся частиц обжариваемых продуктов, которые ускоряют термическое окисление жира. Однако только фильтрацией нельзя удалить растворимые в жире полярные соединения, накапливающиеся в процессе жарки. Поэтому целесообразно не просто фильтровать фритюр, а очищать его с помощью адсорбентов. Регенерация фритюрного жира с помощью адсорбентов не только улучшает безопасность и качество обжариваемых продуктов, но помогает продлить сроки использования фритюра [631; 632; 558; 291]. После достижения содержания вторичных продуктов окисления во фритюре, равного 1% от массы жира, фритюр должен быть полностью заменен. Количество отработанного жира в отдельных технологических процессах довольно значительно. Это существенно увеличивает стоимость продукции и приводит к нерациональному использованию пищевых продуктов. Одним из рациональных путей сбережения продовольственных ресурсов является периодическая адсорбционная очистка, как стадия технологического процесса фритюрной жарки, в течение всего цикла жарки и на его конечном этапе.

Сегодня адсорбция составляет основу многих промышленных операций и научных исследований [54, 96, 141; 517; 18; 487; 314; 154, 327, 21].

Изучение литературных данных показало, что универсального приема, который позволил бы сразу очистить жир от всех разнообразных по своему составу и структуре примесей, не существует [107]. На практике в зависимости от состава примесей, содержащихся в жире, и от его назначения, применяют несколько последовательных операций адсорбционной рафинации [358; 357; 20; 338; 266, 357].

Эффективность действия адсорбентов при очистке жиров зависит от химического состава адсорбента, наличия и структуры активных центров на его поверхности. Определяющую роль играет концентрация активных центров, соотношение кислотных и основных центров и их сила; величина удельной поверхности и пористость адсорбента; размер частиц, влагосодержание [326; 637].

Природа и строение продуктов окислительного и гидролитического расщепления жиров различны, однако они все обладают определенной степенью полярности, поэтому для адсорбционной очистки жиров лучше применять полярные сорбенты, обладающие достаточной активностью и селективностью [20, 110].

До последнего времени считалось, что такие адсорбенты, как кизельгур, активированный уголь по своей адсорбционной способности непригодны для очистки жира от полярных соединений. Установлено, что сорбционной способностью по отношению к полярным веществам обладают только алюмосиликаты, содержащие обменные катионы Al^{3+} , H^+ , и структура активных центров адсорбента связана с этими компонентами. Отбельные глины получают из природных алюмосиликатов (бентонитов) кислотной и термической активацией. Активированные сорбенты по эффективности очистки в 3-5 раз превосходят природные сорбенты в естественном состоянии [48; 514; 230].

Эти адсорбенты специально разработаны для промышленной очистки растительных масел и продуктов их переработки от продуктов окисления. В настоящее время отбельные глины применяются в масложировой промышленности в объемах десятков тыс. тонн в год [372; 209; 188; 149, 17, 48, 97, 142; 141, 201, 270, 315, 540]. Наиболее известными марками отбельных глин являются Филтрол (фирма Engelhard, Нидерланды, США) и Тонсил (фирма Sud Chemie AG, Германия).

Применение отбельных глин и других адсорбентов в технологических процессах масложировой промышленности характеризуется данными таблицы 1.9.

Обработка жира отбельными глинами под вакуумом позволяет эффективно разрушить гидроперекиси и частично удалить из жира продукты их распада (карбонильные соединения, оксиполимеры и др.). Однако следует отметить, что при разрушении гидроперекисей образуются карбонильные соединения с более короткой цепью (гексеналь, ноненаль, ω -альдегид азелаиновой кислоты), которые придают обработанному жиру неприятный прогорклый вкус и запах.

Таблица 1.9 - Применение адсорбентов в технологических процессах масложировой промышленности

Наименование и химический состав сорбента	Торговая марка и фирма-изготовитель	Область применения
Кизельгур (кремнезем)	Celite 535, 545 (World Minerals Europe)	Очистка растительных масел от механических примесей; отделение восков
Активированный уголь	Norit SA 4 PAH (Norit Nederland B.V.)	Очистка растительных масел от кароиноидов; очистка от бенз(а)пирена
Отбелные глины (активированные алюмосиликаты)	Filtrol 105 (Engelhard Corp.)	Очистка жиров и масел от продуктов окисления (перекисных соединений, вторичных продуктов окисления, полимеров); очистка растительных масел от хлорофилла, фосфолипидов
	Tonsil Supreme, Tonsil Optimum (Sud Chemie AG)	
Окись алюминия		Очистка от продуктов окисления, от свободных жирных кислот (СЖК)
Двуокись кремния	TriSyl 300 (Grace Devison)	Очистка от тяжелых металлов, от следов фосфолипидов

Время обработки сорбентом составляет обычно 20...30 мин. Более длительный контакт адсорбента и жира может привести к его окислению и приобретению жиром «землистого» вкуса (неприятного специфического запаха и привкуса отбелной глины).

Продукты распада резко снижают стабильность жира к окислению. Для восстановления оптимальных органолептических показателей и стабильности к окислению требуется последующая дезодорация жира при 210...250 °С и остаточном давлении 0,2...0,3 кПа в токе водяного пара.

После отбеливания с последующей дезодорацией стабильность жира к окислению примерно в 2 раза выше стабильности исходного жира.

В последнее время активно проводятся исследования и разрабатываются методы очистки отработанных фритюрных масел с целью их регенерации и улучшения качества [24; 343; 158; 6]. Наиболее перспективный из них – фильтрация с адсорбцией на полярном адсорбенте. Такие методы разработаны в США, Японии, Германии. Для очистки применяют: гидратированный $MgSiO_3$ [176]; активированный уголь различных сортов [391]; состав, состоящий из 80% синтетического аморфного SiO_2 , 10% синтетического силиката, 9% кизельгура и

1% синтетической аморфной смеси SiO_2 и Al_2O_3 [235]; смеси 15-75% Al_2O_3 и 25-85% активированного кислотой бентонита или силиката Mg (тальк, серпентин) [233]; разные смеси активированной отбеленной глины; цеолитов, SiO_2 , MgO, TiO_2 и т.д. [372; 537; 514; 387; 391]; различные глинистые минералы [120]; синтетический силикат кальция [599], а также поверхностно-активные вещества [121; 119].

Эффективность различных адсорбентов в процессе регенерации фритюрных жиров изучалась также американскими специалистами [631; 632; 558; 637]. В программу исследований были включены кизельгур, активированный уголь, нейтральная, основная и кислая окись алюминия, отбеленные глины, двуокись кремния и силикагель. Все используемые адсорбенты для улучшения адсорбционных свойств предварительно высушивали при температуре 105°C до постоянного веса.

Объектом исследования служило частично гидрогенизированное масло сои, использовавшееся в качестве фритюра для жарки панированных овощей и сыра.

Применимость адсорбентов авторы работы оценивали по максимальному количеству полярных соединений, удаленных из раствора жира в неполярном растворителе. Для изучения полярных и неполярных фракций фритюрного жира использовали стандартные методы IUPAC для анализа жиров, а также метод HPSEC, известный также как высокоэффективная гель-фильтрация (HPGPC) - хроматографический метод для разделения высоко- и низкомолекулярных компонентов исследуемого жира [499; 194].

В таблице 1.10 показаны результаты исследования тех практически наиболее важных адсорбентов, которые позволяют очистить жир от полимерных продуктов окисления.

Лучшим из адсорбентов оказался силикат магния, который адсорбировал наибольшее количество полярного материала и обеспечивал высокие органолептические характеристики очищенного жира.

В специальных экспериментах было показано, что адсорбент на основе силиката магния (Dalsorb) эффективно адсорбирует опасный канцероген

акриламид, накапливающийся во фритюрном жире при обжарке продуктов, содержащих углеводы, особенно при обжарке картофеля.

Следует отметить, что оценка эффективности сорбентов по суммарному поглощению полярных соединений - не очень удачный показатель. Диацилглицерины (ДАГ) и моноацилглицерины (МАГ) вообще не требуется удалять.

Таблица 1.10 - Количество полярных соединений, удаленных адсорбентом из раствора жира в полярном растворителе (мг/г адсорбента)

Используемые адсорбенты, торговая марка и фирма-изготовитель	Полимеры	Диглицериды	Моноглицериды, свободные жирные кислоты	Общее количество полярных соединений
Отбельная глина Filtrol 105 (Harhaw-Filtrol)	41,0	10,5	36,9	88,4
Отбельная глина Tonsil Supreme (La Saloman)	61,3	9,3	36,5	107,1
Силикатмагния, Magnesol XL (Dallas Group of America, Inc.)	59,7	19,3	77,6	156,8
Силикагель № 1, Britesorb C200 (PQ Corp.)	38,1	11,2	12,1	61,4
Силикагель №2, Trisyl WR (Grace & Co)	49,5	12,8	21,5	83,8
Силикагель, Silica Gel 60 (Baxter Scientifica Products)	64,0	54,3	21,3	139,6

Свободные жирные кислоты (СЖК) целесообразно удалить хотя бы частично по технологическим соображениям (для повышения температуры дымообразования). Основной целью сорбционной очистки должно быть удаление из жира полимерных продуктов и окисленных ТАГ [594; 595].

Как следует из данных таблицы 1.10, даже в окисленных фритюрных жирах, содержащих около 25 % полярных продуктов, полимеры, в большинстве случаев, составляют всего лишь 30-50 % от всех полярных соединений.

По этой причине, как мы уже отмечали, определение полярных продуктов является не лучшим методом контроля степени термоокисления фритюрного жира.

Ученые Далласской группы специальных сорбентов (The Dallas Group Specialty Adsorbents) провели также биологические исследования, используя три экспериментальных группы крыс. Контрольная группа получала свежий фритюрный жир, одна из опытных – фритюрный жир после жарки продуктов, другая – фритюрный жир после жарки продуктов, очищенный с помощью силиката магния.

Адсорбционную очистку фритюрного жира производили следующим образом. К горячему (150 °С) фритюрному жиру добавляли 2% адсорбента, перемешивали в течение 1 ч, а затем фильтровали под вакуумом через фильтровальную бумагу. Затем выполнили гель-фильтрацию, чтобы проверить количество удаленных полярных продуктов по сравнению с необработанным фритюром. Результаты этого эксперимента показали, что адсорбционная обработка снижает, но не исключает полностью токсичность использованного фритюрного жира.

Из представленных результатов экспериментов нельзя понять, насколько снижается токсичность жира и восстанавливается деятельность ферментов печени крыс. Не проведено гистологическое исследование, поэтому о характере воздействия очищенного жира на организм животных в этом случае судить трудно.

На основании проведенных исследований американской фирмой « The Dallas Group of America, Inc.» предложены для очистки фритюрного жира синтетические сорбенты на основе силиката магния (торговые марки Magnesol XL и Dalsorb).

Обработку жира рекомендуют проводить в специальных фильтрационных установках путем циркуляции жира в течение 5 мин через фильтр, содержащий 1% адсорбента от массы жира. Другой вариант обработки включает

перемешивание жира в течение 1 ч с 2% адсорбента от массы жира с последующей фильтрацией через фильтровальную бумагу или фильтроткань.

По данным фирмы, ежедневная обработка фритюрного жира адсорбентом позволяет снизить содержание полярных продуктов примерно в 2 раза и увеличить срок использования каждой партии фритюрного жира с 5 суток до 7...10 суток. Фирма позиционирует адсорбент Magnesol XL как средство защиты и стабилизации фритюрного жира ("Frying Oil Saver").

Зарубежные исследования подтвердили эффективность указанных сорбентов для очистки использованных фритюрных жиров как для пищевых целей, так и в синтезе биотоплива [397; 399; 232].

По данным промышленных экспериментов [397], обработка жира адсорбентом на основе силиката магния марки Dalsorb позволяет быстро поглотить из жира СЖК (91%), окрашенные компоненты (70%), суммарные полярные компоненты (47%), полимеры (20%) и карбонильные соединения (20%).

В то же время при слишком длительной обработке жира и высокой температуре очистки сильные кислотные центры на поверхности адсорбента катализируют процесс дальнейшего окисления фритюрного жира [399].

Обработка кулинарных и фритюрных жиров (шортенингов) адсорбентом на основе силиката магния защищена патентом США [232].

Очень важным достоинством адсорбентов на основе силиката магния (Magnesol XL и Dalsorb) является их соответствие спецификациям контролирующих служб США для пищевых продуктов (US Food and Drug Administration, National Sanitation Foundation) и Комитета экспертов ВОЗ по пищевым добавкам (Joint Expert Committee on Food Additives).

Поскольку наша страна признает экспертные заключения международных организаций ФАО/ВОЗ, эти адсорбенты отвечают и отечественным требованиям ТР ТС 029/2012 и СанПиН 2.3.2.1293-03.

ТР ТС 029/2012 и СанПиН 2.3.2.1293-03 не предусматривают использования адсорбентов на основе силиката магния для обработки растительных масел и пищевых жиров. Применение силиката магния разрешено в качестве пищевой

добавки (E553i), препятствующей слеживанию и комкованию порошкообразных пищевых продуктов, в концентрациях 10...30 г/кг. Таким образом, наличие в отфильтрованном жире следов силиката магния опасений не вызывает.

Ежедневную обработку использованного фритюрного жира адсорбентом Magnesol XL применяли некоторые отечественные предприятия. В соответствии с рекомендациями фирмы-изготовителя, обработка фритюрного жира адсорбентом производится путем циркуляции жира через специальный фильтр в течение 5 мин. Расход дорогостоящего адсорбента составляет 1% от массы жира.

С учетом необходимости импортозамещения целесообразным является выбор отечественной сырьевой базы для создания эффективного отечественного адсорбента и организация его производства, а также разработка технологии очистки фритюрных жиров от токсичных продуктов термоокисления и сополимеризации жиров и аппаратурного оформления этого процесса.

Учитывая сложный разнообразный состав веществ, образующихся в процессе термической деградации фритюрного жира, обладающих разной молекулярной массой, разной полярностью, при разработке технологии очистки, по нашему мнению, следует использовать комплекс адсорбентов, включающих и наноматериалы на основе бентонитовых глин.

Согласно представлениям классической кристаллографии, мельчайшими единицами, из которых построен минеральный мир, является элементарная ячейка, которая обладает практически всеми свойствами макрокристаллов. Однако элементарная ячейка состоит из еще более мелких объемных единиц, не обладающих законченными свойствами кристаллов. Они получили название доменов, кластеров и так далее [155; 115; 313; 113; 561; 337]. Сочетание этих объемных единиц бесконечно, располагаясь определенным образом в пространстве, они могут создавать новое вещество со свойствами, резко отличающимися от стандартов. Манипулируя нанообъектами с помощью специальных технологий, можно создавать принципиально новые материалы и конструкции. Минералы монтмориллонитовой группы (сметиты) ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) обладают практически всеми свойствами природных

наноразмерных частиц. По составу обменных катионов бентониты можно подразделять на щелочные, где основным компонентом являются катионы натрия; щелочноземельные (кальциевые, магниевые, кальциево-магниевые и магниевое-кальциевые), где больше половины обменных катионов принадлежат кальцию и магнию, и смешанные, в которых содержание щелочных и щелочноземельных компонентов примерно равное [137].

Щелочные бентониты характеризуются высокой набухаемостью (до 8 – 19 раз), дисперсностью и принадлежат к дефицитным разновидностям. Щелочноземельные бентониты обладают малой гидрофильностью (то есть слабо или вовсе не набухают) и меньшей дисперсностью. Бентониты смешанные характеризуются промежуточными свойствами [258; 246].

Сложный характер структур глинистых минералов [161] определяется простыми геометрическими соотношениями между гексагональной кремнекислородной сеткой и слоем гидроксидов или слоем молекул воды. Вершины тетраэдров этой сетки составляют часть гидроксильного слоя между отдельными кремнекислородными сетками. Основания тетраэдров также могут примыкать к слою гидроксидов или молекул воды. Благодаря этому возникает бесчисленное множество различных путей соединения слоев друг с другом. Вышеописанные структуры отвечают определенным типам упаковки слоев, характеризующимся, по крайней мере, некоторыми элементами упорядоченности. Несовершенство таких структур, несомненно, определяется их способностью легко поглощать или выделять воду, а также их ионообменными свойствами. В совершенных структурах атомам для изменения своих положений необходимо преодолеть определенный энергетический барьер. В несовершенных структурах величина этого барьера может принимать различные, в том числе и близкие к нулю, значения, и перестановка атомов осуществляется без особых затруднений.

Производство наночастиц [246; 222] из бентонита - сложный процесс, основанный на использовании тонких технологий, требующих глубоких научных исследований, а главное знания минералогии бентонита.

Бентонитовая глина является своеобразным полуфабрикатом или основой для промышленного производства наночастиц. Наноматериалы могут изготавливаться и использоваться в виде порошков, пленок, покрытий. При получении из бентонитовой глины нанопорошков целесообразно осуществлять наноструктурную подготовку в специальных механических активаторах (типа планетарных вибрмельниц).

Таким образом, можно отметить, что в последнее время все более актуальной становится проблема очистки отработанных фритюрных жиров растительного происхождения и один из возможных путей её решения состоит в применении природных адсорбентов отечественного производства и уникальных технологических решениях их использования.

Заключение по ГЛАВЕ 1

Научно-информационный анализ литературных данных показал, что рацион современного человека существенно изменился. Экспансия американских сетей быстрого питания в Россию, агрессивная реклама все более популяризируют фастфуд в нашей стране, основными потребителями которого являются дети и люди молодого возраста. Несмотря на общемировой тренд здорового образа жизни, популярность продукции быстрого питания во всем мире, включая, Россию, продолжает расти, а это значит, что продолжают увеличиваться объемы потребляемых населением жиров, которые являются основным компонентом продукции быстрого питания, и содержат значительное количество *транс*-изомеров жирных кислот и, зачастую, находятся на этапе окислительной порчи. В результате жиры теряют свою ценность, становятся токсичными и индуцируют развитие оксидативного стресса, приводя к развитию различных патологических состояний. Особые опасения вызывает ежегодно ухудшающееся состояние здоровья детей и подростков, например, в Саратовской области более половины детей в возрасте от 0 до 14 лет имеют хронические заболевания, а только 11 % подростков от 15 до 17 лет можно считать относительно здоровыми. Кроме того,

отчетливо прослеживается тенденция ухудшения здоровья детей по мере их взросления, что указывает на алиментарный фактор этиологии хронических заболеваний детского населения. Наблюдается прямая зависимость токсического эффекта на организм от концентрации продуктов окислительного распада жиров и частоты потребления продукции, содержащей окисленный жировой компонент.

Положение усугубляется тем, что во многих предприятиях индустрии питания практически отсутствует оперативный контроль содержания токсичных продуктов окисления во фритюрном жире, а существующие экспресс-методы не показывают реальной картины его безопасности, не соблюдаются допустимые сроки эксплуатации фритюрного жира. Глубина изменений жиров в процессе высокотемпературной обработки в реальном технологическом процессе производства, и длительного хранения жиросодержащих продуктов быстрого питания остается неизученной. Нет нормативов, регламентирующих содержание токсичных продуктов окисления жиров в продуктах, особенно продукции быстрого питания.

Все выше изложенное указывает на то, что существует необходимость обеспечения безопасности продукции быстрого питания на этапах производства и реализации с учетом предлагаемых нами мероприятий:

- разработать схему производственного контроля продукции быстрого питания с определением критических контрольных точек (ККТ) технологического процесса;
- уточнить реальные токсиканты, поступающие в организм с продукцией быстрого питания, и их допустимые уровни в экспериментах на животных,
- разработать критерии оптимизации для улучшения состава фритюрных жиров с учетом их термической стабильности, физиологической эффективности, ценовой политики и импортозамещения;
- выбрать адекватные методы контроля безопасности жиров, а не измерять показатели, лишь коррелирующие со степенью окисления и сополимеризации жиров.

Кроме того, для обеспечения безопасности продукции быстрого питания необходима адсорбционная очистка жиров на этапе производства фритюрной продукции и антиоксидантная защита производимой продукции на этапе ее обращения. При этом только научно обоснованный подход к выбору адсорбентов, антиоксидантов и технологических принципов внесения их без нарушения привычных сенсорных характеристик продуктов позволит добиться положительных результатов.

ГЛАВА 2. Объекты, методология и методы исследования

2.1 Объекты исследования

В соответствии с целями и задачами диссертационной работы объекты исследований представлены в таблице 2.1.

Программно-целевая схема исследований диссертационной работы представлена на рисунке 2.1.

В соответствии с пунктами 3 («теоретические и методологические основы качества и безопасности продовольственных товаров. Развитие теории, методологии и практики обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов, продуктов функционального и специализированного назначения») и 4 («исследование факторов, формирующих товарные и потребительские свойства, качество и безопасность продовольственных товаров на всех этапах их жизненного цикла, информационное обеспечение товародвижения от изготовителя до потребителя») паспорта специальности 05.18.15 - Технология и товароведение продуктов функционального и специализированного назначения и общественного питания, - в данной работе присутствуют нетрадиционные исследования с использованием экспериментальных животных (белых крыс). Необходимость таких исследований обусловлена темой настоящей диссертационной работы, посвященной безопасности продукции быстрого питания.

Оценить и доказать безопасность можно только с использованием сложных и дорогостоящих экспериментов на животных и не всегда возможно с использованием физико-химических исследований.

В разделе 6.2 ГЛАВЫ 6 настоящей работы представлены ступенчатые исследования антиоксидантной стабилизации липидов рыбы – карпа - на всех этапах жизненного цикла: от производства сырья из него до получения продукции быстрого питания со стабилизированной жировой фазой. В данном случае руководствовались формулой специальности 05.18.15, содержанием которой «является разработка проблем современного состояния, формирования

перспектив развития и прогнозирования качества и ассортимента потребительских товаров и сырья на всех этапах их жизненного цикла от производства до потребления...»

Таблица 2.1 – Объекты исследований

№ п/п	Объекты исследований	Характеристика
1	2	3
1.	Масла и жиры	<ul style="list-style-type: none"> ▪ масло пальмовое рафинированное дезодорированное (МП), до термической обработки, взятое в предприятиях индустрии питания, и закупленное в сетевых мегамаркетах г. Саратова; ▪ жир специальный Альпийский (ЖА) производства ООО «Альпойл СП», по ТУ 9141-003-99131032-07 до термической обработки; ▪ жир специальный «Вегафрай 0,5» до термической обработки; ▪ жир специальный «СанниГолд» до термической обработки; ▪ масло подсолнечное нерафинированное в процессе 5 месяцев хранения; ▪ пальмовое масло рафинированное дезодорированное после контрольного (холостого) нагрева; ▪ пальмовое масло рафинированное дезодорированное, подвергавшееся термическому воздействию в условиях фритюрной жарки в нем продуктов: картофеля фри, мясных полуфабрикатов, куриных крылышек, мучного кулинарного изделия «Чак-чак»; ▪ жир специальный Альпийский производства ООО «Альпойл СП» после жарки картофеля фри, крылышек куриных, мучного изделия «Чак-чак»; ▪ пальмовое масло, очищенное (восстановленное) адсорбционным способом после термического окисления; ▪ масло подсолнечное очищенное (восстановленное) адсорбционным способом после автоокисления.
2.	Индустриально произведенная продукция быстрого питания	<ul style="list-style-type: none"> ▪ - мучное кулинарное изделие «Чак-чак», произведенное в производственных условиях предприятия ЗАО «Челны-хлеб» по ТУ; ▪ чипсы, обжаренные во фритюре промышленного производства ООО «Русскарт» ТУ 9166-003-46812750 (общий срок хранения 7 месяцев, исследования проводились после трех месяцев с момента реализации); ▪ чипсы картофельные соломкой «Pomstiks», Польша-Германия (общий срок хранения 9 месяцев, исследования проводились после 3-х месяцев с момента реализации); ▪ чипсы кукурузные «Карамбас», Россия (общий срок хранения 9 месяцев, исследования проводились после 3-х месяцев с момента реализации); ▪ печенье песочное дистрибьютор «Метро Кеш эдн Кери»

		<p>«Аро» (общий срок хранения 6 месяцев, исследования проводились после 3-х месяцев с момента реализации);</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ сухарики промышленного производства С-ЗАО «Бриджтаун Фудс» ТУ 9118-008-38967101 (общий срок хранения 6 месяцев, исследования проводились после 3-х месяцев с момента реализации); ▪ крекер «TUC», Германия (общий срок хранения 6 месяцев, исследования проводились после 3-х месяцев с момента реализации) ▪ картофель фри после жарки во фритюре, произведенный из картофеля свежего, продовольственного (ГОСТ 7176-78), очищенного, нарезанного брусочками; ▪ мясные полуфабрикаты предварительно замороженные для гамбургеров.
3.	Продукция быстрого питания, произведенная в условиях лаборатории	<ul style="list-style-type: none"> ▪ картофель фри после жарки во фритюре, произведенный из картофеля свежего, продовольственного (ГОСТ 7176-78); ▪ - крылышки куриные, после жарки во фритюре; ▪ мучное изделие «Чак-чак», после жарки во фритюре, произведенное в условиях лаборатории; ▪ кекс песочный с творогом и облепихой; ▪ сухарики ароматизированные CO₂-экстрактами пряных трав; ▪ чипсы ароматизированные CO₂-экстрактами пряных трав; <ul style="list-style-type: none"> ▪ крокеты рыбные фри с CO₂-экстрактами пряных трав
4.	Экстрагированный жировой компонент	<ul style="list-style-type: none"> ▪ жиры, экстрагированные из кулинарной продукции быстрого питания: картофеля фри, крылышек куриных; ▪ жиры, экстрагированные из фритюрной и снековой продукции промышленного производства: чипсов, сухариков, мучного кулинарного изделия «Чак-чак», печенья, крекера; ▪ жиры, экстрагированные из разработанной фритюрной и снековой продукции с использованием антиоксидантов
5	Контрольная группа крыс	<ul style="list-style-type: none"> ▪ получала привычный сбалансированный рацион питания (см. Приложение И)
6.	Опытные группы крыс, получавшие сбалансированный рацион питания, включающий (см. Приложение):	<ul style="list-style-type: none"> ▪ - мучное изделие «Чак-чак»; ▪ – фритюрный жир, после жарки в нем мучного кулинарного изделия «Чак-чак»; ▪ - картофель, нарезанный брусочками и обжаренный во фритюре; ▪ - фритюрный жир после жарки в нем картофеля, нарезанного брусочками; ▪ - фритюрный жир после жарки в нем куриных крылышек; ▪ чипсы, обжаренные во фритюре промышленного производства; ▪ сухарики промышленного производства; ▪ песочное печенье промышленного производства; ▪ чипсы ароматизированные CO₂-экстрактами пряных трав, ▪ сухарики ароматизированные CO₂-экстрактами пряных

		<p>трав;</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ кекс песочный с творогом и облепихой; ▪ масло пальмовое рафинированное дезодорированное (МП), по физико-химическим показателям, соответствующее пищевому, свежевыварочному; ▪ масло пальмовое рафинированное дезодорированное (МП), отличающееся уровнем окисления по содержанию вторичных продуктов окисления, не растворимых в петролейном эфире; ▪ жир специальный фритюрный «Вегафрай 0,5», по физико-химическим показателям, соответствующее пищевому, свежевыварочному; ▪ жир специальный фритюрный «Вегафрай 0,5», отличающийся уровнем окисления по содержанию вторичных продуктов окисления, не растворимых в петролейном эфире; ▪ жир специальный «Альпийский» производства ООО «Альпойл СП», по ТУ 9141-003-99131032-07 до термической обработки; ▪ - жир Альпийский производства ООО «Альпойл СП» после термической обработки, отличающийся уровнем окисления по содержанию вторичных продуктов окисления, не растворимых в петролейном эфире; ▪ - гидрогенизированный жир (саломас), содержащий транс-изомеры жирных кислот;
7.	Контрольная группа рыб (двухлетки карпа прудового)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ получала привычный сбалансированный рацион питания (таблица, стр.)
8.	Опытные группы рыб	<ul style="list-style-type: none"> ▪ получали разработанный комбикорм с антиоксидантами
9.	Опытный комбикорм для рыб	<ul style="list-style-type: none"> ▪ гранулированный рыбный комбикорм с добавлением шрота из расторопши и СО₂- экстракта розмарина
10.	Природные сорбционные материалы	<ul style="list-style-type: none"> ▪ опока; ▪ доломит; ▪ монтмориллонит; ▪ природный силикат магния
11.	Природные антиоксиданты	<ul style="list-style-type: none"> ▪ СО-экстракты пряных трав; ▪ ягоды облепихи
12.	Технологические процессы с комплектами оснастки для очистки жиров и внесения природных ингибиторов окисления	

2.2 Методы исследования

В соответствии с программно-целевой схемой исследований (рис. 2.1), целями и задачами диссертационной работы использовались следующие методы исследования.

2.2.1 Методы, применяемые для исследования жиров и жирового компонента продукции быстрого питания

1. Определение массовой доли метиловых эфиров индивидуальных жирных кислот к их сумме производили методом газовой хроматографии по ГОСТ Р 51486-99, ГОСТ Р 51483-99 [83; 82] с использованием газового хроматографа «Кристалл 2000М».

2. Определение цветного числа масел осуществлялось по шкале стандартных растворов йода по ГОСТ 5477-93

3. Фосфорное число растительного масла определялось по ГОСТ 7824-80

4. Кислотное число (К.ч.) определяли по ГОСТ Р 52110 [89].

5. Перекисное число (П.ч.) по ГОСТ Р 51487-99 [85] и по способу [57]

6. Суммарное содержание сополимеров, нерастворимых в петролейном эфире (СНПЭ, %) [216].

7. Во фритюрных жирах определяли содержание транс-изомеров олеиновой кислоты по ГОСТ Р 52100-2003 [88].

8. Содержание эпоксидов по методу [5].

9. Содержание полярных продуктов – по приборам фирм «Эбро» (Германия) и «Тесто» («Эбро-ФОМ» и «Testo 270»).

10. Содержание изомеров кислот с сопряженными связями по методу [214]

11. Динамическую вязкость подсолнечного масла определяли при 20°С в сантипуазах.

12. Массовую долю жира в изделиях промышленного производства определяли: в чипсах по ГОСТ ISO 2173-201. Продукты переработки фруктов и овощей [80], сухариках по ГОСТ 5668-68 [72], печенье по ГОСТ 5899-85 [75].

13. Экстракции жиров из рыбного сырья проводили экстракционно-весовым методом [66].

14. Выделение жира из готового продукта производили экстракционно-весовым методом по отраслевой методике ГОСТ 54053-2010. Методы определения массовой доли жира. Жир извлекали из продукта диэтиловым

эфиром. Из экстракта удаляли растворитель в мягких условиях, под вакуумом и полученный жир взвешивали для определения массовой доли жирового компонента [69].

2.2.2. Методы подготовки и исследования адсорбентов

Подготовка адсорбентов осуществлялась следующим образом:

- доломит, промытый и просушенный, прокаленный до температуры 500 °С, фракцией до 1-5 мм и 0,5-1 мм;
- опока, промытая и просушенная, прокаленная до температуры 200 °С, фракцией до 1 -5 мм и 0,5-1 мм;
- силикат магния пищевой порошкообразный, прокаленный до температуры 200 °С;
- монтмориллонит, промытый и высушенный фракцией до 0,5-до 1 мм.

Комплексный гранулированный термомодифицированный адсорбент изготавливался из механической смеси вышеперечисленных адсорбентов в равных пропорциях с использованием органических прекурсоров в определенном сочетании методом грануляции с отжигом при 500 °С.

1. Размер частиц определяли по ГОСТ 16187.
2. Влажность сорбента по ГОСТ 12597.
3. Остаток на сите по ГОСТ 16187.
4. Прочность при истирании по ГОСТ 16188.
5. Насыпную плотность по ГОСТ 16190.

6. Количественный анализ элементного состава наносорбента производился на энергодисперсионном рентгеновском флуоресцентном спектрометре «Шимадзу» серии Raynu EDX-720 методом калибровочных кривых фундаментальных параметров.

7. Изучение пористой структуры образцов наносорбента определяли по низкотемпературной адсорбции азота на быстродействующем анализаторе

сорбции газов Quantachrome NOVA (США). Определение структурных характеристик методом Брунауэра-Эммета-Тейлора.

Перед измерениями модифицированные образцы предварительно дегазировались под вакуумом при температуре при 200⁰С в течение 3 часов. Для измерения удельной поверхности твердых образцов использовался метод Брунауэра-Эммета-Тейлора (БЭТ). В нем используются следующие допущения: поверхность адсорбента однородна; взаимодействие адсорбент-адсорбат сильнее, чем адсорбат-адсорбат; взаимодействие адсорбированных молекул учитывается только в направлении, перпендикулярном поверхности, и рассматривается как конденсация. Линейная форма изотермы адсорбции (уравнения БЭТ) представлена в формуле (1).

$$\frac{p/p_0}{a(1-p/p_0)} = \frac{1}{a_m C} + \frac{(C-1)p/p_0}{a_m C}, \quad (2.1)$$

Где p/p_0 – отношение давления в системе к давлению конденсации;

A – величина адсорбции;

a_m – объем монослоя на поверхности адсорбента;

C – отношение констант адсорбционного равновесия в первом слое и константы конденсации.

Основной практической целью применения метода БЭТ является нахождение площади поверхности пористого твердого тела. Для этого получают экспериментальную зависимость адсорбции a от давления p/p_0 при постоянной температуре (изотерма адсорбции), после чего по уравнению БЭТ вычисляют величину a_m и, затем, число молекул в монослое. Зная площадку, занимаемую одной молекулой, можно рассчитать суммарную площадь поверхности адсорбента любой формы и пористости. Принято считать, что метод БЭТ можно использовать для определения площади поверхности с точностью 5–10% в интервале значений относительного давления (p/p_0) 0,05–0,35.

8 Для измерения объема пор и определения распределения пор по размерам использовался метод *Barrett-Joyner-Halenda (BJH)*. В основу модели положено допущение о цилиндрической форме пор и то, что радиус поры равен

сумме радиусов Кельвина и толщины адсорбированной на стенке поры плёнки. В качестве исходных данных для расчётов по методу ВЖН используют десорбционную или адсорбционную ветвь изотермы в интервале давлений $0,967 - 0,4 p/p_0$.

Устанавливали следующие параметры очистки: продолжительность контакта сорбента с маслом 20-30 минут, дозировка 10 % адсорбентов к весу масла.

Разработанная нами технология очистки термоокисленного масла во всех исследованиях предусматривает один и тот же технологический принцип, и заключается в том, что отработанное масло, имеющее температуру 180°C , отстаивается от механических примесей и в процессе этого охлаждается до температуры не выше 70°C . Затем отстой удаляют. Адсорбционную колонку (адсорбер), которая снабжена тепловой рубашкой, заполняют адсорбентом, нагревают до 50°C . Через колонку пропускают отработанное термически окисленное масло.

2.2.3 Методы исследования на животных

1. Влияние на организм животных специальных жиров, фритюрных жиров, обжариваемых в них продуктов, а также чипсов, сухариков, песочного печенья промышленного производства, а также вновь разработанных изделий, при длительном потреблении изучали путем патоморфологического, гистологического, гематологического методов исследования.

Исследования на животных выполнялись на базе сертифицированного вивария, учебно-научно-технологического центра «Ветеринарный госпиталь» и лабораторий кафедры «Морфологии, патологии животных и биологии» Саратовского ГАУ им. Н.И.Вавилова и велись в соответствии с «Правилами проведения работ на экспериментальных животных» [173].

Данная серия экспериментов проводилась в соавторстве с доктором ветеринарных наук, профессором И.Ю. Домницким, кандидатом ветеринарных

наук, доцентом Терентьевым А.А. и специалистами учебно-научно-технологического центра «Ветеринарный госпиталь».

Все экспериментальные исследования выполнялись на группах клинически здоровых крыс одной породы, одного пола, одного возраста, одной массы. Кормление животных проводилось в течение 40 дней, во время всего эксперимента крысы содержались в индивидуальных клетках (по 10 особей в каждой) [173]. Замена проводилась без ущерба для пищевой и энергетической ценности дневного рациона животных. До введения в рацион продуктов животные в течение 21 дня содержались на карантине и переводились на рацион в соответствии с планом проведения опытов [173] (Приложение И).

Вскрытие проводилось с подробным протоколированием и фотографированием материала. Патоморфологические изменения были изучены на материале от 250 умерщвленных животных [189; 309].

Вскрытие животных производилось в первые 2 часа после вынужденного убоя. Для гистологического исследования брали кусочки печени, тонкого и толстого отделов кишечника, миокарда, почек. Для фиксации патологического материала использовали 10%-ный раствор нейтрального формалина [189; 309].

Срезы получали на замораживающем микротоме модели 2515 (Reichert Wien). Изготовленные гистологические срезы окрашивали гематоксилином Эрлиха и эозином с последующим микроскопированием. Морфологическую структуру органов изучали в 30 полях зрения микроскопа на различных гистологических срезах. Гистологическое исследование изготовленных препаратов проводили под разным увеличением, с подробным протоколированием и фотографированием изучаемых участков. Микрофотосъемку гистологических препаратов осуществляли с использованием фотокамеры CANON Power Shot A460 IS.

Клинический анализ крови крыс осуществляли аппаратным методом на гематологических анализаторах: PSE 90 Vet, Biochem SA (производство США).

2. Эксперименты по антиоксидантой стабилизации рыбного сырья проводили с непосредственным участием доктора сельскохозяйственных наук,

профессора Васильева А.А. и специалистов кафедры «Кормление, зоогигиена и аквакультура» Саратовского ГАУ. Выращивание рыб осуществляли в лабораториях кафедры «Кормление, зоогигиена и аквакультура» в аквариумах размером 100 x 50 x 40 см, объемом 200 литров с постоянной проточностью и аэрацией воды.

Опыт проводили в течение 76 дней. Во время выращивания двухлеток рыб термические условия были благоприятными для их роста. Средняя температура воды равнялась соответственно 19,3 и 19,5 °С. Содержание кислорода не опускалось ниже 5 мг/л.

Расчет нормы кормления проводили, исходя из массы тела и температуры воды, по специально разработанным кормовым таблицам [4]. Кормление проводили вручную, дважды в день в светлое время суток. Суточная норма кормления составляла 3% от массы тела рыб. При проведении исследования руководствовались правилами работ с использованием экспериментальных животных [116].

3. Взвешивание рыбы проводили согласно рекомендациям И. Ф. Правдина [248]. Контрольным взвешиваниям подвергали всю рыбу, находившуюся в эксперименте, один раз в 10 дней. Одновременно корректировали величину суточного рациона.

4. О темпе роста судили по данным учета абсолютного и среднесуточного приростов. Среднесуточную скорость роста молоди вычисляли по формуле сложных процентов (2.1) [339]:

$$A = [(M_k/M_0)^{1/t} - 1] \cdot 100 (\%), \quad (2.2)$$

где A – среднесуточная скорость роста, %;

M_k и M_0 – масса рыбы в конце и в начале опыта; t – продолжительность опыта, сут.

Абсолютный прирост оценивали по формуле (2.2) [73]:

$$P_{аб} = M_k - M_0, \quad (2.3)$$

где M_k – конечная масса молоди, г; M_0 – начальная масса молоди, г.

Для вычисления коэффициента массонакопления использовали формулу(2.3) [74]:

$$K_m = ((M_k^{1/3} - M_0^{1/3}) \cdot 3) / t, \quad (2.4)$$

где K_m – коэффициент массонакопления, ед.; M_k и M_0 – конечная и начальная масса рыбы, г; t – период выращивания, сут.

Среднесуточный прирост определяли по формуле (2.4) [52]:

$$P = (M_k - M_0) / t, \quad (2.5)$$

где P – среднесуточный прирост, г; M_k и M_0 – конечная и начальная масса рыбы, г; t – период выращивания, сут.

5. Гистологический анализ мышц карпа проводили по методике Меркулова, Г. А. «Курс патологогистологической техники» [189]. Кусочки тканей и органов немедленно помещали в фиксирующий раствор: 10% водный нейтральный раствор формалина. Из материала, фиксированного 10%-ным водным раствором нейтрального формалина, на замораживающем микротоме модели 2515 (ReichertWien) готовили гистологические срезы толщиной 15 мкм. Для выявления нейтральных жиров и фосфолипидов гистологические срезы окрашивали суданом черным «В».

Жиры и жироподобные вещества окрашиваются в темно-синий или черный цвет.

6. Забор крови у рыб на биохимический анализ проводили по методике Лиманского В.В. Инструкция по физиолого-биохимическим анализам рыбы, 1986 г.

2.2.4. Методы исследования комбикорма для рыб с антиоксидантами

1. Внешний вид и цвет корма определяли органолептические по ГОСТ Р 51899-2002 Комбикорма гранулированные. Общие технические условия [86].

2. Запах опытного комбикорма определяли по ГОСТ 13496.13-75 Комбикорма. Методы определения запаха, зараженности вредителями хлебных запасов [64].

3. Определение размера гранул проводили по ГОСТ Р 51899-2002 Комбикорма гранулированные. Общие технические условия [86].

4. Для определения водостойкости пользовались ГОСТ 28758-97. Комбикорма гранулированные для рыб. Методы определения водостойкости [67].

2.2.5 Прочие методы исследования

1. Маркетинговый анализ для изучения спроса на продукцию быстрого питания проводили методом вторичного сбора информации.

2. Отбор проб для исследований вели согласно ГОСТ 5471-83. Опытные и контрольные образцы готовили из одной партии изделий [71].

3. Для определения пищевой и энергетической ценности разработанных продуктов применяли расчетный метод [351; 311].

4. Органолептический анализ проводили по ГОСТ Р 53161-2008 [93], средний балл рассчитывали с учетом весомости отдельных показателей и по ГОСТ 7631-85 [78]. Применяли профильный и тестерный метод оценки сенсорных показателей. Для объективной оценки были разработаны дескрипторы, показывающие основные признаки продукта и характеризующие технологические приемы, влияющие на сохранность пищевых и биологически активных веществ. ISO 11035 “Органолептический анализ. Методология. Идентификация и выбор дескрипторов для установления органолептического профиля при многостороннем подходе.

5. Микробиологическую безопасность разработанных продуктов исследовали в соответствии с ГОСТ 10444.15-94 [62], ГОСТ 52816-2007 [92], ГОСТ 52814-2007 [91], ГОСТ 10444.12-88 [62].

6. Массовая доля влаги, массовая доля жира, массовая доля соли, щелочность: «Кекс песочный с творогом и облепихой»: массовая доля влаги по ГОСТ 5900-73 [76], массовая доля жира по ГОСТ 5899-85 [75], щелочность по ГОСТ 5898-87 [74]; «Чипсы из натурального картофеля с CO₂ экстрактами укропа и душистого перца»: массовая доля влаги по ГОСТ ISO 2173-201 [80], массовая

доля жира по ГОСТ 8756.21-89 [79]; «Сухарики с CO₂ экстрактами укропа и душистого перца»: массовая доля влаги по ГОСТ 21094-75 [65], массовая доля жира по ГОСТ 5668-68 [72].

7. Показатель активности воды определяли гигрометрическим методом с использованием прибора HygroPalm AW1 фирмы Rotronic.

8. Количество испарившейся влаги определяли гравиметрическим методом по разнице массы.

9. Для объективного выбора оптимальной рецептуры применяли комплексный показатель по методике Бражникова, с применением в качестве комплексных показателей по отдельным группам относительных показателей качества пищевой продукции:

$$K = Ma \sum mai Kai + Mb \sum mbi Kbi + Mc \sum mci Kci + Md \sum mdi Kdi, \text{ где (2.6)}$$

Ma, Mb, Mc, Md - коэффициенты весомости показателя качества по каждой группе свойств, характеризующих качество продукции, причем $Ma + Mb + Mc + Md = 1$

mai, mbi, mci, mdi - коэффициенты весомости каждого i-показателя качества

Kai, Kbi, Kci, Kdi – числовое значение каждого отдельного показателя в каждой группе свойств, определяется по формуле относительного показателя качества.

Относительный показатель качества определяли по формуле:

$$K_i = f(P_i; P_{i_{\text{баз}}}) \quad (2.7)$$

где K_i – относительный показатель качества;

P_i – значение показателя качества оцениваемого изделия;

$P_{i_{\text{баз}}}$ – значение базового показателя качества.

Зависимость между величинами K_i и P_i может быть линейной и нелинейной. При линейной зависимости относительный показатель качества определяли по формуле:

$$K_i = \frac{P_i}{P_{i\text{баз}}} \quad (2.8)$$

10. Расчеты, построение графиков и их описание для различных показателей осуществляли при помощи программ Microsoft Excel, Microsoft Word.

11. Статистическая обработка результатов параллельных измерений проводилась с помощью прикладной программы «Stat Plus».

Среднее арифметическое значение определяется выражением:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}, \quad (2.9)$$

где x_i – результаты i -х измерений;

n – число измерений.

Средне – квадратичное отклонения результатов измерений:

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}, \quad (2.10)$$

Стандартная ошибка, характеризующая средне–квадратичное отклонение среднего арифметического значения:

$$S_{\bar{x}} = S/\sqrt{n} \quad (2.11)$$

В случае если абсолютные отклонения x_i измерения от среднего арифметического значения \bar{x} превышало величину $3S$, то эти испытания считались недостоверными и отбрасывались.

Абсолютная достоверность результатов испытаний определялась с достоверностью $\alpha = 95$,

$$\Delta \bar{x} = S_{\bar{x}} \cdot t_{\alpha}, \quad (2.12)$$

где t_{α} – коэффициент Стьюдента.

Погрешность метода измерений оценивалась величиной относительной ошибки

$$\varepsilon = \frac{\Delta \bar{x}}{\bar{x}}, \% \quad (2.13)$$

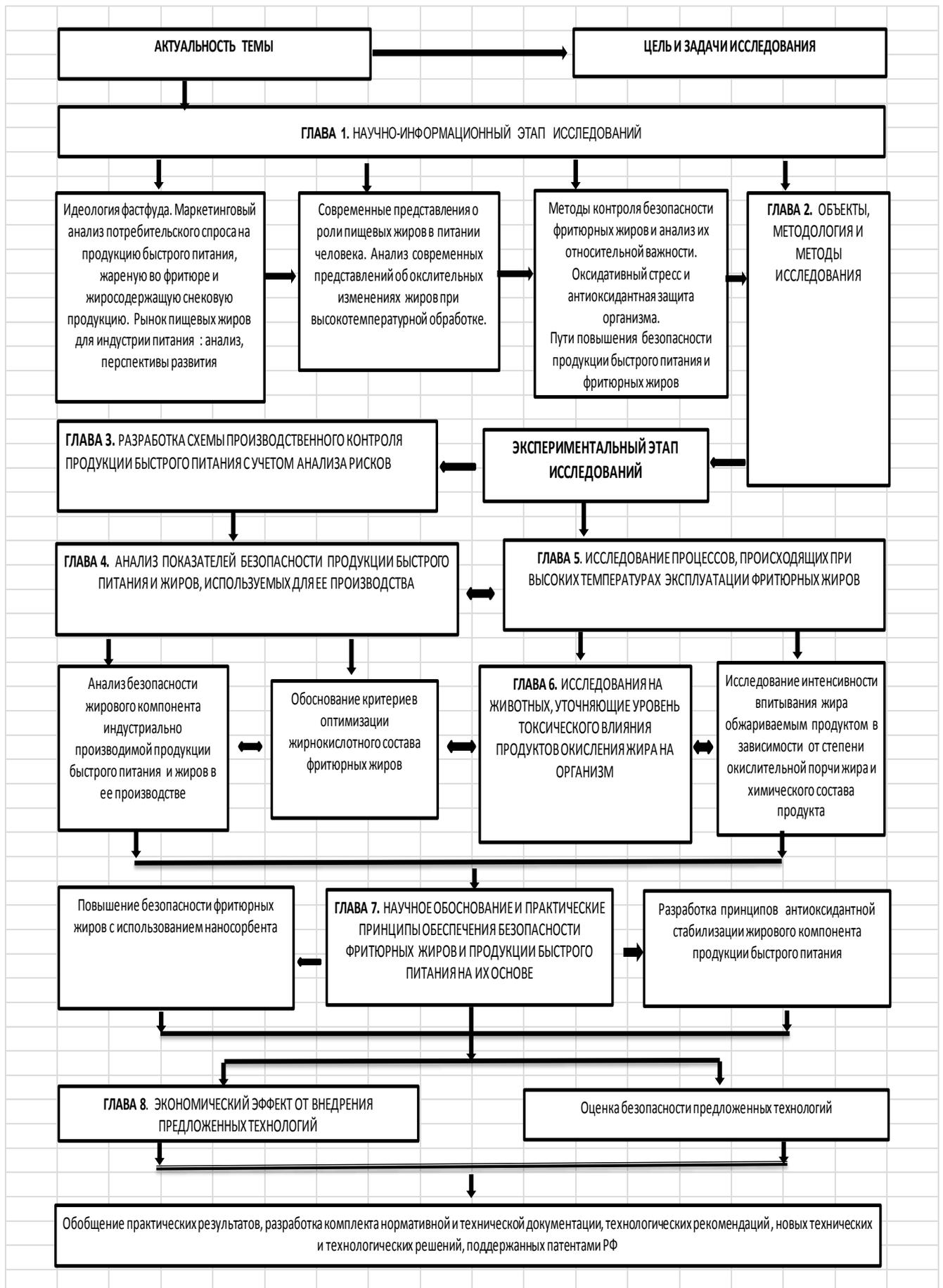


Рисунок 2.1 – Программно-целевая схема исследований

ГЛАВА 3. Разработка схемы производственного контроля продукции быстрого питания с учетом анализа рисков

Изготавливаемые пищевые продукты должны соответствовать по безопасности и пищевой ценности действующим нормативным документам.

В соответствии с требованиями статьи 10 ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» при осуществлении производства пищевой продукции изготовители должны разработать, внедрить и поддерживать процедуры, основанные на принципах оценки опасностей в критических контрольных точках технологического процесса (в английской транскрипции Hazard Analysis and Critical Control Points – HACCP).

В системе HACCP основное внимание уделяется предотвращению возникновения рисков и обеспечению безопасности пищевой продукции на всех этапах процесса производства – от получения сырья до выпуска готовой продукции. В этой системе возможные риски для безопасности продукции заранее прогнозируются и места возможного возникновения таких рисков определяются в качестве критических контрольных точек.

В соответствии с вводимым с 1-го сентября 2015 года ГОСТ Р 55889-2013 «Услуги общественного питания. Система менеджмента и безопасности продукции общественного питания. Рекомендации по применению ГОСТ Р ИСО 22000:2007 для индустрии питания» предприятия должны определять опасности, характерные для данного вида продукции, возможности устранения или снижения их до уровней, обеспечивающих безопасность. Для исключения или уменьшения риска при изготовлении пищевых продуктов необходимо предусмотреть мероприятия по их управлению.

В соответствии с действующим ГОСТ Р 50762-2010 «Услуги общественного питания. Термины и определения» и новым, ГОСТ 31985-2013, который вступает в силу с 01.01.16 года, к показателям качества продукции общественного питания причислены показатели, характеризующие ее безопасность. Однако следует учесть, что показатели безопасности отличаются от остальных показателей

качества и нормируются более серьезными по уровню документами. В соответствии с ФЗ «О техническом регулировании» от 27.12.2002 года №184-ФЗ, показатели безопасности продукции относятся к числу обязательных требований, установленных техническими регламентами. Обязательные требования к продовольственному сырью и продуктам питания включают химическую, радиационную и биологическую безопасность.

ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» является межгосударственным законом, действующим на территории стран, входящих в Таможенный союз. Технические регламенты принимаются Думой РФ и являются Законами РФ. СанПиНы, например, СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» разработан во исполнение законов «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.1999 года №52-ФЗ и «О качестве и безопасности пищевых продуктов» от 02.01.2000 года №29 - ФЗ. Остальные показатели качества определяются ГОСТ Р на соответствующую продукцию, либо техническими условиями на эту продукцию, в зависимости от того, какой нормативный документ применяет изготовитель продукции. В соответствии с ТР ТС 021/2011 каждый показатель безопасности относится к числу важнейших и является определяющим. Показатели не суммируются и не рассчитывается их усредненный показатель безопасности. Нарушение хотя бы одного (любого) показателя безопасности переводит продукт в группу продукции непищевого назначения, которая может использоваться только на кормовые или технические цели, либо подлежит утилизации.

Предприятия, производящие фритюрную продукцию быстрого питания, отличаются тем, что безопасность жирового компонента контролируется только на стадии технологического процесса во время фритюрной жарки. Однако до сих пор контроль безопасности самой готовой продукции и ее жирового компонента на конечной стадии технического процесса и стадии обращения не предусмотрен нормативными документами. Более того, разработанный новый ГОСТ Р 54607.3-2014 «Услуги общественного питания. Методы лабораторного контроля

продукции общественного питания. Часть 3. Методы контроля соблюдения процессов изготовления продукции общественного питания» [95], который вводится с 01.01.16 г., предусматривает оценку качества фритюрного жира, используемого в технологическом процессе, начиная с органолептических показателей. Такой порядок контроля безопасности производственного сырья и готовой продукции не соответствует требованиям ФЗ "О техническом регулировании" и ТР ТС 021/2011 "О безопасности пищевой продукции". Контроль безопасности пищевой продукции должен начинаться с определения показателей безопасности конкретными инструментальными методами.

В связи с вышеизложенным, целесообразность разработки данной главы продиктована результатами научных исследований в области безопасности термоокисленных пищевых жиров и отсутствием отработанных эффективных схем производственного контроля и систем менеджмента безопасности продукции быстрого питания.

Производственный процесс предприятий, выпускающих продукцию быстрого питания, протекает либо в ускоренном режиме (сетевые предприятия фастфуда), либо в режиме технологического потока (индустриальные предприятия), что затрудняет обеспечение безопасности изготавливаемой продукции.

Технологический процесс таких предприятий, как правило, стандартизован, позволяющий сократить сроки обучения персонала и использовать работников более низкой квалификации.

Ассортимент выпускаемой продукции небольшой.

Для того, чтобы потребитель получил готовый продукт, исходное сырье должно пройти контроль безопасности на всех стадиях технологического процесса - от поступления сырья до обработки его и реализации в предприятии – изготовителе (предприятии общественного питания) или торговой сети.

В настоящее время входной контроль безопасности сырья осуществляется только по анализу сопроводительных документов и визуально - по органолептическим показателям. Этого бывает не всегда достаточно для

обеспечения безопасности продукции. Для проверки эффективности системы НАССР поставщика может потребоваться проведение конкретных исследований. Именно эта стадия является базовой в идентификации и анализе потенциальных рисков.

Контроль потенциальных рисков производится в критических контрольных точках в соответствии с планом НАССР, разработанным на предприятии. Основным компонентом продукции быстрого питания является жир. Как правило, это жир специального назначения для фритюрной жарки или функционально-технологический ингредиент продукции быстрого питания.

План НАССР для производства продукции быстрого питания с большой долей жирового компонента должен обязательно учитывать риск окисления липидов на стадии производства и обращения, поэтому обеспечение мониторинга соответствия показателей безопасности фритюрных жиров и готовой продукции установленным нормативам является важной задачей.

В соответствии с регламентирующими документами Роспотребнадзора (СанПиН 2.3.2.1078-01 и ТР ТС 024/2011), безопасность жирового компонента этой продукции определяется содержанием пероксидов (не более 10 мэкв / кг) и свободных жирных кислот (СЖК) - не более 0,6 мг КОН / г.

Кроме того, предложено оперативный контроль безопасности фритюрных жиров в производственных условиях осуществлять с использованием специальных индикаторных полосок, изменяющих цвет при достижении кислотного числа 2,0 мг КОН / г (Методические рекомендации Госсанэпидслужбы № 17 ФЦ/4097 от 31.12.2004).

В таблице 3.1 приведен пример описания фритюрного жира, как основного сырья для производства продукции быстрого питания, на этапе его входного контроля.

Как видно из данных таблицы 3.1, все контролируемые показатели безопасности должны соответствовать требованиям технических регламентов Таможенного союза.

Таблица 3.1 - Описание фритюрного жира

Жир фритюрный			
Перечень вопросов по исходной информации	Компоненты/показатели	Норма	Источники информации
1	2	3	4
1. Наименование вида сырья	Фритюрный жир		
2. Состав сырья (состав ингредиентов)	Жир (99,8 %)		
3. Показатели безопасности	Физико-химические показатели: 1. Транс –изомеры жирных кислот	до 20 %	ТР ТС 024/2011 Сертификат безопасности
	2. Кислотное число	0,6 мг гидроокиси калия/г (мг КОН/г)	
	3. Перекисное число	10 мэкв. / кг	
	Концентрация СНПЭ, %	0,1	Не регламентирована
	Микробиологические показатели: патогенные м/о, в т. ч. сальмонеллы в 25,0 г КМАФАнМ, КОЕ/г (см3), не более БГКП (колиформы) в 1 г продукта, потребительской таре S.aureus в 01, г (см3) дрожжи, КОЕ/г (см3) плесени, КОЕ/г (см3)	Не допускаются Не допускаются 0,001 Не допускаются 1x10 ³ 1x10 ²	ТР ТС 021 / 2011 ТР ТС 024/2011 СанПиН 2.3.2.1078-01 Сертификат безопасности
	Токсичные элементы: свинец, мг/кг, не более мышьяк, мг/кг, не более кадмий, мг/кг, не более ртуть, мг/кг, не более	0,1 0,1 0,05 0,05	ТР ТС 021/ 2011 Сертификат безопасности
	Микотоксины: афлатоксин М1, мг/кг, не более	0,005	ТР ТС 021 / 2011
	Пестициды: ГХЦГ (α, β, γ -		ТР ТС 021/ 2011

	изомеры), мг/кг, не более ДДТ и его метаболиты, мг/кг, не более	0,05 0,1	
	Диоксины, пг ДЭ/г жира, не более	0,00000075	ТР ТС 021/2011
	Содержание радионуклидов, Бк/кг, не более: -Сz-137; -Sr-90	60 80	ТР ТС 021 /2011
4. Основные характеристик и сырья	Органолептические показатели: внешний вид и консистенция	Соответствуют составу использованных жиров / жира и стандарту предприятия-изготовителя	
6. Упаковка	Потребительская тара	Алюминиевая кашированная фольга или ее заменители, стекло, пластик	ТР ТС 005/2011

Однако показатели безопасности жирового компонента, предписанные ТР ТС 021 / 2011 и ТР ТС 024 /2011, не отражают в полной мере требования безопасности к жировому компоненту, так как отсутствует важнейший показатель безопасности жиров – содержание вторичных продуктов окисления и сополимеризации – СНПЭ. Регламентированная концентрация СНПЭ для отработанных фритюрных жиров по СП 2.3.6.1079-01 [318] - 1 %.

Предлагается ввести этот показатель на этапе входного контроля фритюрных жиров в предприятиях индустрии питания.

После того, как сырье поступило на предприятие, необходимо осуществлять его правильное хранение. Поэтому правильно установленный и контролируемый температурный режим в холодильной камере позволяет на данном этапе обезопасить продукт, кроме того должен быть обеспечен документально оформленный мониторинг температуры и при необходимости проверка надлежащего функционирования холодильного оборудования.

Далее сырье поступает на производственные участки и/или технологические линии, где происходит тепловая обработка. В технологическом процессе ряд факторов может повлиять на безопасность продукции.

В первую очередь, работники предприятия должны знать о тех опасностях, которые контролируются на их рабочих местах, допустимых критических пределах показателей в ККТ, применяемых процедурах мониторинга, о тех записях, которые необходимо хранить, и о тех исправлениях, которые необходимо принять в случаях отклонения технологического процесса от нормы.. Кроме того, соблюдение гигиенических стандартов по личной гигиене персонала.

Во-вторых, при производстве продукции быстрого питания особое внимание должно уделяться процессу фритюрной жарки, соблюдению параметров технологического процесса в зависимости от вида обжариваемого продукта. Также необходимо использовать термостабильный фритюрный жир с содержанием продуктов окисления.

Показатели безопасности готового продукта необходимо контролировать. Готовая продукция поступает на хранение в специализированное оборудование. Температура хранения и сроки хранения продукции должны соответствовать стандартам предприятия.

Готовый продукт упаковывают в соответствии с требованиями к упаковке данного вида продукции быстрого питания, причем упаковка должна быть безопасной.

При отпуске продукции за пределы предприятия-изготовителя на упаковку продукции быстрого питания наносится маркировка или должен быть прикреплен ярлык, содержащий следующие сведения: наименование продукции, наименование нормативного или технического документа, по которому выработана продукция, условия хранения и срок годности, масса упаковочной единицы.

Предлагаемая нами принципиальная схема производственного контроля и критические контрольные точки технологического процесса на примере производства фритюрной продукции и продукции быстрого питания с большой долей жирового компонента приведены на рисунке 3.1.

Нормы производственного контроля на примере фритюрной продукции и продукции с большой долей жирового компонента приведены в таблице 3.2.

Если для производства продукции быстрого питания используется фритюрная жарка, то необходимо постоянно вести мониторинг контроля безопасности фритюрного жира по показателям, указанным в таблице 3.2.

Целесообразно ежедневно производить фильтрацию используемого жира от прогоревших и обугленных частиц обжаренного продукта и оперативно контролировать содержание в этом жире вредных для здоровья веществ, и при превышении допустимого уровня их содержания своевременно производить замену использованного жира свежим. В соответствии с требованиями СанПиН 2.3.6.959-00 и СП 2.3.6.1079-01, фритюрный жир непригоден для дальнейшего использования, когда содержание вторичных продуктов окисления, нерастворимых в петролейном эфире (СНПЭ), превышает 1%.

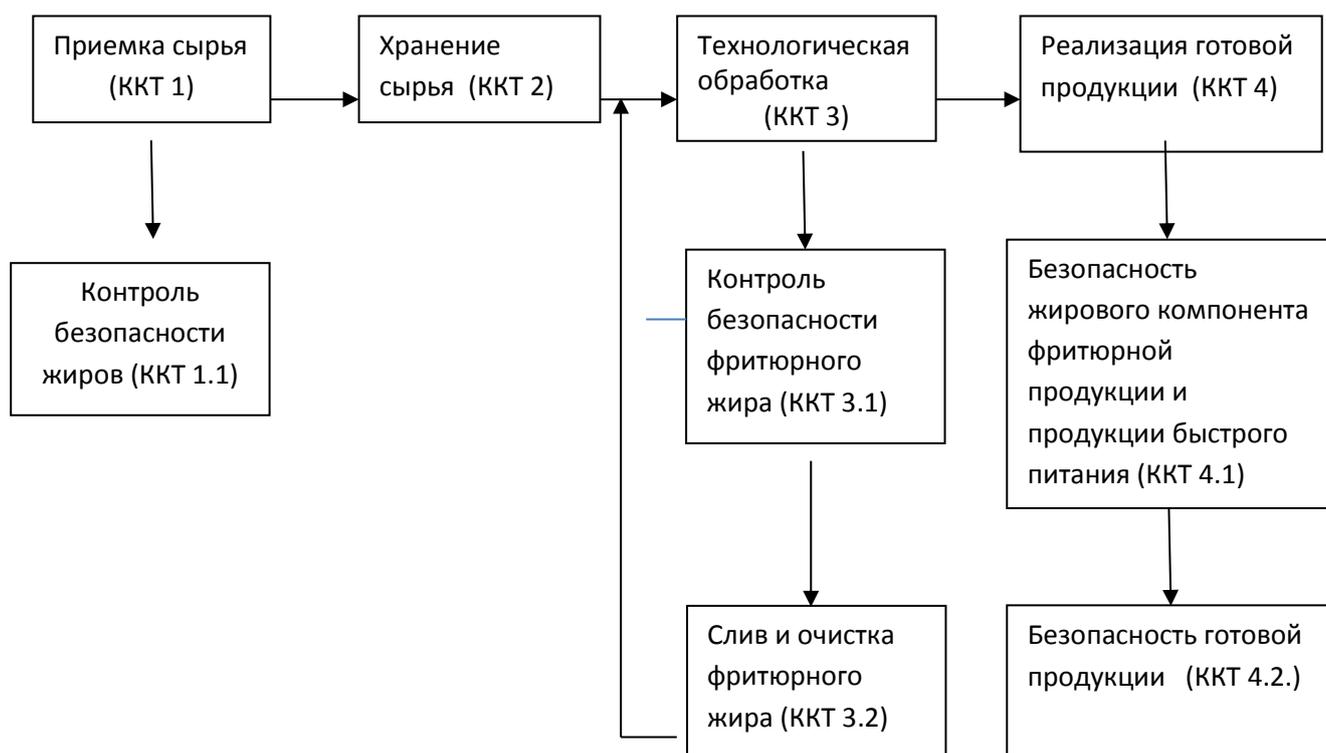


Рисунок 3.1 - Принципиальная схема и критические точки производственного контроля на примере продукции быстрого питания

Дополнительно возможно использование экспресс-метода оценки безопасности фритюрного жира путем определения содержания полярных продуктов по прибору FOM - 320 или аналогичному.

Таблица 3.2 - Нормы производственного контроля технологического процесса на примере производства фритюрной продукции

Критические контрольные точки	Объекты контроля	Показатели и нормы контроля
1	2	3
ККТ 1 (Приемка сырья)	Жиры	Показатели безопасности по сертификату или по декларации о соответствии: кислотное число не более 0,6 мг КОН/г, перекисное число не более 10 ммоль активного кислорода / кг, содержание СНПЭ – не более 0,1 %. Органолептические показатели соответствуют показателям свежего продукта.
	Полуфабрикат или сырье, использующиеся для жарки во фритюре или производства продукции быстрого питания	Показатели безопасности по сертификату или по декларации о соответствии; органолептические показатели соответствуют показателям свежего продукта
ККТ 2 (Хранение сырья)	Жир фритюрный	Хранение при t не выше +20° С.
	Полуфабрикат или сырье, использующееся для жарки во фритюре	Хранение в условиях, предусмотренных планом НАССР, и по требованиям маркировки. Органолептические показатели соответствуют свежему продукту.
ККТ 3 (Контроль технологического процесса)	Производство фритюрной продукции	Требования к параметрам технологического процесса: температурному режиму, продолжительности жарки - устанавливаются стандартом предприятия.
КТ 3.1 Контроль безопасности фритюрного жира в технологическом процессе	Жир фритюрный	Концентрация СНПЭ не более 1%, кислотное число не более 2,0 мг КОН / г, перекисное число не более 10 мэкв. активного кислорода / кг . После адсорбционной очистки СНПЭ – не более 0,3- 0,4 %. Органолептические показатели соответствуют стандарту предприятия

Продолжение таблицы 3.2

1	2	3
КТ 3.2 (Слив и очистка фритюрн ого жира)	Жир отработанный фритюрный	Концентрация СНПЭ не более 1%, кислотное число не более 2,0 мг КОН/г, перекисное число не более 10 мэкв активного кислорода/кг . После адсорбционной очистки СНПЭ – не более 0,3-0,4 %. Органолептические показатели соответствуют стандарту предприятия;
ККТ 4 (Реализация готовой продукции)	Жировой компонент фритюрной продукции и продукции быстрого питания	Массовая доля СНПЭ не более 1 %, кислотное число не более 2,0 мг КОН / г, перекисное число не более 10 мэкв активного кислорода / кг. Органолептические показатели соответствуют стандарту предприятия.
	Фритюрная продукция и продукция быстрого питания	Массовая доля СНПЭ не более 0,2 %, кислотное число не более 0,2 мг КОН / г, перекисное число не более 2 мэкв активного кислорода / кг. Органолептические показатели соответствуют нормативной документации

Для этого необходимо предварительно установить уровень корреляции содержания полярных продуктов и фактической концентрации СНПЭ в жире. Такая оценка является ориентировочной и должна периодически проверяться путем определения СНПЭ по установленной методике. Численные величины показателей, отражающих уровень полярных веществ, должны быть записаны в плане производственного контроля.

Для снижения концентрации сополимерных продуктов окисления в используемом фритюрном жире и продления сроков его использования целесообразно применять адсорбционную очистку жира, которая в России пока не получила широкого признания. Ежедневная адсорбционная очистка фритюрного жира от продуктов окисления после каждых 12-16 ч жарки и своевременное добавление свежего жира для компенсации частичного поглощения фритюрного

жира готовым продуктом позволяет увеличить срок использования одной партии жира. С учетом действующих нормативов содержания продуктов окисления во фритюрном жире и ориентировочного допустимого уровня поглощения жира готовым продуктом 20 %, рекомендуется норма содержания продуктов окисления, нерастворимых в петролейном эфире, не более 0,2 % к массе продукта.

Если продукция быстрого питания производится без использования фритюрной жарки, но содержит значительное количество жирового компонента (особенно подлежащая длительному сроку хранения и реализации, например, печенье), необходимо контролировать безопасность экстрагированного из нее жирового компонента по показателям, предложенным в таблице: концентрация СНПЭ не более 1%, кислотное число не более 2,0 мг КОН/г, перекисное число не более 10 мэкв. активного кислорода / кг.

Заключение по ГЛАВЕ 3

Проведен анализ технологического процесса производства продукции быстрого питания на примере предприятий, использующих фритюрную жарку и производящих продукцию с большой долей жирового компонента. Проанализированы показатели безопасности жиров и нормативные документы по контролю безопасности производственного процесса, используемые для производства продукции быстрого питания. Впервые предложена новая схема контроля безопасности продукции быстрого питания, предусматривающая контроль показателей готовой продукции. Предложены нормативы показателей безопасности в критических контрольных точках технологического процесса.

Глава 4. Анализ показателей безопасности продукции быстрого питания и жиров, используемых для ее производства

4.1 Анализ безопасности жирового компонента индустриально производимой продукции быстрого питания

Окисление липидов является одним из основных процессов, ограничивающих сроки годности пищевых продуктов по показателям безопасности и качества. Однако до сегодняшнего дня контроль безопасности и сроки хранения продукции быстрого питания промышленного производства ограничиваются только микробиологическими показателями без учета безопасности жирового компонента, степень изменений которого на этапе обращения продукции остается неизученной.

Настоящий раздел посвящен входному контролю показателей безопасности фритюрных жиров, используемых предприятиями индустрии питания для изготовления продукции, жареной во фритюре, и при производстве снеков промышленного изготовления.

В соответствии с задачами работы, объектами исследования были выбраны наиболее популярные у потребителей продукты быстрого питания промышленного производства, полученные с использованием фритюрной жарки и без нее, с большой долей жирового компонента, различной ценовой категории, различных производителей, в том числе снеки (лёгкие закуски): чипсы картофельные и кукурузные, сухарики, песочное печенье, крекер, батончики мюсли.

Содержание жира в продуктах определяли экстракционно-весовым методом по действующему стандарту [69]. Исследования массовой доли жира показали, что содержание жира в готовой продукции индустриального производства колеблется от 8 до 28 % (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Массовая доля жира в исследуемых продуктах, %

Наименование изделия	Массовая доля жира, %
Фритюрная продукция	
Чипсы (лепестками) из картофеля ООО «Русскарт», Россия	27,8±0,4
Чипсы картофельные соломкой «Pomstiks», Польша-Германия	26,9 ±0,6
Чипсы кукурузные «Карамбас», Россия	17,9±0,4
Лапша «Роллтон»	21,5±0,4
Чак-чак	17,6±0,5
Снековая продукция, в том числе снеки здорового питания	
Крекер «TUC», Германия	16,9±0,3
Сухарики С-ЗАО «Бриджтаун Фудс», Россия	8,5±0,3
Песочное печенье «Аро», Россия	19,7±0,5
Батончик «Эго» мюсли с вишней, Словакия	11±0,3
Батончик мюсли «Fit» сочный, Чешская республика	8,6±0,4

Результаты, представленные в таблице 4.2, отражают жирнокислотный состав экстрагированного жирового компонента в исследуемой продукции быстрого питания.

По соотношению основных жирных кислот установлено, что при изготовлении данных изделий используются растительные масла, в основном пальмовое и подсолнечное, и их смеси. Следует отметить, что жирнокислотный состав исследованной продукции не соответствует рекомендациям Роспотребнадзора для здорового питания [191], не обладает физиологической полноценностью из-за достаточно высокого содержания насыщенных жирных кислот, особенно в так называемых батончиках здорового питания.

Таблица 4.2 – Массовая доля индивидуальных жирных кислот в жировой фазе исследуемой продукции быстрого питания

Наименование и обозначение жирной кислоты	Массовая доля, %				
	Жир, экстрагированный из фритюрной продукции				
	Чипсы лепестками из картофеля	Чипсы соломкой картофельные	Чипсы кукурузные	Чак-чак	Лапша Роллтон
1	2	3	4	5	6
Лауриновая С12:0	0,1±0,1	0,1±0,1	-	0,4±0,1	0,1±0,1
Миристиновая С14:0	0,4±0,1	1,1±0,1	-	1,2±0,1	0,5±0,1

1	2	3	4	5	6
Пальмитиновая С16:0	20,3+0,1	41,6+0,1	4,7+0,2	24,7+0,1	44,3+0,3
Стеариновая С18:0	4,4+0,2	4,2+0,2	2,7+0,2	3,95+0,2	3,5+0,1
Олеиновая С18:1	29,8+0,3	42,7+0,2	82,4+0,3	33,5+0,2	41,0+0,3
Линолевая С18:2	40,1+0,1	10,3+0,4	10,2+0,2	37,05+0,2	7,0+0,2
	Жир, экстрагированный из снековой продукции, включая продукты здорового питания				
	Сухарики	Печенье песочное	Крекер	Батончик мюсли «Его»	Батончик мюсли «Фит»
Лауриновая С12:0	0,1+0,1	8,5+0,1	0,2+0,1	0,8+0,1	0,6+0,1
Миристиновая С14:0	0,2+0,4	3,3+0,3	1,3+0,1	1,3+0,1	0,9+0,1
Пальмитиновая С16:0	10,7+0,2	34,1+0,2	41,4+0,2	49,7+0,2	37,6+0,2
Стеариновая С18:0	4,8+0,4	4,5+0,3	4,5+0,1	7,6+0,1	4,9+0,1
Олеиновая С18:1	27,0+0,1	36,4+0,1	41,1+0,3	31,9+0,2	40,8+0,2
Линолевая С18:2	53,2+0,1	10,9+0,1	11,5+0,1	8,7+0,1	15,2+0,1

Исследование безопасности жирового компонента (таблица 4.3) в изделиях проводились на этапе их реализации в торгово-розничной сети (через 3 месяца хранения) [179; 174].

Анализ результатов определения кислотных чисел исследуемых продуктов показал, что наиболее интенсивное накопление СЖК происходит в жировом компоненте сухариков, кукурузных чипсов, чипсов картофельных соломкой, крекера, батончиках здорового питания. Показатели кислотного числа жировой основы чипсов лепестками и сдобного печенья находятся в пределах норм.

Считаем, что определение данного показателя в жировом компоненте продукции быстрого питания является целесообразным и информативным.

Основным путем образования свободных жирных кислот [296] является гидролиз триацилглицеринов (ТАГ) с образованием смеси ди- и моноацилглицеринов. В начальный период, при переработке некоторых видов продукции, например, чипсов из картофеля, гидролиз ТАГ происходит под влиянием клеточных ферментов.

Таблица 4.3 - Показатели безопасности жирового компонента и готовой продукции быстрого питания

Наименование изделия	К. ч., мг КОН / г	П.ч., мэкв активного кислорода / кг	СНПЭ, % от массы жирового компонента	СНПЭ, % от массы готовой продукции
Чипсы (лепестками) из картофеля	0,39	10,5	2,55	0,7
Чипсы соломкой картофельные	1,0	2,9	1,0	0,3
Чипсы кукурузные	0,8	8,8	1,3	0,23
Чак-чак, «Челныхлеб», Татарстан	2,7	13,6	1,6	0,3
Лапша «Роллтон», Россия	0,4	2,4	1,4	0,3
Крекер «TUC», Германия	0,7	1,2	0,7	0,1
Сухарики С-ЗАО «Бриджтаун Фудс», Россия	0,79	6,6	1,32	0,1
Печенье песочное «Аро», Россия	0,41	3,5	3,65	0,7
Батончик «Эго» мюсли с вишней, Словакия	1,9	1,4	1,2	0,1
Батончик мюсли «Fit» сочный, Чешская республика	2,6	4,2	2,1	0,2

В дальнейшем, после инактивации ферментов, продолжается высокотемпературный гидролиз ТАГ водой, выделяющейся из продукта под воздействием температуры в процессе приготовления (обжарка или выпечка). Кроме того, в процессе хранения продукции происходят процессы окисления жирового компонента и могут образоваться СЖК с более короткой углеродной цепью в результате окислительных превращений вторичных продуктов окисления, которые образуются в процессе производства или хранения продуктов.

Величина кислотного числа в хранившихся продуктах в значительной степени зависит от содержания влаги в исходном полуфабрикате и применяемой технологии производства, а также от условий хранения и начальных показателей безопасности жирового ингредиента, применяющегося в рецептуре.

Анализ данных таблицы 4.3 показал, что наибольшее содержание гидропероксидов найдено в жировом компоненте чипсов лепестками из картофеля, чипсов кукурузных, чак-чака. Эти изделия жарились во фритюре. Кроме того, они имеют наибольшую площадь поверхности, покрытой жиром, который и подвергается интенсивному окислению в процессе хранения.

Результаты проведенных исследований по определению содержанию сополимеров, нерастворимых в петролейном эфире (СНПЭ), в исследуемых экстрагированных жирах, представленные в таблице 4.3, свидетельствуют, что концентрация СНПЭ в жировом компоненте большинства продуктов быстрого питания в 1,2-3,6 раза превосходит норму, установленную для фритюрных жиров, претерпевающих многократную термическую обработку. В пересчете на массу продукта концентрация СНПЭ составляет от 0,1 до 0,7 %. Такое высокое содержание продуктов окисления недопустимо для жирового компонента продукции питания, особенно, здорового питания.

Полученные данные свидетельствует о том, что существует необходимость контроля безопасности самой готовой продукции и пересмотра сроков реализации этих групп продукции с учетом показателей безопасности жирового компонента. Система мониторинга безопасности продукции быстрого питания (рисунок 3.1) должна включать такие показатели, как содержание свободных жирных кислот, пероксидов и сополимеров, нерастворимых в петролейном эфире (СНПЭ).

В свете системного подхода, охватывающего параметры безопасности пищевой продукции на всех этапах жизненного цикла – от получения сырья до использования продукта конечным потребителем, основанного на принципах НАССР, внедряемого сегодня на предприятиях питания в соответствии с ТР ТС 021/2011, определение показателей безопасности жирового компонента продукции быстрого питания должно стать одной из опорных критических контрольных точек.

Кроме того, следует внести изменения в принципы технологического подхода к производству продукции быстрого питания с большой долей жирового

компонента, базирующегося на его стабилизации и ужесточении требований к исходным жирам и условиям хранения данной продукции.

4.2 Оценка безопасности и качества фритюрных жиров, используемых для производства продукции быстрого питания

Жиры, выполняющие основную функционально-технологическую роль в производстве продукции быстрого питания, во многом определяют их безопасность и сроки годности. Таким образом, показатели безопасности фритюрных жиров являются базовым требованием, определяющим возможность их применения, а также сроки замены в технологическом процессе.

Считаем, что обязательному входному контролю на предприятиях – изготовителях продукции быстрого питания должны подвергаться фритюрные жиры, в значительной мере определяющие безопасность и сроки годности выпускаемой продукции. Чем меньше начальный уровень показателей безопасности жира, тем меньше риск его окислительных превращений, стабильнее качество, и, соответственно, дольше гарантийный срок годности выпускаемого продукта.

В связи с этим, нами была проведена оценка показателей безопасности фритюрных жиров и масел, которые использовались для производства продукции быстрого питания предприятиями Саратова, Санкт-Петербурга, Республики Татарстан [291].

Оценка показателей безопасности исходных образцов жира проводилась через 3 месяца их хранения после выработки, тогда как в нормативной документации определен срок годности продукции, вырабатываемой с их использованием, 6 месяцев [94; 68; 330; 269; 90].

В таблице 4.4 представлены сведения о нормировании показателей окислительной порчи в нормативной документации.

Таблица 4.4 - Сводные данные по нормированию основных показателей окислительной порчи фритюрных жиров

Наименование документа	Кислотное число, мг КОН / г, не более	Перекисное число, мэкв активного кислорода / кг, не более
ТР ТС 024/2011 «На масложировую продукцию».	0,6	10
СанПиН 2.3.2.1078-01	0,6	10
ГОСТ Р 53776-2010 «Масло пальмовое рафинированное дезодорированное для пищевой промышленности»	0,2	0,9
ГОСТ 31647 – 2012 «Масло пальмовое рафинированное дезодорированное для пищевой промышленности. Технические условия»	0,2	0,9
ГОСТ Р 52465-2005 «Масло подсолнечное. Технические условия»		
- рафинированное дезодорированное (первый сорт)	0,4	10
- нерафинированное (первый сорт)	4	10

Таким образом, в регламентирующих документах есть разногласия относительно нормирования основных показателей окислительной порчи. В ГОСТах «Масло пальмовое рафинированное дезодорированное для пищевой промышленности» указана норма ниже требований ТР ТС 024/2011 «На масложировую продукцию», что неправильно, потому что регламент является межгосударственным законом.

В своей оценке исходного качества исследуемых образцов следует опираться на ТР ТС 024/2011 «На масложировую продукцию», СанПиН 2.3.2.1078-01 и ГОСТ Р 52465-2005 «Масло подсолнечное. Технические условия» при исследованиях нерафинированного подсолнечного масла.

Приведенные ниже данные основаны на результатах исследований пальмового масла, высокоолеинового подсолнечного масла, специальных жиров для фритюрной жарки, отличающихся по жирнокислотному составу и наиболее часто используемых для производства продукции быстрого питания.

4.2.1 Оценка показателей безопасности и качества пальмового масла

Оценка безопасности и качества образцов пальмового масла проводилась в соответствии с ГОСТами на определение показателей безопасности и по органолептическому анализу качества масла.

Образцы пальмового масла имели сертификаты соответствия и использовались для производства фритюрной продукции в действующих предприятиях г. Саратова и Республики Татарстан.

Результаты исследования опытных образцов сравнивали с нормативными документами [94; 68; 271].

Усредненный жирнокислотный состав 4-х образцов пальмового масла приведен в таблице 4.5.

Таблица 4.5 - Жирнокислотный состав исследуемых образцов пальмового масла

Обозначение и наименование жирной кислоты	Пальмовое масло	
	Всего, % к сумме жирных кислот	Массовая доля жирной кислоты, %
насыщенные		
С 12:0 Лауриновая	49,9	0,1 ±0,1
С 14:0 Миристиновая		0,5 ±0,5
С 16:0 Пальмитиновая		44,8 ±0,3
С 18:0 Стеариновая		3,5 ±0,6
С 20:0 Арахидиновая		1,0 ±0,5
Мононенасыщенные		
С 16:1 Пальмитолеиновая	41,6	0,6 ±0,4
С 18:1 Олеиновая		41,0 ±0,3
Полиненасыщенные		
С 18:2 Линолевая	7,0	7,0 ±0,3

Все образцы масла соответствовали пальмовому маслу по соотношению жирных кислот согласно [68].

В таблице 4.6 представлены данные исследований показателей безопасности пальмового масла.

Таблица 4.6 - Результаты исследования показателей безопасности пальмового масла

Наименование образца	Кислотное число, мг КОН / г	Перекисное число, мэкв / кг	СНПЭ, %
Образец №1 (2002 г)	0,13	1,54	0,17
Образец №2 (2007 г)	0,06	4,68	1,18
Образец №3 (2010 г)	0,07	0,26	1,14
Образец №4 (2013г.)	0,1	0,4	0,4

* Согласно данным нормативной документации [94; 68].

В исследованных образцах содержание свободных жирных кислот не превышает норм, указанных в нормативной документации (таблица 4.6). Кислотное число не отражает уровня безопасности жира, так как сами по себе свободные жирные кислоты не несут потенциальной опасности для организма человека, однако является важным для свежеработанных и хранившихся жиров. Чем ниже кислотное число жира, тем выше точка его дымообразования и термоустойчивость.

Наиболее важным показателем для оценки безопасности исходных жиров является перекисное число, отражающее содержание первичных продуктов окисления. Как видно из данных таблицы 4.6, в трех из четырех исследованных образцов перекисное число остается в пределах нормы по ТР ТС 024/2011 «На масложировую продукцию» [330] и СанПиН 2.3.2.1078-01 [269].

Кроме того, фактором риска являются не только перекиси, как первичные продукты окисления, но и окисленные жирные кислоты, и продукты их сополимеризации (СНПЭ) - вторичные продукты окисления. Поэтому в опытных образцах жиров исследовали данный показатель для выявления полной картины безопасности пальмового масла в соответствии с СанПиН 2.3.6.959-00.

При анализе данных таблицы 4.6 отмечаем содержание вторичных продуктов окисления в двух исходных образцах пальмового масла более 1 %,

разрешенного СанПиН 2.3.6.959-00. По содержанию СНПЭ такое масло опасно для использования в технологическом процессе и, тем более, в пищу. Регламентирующими документами СанПиН 2.3.6.959-00 и СанПиН 2.3.6.1079-01 [271; 269] допускается наличие вторичных продуктов окисления уже в отработанном фритюрном жире не более 1%, мы же исследовали образцы свежих жиров.

Результаты органолептического анализа качества пальмового масла представлены в таблице 4.7. По данным органолептической оценки, все исходные образцы пальмового полностью удовлетворяют требованиям качества, соответствуют свежевывработанным жирам данного вида и требованиям нормативных документов.

Таблица 4.7 – Результаты органолептического анализа качества исходных образцов пальмового масла

Наименование образца	Цвет	Вкус при 40°С	Запах при температуре не ниже 50°С	Консистенция при 20°С	Прозрачность
Образец №1 (2002 г.)	Белый, однородный по всей массе	Чистый, свойственный обезличенному жиру. Без постороннего привкуса	Без постороннего запаха	Полутвердая, неоднородная	Прозрачное в расплавленном состоянии
Образец №2 (2007 г.)	Белый, однородный по всей массе	Чистый, свойственный обезличенному жиру. Без постороннего привкуса	Без постороннего запаха	Полутвердая, неоднородная	Прозрачное в расплавленном состоянии
Образец №3 (2010 г.)	Белый, однородный по всей массе	Чистый, свойственный обезличенному жиру. Без постороннего привкуса	Без постороннего запаха	Полутвердая, неоднородная	Прозрачное в расплавленном состоянии
Образец №4 (2013г.)	Светло-желтый, однородный по всей массе	Чистый, свойственный обезличенному жиру. Без постороннего привкуса	Без постороннего запаха	Полутвердая, неоднородная	Прозрачное в расплавленном состоянии

Таким образом, согласно требованиям нормативных документов все образцы пальмового масла являются качественными жирами, однако при исследовании не регламентированного показателя безопасности – СНПЭ – в двух из четырех образцов пальмового масла обнаружили их высокую степень окисления, не повлиявшую на высокие органолептические показатели, но которая взаимосвязана с негативным воздействием на организм.

4.2.2 Оценка безопасности и качества подсолнечного масла.

4.2.2.1 Результаты исследования подсолнечного рафинированного дезодорированного масла

Исследовали несколько образцов подсолнечного масла рафинированного дезодорированного, которое часто используют для жарки продуктов во фритюре. Для испытаний использовали образцы масел через 3 месяца после выработки, взятые с действующих предприятий Санкт-Петербурга и Республика Татарстан.

В составе образца №1 («Санни Голд») присутствуют добавки комплекса разрешенных СанПиН 2.3.2.1293-03 ингибиторов окисления: ингибитора E321 (бутилгидрокситолуол), комплексообразователя E330 (лимонная кислота), кремнийорганического пеногасителя E900 (полидиметилсилоксан), которые вносят в жир в виде раствора в пропиленгликоле (E 1520). Используемые пищевые добавки в количествах, разрешенных действующим ТР ТС 029/2012 [331] и СанПиН 2.3.2.1293-03 [270], обеспечивают достаточно хорошие технологические характеристики фритюрного жира "Санни Голд". Образец №2 являлся чистым рафинированным дезодорированным подсолнечным маслом без добавок.

Результаты исследования жирно-кислотного состава масел представлены в таблице 4.8. Оба образца соответствуют подсолнечному маслу по жирно-кислотному составу.

Таблица 4.8 – Жирно-кислотный состав образцов подсолнечного масла

Наименование и обозначение жирной кислоты	Жирно-кислотный состав фритюрных жиров, массовые доли, %	
	Образец №1	Образец №2
Пальмитиновая C16:0	6,4	6,2
Стеариновая C18:0	4,1	3,4
Олеиновая C18:1	22,8	26,2
Линолевая C18:2	65,5	64,2

Таблица 4.9 иллюстрирует показатели безопасности образцов подсолнечного масла.

Таблица 4.9 – Показатели безопасности образцов подсолнечного масла

Продолжительность окисления, ч	Показатели окисления и гидролиза жира		
	Перекисное число, мэкв активного кислорода / кг	Кислотное число, мг КОН / г	Содержание СНПЭ, %
Образец №1 «Санни Голд»	2,60	0,15	0
Образец №2 Подсолнечное масло	1,0	0,4	1,6

Данные таблицы 4.9 свидетельствуют о хороших показателях образца «Санни Голд». Образец №2 отличается высоким содержанием вторичных продуктов окисления. По содержанию свободных жирных кислот и перекисей, согласно регламентирующим документам, оба образца соответствуют требованиям к безопасности и качеству. Однако наличие вторичных продуктов окисления в образце №2 не позволяет рекомендовать его к использованию в пищевых технологиях, тем более для жарки во фритюре.

Органолептическая оценка качества представлена в таблице 4.10.

Консистенция и прозрачность представленных образцов масел соответствует требованиям нормативной документации. Образец №1 по органолептическим показателям полностью соответствует требованиям нормативных документов.

Таблица 4.10 – Органолептические показатели качества подсолнечного масла

Наименование образца	Цвет	Вкус при 40°С	Запах при температуре не ниже 50°С	Консистенция при 20°С	Прозрачность
Образец №1 «Санни Голд»	Соломенно-желтый	Обезличенный вкус	Без запаха	Жидкая	Прозрачное без осадка
Образец №2 Подсолнечное масло	Светло-желтый	Обезличенный, слабо выраженный вкус прогорклого масла	Слабо выраженный запах прогорклого масла	Жидкая	Прозрачное без осадка

Образец №2 имеет худшее качество - слабо выраженный вкус и запах прогорклого масла, что совпадает с показателями безопасности, исследование которых выявило содержание вторичных термостабильных продуктов окисления.

4.2.2.2 Результаты исследования подсолнечного нерафинированного масла

Был исследован широкий спектр нескольких партий нерафинированных подсолнечных масел 1 – го сорта различных производителей [130].

В таблице 4.11 представлены результаты физико-химического анализа показателей безопасности и качества подсолнечных масел из предприятий потребительской сети. Все исследования были проведены на 3-ем месяце хранения масел.

Анализ показателей безопасности нерафинированных образцов подсолнечного масла показал, что лучшими являются масла «Домашнее» и «Урожай солнца» (таблица 4.11). Худшими показателями по кислотному и перекисному числу, цветности и содержанию фосфолипидов обладают образцы масел «Донской янтарь», «Добрый спас» и «Семейное».

Исследования показали стабильное содержание влаги и фосфолипидов в маслах.

Органолептическая оценка качества [73-83] подсолнечных масел разных производителей, реализуемых на потребительском рынке, дала большой разброс

показателей и не все масла при этом удовлетворяют показателям, соответствующим ТР ТС 021/2011 [330], и техническим условиям [90], по которым они производятся.

Таблица 4.11 – Результаты физико-химического анализа безопасности и качества подсолнечных масел из предприятий потребительской сети

Наименование растительного масла	Номер партии	Показатели					
		Кислотное число, мг КОН / г	Цветное число, мг йода	Перекисное число, мэкв активного кислорода / кг	Содержание влаги, %	Содержание фосфолипидов, %	
						В пересчете на стеароолеолецитин	В пересчете на P ₂ O ₅
Образец №1 Домашнее	1	0,8	6,0	8,8	0,07	0,202	0,002
	2	0,9	5,0	9,0	0,07	0,036	0,033
	3	0,9	4,0	9,3	0,08	0,005	0,048
Образец №2 Урожай солнца	1	1,6	5,0	9,0	0,06	0,12	0,010
	2	1,7	6,0	9,3	0,08	0,14	0,010
	3	1,8	6,0	9,5	0,07	0,13	0,010
Образец №3 Донской янтарь	1	1,9	10,0	9,5	0,07	0,17	0,015
	2	2,1	10,0	9,3	0,09	0,30	0,030
	3	2,2	9,0	9,5	0,08	0,10	0,010
Образец №4 Добрый спас	1	1,7	11,0	10,5	0,08	0,20	0,020
	2	1,8	9,0	9,5	0,06	0,20	0,020
	3	1,9	10,0	9,0	0,06	0,20	0,020
Образец №5 Семейное	1	0,9	11,0	9,3	0,06	0,12	0,010
	2	0,9	9,0	11,0	0,07	0,12	0,010
	3	1,0	10,0	9,5	0,08	0,14	0,010
Характеристика по нормативной документации		Не более 4,0	Не более 25,0	Не более 10,0	Не более 0,20	Не более 0,60	Не более 0,053

В соответствии с принятой методикой исследований, в качестве объекта исследования безопасности подсолнечных масел приняты образцы, хранившиеся в интервале времени от одного и до пяти месяцев. Причем диапазон изменения органолептических показателей и показателей безопасности принимался равным 1, 2, 3, 4 и 5 месяцам.

Таблица 4.12 иллюстрирует значительные изменения показателей безопасности нерафинированного подсолнечного масла в процессе хранения.

Таблица 4.12 - Показатели безопасности нерафинированного подсолнечного масла при хранении 1-5 месяцев

Наименование показателя	Срок хранения, месяц				
	1	2	3	4	5
Кислотное число, мг КОН/г	1,48	1,6	1,6	1,6	5,4
Перекисное число, мэкв /кг	4,9	4,5	4,6	4,0	8,1
Цветное число, мг йода	15				
Анизидиновое число, у.е.	1,2	1,3	1,3	1,3	1,7
Динамическая вязкость, г/см сек, при 20 °С	63				
Коэффициент преломления	1,465	1,460	1,475	1,475	1,475
Массовая доля фосфолипидов, %	0,11				
Массовая доля нежировых примесей, %	0,2	0,34	0,22	0,3	2,74
Концентрация СНПЭ, %	1,6	-	1,75	-	1,87

У растительных масел, подвергающихся постоянному окислительному воздействию, окисление протекает по всей технологической цепочке от хранения семян и до их переработки [598; 582; 522]. К 5-му месяцу хранения содержание свободных жирных кислот превышает норму, установленную нормативной и технической документацией.

На последнем этапе хранения значение перекисного числа приближено к допустимой границе и составляет 8,1 мэкв активного кислорода / кг.

Анизидиновое число показывает относительное содержание в масле вторичных продуктов окисления – альдегидов. В реакцию с анизидином в первую очередь вступают α - и β - ненасыщенные альдегиды, образующие с реагентами

продукты конденсации желтого цвета. Интенсивность их окраски характеризует качество подсолнечного масла, которая к концу срока хранения увеличивается.

Цветное число и вязкость не изменяются в течение всего времени хранения.

Коэффициент преломления претерпевает резкое изменение в течение первых трех месяцев его хранения.

Концентрация сополимеров, нерастворимых в петролейном эфире (СНПЭ, %), уже на начальном этапе хранения высока и составляет 1,6 % и концу хранения, на пятом месяце увеличивается до 1,87 %.

Изменения органолептических показателей в интервале 1-5 месяцев представлены в таблице 4.13.

Таблица – 4.13 - Органолептические показатели масла в период его хранения

Срок хранения подсолнечного масла, мес.	Наименование показателя			
	Запах	Цвет	Прозрачность	Вкус
1	Свойственный подсолнечному	Соломенный	Прозрачное	Свойственный подсолнечному без постороннего привкуса
2	Свойственный подсолнечному	Соломенный	Прозрачное	Свойственный подсолнечному без постороннего привкуса
3	Запах слегка прогорклого	Желтый	Наличие сетки над осадком	Слегка прогорклый
4	Запах прогорклого	Темно-желтый	Наличие сетки над осадком	Выраженный прогорклый
5	Резкий запах прогорклого	Темно-желтый	Наличие сетки над осадком	Сильно выраженный прогорклый

На первом и втором месяцах хранения, несмотря на то, что показатели масла уже не соответствуют требованиям безопасности, органолептические качества нерафинированного подсолнечного масла высокие. Ухудшение показателей начинается с третьего месяца хранения и объясняется постоянным

протеканием процесса автоокисления, и он протекает тем интенсивнее, чем ниже качество продукта в исходном состоянии при закладке продукта на хранение.

4.2.3. Оценка безопасности и качества специальных жиров для фритюрной жарки

Исследовали специальные жиры для производства фритюрной продукции, используемые в действующих предприятиях Саратова и Санкт-Петербурга, в том числе, в сетях быстрого питания: «Вегафрай 0,5» фирмы «Каргилл» и жир «Альпийский» производства ООО «Альпойл СП». Принципиально для сравнения были взяты образцы, имеющие разную консистенцию.

Жирно-кислотный состав фритюрных жиров приведен в таблице 4.14.

Исходя из данных жирнокислотного состава, образец 1 (Вегафрай 05) вырабатывается из смеси подсолнечного и пальмового масел с содержанием около 48% ПНЖК, кроме того, по данным маркировки содержит добавки комплекса разрешенных ТР ТС 029/2012 [331] и СанПиН 2.3.2.1293-03 [270] ингибиторов окисления: ингибитора Е321 (бутилгидрокситолуол), комплексообразователя Е330 (лимонная кислота), кремнийорганического пеногасителя Е900 (полидиметилсилоксан), которые вносят в жир в виде раствора в пропиленгликоле (Е 1520). Образец №2, жир «Альпийский», представляет собой смесь подсолнечного масла с пальмовым, где пальмовое превалирует, по данным маркировки содержит антиокислитель Е330 (лимонная кислота). По зарубежным данным оптимальным считают содержание во фритюрном жире около 30% ПНЖК, что обеспечивает в готовой продукции более ярко выраженный вкус фритюра.

По показателям безопасности исходный фритюрный жир (образец №1) соответствуют требованиям действующих ТР ТС 024/2011 и СанПиН 2.3.2.1078-01 [269] для свежих, не окисленных пищевых жиров, вырабатываемых на основе рафинированных растительных масел: перекисное число не более 10 мэкв

активного кислорода / кг, кислотное число не более 0,6 мг КОН / г. Кроме того, этот жир отличается отсутствием вторичных продуктов окисления.

Таблица 4.14 – Жирно-кислотный состав фритюрных жиров

Обозначение и наименование жирной кислоты	Образец №1 (Вегафрай 0,5)		Образец №2 Жир Альпийский	
	Всего, % к сумме жирных кислот	Массовая доля жирной кислоты, %	Всего, % к сумме жирных кислот	Массовая доля жирной кислоты, %
насыщенные				
С 8:0 Каприловая	22,5	-	48,7	0,03
С 10:0 Каприновая		-		0,07
С 12:0 Лауриновая		0,1		0,47
С 14:0 Миристиновая		0,3		1,42
С 15:0 Пентадекановая		-		0,09
С 16:0 Пальмитиновая		17,1		41,1
С 17:0 Маргариновая		-		0,12
С 18:0 Стеариновая		4,2		4,84
С 20:0 Арахидоновая		0,3		0,34
С 22:0 Бегеновая		0,5		0,12
С 24:0 Лигноцериновая				-
мононенасыщенные				
С 14:1 Миристолеиновая	29,7	-	38,9	0,03
С 16:1 Пальмитолеиновая		-		0,2
С 17:1 Маргаринолеиновая		-		0,03
С 18:1 Элаидиновая		-		1,85
С 18:1 Олеиновая		29,7		36,39
С 20:1 Эйкозеновая		0,1		
С 22:1 Эруковая		-		0,39
полиненасыщенные				
С 18:2 Линолевая	47,7	47,6	12,4	11,7
С 18:3 Линоленовая		0,1		0,7

Согласно проведенным исследованиям (таблица 4.15), исходный образец исследуемого жира №2 отличается высоким содержанием СНПЭ.

Анализ показателей безопасности жиров показал, что по содержанию СЖК и пероксидов фритюрные жиры соответствуют требованиям нормативных документов. Однако половина из исследованных образцов отличается высоким начальным содержанием сополимеров (СНПЭ), несущих серьезную угрозу здоровью, не нормируемых в свежеработанных жирах нормативными документами.

Таблица 4.15 – Показатели безопасности образцов фритюрных жиров

Продолжительность окисления, ч	Показатели окисления и гидролиза жира		
	Перекисное число, мэкв активного кислорода / кг	Кислотное число, мг КОН / г	СНПЭ, %
Образец №1 («Вегафрай 05»)	1,2	0,21	0
Образец №2 («Альпийский»)	6,1	0,42	0,81

Следует отметить, что жиры, содержащие в своем составе антиоксидант Е321 (бутилгидрокситолуол) (образец №5, образец №7), отличались хорошими начальными качествами и полным отсутствием сополимеров (СНПЭ).

Органолептические показатели качества исходных образцов масел представлены в таблице 4.16.

Таблица 4.16 – Органолептические показатели качества специальных жиров для фритюрной жарки

Наименование образца	Цвет	Вкус при 40°С	Запах при температуре не ниже 50°С	Консистенция при 20°С	Прозрачность
Образец №1 «Вегафрай 0,5»	Светло-желтый	Обезличенный, без постороннего привкуса	Обезличенный, без постороннего запаха	Жидкая	Прозрачное без осадка
Образец №2 «Жир Альпийский»	От светло-желтого до кремового	Обезличенный, без постороннего привкуса	Обезличенный, без постороннего запаха	Твердый	Прозрачное в расплавленном состоянии

Все органолептические показатели качества представленных образцов масел соответствуют норме.

В связи с полученными данными, считаем целесообразным рекомендовать введение нормирования показателя – концентрация сополимеров, нерастворимых в петролейном эфире (СНПЭ, %), - в нормативные документы на масла и жиры, а предприятиям - производителям продукции быстрого питания рекомендуется ввести показатель СНПЭ при входном контроле качества жиров в базовые показатели их безопасности, предусмотренные системой НАССР.

4.3 Обоснование критериев оптимизации жирнокислотного состава фритюрных жиров

Целью этого этапа работы являлась оптимизация жирно-кислотного состава и определение наиболее эффективных смесей натуральных и модифицированных растительных масел для производства фритюрной продукции.

Научной основой для разработки новых жировых продуктов являются рекомендации по жирно-кислотному составу пищевых жиров для питания здорового организма МР 2.3.1.2432-08 [191], утвержденные Главным государственным врачом РФ (таблица 4.17).

Таблица 4.17 - Состав жировых продуктов для питания здорового человека

Степень ненасыщенности жирных кислот	Соотношение жирных кислот, в % от общей калорийности суточного рациона	Соотношение жирных кислот, в % к общему содержанию жиров
Насыщенные	Не более 10	38,5 - 33,3
Мононенасыщенные	10	38,5 - 33,3
Полиненасыщенные	От 6 до 10	23,0 - 33,3
В том числе: полиненасыщенных кислот ω6	От 5,6 до 8,3	21,6 - 27,8
полиненасыщенных кислот ω3	От 0,4 до 1,7	1,4 - 5,5

Однако, по нашему мнению, эти рекомендации не полны, так как в них не нормирована допустимая степень *транс*-изомеризации олеиновой кислоты. Вопрос нормирования концентрации *транс*-изомеров в кулинарных и фритюрных жирах заслуживает особого внимания в связи с частичным запретом на использование гидрогенизированных растительных масел в пищевых жировых продуктах РФ с 01.01.2015 г [330].

Критериями оптимизации служили физиологическая эффективность и термическая стабильность смесей [242].

В работе исследовали:

- образцы подсолнечного и подсолнечного высокоолеинового масел; образцы пальмового масла (температура плавления 37...39 °С) и пальмового олеина (низкоплавкой фракции пальмового масла, температура плавления 22...24 °С);
- образцы фритюрных жиров, изготовленные на основе пальмового олеина и частично гидрогенизированного подсолнечного масла (саломаса);
- внутренние органы экспериментальных животных (белых крыс), получавших сбалансированный пищевой рацион с добавлением исследуемых фритюрных жиров.

Жирно-кислотный состав исследуемых масел и жиров, определенный методом газо-жидкостной хроматографии на эффективной капиллярной колонке, приведен в таблице 4.18.

Исследованные растительные масла существенно различались по жирно-кислотному составу. Пальмовое масло и пальмовый олеин содержат более 40 % насыщенных кислот, что нежелательно с точки зрения здорового питания.

Обычное подсолнечное масло, которое является основным сырьем отечественной промышленности, содержит более 60 % полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), что определяет его низкую термическую стабильность при жарке продуктов во фритюре. Известно, что именно уровень ПНЖК оказывает решающее влияние на термическую стабильность растительных масел (таблица 1.5, стр. 40). Для повышения термической стабильности растительные масла подвергают частичной селективной гидрогенизации, в результате которой основная часть ПНЖК превращается в смесь олеиновой кислоты и ее *транс*- и позиционных изомеров. Получающийся гидрогенизированный жир носит техническое название саломас.

Таблица 4.18 – Жирно-кислотный состав растительных масел, используемых в РФ для производства фритюрных жиров

Наименование и обозначение жирной кислоты	Жирно-кислотный состав фритюрных жиров, массовые доли, %			
	Масло подсолнечное	Масло подсолнечное высокоолеиновое	Масло пальмовое	Олеин пальмовый
1	2	3	4	5
Лауриновая C12:0	-	-	0,2	0,2
Миристиновая C14:0	0,1	-	1,0	1,1
Пальмитиновая C16:0	6,4	4,3	45,1	41,2
Пальмитолеиновая C16:1	-	0,2	0,1	-
Стеариновая C18:0	4,1	2,8	4,1	4,1
Олеиновая C18:1	22,8	82,0	39,0	41,7
Линолевая C18:2	65,5	9,4	9,8	10,9
Линоленовая C18:3	0,1	-	0,3	0,2
Эйкозеновая C20:1	0,1	0,3	-	0,1
Сумма насыщенных жирных кислот	10,6	7,1	50,4	46,6
Сумма полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК)	65,6	9,4	10,1	11,1

В течение прошлого столетия и до самого последнего времени селективная гидрогенизация являлась важнейшим промышленным методом стабилизации растительных масел и получения на их основе пластичных пищевых жиров для маргариновой продукции. Например, хорошо известные термостабильные фритюрные жиры "Фритюрный", "Сало растительное", "Прима" содержали 40-45 % транс-изомеров.

Как упоминалось в научно-информационном обзоре, только в последнее десятилетие получили официальное признание многочисленные исследования, которые свидетельствуют о неблагоприятном воздействии транс-изомеризованных кислот на организм человека [328].

С учетом этих новых данных наши исследования допустимого уровня *транс*-изомеров олеиновой кислоты в кулинарных и фритюрных жирах, предназначенных для эксплуатации при высоких температурах, были начаты в 2006-2007 годах [283; 290; 293].

Поскольку нормы Роспотребнадзора по вопросу регламентации *транс*-изомеров жирных кислот до настоящего времени отстают от мирового уровня, единственная возможность оценить безопасность использования частично гидрогенизированных жиров (саломаса) заключается в выполнении трудоемких, длительных и дорогостоящих экспериментов на животных.

Биологическая ценность и безопасность таких жиров была оценена в эксперименте на животных в сравнении с фритюрным жиром на основе пальмового масла.

Жирно-кислотный состав исследуемых фритюрных жиров приведен в таблице 4.19.

Таблица 4.19 – Жирнокислотный состав исследованных фритюрных жиров

Наименование жирной кислоты	Длина цепи и число двойных связей	Массовая доля жирной кислоты, % от суммы жирных кислот фритюрного жира	
		жир на основе саломаса	жир на основе пальмового масла
Лауриновая	12:0		0,2
Миристиновая	14:0	0,3	1,1
Пальмитиновая	16:0	18,7	44,0
Пальмитолеиновая	16:1	0,2	0,1
Стеариновая	18:0	16,5	4,5
Олеиновая в том числе <i>транс</i> - изомеры	18:1	50,0	39,2
	18:1т	25,9	2,2
Линолевая	18:2	13,2	10,1
Линоленовая	18:3	-	0,4
Арахидиновая	20:0	-	0,4

Фритюрный жир на основе пальмового масла содержал около 2% *транс*-изомеризованных жирных кислот, образовавшихся в результате термического воздействия при высокотемпературной дезодорации сырья.

Жир на основе саломаса содержал около 25% *транс*-изомеров, в основном образовавшихся при гидрогенизации.

Работа выполнена на группе крыс одной породы, одного возраста, которым в рационе ежедневно давали фритюрный жир. Методика проведения работы в соответствии с «Правилами проведения работ на экспериментальных животных» [173] детально изложена в главе 2.

В эксперименте участвовали 3 группы крыс: контрольная группа крыс, получавшая привычный полноценный рацион, который включал 50 г комбикорма с содержанием жира 2,2%, а также добавки моркови и сена [250]. Опытные группы крыс получали привычный полноценный рацион, часть которого заменяли фритюрным жиром: группа 1 – жиром на основе пальмового масла; группа 2 – жиром на основе саломаса [294; 293; 283; 289].

Результаты общего анализа крови крыс контрольной и опытных партий приведены в таблице 4.20.

Таблица 4.20 – Общий анализ крови крыс

Показатели	Крыса белая (нормограмма, среднее)	Контроль	Группа 1 (жир на основе пальмового масла)	Группа 2 (жир на основе саломаса)
1	2	3	4	5
Гемоглобин, г/дм ³	150	145	120	135
Гематокрит, %	46	47,2	39,2	43,5
Эритроциты, 10 ¹² /дм ³	8,3	7,6	6,0	6,0
Лейкоциты, 10 ⁹ /дм ³	15,5	14,6	16,7	17,3
Тромбоциты, 10 ⁹ /дм ³	400,0	610,5	629,3	709,5
СОЭ, мм/ч	-	1	1	2
Базофилы, %	0,5	0	2	2
Эозинофилы, %	3,0	3	3	6
Миелоциты, %	-	0	0	0
Юные, %	-	0	0	1
Нейтрофилы палочкоядерные, %	2,5	6	8	9
Нейтрофилы сегментоядерные, %	26,5	32	19	25

1	2	3	4	5
Лимфоциты, %	65,0	56	64	52
Моноциты, %	3,0	3	4	5
Анизоцитоз, %	-	10,4	12,5	14,1
Цветовой показатель	0,8	1,1	1,0	1,0

Результаты биохимического анализа крови приведены в таблице 4.21.

Таблица 4.21 - Биохимический анализ крови крыс

Показатели	Крыса белая (нормограмма, среднее)	Контроль	Жир на основе пальмового масла	Жир на основе саломаса
Билирубин общий, мкмоль/дм ³	7,2	3,8	8,4	6,0
Холестерин, моль/дм ³	4,4	3,4	6,5	5,6
Натрий, моль/дм ³	17,1	42,5	59,6	102,5
Калий, моль/дм ³	4,4	5,3	2,1	6,1
Щелочная фосфатаза, ед/дм ³	-	37,2	84,3	62,8

Результаты исследований, приведенные в таблицах 4.20 и 4.21, указывают на изменения в крови у опытных групп животных. Наиболее ярко выраженные изменения наблюдаются у группы крыс, в рационе которых присутствовал жир на основе саломаса. Эти изменения проявились сдвигом лейкоцитарной формулы, воспалительным процессом, аллергическими реакциями, изменениями, связанными с процессами внутриклеточного и межклеточного обмена, нарушениями клеточного иммунитета организма.

Для подтверждения выводов, сделанных на основании результатов анализа крови, проводили гистологическое исследования органов и тканей, полученных после вскрытия крыс каждой группы (рисунки 4.1- 4.4).



Рисунок 4.1 – Микрофотография среза тканей аорты. Отек слоев стенки сосуда. ГЭ x 70.

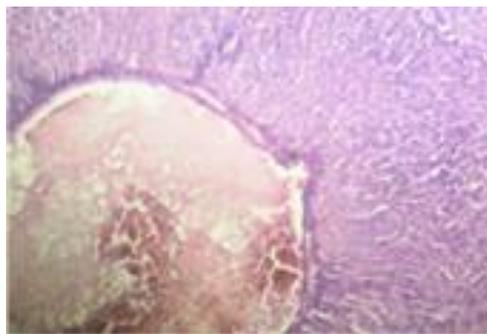


Рисунок 4.2 - Микрофотография среза тканей аорты. Отечные явления в стенке сосуда. ГЭ x 70.



Рисунок 4.3 - Микрофотография среза тканей печени. Светлая окраска периваскулярных участков, гиперемия. ГЭ x 100.

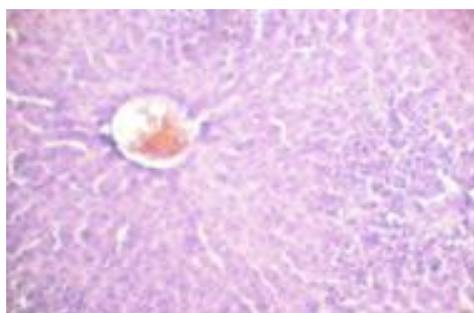


Рисунок 4.4 - Микрофотография среза тканей печени. Тинкториальные свойства не нарушены. ГЭ x 100.

Результаты гистологического исследования внутренних органов животных (белых крыс) после кормления их в течение 4 недель экспериментальными рационами приведены в таблице 4.22.

По нашему мнению, *транс*-изомеры должны вызывать нарушения, в первую очередь, в сердечно-сосудистой системе.

При внешнем осмотре вынужденно убитых крыс явных патологических изменений не было обнаружено.

При анализе результатов гистологических исследований было установлено, что в опытной группе крыс 2 в миокарде коронарные артерии имеют неровную поверхность интимы с некоторыми элементами процесса пролиферации. Стенки сосудов незначительно утолщены, вокруг них отмечается скопление отежной жидкости. Ядра отдельных миоцитов округло-овальные, четко контурированы. Цитоплазма мелкозернистая, поперечная исчерченность волокон слабо сохранена.

Отдельные волокна фрагментированы. У животных из контрольной группы стенки сосудов не утолщены, достаточно гладкие.

Таблица 4.22 – Результаты гистологических исследований внутренних органов подопытных животных (белых крыс)

Внутренний орган	Результаты гистологического исследования после кормления опытными рационами		
	Контрольный	фритюрный жир на основе пальмового масла	фритюрный жир на основе саломаса
Аорта	Норма	Незначительные пролиферативные процессы (рис.4.2)	Патология: зернистая дистрофия, пролиферация и отечные явления (рис.4.1)
Селезенка	Норма	Норма	Патология: увеличение селезенки
Печень	Норма	Норма (рис.4.4)	Патология: Изменения характерны для зернистой дистрофии гепатоцитов и периваскулярных отеков (рис.4.3)

В селезенке в опытной группе животных 2 выявляются участки разрыхления. Стенки артериальных сосудов утолщены, интима находится в состоянии пролиферации. Сосуды окружены отечной жидкостью. Встречаются участки скопления эритроцитов вне сосудистого русла. У животных из контрольной группы интима была гладкая, ровная.

В головном мозге опытной группы животных 2 наблюдается вакуольная дистрофия, периваскулярные отеки. Сосуды гиперемированы, стенки сосудов утолщены. В ряде случаев имеет место пролиферация интимы. У животных из контрольной группы стенки сосудов достаточно гладкие.

В печени опытной группы 2 наблюдается дисконкомплексация балочной структуры, гепатоциты увеличены в размере, цитоплазма имеет мелкозернистый вид и содержит капли белкового происхождения, ядра плохо контурированы,

располагаются ацентрично. Сосуды гиперемированы, стенки утолщены, окружены отежной жидкостью. Животные из контрольной группы имели не утолщенные, гладкие стенки сосудов.

В почках у опытной группы животных 2 отмечается скопление отежной жидкости в капсуле Шумлянського, цитоплазма эпителия почечных канальцев содержит включения белкового происхождения. Интима кровеносных сосудов имеет некоторые элементы пролиферации. У контрольной группы животных сосуды округлые, с ровной поверхностью интимы.

Животных 1 опытной группы кормили рационом с добавлением фритюрного жира на основе пальмового масла с низким содержанием *транс*-изомеров олеиновой кислоты. При этом особое внимание уделяли исследованию изменений печени и желудочно-кишечного тракта.

Исследования показали отсутствие изменений в печени, желудке, тонком кишечнике; только в толстом кишечнике наблюдались минимальные изменения – увеличение количества бокаловидных клеток и отежность

Проведенные исследования позволяют сделать заключение о выраженном негативном влиянии *транс*-изомеров на организм животных в условиях нормального обеспечения организма незаменимой линолевой кислотой, даже при сравнительно невысокой концентрации *транс*-изомеров в жировой части рациона.

Исследованиями доказано, что при использовании этих жиров для жарки продуктов во фритюре, по мере накопления в них продуктов окисления, усиливается отрицательное влияние *транс*-изомеризованных жиров на безопасность и качественные показатели продукции.

Полученные данные показывают неприемлемость применения гидрогенизированных жиров в составе фритюрных и кулинарных жиров. Следовательно, для достижения требуемой термической стабильности необходимо использовать смеси натуральных масел и жиров с пониженным содержанием ПНЖК.

Для обеспечения биологической полноценности фритюрные жиры нового поколения должны отвечать требованиям таблицы 4.18. В целях повышения окислительной стабильности фритюрных жиров целесообразно выбирать вариант с минимальным содержанием полиненасыщенных жирных кислот (20...25%) и насыщенных жирных кислот (не более 33 - 35 %). Особенно это относится к смесям, содержащим пальмовое масло, поскольку требуемая температура плавления фритюрного жира не более 36 °С достигается при содержании пальмового масла в смеси не более 60 %.

В частности, содержание линоленовой кислоты ($\omega 3$) во фритюрных жирах должно быть не более 1%. Содержание лауриновой кислоты в этих жирах должно быть также не более 1% во избежание появления мыльного привкуса в результате гидролиза жира.

Анализ данных таблицы 4.18 показывает, что для производства фритюрных жиров, соответствующих указанным требованиям, пригодны смеси пальмового масла и пальмового олеина с обычным подсолнечным маслом, смеси пальмового масла и пальмового олеина с высокоолеиновым подсолнечным маслом, а также само высокоолеиновое подсолнечное масло и его смеси с обычным подсолнечным маслом.

Для оптимизации жирно-кислотного состава проектируемых фритюрных жиров была рассчитана массовая доля насыщенных жирных кислот и ПНЖК в двухкомпонентных смесях указанных масел и жиров при содержании каждого вида масел и жиров от 0 до 100 % (таблицы 4.23 – 4.27).

Составлены уравнения для расчета массовых долей насыщенных жирных кислот (Н, %) и ненасыщенных жирных кислот (ПНЖК, %) в смесях в зависимости от массовой доли пальмового масла (М, %)(таблица 4.23):

$$H = 10,6 + (50,4 - 10,6) M / 100 = 10,6 + 0,398 M \%;$$

$$\text{ПНЖК} = 65,6 - (65,6 - 10,1) M / 100 = 65,6 - 0,555 M \%$$

При условии, что Н = 35 % и ПНЖК = 20-25 %, совместное решение этих уравнений невозможно. Частично удовлетворяют указанным требованиям смеси

обычного подсолнечного масла с пальмовым маслом, содержащие 40-60 % пальмового масла.

Таблица 4.23 - Массовая доля насыщенных жирных кислот и ПНЖК в смесях обычного подсолнечного масла с пальмовым маслом (в % от суммы жирных кислот)

Массовая доля пальмового масла в смеси, %	Массовая доля жирных кислот в % от суммы жирных кислот	
	насыщенные	ПНЖК
0	10,6	65,6
10	14,6	60,1
20	18,6	54,5
30	22,5	49,0
40	26,5	43,4
50	30,5	37,9
60	34,5	32,3
70	38,5	26,8
80	42,4	21,2
90	46,4	15,7
100	50,4	10,1

Такие смеси содержат от 26,5 до 34,5 % насыщенных кислот и от 43,4 до 32,3 % ПНЖК. Для достижения требуемой термической стабильности эти смеси необходимо обогащать эффективными антиоксидантными комплексами.

Таблица 4.24 - Массовая доля насыщенных жирных кислот и ПНЖК в смесях обычного подсолнечного масла с пальмовым олеином (в % от суммы жирных кислот)

Массовая доля обычного пальмового олеина в смеси, %	Массовая доля жирных кислот в % от суммы жирных кислот	
	насыщенные	ПНЖК
0	10,6	65,6
10	14,2	60,2
20	17,8	54,7
30	21,4	49,3
40	25,0	43,8
50	28,6	38,4
60	32,2	32,9
70	35,8	27,5
80	39,4	22,0
90	43,0	16,6
100	46,6	11,1

Уравнения для расчета массовой доли насыщенных жирных кислот и ПНЖК в смесях:

$$H = 10,6 + (46,6 - 10,6) M/100 = 10,6 + 0,36 M \%$$

$$\text{ПНЖК} = 65,6 - (65,6 - 11,1) M/100 = 65,6 - 0,545 M \%$$

Частично удовлетворяют приведенным выше требованиям смеси обычного подсолнечного масла с пальмовым олеином, содержащие 40-60 % пальмового олеина. Такие смеси содержат 25 - 32,2 % насыщенных жирных кислот и 43,8 - 32,9 % ПНЖК и также требуют дополнительной стабилизации добавками антиоксидантов.

Таблица 4.25 - Массовая доля насыщенных жирных кислот и ПНЖК в смесях высокоолеинового подсолнечного масла с пальмовым маслом (в % от суммы жирных кислот)

Массовая доля пальмового масла в смеси, %	Массовая доля жирных кислот в % от суммы жирных кислот	
	Насыщенные	ПНЖК
0	7,1	9,4
10	11,4	9,4
20	15,8	9,5
30	20,1	9,6
40	24,4	9,7
50	28,8	9,8
60	33,1	9,8
70	37,4	9,9
80	41,7	10,0
90	46,1	10,0
100	50,4	10,1

Уравнения для расчета массовой доли насыщенных жирных кислот и ПНЖК в смеси:

$$H = 7,1 + (50,4 - 7,1) M/100 = 7,1 + 0,433 M \%$$

$$\text{ПНЖК} = 9,4 + (10,1 - 9,4) M/100 = 9,4 + 0,007 M \%$$

Указанным выше требованиям по содержанию насыщенных жирных кислот удовлетворяют смеси, содержащие не более 60 % пальмового масла. Смесь, содержащая 60 % пальмового и 40 % высокоолеинового подсолнечного масла, содержит 33,1 % насыщенных жирных кислот и 9,8 % ПНЖК. Благодаря

пониженному содержанию ПНЖК смесь отличается достаточно высокой термической стабильностью.

Таблица 4.26 - Массовая доля насыщенных жирных кислот и ПНЖК в смесях высокоолеинового подсолнечного масла с пальмовым олеином (в % от суммы жирных кислот)

Массовая доля пальмового олеина в смеси, %	Массовая доля жирных кислот в % от суммы жирных кислот	
	Насыщенные	ПНЖК
0	7,1	9,4
10	11,1	9,6
20	15,0	9,7
30	19,0	9,9
40	22,9	10,1
50	26,9	10,3
60	30,8	10,4
70	34,8	10,6
80	38,7	10,8
90	42,7	10,9
100	46,6	11,1

Уравнения для расчета массовой доли насыщенных жирных кислот и ПНЖК в смеси:

$$H = 7,1 + (46,6 - 7,1) M/100 = 7,1 + 0,395 M \%$$

$$\text{ПНЖК} = 9,4 + (11,1 - 9,4) M/100 = 9,4 + 0,017 M \%$$

Указанным выше требованиям по содержанию насыщенных кислот удовлетворяют смеси, содержащие не более 70 % пальмового олеина. Смесь, содержащая 70 % пальмового олеина и 30 % высокоолеинового подсолнечного масла, содержит 34,8 % насыщенных жирных кислот и 10,6 % ПНЖК. Смесь отличается достаточно высокой термической стабильностью.

Таблица 4.27 - Массовая доля насыщенных жирных кислот и ПНЖК в смесях высокоолеинового подсолнечного масла с обычным подсолнечным маслом (в % от суммы жирных кислот)

Массовая доля обычного подсолнечного масла в смеси, %	Массовая доля жирных кислот в % от суммы жирных кислот	
	насыщенные	ПНЖК
1	2	3

1	2	3
0	7,1	9,4
10	7,5	15,0
20	7,8	20,7
30	8,2	26,3
40	8,5	31,9
50	8,9	37,5
60	9,2	43,1
70	9,6	48,8
80	9,9	54,4
90	10,3	60,0
100	10,6	65,6

Уравнения для расчета массовой доли насыщенных жирных кислот и ПНЖК в смесях:

$$H = 7,1 + (10,6 - 7,1) M/100 = 7,1 + 0,035 M \%$$

$$\text{ПНЖК} = 9,4 + (65,6 - 9,4) M/100 = 9,4 + 0,562 M \%$$

Указанным выше требованиям по содержанию насыщенных кислот отвечает любая из приведенных смесей, требованиям по содержанию ПНЖК - смеси, содержащие не более 25 % обычного подсолнечного масла.

Полностью отвечают указанным выше требованиям трехкомпонентные смеси, содержащие 60 % пальмового масла (или пальмового олеина), 20 % обычного и 20 % высокоолеинового подсолнечного масла. Эти смеси содержат от 33,8 до 31,5 % насыщенных и от 21,1 до 21,7 % ПНЖК.

Конкретные соотношения компонентов в смесях, соответствующих указанным требованиям по жирно-кислотному составу, определяются экономическими соображениями, то есть текущими ценами на отдельные масла.

Термическая стабильность смесей, содержащих более высокий уровень ПНЖК, может быть улучшена путем использования разрешенных пищевых добавок, тормозящих окислительные процессы во фритюрном жире - антиоксидантов, синергистов, пеногасителей, комплексообразователей. При этом следует отдавать предпочтение применению природных антиоксидантных комплексов, содержащих токоферолы, токотриенолы, аскорбиновую кислоту и аскорбилпальмитат, лимонную кислоту, биофлавоноиды.

Таким образом, для производства фритюрных жиров рекомендуются смеси натуральных жиров и масел, содержащие не более 2 % *транс*-изомеров жирных кислот, не более 35% насыщенных жирных кислот и 20 - 25% линолевой кислоты, отвечающие рекомендациям Роспотребнадзора для здорового питания. В частности, для этой цели пригодны смеси подсолнечного масла и высокоолеинового подсолнечного масла с пальмовым маслом и пальмовым олеином, соответствующие по жирнокислотному составу указанным выше требованиям. При более высоком содержании линолевой кислоты рекомендуется дополнительная стабилизация фритюрного жира природными антиоксидантными комплексами.

Исходя из полученных результатов, в качестве объектов дальнейших исследований для изучения безопасности и термической стабильности фритюрных жиров целесообразно использовать пальмовое масло, подсолнечное масло, высокоолеиновое подсолнечное масло и их смеси.

Дальнейшие исследования показали, что состав высококачественных фритюрных жиров, выпускаемых российским филиалом фирмы "Каргилл" (Каргилл РФ, г. Ефремов, Тульской области), довольно близко соответствует разработанным нами требованиям. Фритюрный жир "Sunny Gold", содержащий 65,6 % ПНЖК, представляет собой обычное подсолнечное масло, стабилизированное добавками антиоксидантов. Фритюрный жир "Вегафай М2" содержит 47,7 % ПНЖК, представляет собой смесь обычного подсолнечного масла с пальмовым олеином. Фритюрный жир "Вегафрай 05" вырабатывается из высокоолеинового подсолнечного масла.

Добавки антиоксидантов - бутилокситолуола (Е321), комплексообразователя лимонной кислоты (Е330) и кремнийорганического пеногасителя полидиметилсилоксана (Е900) введены во все фритюрные жиры фирмы "Каргилл" в виде раствора в пищевом пропиленгликоле (Е1520).

Выводы по ГЛАВЕ 4

Таким образом, в результате проведения оценки безопасности жирового компонента индустриально производимой продукции быстрого питания и жиров, используемых для ее производства идентифицирована высокая степень их окисления на всех стадиях «жизненного цикла» продуктов – от получения сырья до конечного потребления, включая этапы хранения и реализации. Выявлены критические контрольные точки (ККТ) в индустриально производимой продукции быстрого питания – входной контроль жиров на предприятии – изготовителе продукции быстрого питания и контроль безопасности жирового компонента в готовой продукции на этапе обращения в торговой сети.

Разработаны системы мониторинга, позволяющие проводить контроль ККТ на основе планируемых мер и наблюдений для обеспечения соответствия установленным критическим пределам продукции быстрого питания.

Обоснованы критерии оптимизации и предложен оптимальный жирно-кислотный состав фритюрных жиров на основе наиболее доступного сырья - обычного и высокоолеинового подсолнечного масла, пальмового масла и пальмового олеина. Установлено, что гидрогенизированные растительные масла не должны использоваться в производстве фритюрных жиров. Содержание *транс*-изомеризованных жирных кислот во фритюрных жирах не должно превышать 2 %.

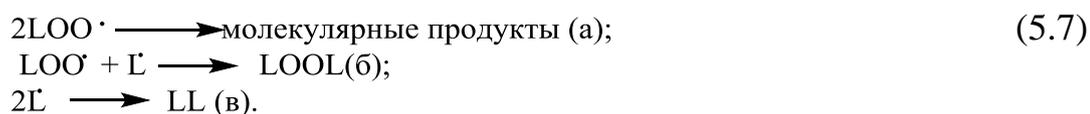
Глава 5. Исследование процессов, происходящих при высоких температурах эксплуатации фритюрных жиров

Химизм процессов радикально-цепного окисления жиров при умеренных температурах достаточно хорошо изучен. В меньшей степени выявлены особенности окислительных превращений ненасыщенных жиров в процессах жарки во фритюре при высоких температурах (150-180 °С), вследствие термического распада гидропероксидов, изменения химизма и кинетики цепного процесса окисления ненасыщенных жиров. Существенное влияние на интенсивность процесса окисления оказывают такие факторы, как содержание во фритюрном жире ПНЖК, наличие природных и синтетических антиоксидантов, условия эксплуатации жира (его исходное качество, температурный интервал, холостой нагрев или жарка продукта, химический состав обжариваемого продукта, его геометрические размеры, структурно-механические свойства и так далее).

Конкретизация процессов, происходящих при высоких температурах эксплуатации различных фритюрных жиров, позволит разработать мероприятия по их защите от окисления и обеспечению безопасности.

Как отмечалось в литературном обзоре, согласно имеющимся представлениям, окисление молекулярным кислородом жиров, как и других органических соединений, протекает по радикально-цепному механизму и включает стадии зарождения цепей (5.1), роста цепей (5.2 и 5.3), вырожденного разветвления (5.4-5.6) и обрыва цепей (5.7):

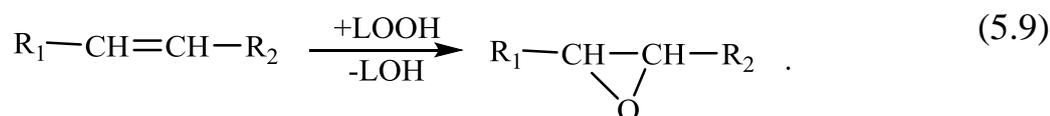
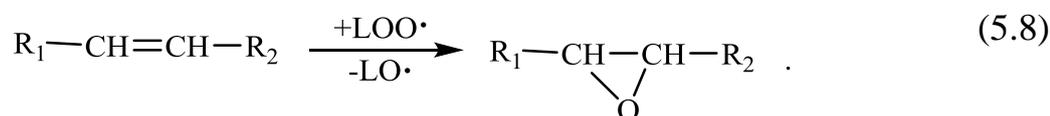




Поскольку при жарке во фритюре продукт погружен в слой масла, перемешивание которого осуществляется только выделяющимся из продукта водяным паром, окисление жиров протекает при ограниченном доступе кислорода (диффузионный режим) [428] и наряду с реакцией (5.7 а) возможно протекание реакций (5.7 б) и (5.7 в).

Наличие в составе фритюрного жира остатков полиненасыщенных кислот, в частности линолевой кислоты, существенно усложняет схему окисления. Остаток линолевой кислоты подвергается радикально-цепному окислению по активированным СН-связям в положении 11. При отрыве от СН₂-группы атома водорода образуется пентадиенильный радикал, присоединение к которому кислорода происходит только в положения 9 и 13 углеродной цепи с образованием изомерных 9- и 13-гидропероксильных радикалов с системой сопряженных двойных связей (сопряженные диены). Гидропероксильные радикалы отрывают атом водорода от окисляемого субстрата RH по реакции (5.3), образуя изомерные 9- и 13-гидропероксиды, в которых сохраняется система сопряженных двойных связей.

Образовавшиеся гидропероксильные радикалы ROO• и гидропероксиды ROOH способны окислять двойные связи до эпокси-групп [100; 108; 465]:



Вследствие стерических препятствий гидропероксильные радикалы и гидропероксиды способны окислять двойные связи по реакциям (5.8) и (5.9) только в соседней цепи ненасыщенной жирной кислоты. Этот механизм объясняет образование эпоксида по месту двойной связи во внешней жирно-кислотной цепи и одновременное образование гидроксикислоты из соответствующего гидропероксида [465]

При окислении линолевой кислоты в результате этой реакции образуется 9,10-эпокси-12-цис-октадеценовая кислота и ее трансизомер, а также 12,13-эпоксиолеиновая кислота либо ее трансизомер. Установлено, что первый изомер является лейкотоксином, а второй изомер – изолейкотоксином, провоцирующими снижение содержание лейкоцитов в крови и стимулирующими образование клеток рака груди [469; 624; 527].

Токсичные эпоксиоктадеценовые кислоты представляют собой значительную по массе долю продуктов термического окисления оливкового и подсолнечного масла – до 60-65 % [613; 369]. На более поздних стадиях термического окисления линолевой кислоты могут образоваться диэпоксикислоты, а при деструкции радикала $LO\bullet$ - карбонильные соединения, содержащие в цепи окси- и эпоксигруппы и обладающие значительной токсичностью [466; 480].

Система сопряженных двойных связей сохраняется в радикале $LO\bullet$, в образующихся из него гидроксикислотах LOH , а также в некоторых продуктах деструкции радикала $LO\bullet$, например, в α,β -ненасыщенных альдегидах.

Деструкция радикала $LO\bullet$ по реакции β -расщепления протекает с разрывом углеродной цепи и образованием разнообразных вторичных продуктов окисления более низкого молекулярного веса. Накопление летучих соединений со средней длиной цепи (карбонильные соединения, свободные жирные кислоты) приводит к ухудшению органолептических характеристик фритюрного жира. Имеются данные, что заметное ухудшение органолептических показателей жира происходит при окислении 4-5 % триацилглицеринов и поглощении до 100 мэкв активного кислорода / кг жира.

Конкретизация процессов, происходящих при высоких температурах использования различных фритюрных жиров, позволит разработать меры по их защите от окисления и обеспечению безопасности, так как безопасность продукции, жареной во фритюре, определяется, прежде всего, показателями безопасности фритюрного жира, уровнем поглощения жира готовым продуктом и глубиной окислительных и гидролитических изменений жира в технологическом процессе.

Для оценки степени окисления фритюрного жира и определения момента, когда он становится непригоден для дальнейшего использования, необходимо осуществлять оперативный контроль технологического процесса.

Как мы отмечали выше, с 01.01.2016 года вводится в действие ГОСТ Р 54607.3-2014, определяющий методы контроля качества фритюрных жиров в технологическом процессе [95]. В соответствии с указанным нормативным документом контроль качества начинается с органолептической оценки фритюрного жира. При органолептической оценке фритюрного жира "удовлетворительно" следует определять степень термического окисления фритюрного жира физико-химическими методами по пунктам 6.2-6.6. Эти пункты включают качественную пробу на степень термического окисления фритюрного жира, определение степени термического окисления растительного масла по показателю преломления, спектрофотометрический метод определения степени термического окисления фритюрных жиров, методы определения уровня гидролитической порчи фритюрного жира, методы определения общих полярных веществ во фритюрном жире (табл. 30).

Анализ предлагаемых методов контроля качества и безопасности фритюра показывает их широкий спектр, но не раскрывает степень адекватности каждого из методов [95]. Не указано, результаты каких определений являются решающими для оценки степени термического окисления фритюрного жира. В ГОСТ Р 54607.3-2014 не приведены наиболее важные методы: определение содержания термостабильных продуктов окисления и сополимеризации, нерастворимых в петролейном эфире (СНПЭ) и предусмотренный отраслевыми методическими

указаниями метод определения степени термического окисления фритюрного жира по реакции дикарбонильных соединений с раствором спиртовой щелочи.

Однако наиболее важным недостатком нового ГОСТ Р является то, что оценка безопасности фритюрного жира начинается с органолептики, тогда как в соответствии с ТР ТС 021/2011, ФЗ "О техническом регулировании" от 27.12.2002 г. № 184-ФЗ, СанПиН 2.3.2.1078-01, СанПиН 2.3.6.959-00 и 2.3.6.1079-01 оценка безопасности фритюрного жира и готовой продукции должны производиться на основе количественного инструментального анализа показателей безопасности - содержания СНПЭ, перекисного числа и кислотного числа, как это предусмотрено предлагаемой нами схемой производственного контроля технологического процесса в соответствии с планом ХАССП. Кроме того, необходимо производить оценку показателей безопасности готовой продукции, для чего необходимо контролировать также содержание жира в готовом продукте и показатели его безопасности.

Для оперативного контроля технологического процесса возможно применение экспресс-методов, например, определение общего содержания полярных веществ во фритюрном жире методом определения диэлектрической проницаемости, однако на каждом предприятии при производстве определенных продуктов необходимо устанавливать уровень корреляции между содержанием полярных продуктов и реальным содержанием СНПЭ. При этом во фритюрном жире, который снимают с производства, необходимо периодически контролировать реальное содержание СНПЭ по утвержденной методике.

Исследования по настоящему разделу проводили с целью сравнительного анализа интенсивности термоокисления фритюрного жира при использовании жиров различного жирно-кислотного состава и обнаружения возможных новых корреляций между концентрацией СНПЭ и концентрацией других продуктов термоокисления фритюрного жира.

Сравнительный анализ интенсивности термоокисления проводили при исследовании жиров различного жирно-кислотного состава (таблица 5.1).

Таблица 5.1 - Сравнительный анализ жирно-кислотного состава
исследуемых жиров

Всего жирных кислот, % к сумме			
Пальмовое масло	Жир специальный «Альпийский»	Жир специальный «Вегафрай 0,5»	Жир специальный «СанниГолд»
Насыщенные			
50,9	48,7	22,5	11,5
Мононенасыщенные			
41,6	38,9	29,7	22,9
Полиненасыщенные			
7,5	12,4	47,7	65,6

5.1 Результаты исследования различий термоокислительной деструкции ПНЖК при высоких и низких температурах в модельных экспериментах

В соответствии с поставленной задачей на первом этапе исследований изучали окисление фритюрного жира «Санни Голд» при нагреве без продукта для оценки важнейших различий термоокислительной деструкции ненасыщенных жирных кислот при сравнительно низких и высоких температурах.

Окисление при 50 °С проводили в тонком слое без продукта, окисление при температуре 180 °С - в присутствии продукта, в электрической фритюрнице, в процессе изготовления картофеля «фри». Температура 50 °С была выбрана потому, что при этой температуре термический распад гидропероксидов происходит с малой интенсивностью. При низких или умеренных температурах, радикально-цепное окисление проходит сравнительно медленно. Гидропероксиды ROOH являются основными образующимися первичными продуктами окисления. Процессы полимеризации протекают существенно в ускоренной стадии окисления после окончания периода индукции (Marquez-Ruiz, Martin-Polvillo, and Dobarganes 1996). [533]

Кинетические кривые накопления пероксидных и эпоксидных соединений при исследованных температурах приведены на рисунках 5.1 и 5.2.

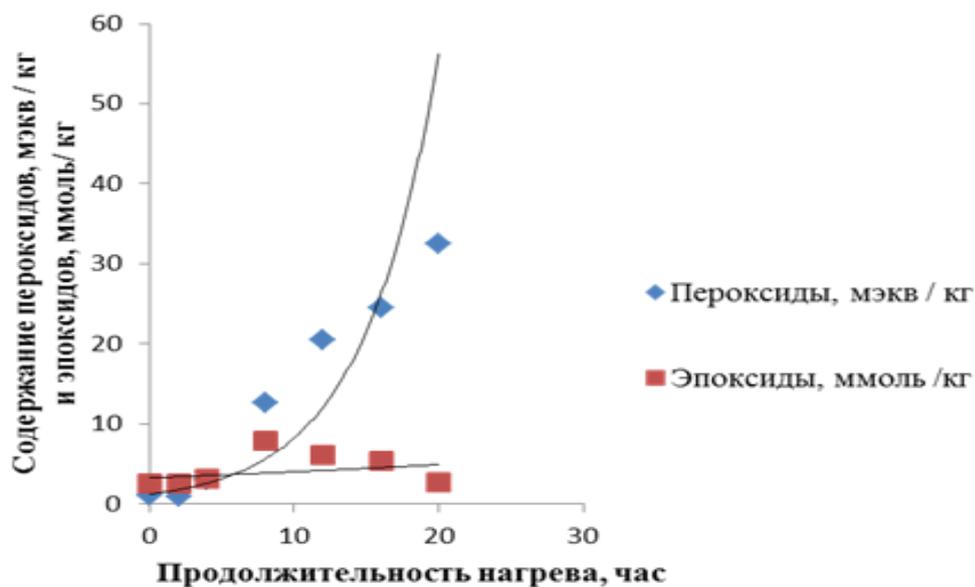


Рис. 5.1 – Кинетика накопления пероксидных (1) и эпоксидных (2) соединений при окислении фритюрного жира «Санни Голд» при 50 °С.

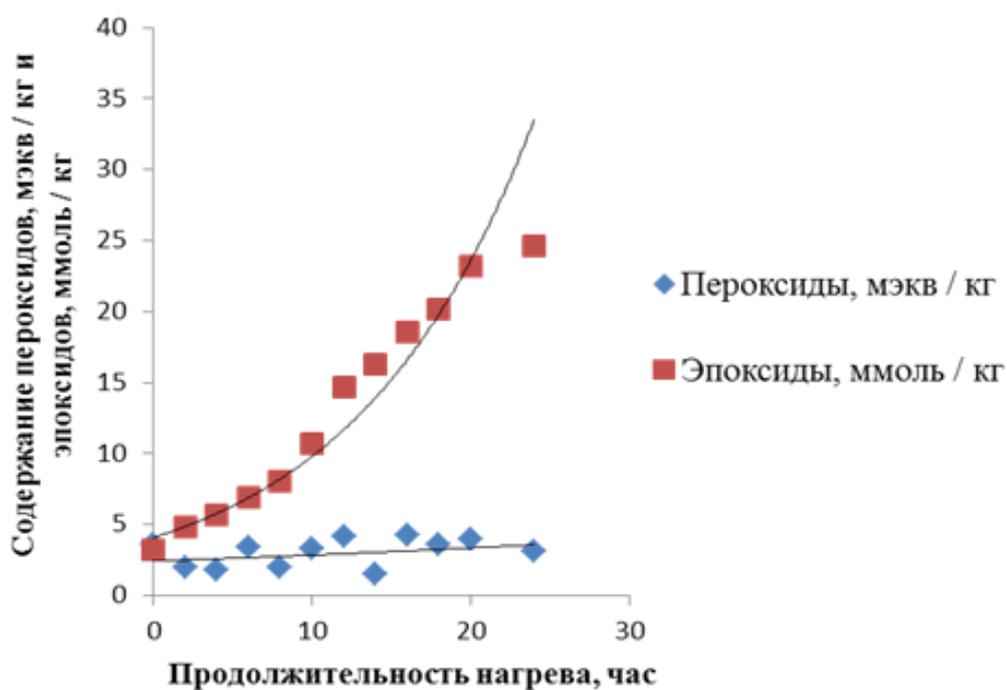


Рис. 5.2 - Кинетика накопления пероксидных (1) и эпоксидных (2) соединений при окислении фритюрного жира «Санни Голд» при 180 °С.

Из рисунка 5.1 видно, что при 50 °С наблюдается небольшой индукционный период в накоплении пероксидных соединений (около 2 суток), после чего концентрация пероксидов возрастает практически линейно, с постоянной скоростью. Накопление пероксидных соединений с постоянной скоростью без автоускорения свидетельствует о практически полном отсутствии при этой температуре реакций вырожденного разветвления. Эпоксидные соединения при температуре 50 °С образуются в небольших количествах, их концентрация обнаруживает слабый рост от 2,7 до примерно 7,5 ммоль / кг (рисунок 5.1)

Кинетическая картина меняется при переходе от температуры 50 °С к температуре 180 °С (рисунки 5.1 и 5.2). При температуре 180 °С кривая накопления гидропероксидов достигает низкой стационарной концентрации на уровне 1-3 мэкв активного кислорода / кг. Последнее обстоятельство характерно для промежуточных продуктов и свидетельствует о том, что пероксидные соединения в условиях эксперимента распадаются с высокой скоростью. Скорость разложения гидропероксидов становится выше, чем скорость их формирования, и полимерные соединения образуются на очень ранних стадиях нагрева.

Одновременно наблюдается более быстрый, чем при 50 °С, рост содержания эпоксидных соединений до величин 24-28 ммоль / кг. Можно предположить, что это главным образом связано с увеличением общей скорости окисления при повышении температуры с 50 до 180 °С.

При температурах жарки 140-160 °С оба показателя увеличиваются в определенных пределах. Изменение химизма окислительного процесса при температуре выше 150 °С нужно учитывать при выборе показателей, характеризующих процесс термоокислительной деструкции, и разработке экспресс-методов для оценки допустимой степени окисления фритюрного жира. В своих последующих исследованиях, мы оценивали интенсивность термоокислительной деструкции жиров, прежде всего, по изменениям перекисного числа, кислотного числа и концентрации СНПЭ.

5.2 Исследование термоокисления жира в реальном процессе фритюрной жарки

Исследования, характеризующие реальный процесс окисления фритюрного жира в присутствии продукта, проводили при 180 °С. Реакция зарождения цепей окисления в реальном технологическом процессе ускорена, поскольку во фритюрных жирах промышленного производства при их транспортировании и хранении содержание гидропероксидов достигает 1- 3 мэкв. активного кислорода / кг жира. Кроме того, на стенках стальной аппаратуры, используемой для жарки продуктов во фритюре, остается часть еще более окисленного жира.

Под действием высоких температур термообработки и прооксидантов гидропероксиды претерпевают распад по уравнению (5.4) с образованием гидроксильного радикала $\bullet\text{OH}$ и алкоксильного радикала $\text{RO}\bullet$ - активных инициаторов окисления ненасыщенных липидов. Реакция расщепления гидропероксидов на радикалы каталитически ускоряется ионами металлов переменной валентности, в частности, железа и меди:



5.2.1 Исследование высокотемпературного окисления пальмового масла в производственных условиях

Наиболее подробно в настоящей работе отразили исследования пальмового масла, так как оно представляет практический интерес вследствие его масштабного использования многими отраслями пищевой промышленности, особенно изменения в процессе фритюрной жарки и последующего хранения изделий на его основе.

В условиях фритюрной жарки пальмовое масло подвергается воздействию высокой температуры (170...185°С) при свободном доступе воздуха (в

большинстве случаев). Изменения, происходящие в термоокисленном жире, с высокой степенью достоверности можно охарактеризовать, определяя показатели жира, нагретого при параметрах фритюрной жарки.

Основная цель проведения наших исследований – установление адекватности определяемых показателей термоокисленных жиров главному показателю их безопасности – содержанию сополимеров, нерастворимых в петролейном эфире (СНПЭ), а также разработка рекомендаций по эффективному контролю безопасности термоокисленного пальмового масла.

Обжариванию во фритюре в предприятиях питания подвергаются, как правило, полуфабрикаты из теста, картофеля, мясопродуктов. В связи с этим нами были проведены исследования изменения пальмового масла [292], используемого для обжаривания картофеля, полуфабрикатов из мяса, куриных крылышек, мучного кулинарного изделия «Чак-чак», изучена степень его термоокисления при этом. Полученные результаты сравнивали с физико-химическими показателями масла, полученными при нагреве пальмового масла без продукта.

Жарка таких изделий, как картофель, мясные полуфабрикаты осуществлялась в шкафу фритюрном электрическом Fimar FT-44, при температуре 150-180 °С в течение 3 дней (18-20 часов) с добавлением свежего масла по мере расходования фритюра. В другом случае картофель, куриные крылышки и мучное кулинарное изделия «Чак-чак» жарили в электрической фритюрнице вместимостью 3,5 дм³ масла, в интервале температур от 150 до 190 °С в зависимости от вида изделия и технологии его приготовления.

Кроме того, исследовали процесс жарки мучного кулинарного изделия «Чак-чак» на ЗАО «Челны-хлеб» (г. Набережные Челны) на уникальной немецкой автоматической промышленной линии, производительностью 2000 кг в день. Результаты, полученные нами при определении кислотного числа пальмового масла после обжаривания картофеля и мясных полуфабрикатов, представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Изменения кислотного числа пальмового масла при жарке продуктов

Продолжительность нагрева, т	Кислотное число масла, мг КОН / г		
	После контрольного нагрева	После жарки картофеля	После жарки мясных п/ф
0 (исходное)	0,13	0,13	0,13
1 день/6 часов	0,2	-	-
2 дня/12 часов	0,23	-	-
3 дня/18 часов	0,4	0,83	1,64
4 дня/24 часа	0,6	-	-
5 дней/30 часов	1,12	1,49	2,8

Анализ данных кислотного числа, представленных на рисунке 5.3, свидетельствует о том, что накопление свободных жирных кислот в теплоносителе, подвергшемся термообработке с продуктами, происходит более интенсивно, чем при холостом нагреве. Так, после 3 дней использования пальмового масла для обжарки картофеля и мясных полуфабрикатов, его кислотное число достигает 1,49 и 2,8 мг КОН / г соответственно, против 1,12 мг КОН / г при холостом нагреве.

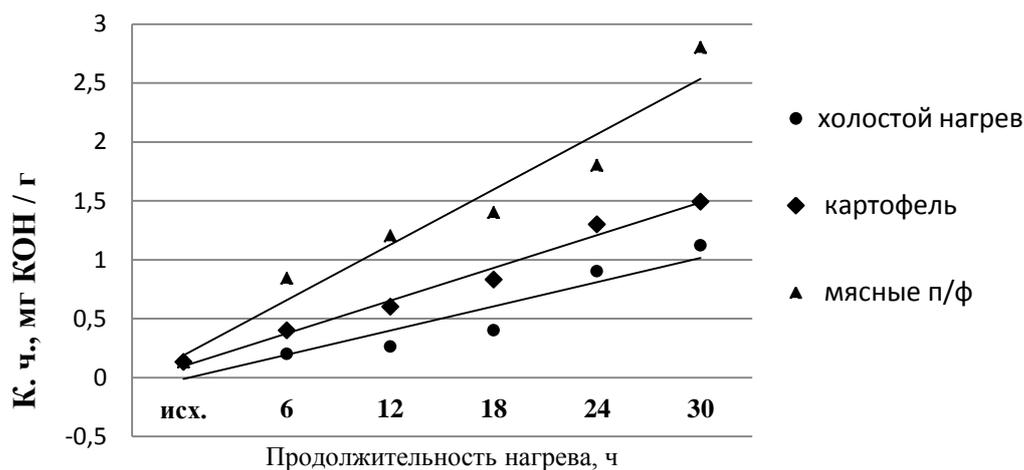


Рисунок 5.3. Изменение кислотного числа пальмового масла при холостом нагреве и жарке продуктов

Аналогичные данные получены в экспериментах при жарке куриных крылышек, мучного кулинарного изделия «Чак-чак» и картофеля. Однако в данном случае анализ кислотного числа проводили на момент 20-часового использования пальмового масла в технологическом процессе.

Характер таких изменений обусловлен тем, что в процессе термообработки пальмовое масло контактирует с влагой продуктов. Очевидно, что химический состав продукта и его влажность оказывают серьезные воздействия на гидролитические изменения в жире (рисунок 5.3). Кроме того, особую роль при этом играет интенсивность ее выделения из тканей продукта.

Гидролиз - одна из самых простых, но в тоже время противоречивых реакций, происходящих во время жарки, способствующих формированию свободных жирных кислот. Некоторые авторы считают гидролиз самой важной реакцией, происходящей в процессе жарки (Barbanti, Pizzirani, and Dall Rosa 1994; Pokorny 1998) [378; 563]. Ряд авторов (Arroyo et al. 1995; Dobarganes, Marquez-Ruiz, and Perez-Camino 1993; Perez-Camino et al. 1991; Sebedio et al. 1990) [376; 430; 557; 585] придерживается мнения, что в хорошо контролируемом процессе жарки картофеля при различных условиях, гидролитические соединения - это незначительные компоненты деградации высоконагретых жиров, даже если обжариваемые продукты обладают высокой влажностью. Однако по сообщениям других источников (Masson et al. 1997) [536], используемые масла после жарки продуктов фастфуда в предприятиях быстрого питания отличаются высоким содержанием диглицеридов и свободных жирных кислот.

На рисунке 5.4 показаны результаты измерения содержания гидроперекисей в термоокисленном пальмовом масле.

Анализ кинетических кривых (рисунок 5.4) свидетельствует о прохождении процессов окисления в масле и накоплении гидроперекисей. Причем, при холостом нагреве этот процесс проходит быстрее, чем при использовании пальмового масла для обжарки продуктов, что можно объяснить присутствием в обжариваемых продуктах природных антиоксидантов.

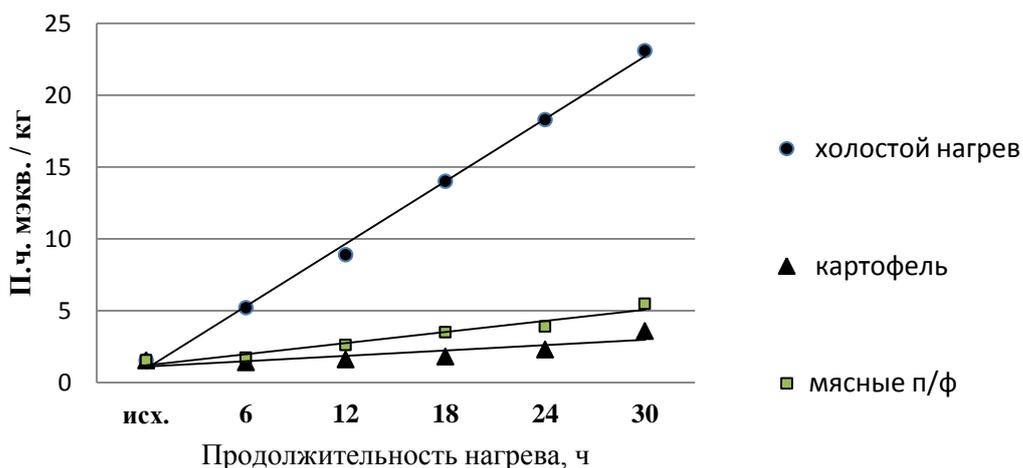


Рисунок 5.4 -. Изменение содержания пероксидов пальмового масла при холостом нагреве и жарке продуктов

В других экспериментах, когда начальное содержание в пальмовом масле гидроперекисей было гораздо больше, и, соответственно, ниже показатели безопасности самого масла, получали более высокое содержание первичных продуктов окисления в пальмовом масле уже через 20 часов использования (таблица 5.3).

Таблица 5.3 – Результаты измерения концентрации гидропероксидов в термоокисленном пальмовом масле

Продолжительность термической обработки, ч	Перекисное число пальмового масла, мэкв активного кислорода / кг, после термической обработки		
	жарка чак-чак	жарка картофеля	жарка куриных крылышек
0 (исходное)	4,68	4,68	4,68
20 часов	8,8	42,4	11,5

В данном эксперименте наибольшее значение показателя перекисного числа у образцов жиров после жарки картофеля фри, наименьшее значение - после жарки мучного кулинарного изделия «Чак-чак». Разница в накоплении перекисей связана с природой обжариваемого продукта, его строением, пористостью, химическим составом, начальным содержанием продуктов окисления жира, интенсивностью контакта жира с продуктом. Полученные данные являются ярким

примером того, что начальное содержание продуктов окисления в жире имеет большое значение в динамике окисления. Чем ниже степень окисления исходного жира, тем медленнее протекает окисление, в частности, накопление первичных продуктов окисления – гидроперекисей, оказывающих токсичное влияние на организм.

В таблице 5.4 приведены показатели содержания сополимеров, не растворимых в петролейном эфире (СНПЭ), в термоокисленном пальмовом масле в модельных экспериментах при жарке в нем картофеля фри и мясных полуфабрикатов. Результаты, представленные в таблице 5.4, показывают, что в пальмовом масле уже после первого дня нагрева (6 часов) накапливается 0,88% вторичных продуктов окисления.

Таблица 5.4 – Динамика изменения содержания в пальмовом масле вторичных продуктов окисления, нерастворимых в петролейном эфире

Продолжительность нагрева, т, ч	СНПЭ, %		
	После контрольного нагрева	После жарки картофеля	После жарки мясных полуфабрикатов
0 (исходное)	0,17	0,17	0,17
6 часов	5,18	0,88	1,02
18 часов	5,90	1,8	2,08

Как видно из таблицы 5.4, во фритюре после жарки мясных полуфабрикатов содержание вторичных продуктов окисления по сравнению с фритюром после жарки картофеля больше, что, возможно, объясняется наличием в полуфабрикате картофеля природных антиоксидантов, а в мясных полуфабрикатах - продуктов распада гемоглобина, проявляющих активное прооксидантное действие. Практически, фритюрный жир должен быть заменен при жарке мясных полуфабрикатов через 6 часов, при жарке картофеля - ориентировочно через 7-8 часов.

Такая динамика обусловлена, вероятно, присутствием в продуктах естественных ингибиторов окисления (аскорбиновой кислоты, белковых веществ). Кроме того, источником веществ с антиокислительными свойствами

могут быть и соединения, образующиеся в результате реакций меланоидинообразования. Известно, что некоторые меланоидины обладают антиоксидантными свойствами и могут прерывать цепь окислительных превращений [435; 462; 492; 563; 636; 369; 328; 371; 621; 528; 618].

В таблице 5.5 представлена сравнительная оценка исследования массовой доли вторичных продуктов окисления (СНПЭ) и полярных веществ, проведенных в производственных условиях на ЗАО «Челны-хлеб». Определение содержания полярных веществ производили методом определения диэлектрической проницаемости по прибору Тесто- 270.

Таблица 5.5 - Сравнительная оценка концентрации СНПЭ и полярных веществ в исходных и термоокисленных подсолнечном и пальмовом масле

Наименование образца	Полярные вещества, % (по данным лаборатории завода)	СНПЭ, %
Пальмовое масло (исходное)	7,5	0,4
Подсолнечное масло (исходное)	9	1,6
Жир фритюрный отработанный термоокисленный (смесь двух исходных в соотношении 1:1)	9	2,9

Как видно из таблицы 5.5, корреляции между содержанием полярных веществ, измеренных методом определения диэлектрической проницаемости (на приборе Тесто - 270), и содержанием вторичных продуктов окисления (СНПЭ) не прослеживается.

В результате жарки картофеля и мясных полуфабрикатов в пальмовом масле произошли большие изменения его органолептических показателей. На момент 30 часового использования, цвет фритюра, в котором жарили картофель, стал светло-коричневым, появился посторонний привкус и слабовыраженный посторонний запах. Фритюр, предназначенный для мясных полуфабрикатов, претерпел более глубокие органолептические изменения: цвет – коричневый, вкус - горьковатый, запах – выраженный. На рисунке 5.5 показано изменение

профилей органолептических показателей пальмового масла при обжарке продуктов.

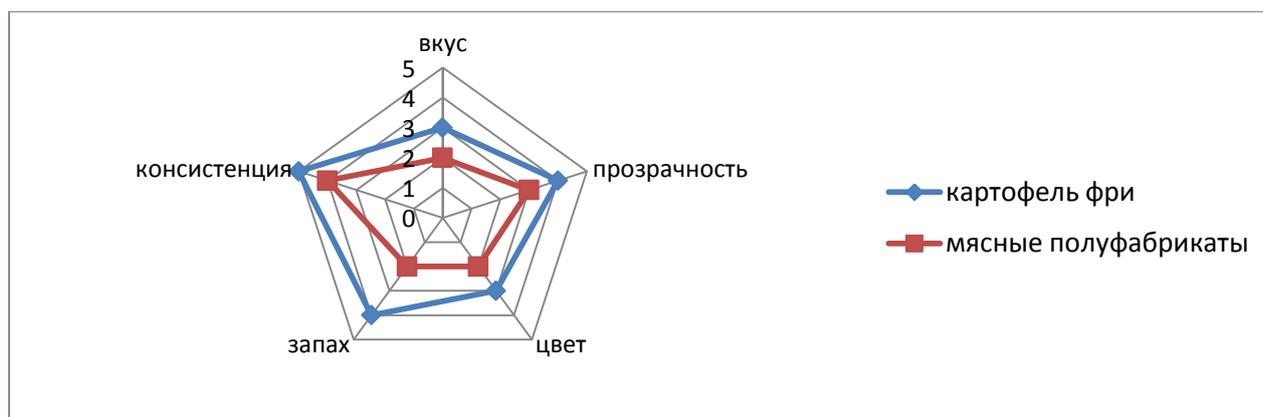


Рисунок 5.5 - Изменение органолептических показателей пальмового масла после 30-часовой жарки продуктов

Можно заметить, что органолептические показатели пальмового масла после холостого нагрева изменяются не так сильно, как после жарки в масле продуктов. Это объясняется наличием веществ, переходящих из продуктов в масло; попаданием частиц обжариваемых продуктов, которые обугливаются и загрязняют масло продуктами пирогенетического распада содержащихся в них органических веществ, что отрицательно влияет не только на цвет, но на вкус и запах фритюра.

Пальмовое масло, в котором жарили мясные полуфабрикаты, имеет более интенсивную окраску, вкус и запах, по сравнению с маслом после жарки картофеля, за счет накопления меланоидинов, продуктов карамелизации и декстринизации и продуктов пирогенетического расщепления белков из обжариваемых мясных изделий.

Аналогичные изменения произошли в пальмовом масле при его испытаниях после жарки куриных крылышек, картофеля и мучного кулинарного изделия «Чак-чак» (рисунок 5.6). Однако в этом случае органолептические показатели испытуемых образцов достигли предельно допустимых значений на 10 часов раньше, чем в предыдущем эксперименте, что может свидетельствовать о худшем начальном качестве масла.

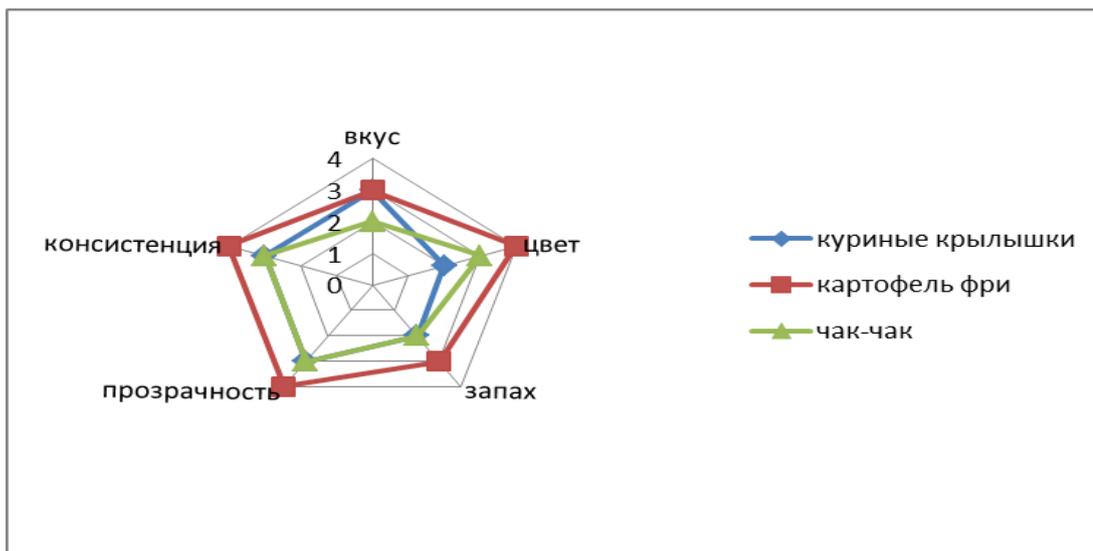


Рисунок 5.6 - Изменение органолептических показателей пальмового масла после 20-часовой жарки продуктов

По изменению органолептических показателей качества можно сделать вывод, что наибольшим изменениям было подвержено пальмовое масло после обжарки куриных крылышек и «Чак-чака», которое можно использовать в течение 12-15 часов, после чего жир приобретает желтый с коричневым оттенком цвет, а также горький вкус и яркий запах продуктов горения, следовательно, оно непригодно к дальнейшему использованию. Наименьшие изменения органолептических показателей произошли в пальмовом масле после жарки картофеля. По органолептическим показателям его можно использовать для жарки до 20 часов.

5.2.2 Исследование высокотемпературного окисления специальных жиров для фритюрной жарки

Кинетика накопления продуктов окисления фритюрного жира «Sunny Gold» в технологическом процессе производства картофеля «фри» приведена в таблице 5.6. Как следует из приведенных данных, через 28 ч термического окисления, то есть примерно через 2,5 суток использования фритюрного жира «Санни Голд» в реальном процессе изготовления картофеля «фри», фритюрный жир по

показателям безопасности соответствовал требованиям действующих нормативных документов. Перекисное и кислотное число фритюрного жира отвечали требованиям ТР ТС 021/2011 [328], а СНПЭ - требованиям СанПиН 2.3.6. 959-00 (не более 1%) [271].

Таблица 5.6 - Кинетика накопления продуктов гидролиза и окисления фритюрного жира «Sunny Gold» в зависимости от продолжительности жарки картофеля

Продолжительность технологического процесса, ч	Показатели гидролиза и окисления жира				
	Перекисное число, мэкв активного кислорода / кг	Кислотное число, мг КОН / г	Сопряженные диены, $E^{1\%}_{1cm}$	Эпоксиды, ммоль / кг	СНПЭ, %
0	2,9	0,11	2,4	4,9	0
4	1,1	0,18		5,4	0,33
8	1,2	0,27	11,9	11,5	0,47
12	0,6	0,35	18,0	13,3	0,64
16	1,8	0,44	20,0	14,6	0,69
20	2,2	0,29	19,4	21,7	0,75
24	1,1	0,3	20,9	26,4	0,79
28	2,0	0,43		27,0	0,87
30	2,0	0,49		28,8	1,11

Важно отметить, что при производстве картофеля фри накопление 1 % СНПЭ происходит при сохранении удовлетворительной органолептической оценки, что свидетельствует об отсутствии в этот период интенсивной деструкции радикала $LO\bullet$ и накопления низкомолекулярных летучих продуктов окисления.

Концентрация сопряженных диенов в жире «Sunny Gold» во времени возрастает нелинейно, не коррелирует с концентрацией СНПЭ и не может быть использована для определения допустимых сроков использования фритюрного жира.

Максимальное накопление сопряженных диенов отмечалось через 24 ч термического окисления и составило 1,76 %.

Кинетика накопления пероксидов и эпоксидов практически близка к кинетике окисления фритюрного жира без продукта (рис. 2).

Изучение изменений нового показателя - содержания эпоксидов было выполнено совместно со специалистами кафедры технологии и организации питания Санкт-Петербургского ГТЭУ. Данные об образовании эпоксистеариновых и эпоксиолеиновых кислот имеются в научной литературе [215; 5], однако впервые полученные данные позволяют оценить кинетику накопления эпоксисоединений в технологическом процессе. Как следует из данных таблицы 5.6, изменение концентрации эпоксидов, начиная с 6 часов термического окисления, обнаруживает хорошую корреляцию с накоплением СНПЭ.

Аналогичные данные получены при эксплуатации фритюрного жира «Вегафрай 05», стабилизированного комплексом антиоксидантов. Содержание продуктов окисления и гидролиза во фритюрном жире «Вегафрай 05» в зависимости от продолжительности жарки картофеля фри представлены в таблице 5.7

Таблица 5.7 – Содержание продуктов окисления и гидролиза во фритюрном жире «Вегафрай 05» в зависимости от продолжительности жарки картофеля

Продолжительность термического окисления, ч	Показатели термического окисления и гидролиза жира		
	Перекисное число, мэкв активного кислорода / кг	Кислотное число, мг КОН / г	СНПЭ, %
0	1,2	0,21	0
6	0,6	0,34	-
12	0,77	0,54	0,3
18	1,8	0,47	-
24	1,4	0,52	0,82
30	2,9		0,99

Проведенные нами исследования показали, что во фритюрных жирах «Вегафрай» при содержании продуктов окисления, нерастворимых в петролейном эфире, около 1% содержание полярных продуктов, определенное электрофизическим методом (прибор FOM 320 фирмы "Эбро"), составляет не более 15-17 %.

В отличие от жиров «Sunny Gold» и «Вегафрай 05», образец жира «Альпийский» (таблица 5.8), который содержал некоторое количество продуктов окисления еще до начала технологического процесса, проработал всего 12 часов при жарке различных продуктов.

Таблица 5.8 - Изменения показателей безопасности жира «Альпийский» в зависимости от вида обжариваемых продуктов

Продолжительность обжарки, час / вид продукта	Показатели гидролиза и окисления жира		
	П. ч., мэкв / кг	К. ч., мг КОН / г	СНПЭ, %
Исходный жир	3,4	0,36	0,81
12 ч. / картофель	32,9	1,7	1,92
12 ч. / чак-чак	13,2	1,05	1,67
12 ч. / крылышки куриные	17,1	0,77	1,25

Содержание сополимеров (СНПЭ) в этом жире увеличилось в несколько раз, при этом кислотное число не превысило 2 мг КОН / г, но было зафиксировано значительное увеличение перекисного числа при жарке различных продуктов.

Полученные данные, с учетом результатов исследования термоокисления и термополимеризации пальмового масла при нагреве без продукта и в условиях производства при жарке различных продуктов, позволяют сделать вывод о значительном влиянии начального качества жира, его жирно-кислотного состава, вида обжариваемых продуктов на кинетику окислительной деструкции и образование продуктов окисления [448; 408; 486; 479; 476; 609; 530; 473; 474; 370; 552].

Исходя из проведенных исследований, для контроля безопасности фритюрных жиров следует применять методы, четко коррелирующие с накоплением токсичных веществ.

Как показали наши исследования, при более низких температурах обработки критерием является перекисное число, при температуре 180 °С - СМПЭ.

Кислотное число изменяется, но в небольших пределах и непригодно для оценки степени окисления фритюрного жира, так как не наблюдается четкой корреляции между содержанием полимерных продуктов окисления, нерастворимых в петролейном эфире (СМПЭ), и величиной кислотного числа. Величина кислотного числа в значительной степени зависит от содержания влаги в исходном полуфабрикate и применяемой технологии производства. Вероятно, на каждом предприятии могут быть установлены собственные нормативы кислотного числа при изготовлении определенных продуктов, однако установление одной определенной нормы кислотного числа для различных предприятий и разных видов продукции представляется необоснованным.

Определение СМПЭ показывает реальную картину накопления токсичных продуктов окисления во фритюрном жире. Однако следует отметить, что данный метод определения продуктов окисления, нерастворимых в петролейном эфире, трудоемок, длителен и не всегда пригоден для оперативного контроля технологического процесса.

Определение концентрации эпоксидов может быть предложено как оперативный метод контроля безопасности фритюрных жиров, поскольку их корреляция с концентрацией СМПЭ установлена довольно ясно.

5.3 Исследование интенсивности впитывания жира обжариваемым продуктом

Несмотря на то, что жир в результате термического воздействия претерпевает сложные нежелательные изменения, а диетологи рекомендуют снижать количество потребляемых жиров в рационе, продукты, жареные во

фритюре, продолжают оставаться одними из самых популярных, благодаря неповторимым органолептическим характеристикам [369].

Процесс жарки продуктов во фритюре, где масло является эффективным средством теплопередачи, сопровождается дегидратацией продукта. В этих условиях, часть масла, используемого для жарки, поглощается обжариваемым продуктом, значительно способствуя повышению калорийности жареной пищи. Жир, используемый в технологической операции фритюрной жарки, становится частью еды и основным фактором, определяющим ее пищевую ценность и безопасность [513].

Температура разогретого фритюрного жира уменьшается в результате погружения обжариваемого продукта. Температура внутри продукта медленно увеличивается, оставаясь при этом около $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, так как вода проникает из внутренних слоев во внешние. Пары воды ограничивают проникновение масла внутрь продукта, в результате чего в жареном продукте имеются две характерные зоны - обезвоженная поверхность – корочка - (где происходят основные изменения) и ядро (где температура не превышает $100\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Основными параметрами, влияющими на обезвоживание и поглощение масла, являются температура и длительность нагрева. Отдельными исследователями (Varela 1977) [607] было обнаружено, что температура не оказывает существенного влияния в интервале между $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $180\text{ }^{\circ}\text{C}$. Тем не менее, принято считать, что чем выше температура, тем ниже адсорбция масла на поверхности и, наоборот, избыточное поглощение масла может быть результатом низких температур в процессе жарки. Взаимосвязь температуры и продолжительности жарки выражается в следующем: чем выше температура, тем короче продолжительность жарки. Помимо параметров, установленных технологией фритюрной жарки, дегидратация и поглощение жира зависят также от самого продукта и жира, используемого для его жарки. На конечный состав готового продукта влияет много факторов: состав и строение продукта, структура и состав его поверхности, содержание влаги и липидов, форма продукта, отношение поверхности к весу, пористость и предварительная обработка

(бланширование, обжарка и т.д.). (Fillon and Henry 1998; Saguy and Dana 2003) [443; 578]. Например, даже для такого продукта, не содержащего жира, как картофель, поглощения жира и потеря воды сильно зависит от его удельного веса [526], а также от соотношения поверхности к массе, подверженных воздействию жарочной среды. Guillaumin [472] обнаружил, что маслопоглощение может быть ниже при увеличении удельного веса и чем больше соотношение поверхности к массе, тем выше маслопоглощение.

Таким образом, фритюрная жарка – это многофакторный процесс, который трудно предвидеть и контролировать, и его переменные влияют на маслопоглощение и общее качество и безопасность продуктов [446; 449]. Маслоемкость может варьироваться от 6% (например, в жареных орехах) до 40% (например, в картофельные чипсы) [578].

Многие исследования зарубежных ученых последних лет посвящены разработке технологий по уменьшению маслопоглощения обжариваемым продуктом. С целью уменьшения содержания жира в обжариваемых продуктах ученые проводили исследования и уделяли серьезное внимание таким аспектам фритюрной жарки, как объяснению явлений массопереноса с помощью математических моделей (Bouchon and Pyle 2005a, 2005b; Farinu and Baik 2005; Hindra and Baik 2006; Vitrac et al. 2002; Yamsaengsung and Moreira 2002a, 2002b; Yildiz, Palazoglu, and Erdogdu 2007) [393; 394; 441; 494; 617; 628; 630; 633], а также разработке технологий по уменьшению поглощения масла с использованием различных способов предварительной обработки продукта перед жаркой (Debnath, Bhat, and Rastogi 2003; Moyano and Pedreschi 2006; Rimac-Brnčić et al. 2004) [415; 544] или путем изменения состава панировки продуктов, обжариваемых во фритюре (Akdeniz, Sahin, and Sumnu 2005; Albert and Mittal 2002; Mellema 2003; Sanz, Salvador, and Fiszman 2004) [371; 373; 538; 580].

На рисунке 5.7 представлены данные проведенных нами исследований маслопоглощения обжариваемых продуктов: картофеля фри, приготовленного из полуфабриката по традиционной технологии и мучного кулинарного изделия «Чак-чак» в процессе жарки в пальмовом масле.

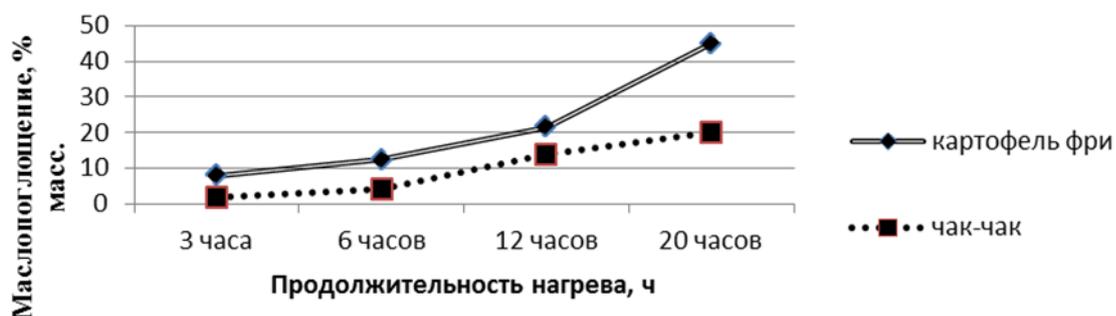


Рисунок 5.7 - Маслопоглощение картофеля фри в процессе жарки в пальмовом масле

Проведенные эксперименты показали, что с увеличением продолжительности жарки наблюдается рост показателя маслопоглощения, что доказывает существование связи между состоянием жира и качеством продукта, обжаренного в нем.

Влияние состава используемого жира меньше, чем вида обжариваемого продукта. Результаты наших исследований тесно коррелируют с зарубежными и показывают, что поглощение масла зависит в большей степени от качества масла, чем от его состава.

Влияние качества масла объясняется окислительной деградацией масел и образованием соединений, которые повышают полярность жарочной среды. Это является основой теории поверхностно-активных веществ, которая пытается объяснить теорию поглощения масла и ее взаимосвязь с качеством жареной пищи. Согласно теории Блюменталя [389; 390; 393], поверхностно-активные вещества являются основными агентами, ответственными за качество конечного жареного продукта. Существует взаимосвязь между качеством обжариваемого продукта и количеством поверхностно-активных веществ, то есть соединений, сформированных по мере увеличения деградации масла. Таким образом, когда масло свежее и не содержит поверхностно-активных веществ или их уровень очень низок, теплопередача осуществляется трудно, потому что нет содействия контакту между двумя несмешивающимися средами, т. е. между маслом и водой.

В этих условиях, маслопоглощение невелико, и цвет масла и пищевого продукта остается бледным. Как только начинается окисление (деградация) масла и уровень полярных соединений увеличивается, контакт между маслом и пищевого продукта улучшается до оптимальных условий, создающих органолептические свойства качественного продукта: тонкой и хрустящей корочки, золотистого цвета и восхитительного аромата. Если деградация увеличивается, и уровень поверхностно-активных веществ слишком высок, продукт может стать неприемлемым из-за плохих органолептических характеристик - высокого содержания жира в продукте и темной, толстой корки (Blumenthal 1991; Blumenthal and Stier 1991; Stier 2000; 2004) [389; 390; 596].

В процессе жарки жир накапливает полярные соединения, уровень ПАВ растет, маслопоглощение протекает более интенсивно. Как видно из рисунка, картофель в большей степени впитывает в себя фритюрный жир, чем «Чак-чак».

Другие альтернативные механизмы маслопоглощения были предложены в различных исследованиях. Например, есть предположение, что как только вода удаляется из продукта, жир заполняет пустоты, образованные удалившейся влагой. Другой механизм основан на процессе охлаждения, когда продукт после жарки удаляется из жарочного аппарата. Водяной пар конденсируется при остывании продукта, происходит снижение внутреннего давления. Масло под воздействием "вакуумного эффекта» всасывается в поверхностные слои продукта. Таким образом, поглощение масла - это поверхностное явление, удерживающее баланс между адгезией и дренажем жира. Эта теория была недавно рассмотрена в работах Dana and Saguy (2006) [413].

Проведенные нами исследования зависимости испаряющейся влаги обжариваемых продуктов от продолжительности нагрева жира, представлены на рисунке 5.8.

Анализ данных показал, что количество влаги, испарившейся из продукта в процессе жарки, эквивалентно количеству впитавшегося в продукт жира.

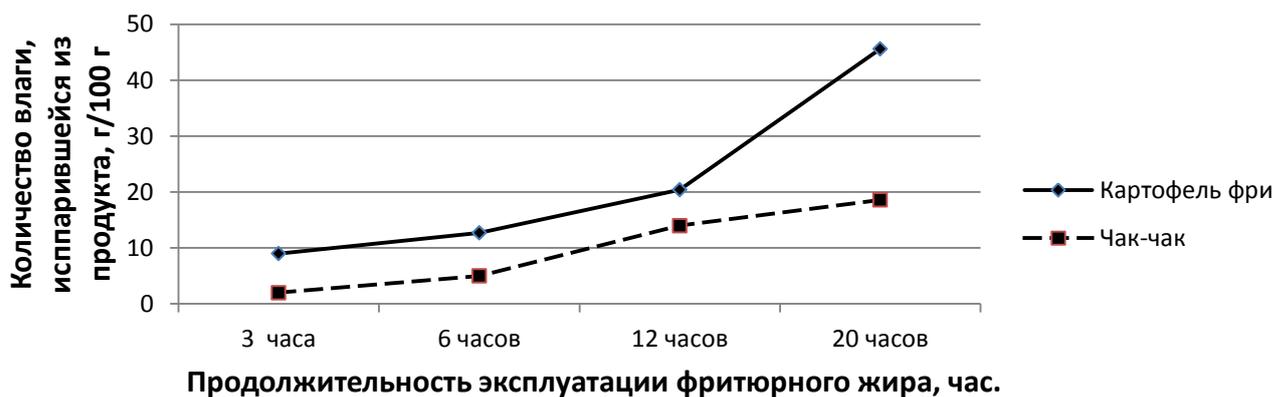


Рисунок 5.8 - Исследование зависимости испаряющейся влаги от продолжительности нагрева жира.

Под действием высоких температур образуются пары воды, которые испаряются через поверхность продукта под давлением, в результате чего на поверхности продукта образуются микропоры. Эти пустоты активно заполняет жир в процессе жарки [206].

Безопасность и качество готового продукта напрямую зависит от безопасности и качества фритюра, хотя исследование влияния обжариваемых продуктов на степень термической деструкции жира может быть не менее важным. Высказывается мнение, что обжариваемый продукт адсорбирует из жира продукты окисления, тем самым, снижая их содержание в последнем [355; 31]. Экспериментальные данные показывают более высокое содержание дикарбонильных соединений в экстракте жира, чем во фритюре.

Отдельные исследователи обнаружили, что экстракт и фритюр окислены в одинаковой степени [156]. Так, сравнительный анализ масла, экстрагированного из корочки готовых мучных изделий, и масла, в котором проводилось их обжаривание, показал, что при невысокой концентрации во фритюре продуктов окисления и сополимеризации (до 1%) не обнаруживается избирательная адсорбция этих веществ обжариваемыми изделиями. С повышением степени окисленности фритюра отмечается избирательное поглощение жареными изделиями продуктов окислительной полимеризации масла [36].

Наши исследования экстрагированного жирового компонента из продуктов после 20 часов непрерывного нагрева показали, что перекисное число экстрагированного жира приближено к перекислому числу в жире после жарки. (таблица 5.9).

Таблица 5.9 – Содержание пероксидов в жировом компоненте обжариваемых продуктов

Наименование пробы	Перекисное число, мэкв активного кислорода / кг		
	Исходный жир	Жир после нагрева с продуктами	Экстрагированный жировой компонент
Картофель фри	2,06±0,02	42,2±0,1	39,9±0,1
Чак-чак		8,8±0,02	8,38±0,02

Окислительные изменения в картофеле фри и жире после его обжаривания значительно интенсивнее, чем в мучном изделии и жире, экстрагированном из него.

Для выяснения причин, обуславливающих дегидратацию, маслопоглощение и химические изменения фритюрного жира, проводили анализ химического состава обжариваемых продуктов до жарки и после нее (рисунки 5.9 и 5.10).

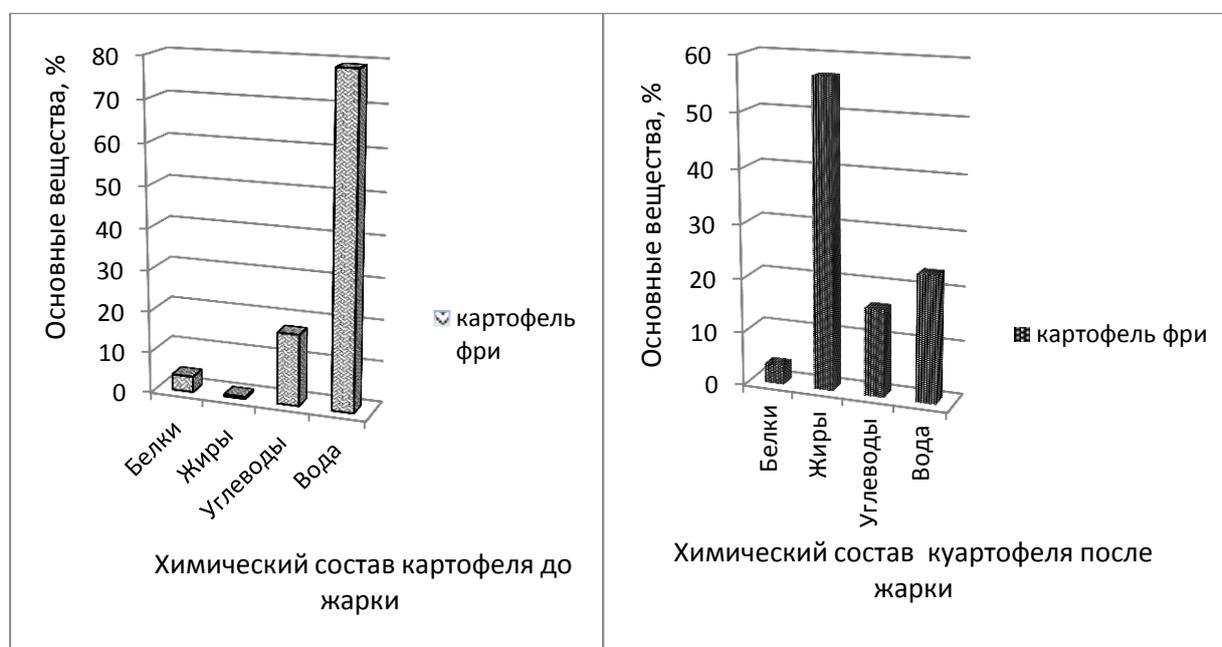


Рисунок 5.9 - Исследование химического состава обжариваемого картофеля до жарки¹ и после жарки в жире, эксплуатируемом в течение 12-20 часов

¹Источник данных: USDA SR-23USDA National Nutrient Database for Standard Reference

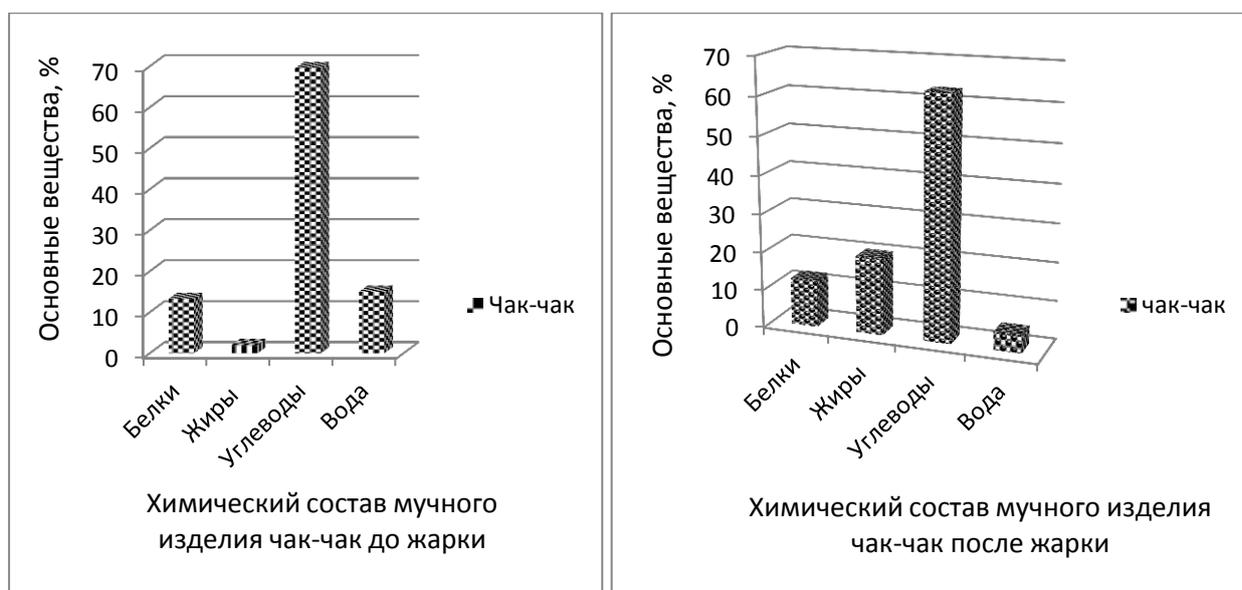


Рисунок 5.10 - Исследование химического состава мучного изделия чак-чак до жарки² и после жарки в жире, эксплуатируемом в течение 12-20 часов

Таблица 5.10 – Аминокислотный состав белков обжариваемых продуктов

Наименование АК	Наименование обжариваемого продукта	
	Картофель фри п/ф	Чак-чак п/ф
Незаменимые АК, мг	720	1048,6
валин	122	154,4
изолейцин	86	119,4
лейцин	128	216,2
лизин	135	180,6
метионин	26	84,8
треонин	97	122
триптофан	28	40,8
фенилаланин	98	130,4
Заменимые АК, мг	1172	1469,6
аланин	97	142
аргинин	100	157,4
аспарагиновая кислота	250,	245,8
гистидин	30	68
глицин	100	83,2
глутаминовая кислота	262	354,6
пролин	92	79,2
серин	128	185,6
тирозин	90	95,2
цистеин	23	58,6

²Источник данных: USDA SR-23USDA National Nutrient Database for Standard Reference

Анализ аминокислотного состава белков, входящих в состав обжариваемых продуктов (таблица 5.10), показал, что количество аминокислот, обладающих антиоксидантным действием (метионин, тирозин, цистеин) в мучном изделии в два раза больше, чем в картофеле фри.

Исходя из чего можно предположить, что состав белков, а значит и веществ, образующихся в результате реакции Майяра, имеют серьезное влияние на антиоксидантную стабилизацию жира, использующегося для обжарки, и самих обжариваемых продуктов.

В таблице 5.11 представлен анализ углеводного состава обжариваемых продуктов.

Таблица 5.11 – Углеводный состав обжариваемых продуктов до жарки³

Наименование	Масса, грамм	Всего углеводов, грамм	В т.ч. крахмал		В т.ч. моно- и дисахариды	
			грамм	%	грамм	%
Картофель фри	100	17,3	15	86,7	2,3	13,3
Чак-чак	100	69,6	67	96,3	2,6	3,7

Входящие в состав обжариваемого продукта углеводы, представлены в основном крахмалом, однако его строение и состав различны.

Зерна картофельного крахмала от 15 до 100 мкм и более имеют овальную форму и на поверхности бороздки, концентрически размещенные вокруг глазка – точки или черточки. Более мелкие зерна имеют округлую форму.

Зерна пшеничного крахмала имеют плоскую эллиптическую или круглую форму с глазком, расположенным в центре. Пшеничный крахмал содержит фракции крупных зерен (от 20 до 35 мкм) и мелких (от 2 до 10 мкм). Различен состав и содержание крахмальных полисахаридов в картофельном и пшеничном крахмале.

Возможно, что и углеводная фракция обжариваемых продуктов имеет влияние на интенсивность впитывания жира продуктом и химические изменения жиров в процессе жарки.

³Источник данных: USDA SR-23USDA National Nutrient Database for Standard Reference

Таким образом, механизм впитывания жира в продукт сложен и зависит от природы и структуры клетки, предварительной технологической обработки продукта и других факторов.

Наличие влаги в обжариваемом продукте способствует увеличению скорости термической порчи жиров. Особенно важно, что при этом ее количество идентично количеству жира, впитавшегося в продукт в ходе жарки.

Представленные экспериментальные данные позволяют сделать вывод о том, что в процессе высокотемпературной обработки фритюрных жиров следует строго учитывать показатели их безопасности, влияние которых на процесс маслопоглощения и безопасность продуктов следует считать доказанным.

По мнению исследователей (Блюменталь 1991 года; Блюменталь и Сир 1991) [389; 390], степень окисления масла играет ключевую роль в образовании румяной корочки продуктов, но такая роль приписывается и физическим явлениям, происходящим из-за увеличения активности продуктов окисления липидов. Расположение продуктов окисления на границе масло - пищевой продукт приводит к большему контакту между двумя фазами и, следовательно, лучший перенос тепла способствует потемнению.

Выводы по ГЛАВЕ 5

Таким образом, представлена оценка интенсивности изменений фритюрных жиров при высокотемпературном нагреве при различных условиях, а также существующих методов контроля их безопасности, предложены наиболее адекватные из них, отражающие реальную картину термоокислительной деструкции и накопления токсичных продуктов окисления во фритюрном жире.

Результаты проведенных исследований показали, что фритюрный жир, в который дополнительно не добавлены антиоксиданты, в реальном технологическом процессе может использоваться не более 8-10 часов, жир, стабилизированный комплексом антиоксидантов как, например, «Sunny Gold» и «Вегафрай 05» - до 30 часов.

Исследована интенсивность впитывания жира продуктом, показавшая, что с увеличением степени окисления фритюрного жира, возрастает интенсивность его впитывания в обжариваемый продукт.

Хочется отметить, что до настоящего времени нормативы показателей безопасности поглощенного жира для продукции, жареной во фритюре, не установлены. При их определении следует учитывать возможность селективного поглощения продуктов окисления фритюрного жира готовым продуктом.

ГЛАВА 6. Исследования на животных (белых крысах), уточняющие уровень токсического влияния продуктов окисления на организм

Для установления показателей безопасности исследовали уровень токсического воздействия продуктов окисления, в частности, концентрации сополимеров, нерастворимых в петролейном эфире (СНПЭ), на организм животных продукции быстрого питания и жиров, используемых для жарки некоторых ее видов, при длительном потреблении на фоне сбалансированного рациона питания [45].

Работы ученых, проводивших исследования в этой области, были посвящены только оценке безопасности фритюрных жиров (в основном, подсолнечного масла), прошедших глубокую термическую обработку.

В настоящее время в технологии продукции быстрого питания индустрией используется широкий спектр жиров и их смесей, отличающихся жирнокислотным составом и качественными показателями, для которых не была проведена тождественная оценка в экспериментах на животных, позволяющая сопоставить существующий регламентированный уровень СНПЭ и их реальное действие на организм.

Кроме того, необходимость проводимых исследований обусловлена отсутствием экспериментальных данных о безопасности и степени влияния на организм именно продукции с окисленной жировой фазой, содержащей разные концентрации СНПЭ, а не фритюрных жиров, так как человеком потребляется продукт, а не жир, в котором этот продукт проходил термическую обработку.

Исходя из задач настоящей работы, экспериментальные исследования проводились по следующим этапам:

- оценить безопасность индустриально производимой продукции быстрого питания длительного хранения, с большой долей жирового компонента, содержащей разные концентрации СНПЭ, как жареной во фритюре, так и полученной с использованием других технологий;

- сравнить экспериментальные данные по интенсивности патологических изменений в организме в зависимости от концентрации СНПЭ в пальмовом масле, широко используемом в качестве фритюра в пищевых технологиях;
- провести сравнительный анализ и сопоставить уровень токсического эффекта, который оказывают на организм фритюрные жиры и продукты, обжаренные в них, для обоснования оценки адекватности контроля фритюрных жиров в технологическом процессе;
- оценить безопасность специального фритюрного жира нового поколения "Вегафай 05".

6.1 Оценка безопасности индустриально производимой продукции быстрого питания в экспериментах на животных

Работа выполнена на пяти группах крыс, включая контрольную, часть полноценного сбалансированного рациона которых заменялась наиболее популярными у населения продуктами быстрого питания промышленного производства (чипсы, сухарики, сдобное печенье, мучное изделие чак-чак), результаты исследования показателей безопасности жирового компонента которых представлены в ГЛАВЕ 4.

Характеристика рациона питания и групп животных указаны в таблице 6.1, составляющие рациона питания и его пищевая ценность - в Приложении И.

Как видно из данных таблицы 6.1, рацион всех экспериментальных групп животных по соотношению основных пищевых веществ соответствовал нормам кормления экспериментальных крыс, энергетическая ценность колебалась в пределах $\pm 5\%$, что не противоречит требованиям, предъявляемым к этому показателю.

Таблица 6.1– Характеристики рациона питания контрольной и опытных групп животных

Номер и наименование группы животных	Рацион питания	Энергетическая ценность рациона, ккал	Соотношение основных пищевых веществ в рационе Б:Ж:У [173]	Содержание СНПЭ, %
Контрольная	Привычный полноценный [173]	147	1:1:2	-
Опытная группа №1 (сухарики)	Привычный полноценный с включением сухариков	140	1:1:2	1,32
Опытная группа №2 (чак-чак)	Привычный полноценный с включением мучного изделия чак-чак	142	1:1:2	1,6
Опытная группа №3 (чипсы)	Привычный полноценный с включением чипсов	140	1:1:2	2,55
Опытная группа №4 (песочное печенье)	Привычный полноценный с включением песочного печенья	160	1:1:2	3,65

За животными ежедневно велось наблюдение, в ходе которого в опытных группах крыс отмечено ухудшение волосяного покрова, агрессивность в поведении животных к середине эксперимента, которая к концу сменилась апатичностью.

Особенно на общем фоне выделялась опытная группа №3, животным которой в рацион вводились чипсы; в середине эксперимента наблюдался всплеск агрессивности, в конце животные становились пассивными, апатичными [94].

Патологоанатомическое исследование показало наличие бледности и синюшности видимых слизистых оболочек, тусклость волосяного покрова у крыс опытных групп по сравнению с контрольной [189; 309].

Результаты патологоанатомического исследования представлены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 - Результаты патологоанатомического исследования.

Показатели	Контрольная группа	Опытная группа №1 сухарики	Опытная группа №2 чак-чак	Опытная группа №3 чипсы	Опытная группа №4 печень
Состояние органов пищеварения	Изменений не обнаружено	Зернистая очаговая дистрофия печени.	Гиперемия печени	Диффузная зернистая и очаговая дистрофии печени	Очаговая зернистая дистрофия и гиперемия печени.

Данные таблицы 6.2 свидетельствуют, что во всех опытных группах крыс отмечались определенные патологические процессы на тканевом уровне, при этом наибольшие изменения имели место у животных с повышенным содержанием в рационе СНПЭ – 3,65% и 2,55%.

Результаты гистологического исследования подтверждают наличие выявленных изменений [189; 309]. Гистологическая картина представлена в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Результаты гистологического исследования.

Органы пищеварения	Контрольная группа	Опытная группа №1 сухарики	Опытная группа №2 чак-чак	Опытная группа №3 чипсы	Опытная группа №4 печень
1	2	5	6	3	4
<u>Печень</u>	Центральные вены долек и впадающие в них синусоидные гемокапилляры равномерно расширены и заполнены кровью. Балочная структура сохранена. Рис. 6.1 Границы клеток печени четкие. Ядра хорошо контурированы	Тканевые элементы неравномерно восприняли окраску. Периваскулярная лимфоидная инфильтрация рис.6.3 Очаговая зернистая дистрофия.	Зернистая и дистрофия печени Рис.6.5	Тканевые элементы неравномерно восприняли окраску, балочная структура плохо заметна, гепатоциты во многих полях зрения микроскопа расположены беспорядочно. Диффузная зернистая и очаговая	Периваскулярные отеки рис. 6.8. Гиперемия, очаговая зернистая дистрофия.

	ы			дистрофии рис.6.6. Диapedезные кровоизлиян ия между гепатоцитам и	
<u>Тонкий отдел кишечни- ка</u>	Строение стенки кишечника не нарушено, тинкториальн ые свойства сохранены, ворсинки слизистой оболочки располагаются компактно, не деформирован ы, сосуды умерено, заполнены кровью Рис. 6.2.	Катаральный энтерит. Рис.6.4 Отек и лимфоидная инfiltrация стенки.	Десквамац ия железистог о эпителия.	Отек слизистой оболочки. Рис.6.7. Лимфоидная инfiltrаци я и фрагментаци я желез слизистой оболочки.	Отек слизистой оболочки. Периваскулярные отеки, лимфоидная инfiltrация желез, гиперплазия лимфоидного фолликула рис.6.9. Лимфоидн ая инfiltrация, слизистая дистрофия железистого эпителия.

На рисунках 6.1 и 6.2 представлены микрофотографии гистологических срезов печени и кишечника контрольной группы животных.

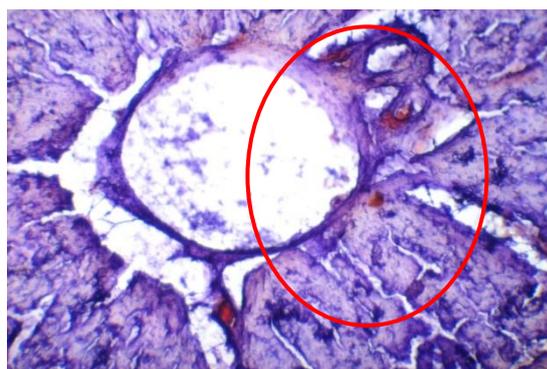


Рисунок 6.1 – Микрофотография среза печени. Тинкториальные свойства сохранены. ГЭ x 150

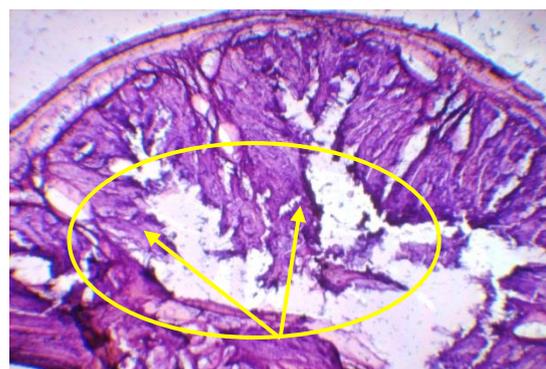


Рисунок 6.2 - Микрофотография среза тонкого кишечника. Структура ткани сохранена. ГЭ x 50

На рисунках 6.3- 6.9 представлены микрофотографии гистологических срезов опытных групп животных.

Опытная группа №1 (сухарики)

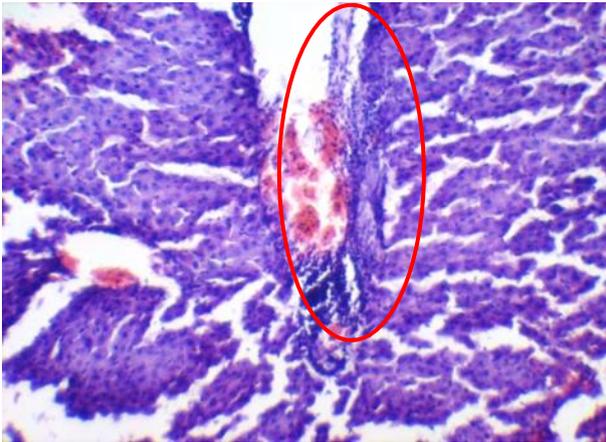


Рисунок 6.3 - Микрофотография среза печени. Периваскулярная лимфоидная инфильтрация. ГЭх150

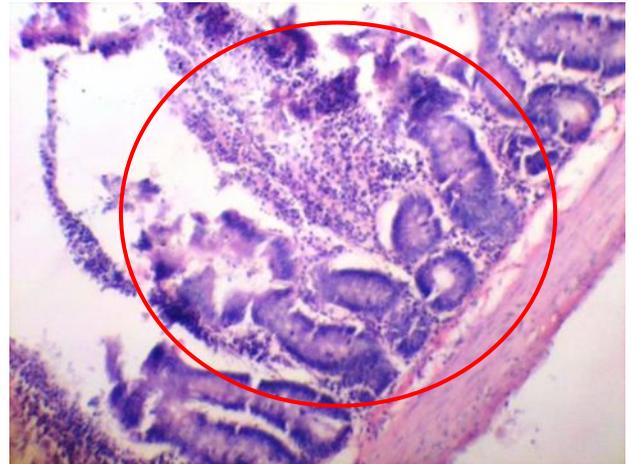


Рисунок 6.4 - Микрофотография среза кишечника. Катаральный энтерит. ГЭх150

Опытная группа №2 (чак-чак)

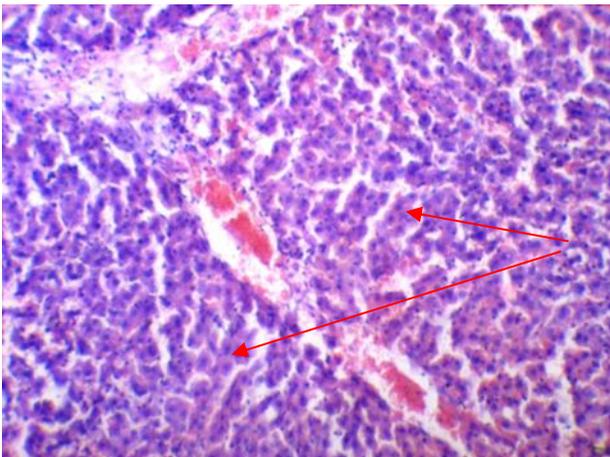


Рисунок 6.5 – Микрофотография среза печени. Зернистая дистрофия. ГЭ х 150

Опытная группа № 3 (чипсы)

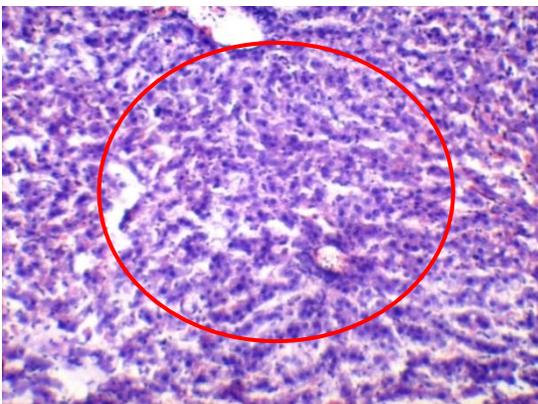


Рисунок 6.6 - Микрофотография среза печени. Диффузная зернистая дистрофии. ГЭх150



Рисунок 6.7 - Микрофотография среза кишечника. Отек слизистой оболочки. ГЭх150

Опытная группа №4 (печень)



Рисунок 6.8 -Микрофотография среза печени. Периваскулярные отеки. ГЭx150

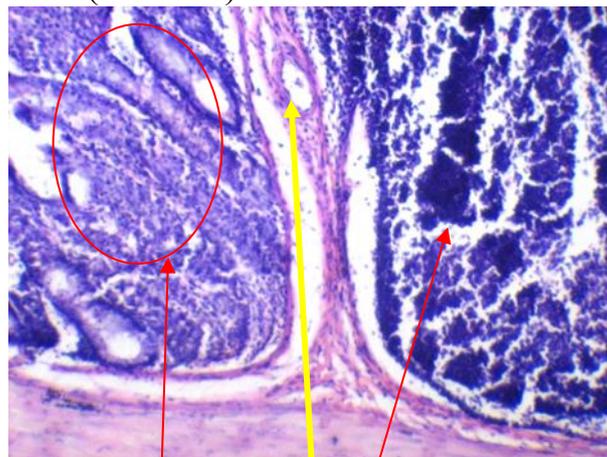


Рисунок 6.9 - Микрофотография среза кишечника. Периваскулярные отеки, лимфоидная инфильтрация желез, гиперплазия лимфоидного фолликула. ГЭx50

При сравнении результатов гистологического исследования видно, что у всех животных из опытных групп в сравнении с контрольной отмечаются изменения в печени и тонком отделе кишечника с разной степенью выраженности [189; 309].

Анализ выявленных изменений показал, что с увеличением концентрации сополимеров, нерастворимых в петролейном эфире (СНПЭ), увеличивается степень выраженности патологических процессов на клеточном уровне. В контрольной группе крыс патологий не отмечается.

Наиболее выраженные изменения были выявлены у крыс в опытных группах № 3 и 4, часть дневного рациона которых была заменена чипсами и сдобным печеньем. В этих группах наблюдается диффузная зернистая и очаговая дистрофия, что обуславливает последующее развитие цирротических изменений архитектоники печени. В тонком отделе кишечника отмечали отек слизистой оболочки на фоне лимфоидной инфильтрации и фрагментации желез.

У опытных групп крыс, в рационах которых содержание СНПЭ было меньше, по сравнению с 3-й и 4-й группами, но превышало допустимый регламентирующими документами показатель в 1 %, изменения носили менее

выраженный характер, хотя и проявлялись патологическими процессами в печени и кишечнике. В группе №1, получавшей сухарики, нами выявлялись зернистая очаговая дистрофия печени, катаральный энтерит, кроме того, отек и лимфоидная инфильтрация стенки кишечника.

В группе № 2, животным которой часть дневного рациона была заменена мучным изделием чак-чак, отмечались диффузная зернистая дистрофия печени, изменения в кишечнике, проявившиеся в виде десквамации железистого эпителия.

Результаты патологоанатомического и гистологического исследований свидетельствуют о негативном влиянии на организм продуктов с изменённым жировым компонентом при длительном потреблении, при этом интенсивность патологических процессов тем выше, чем больше концентрация СНПЭ.

Кроме того, нами были проведены гематологические исследования, так как анализ крови является важным компонентом диагностики большинства заболеваний, а также характеризует общее состояние организма [353]. Кровь является внутренней средой, обеспечивающей нормальное функционирование всех органов и тканей живого организма, отражающей в большей или меньшей степени все нарушения их функций.

Результаты общего анализа крови представлены в таблице 6.4.

Таблица 6.4– Результаты общего анализа крови крыс

Показатели	Крыса белая (нормограмма, среднее)	Контрольная группа	Опытная группа №1 сухарики	Опытная группа №2 чак-чак	Опытная группа №3 чипсы	Опытная группа №4 печенье
1	2	3	4	5	6	7
Гемоглобин, г/л	150	145	82,0	71,0	83	49
Гематокрит, %	46	47,2	24,0	27,3	24,2	13,3
Эритроциты, $10^{12}/л$	7,5	7,6	4,4	3,98	4,61	2,8

Продолжение таблицы 6.4

1	2	3	4	5	6	7
Лейкоциты, $10^9/\text{л}$	10,5	14,6	3,4	6,6	3,8	3,3
Тромбоциты, $10^9/\text{л}$	400,0	610,5	142	135,0	192	177
СОЭ, мм/час	-	1	6	9	12	6
Базофилы, %	0,5	0	1	1	0	1
Эозинофилов, %	3,0	3	12	13	12	10
Юные, %	-	0	0	0	0	1
Палочкоядерные, %	2,0	4	4	6	5	4
Сегментоядерные, %	25,5	32	12	4	17	38
Лимфоциты, %	65,0	56	64	73	62	41
Моноциты, %	3,0	3	6	3	4	5
Анизцитоз, %	-	10,4	14,2	12,5	14,0	15,7
Цветовой показатель	0,8	0,9	0,6	0,6	0,7	0,6

Данные таблицы 6.4 свидетельствуют об изменении морфологического состава крови, выразившемся в явлениях резкой лейкопении, эритропении, что в сочетании со снижением гемоглобина дало картину анемии, тромбоцитопении, значительного повышения СОЭ. В лейкограмме изменения проявились моноцитозом, эозинофилией, кроме того отмечалась лимфоцитопения у животных группы №4.

Резкое снижение уровня лейкоцитов и эритроцитов во всех опытных группах крыс указывает на то, что продукты окисления жиров являются лейкотоксинами. Данные результаты получены впервые и частично соответствуют некоторым результатам исследований зарубежных ученых, в частности, Markaverich, B.M. и Ma'riquez-Ruiz, G. [527; 535; 612].

Результаты биохимического анализа (таблица 6.5) также указывают на негативные изменения в организме при потреблении продуктов, содержащих значительное количество токсичных продуктов окисления жиров.

Таблица 6.5 – Биохимические показатели крови крыс

Показатели	Крыса белая (нормограмма, среднее)	Контрольная группа	Опытная группа №3 сухарики	Опытная группа №4 чак-чак	Опытная группа №1 чипсы	Опытная группа №2 печенье
Билирубин общий, мкмоль/л	2,9	5,1	14,5	7,8	17,5	16,5
Холестерин, моль/л	2,5	2,5	8,6	7,0	9,3	8,6
Белок общий, г/л	67,0	66,0	45,0	52,5	36,2	41,7
Креатинин, моль/л	95,0	95,0	83,7	68,3	63,4	73,0
Амилаза, ед./л	1150,0	1147,0	1790,0	1100,5	1750,0	1627,5

Биохимическое исследование крови (таблица 6.5) проявилось значительными изменениями уровня билирубина – повышение его в 2 и более раз, холестерина – повышение более чем на 70-80% и значительным снижением уровня белка – на 30-40%.

При этом наиболее серьезные отклонения от нормы наблюдаются у опытной группы крыс №3, которых кормили чипсами картофельными промышленного производства.

Таким образом, все изменения в группах крыс, потреблявших продукты быстрого питания промышленного производства с окисленной жировой фазой, явились проявлением угнетения кроветворной деятельности, иммунодефицитного состояния и воспалительного процесса в острой форме. Изменения тем интенсивнее, чем больше в рационе концентрация сополимеров, нерастворимых в петролейном эфире (СНПЭ).

В результате проведенных экспериментов впервые выявлено, что измененный жировой компонент продукции быстрого питания, содержащий уровни СНПЭ более 1%, независимо от технологии ее производства (фритюрная жарка, выпечка, подсушивание), одинаково негативно влияет на организм, что позволяет соотнести степень негативного влияния и уровень концентрации СНПЭ

и рекомендовать нормировать этот показатель в продукции с большой долей жирового компонента, предназначенной для длительного хранения.

Следует заметить, что продукты, использованные в эксперименте, имели различный жирнокислотный состав, что могло повлиять на объективность результатов экспериментальных исследований. Для надежного установления зависимости патологических изменений в организме от концентрации СНПЭ необходимо провести исследования на одном виде жирового компонента с разным содержанием СНПЭ в рационе.

6.2 Исследование интенсивности патогенеза в зависимости от концентрации СНПЭ в пальмовом масле

Исследования проводили с использованием пальмового масла одной партии, прошедшего термическую обработку в диапазоне 1-5 дней и содержащее различные уровни СНПЭ.

Характеристика рационов и групп экспериментальных животных представлена в таблице 6.7 .

Таблица 6.7– Характеристики рациона питания и экспериментальных групп животных

Номер и наименование группы животных	Рацион питания	Энергетическая ценность рациона, ккал	Соотношение основных пищевых веществ в рационе Б:Ж:У [173]	Содержание СНПЭ, %
Контрольная	Привычный полноценный с включением исходного пальмового масла	132	1:1:2	0,17
Опытная группа №1	Привычный полноценный с включением термически окисленного пальмового масла	132	1:1:2	0,88
Опытная группа №2		132	1:1:2	1,8
Опытная группа №3		132	1:1:2	2,89

Для чистоты эксперимента в качестве контрольной группы в этих исследованиях использовали животных, которым в рацион вводили пальмовое масло, содержащее СНПЭ до 0,2 %.

При внешнем осмотре вынужденно убитых крыс изменений не обнаружено.

При сравнении результатов гистологических исследований (таблица 6.8) в печени и кишечнике у крыс во всех группах были обнаружены патологические изменения разной степени выраженности. В контрольной группе, которая получала исходное пальмовое масло, изменений в печени, желудке, тонком отделе кишечника не было, и только в толстом отделе кишечника выявляли увеличение количества бокаловидных клеток и отеки в подслизистом слое. Гистологическая картина в группе №1 в сравнение с контрольной свидетельствует о наличии небольших изменений во всех органах пищеварения (таблица 6.8).

Таблица 6.8 – Результаты гистологического исследования

Органы пищеварения	Контрольная группа	Группа №1	Группа №2	Группа №3
	Содержание сополимеров, %			
	0,17%	0,88%	1,8%	2,98%
1	2	3	4	5
Печень	Структура органа в пределах физиологической нормы.	Гиперемия, зернистая дистрофия гепатоцитов.	Застойная гиперемия, зернистая дистрофия, кариолизис, десквамация эпителия желчных протоков.	Застойная гиперемия, зернистая дистрофия, кариолизис.
Желудок	Структура органа в пределах физиологической нормы.	Отек подслизистого и мышечного слоя, набухание покровного эпителия.	Десквамация покровного эпителия, гиперемия, отек подслизистого слоя, дистрофия мышечных волокон.	Слизистая дистрофия покровного эпителия, десквамация эпителия, лимфоидная инфильтрация подслизистого слоя.
Тонкий отдел кишечника	Структура органа в пределах физиологической нормы.	Гиперемия и кровоизлияние, инфильтрация мышечного слоя лимфоидными клетками, десквамация покровного эпителия, увеличение бокаловидных клеток.	Увеличение бокаловидных клеток, гиперемия, лимфоидная инфильтрация мышечного слоя.	Ярко выраженная слизистая дистрофия, десквамация эпителия, гиперемия, лимфоидная инфильтрация.

1	2	3	4	5
Толстый кишечник	Слабо выраженный отек подслизистого слоя, увеличение бокаловидных клеток.	Гиперемия, отек, увеличение бокаловидных клеток	Десквамация покровного эпителия, увеличение лимфофолликулов, отек и гиперемия.	Кровоизлияния, слизистая дистрофия, десквамация покровного эпителия, лимфоидная инфильтрация подслизистого слоя.

Более интенсивные изменения в органах системы пищеварения наблюдали в группе №2, где крысы получали пальмовое масло, термически окисленное в течение 3 дней. Изменения в печени характеризуются увеличением в размере гепатоцитов с появлением в их цитоплазме гранул белковой природы. В желудке отмечается отечность подслизистого слоя, появление участков разволокнения мышечной оболочки. Также выявляли изменения в двенадцатиперстной кишке и толстом отделе кишечника.

Наиболее выраженные изменения имели место в группе №3, получавшей в рационе термоокисленное пальмовое масло, прогретое в течение 5 дней. У крыс этой группы в отдельных участках выявляются процессы дисконформации балочной структуры, увеличение в объеме гепатоцитов. В желудке покровный эпителий находится в состоянии слизистой дистрофии и десквамации, в мышечном слое - отек и разволокнение. В двенадцатиперстной кишке установлено наличие выраженной слизистой дистрофии с гиперсекрецией слизи, некроз и десквамация эпителиальных клеток. В подслизистом слое толстого отдела кишечника отмечается разволокнение соединительно-тканых элементов, эпителий слизистой оболочки находится в состоянии слизистой дистрофии и десквамации.

Проведенные исследования показали, что термоокисленное пальмовое масло, прошедшее термическую обработку в течение 1-5 дней, по мере накопления в нем продуктов окислительной сополимеризации, отрицательно влияет на организм, вызывая патологические изменения в пищеварительной

системе. Анализ результатов проведенного нами экспериментального исследования позволяет установить тесную причинно-следственную связь между содержанием сополимеров и воздействием термоокисленного пальмового масла на организм, причем, патологические изменения внутренних органов начинаются уже при содержании вторичных продуктов окисления в нем - 0,88%, что очень приближено к существующей ныне норме 1 %.

Данные эксперименты позволяют сделать научно обоснованное заключение о том, что действующая в настоящее время норма содержания вторичных продуктов окисления вполне адекватна, но в дальнейшем следует ужесточить требования к уровню сополимеров в пальмовом масле на этапе производства фритюрной продукции.

6.3 Сравнительный анализ уровня токсического влияния фритюрных жиров и продукции быстрого питания, обжаренной в них

На следующем этапе исследований проводили сравнительный анализ уровня токсического влияния, которое оказывается на организм при потреблении фритюрных жиров и продукции быстрого питания, обжаренной в них, и содержащей различные концентрации СНПЭ. Проводимые исследования связаны с отсутствием данных по степени и сопоставимости влияния фритюрных жиров и фритюрной продукции на организм.

Есть мнение, что обжариваемая продукция адсорбирует из жира продукты окисления, тем самым, снижая их содержание в последнем [328; 355; 31]. Отдельные исследователи обнаружили, что жир, экстрагированный из продукта, и фритюр окислены в одинаковой степени [156; 206].

При проведении экспериментов соблюдали одинаковую концентрацию жира в рационе при потреблении фритюрного жира и готового продукта (Приложение И). Экспериментальные группы животных получали сбалансированный опытный рацион, в котором часть корма заменялась

исследуемыми образцами жиров и продукции быстрого питания. Характеристика рационов и групп экспериментальных животных представлена в таблице 6.9.

Таблица 6.9 – Характеристика рациона питания экспериментальных групп животных

Номер и наименование группы животных	Рацион питания	Энергетическая ценность рациона, ккал	Соотношение основных пищевых веществ в рационе Б:Ж:У [173]	Содержание СНПЭ, %
Контрольная	Привычный полноценный [173]	147	1:1:2	-
Опытная группа №1	Привычный полноценный с включением мучного изделия чак-чак	142	1:1:2	1,67
Опытная группа №2	Привычный полноценный с включением жира после жарки чак-чак	132	1:1:2	
Опытная группа №3	Привычный полноценный с включением картофеля фри	143	1:1:2	1,92
Опытная группа №4	Привычный полноценный с включением жира после жарки в нем картофеля фри	132	1:1:2	

В таблице 6.10 представлены аналитические данные, отражающие поведение животных во время проведения эксперимента.

Анализируя данные таблицы 6.10, можно сделать вывод, что продукты, включённые в рацион животных, оказывают влияние на их поведенческие аспекты.

В частности, у животных опытных групп, в начале эксперимента, поведение не отличалось от животных контрольной группы. Со второй недели эксперимента наблюдались частые смены настроения, к концу эксперимента животные были пассивны, плохо поедали корм.

Таблица 6.10 - Характеристика поведения опытных групп крыс во время проведения эксперимента

Опытные группы крыс	Поведение опытных групп крыс			
	1-я неделя	2-я неделя	3-я неделя	4-я неделя
Контрольная	Активное	Активное	Активное	Активное
1 группа	Активное	Активное	Частые перемены настроения	Пассивное
2 группа	Активное	Частые перемены настроения	Пассивное	Отказ от пищи
3 группа	Активное	Частые перемены настроения	Пассивное	Отказ от пищи
4 группа	Активное	Пассивное	Пассивное	Отказ от пищи

Результаты патологоанатомического исследования представлены в таблице 6.11.

Таблица 6.11 - Результаты патологоанатомического исследования крыс после кормления жирами и продуктами, обжаренными в них

Крыса белая	Состояние органов пищеварения
Контрольная группа	Норма
Группа 1 (чак-чак)	Гиперемия печени
Группа 2 (жир после жарки чак-чака)	Гиперемия печени
Группа 3 (картофель фри)	Очаговая дистрофия печени
Группа 4 (жир после жарки картофеля,)	Очаговая дистрофия печени

Как показывает анализ данных патологоанатомического исследования, во всех опытных группах крыс имели место изменения в печени. Они носили сходный характер в группах, в рационы которых вводились жиры и продукты, обжаренные в них.

В контрольной группе крыс изменений на тканевом и клеточном уровне обнаружено не было.

Гистологические исследования показали, что продукты (чак-чак, картофель фри), которые использовались в опыте, обладают токсическим эффектом даже на фоне сбалансированного питания, адсорбируя в себя токсичные вещества. Он проявляется в виде развития таких изменений, как зернистая дистрофия печени,

гиперемия, а так же десквамативные и отечные процессы в слизистой оболочке кишечника (рисунки 6.11; 6.12; 6.14)

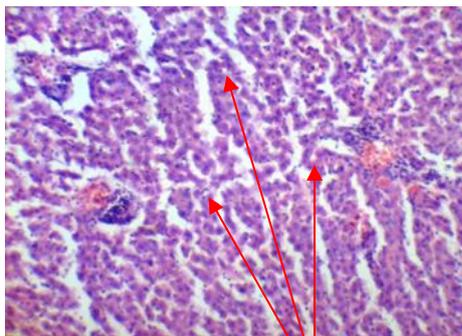


Рисунок 6.10 - Микрофотография среза печени - гиперемия. Группа крыс, которую кормили фритюрным жиром, после жарки «Чак-чак». ГЭ x 50



Рисунок 6.11 – Микрофотография среза кишечника - десквамация железистого эпителия. Группа крыс, которую кормили «Чак-чак». ГЭ x 50

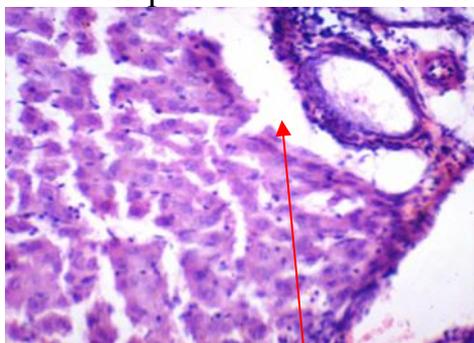


Рисунок 6.12- Микрофотография среза печени - периваскулярный отек. Группа крыс, которую кормили картофелем, нарезанным брусочками и обжаренным во фритюре. ГЭ x 150

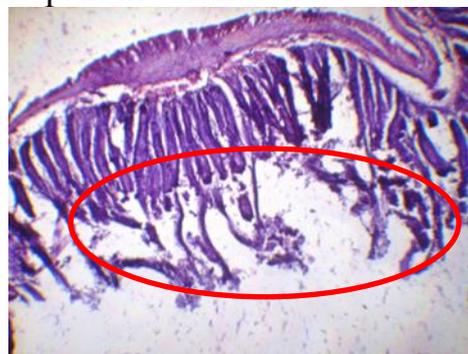


Рисунок 6.13 - Микрофотография среза кишечника - десквамация железистого эпителия. Группа крыс, которую кормили фритюрным жиром, после жарки картофеля. ГЭ x 50



Рисунок 6.14- Микрофотография среза кишечника - отек стенки. Группа крыс, которую кормили картофелем, нарезанным брусочками и обжаренным во фритюре. ГЭ x 50

Аналогичная гистологическая картина была получена в опытных группах крыс, которым в рацион вводили фритюрные жиры, используемые для жарки мучного изделия чак-чак и картофеля фри (рисунки 6.10; 6.13).

На следующем этапе проводили гематологические исследования.

В таблице 6.12 представлены результаты общего анализа крови.

Таблица 6.12 - Результаты общего анализа крови

Показатели	Крыса белая (нормограмма)	Контрольная группа	Чак-чак (опытная группа 1)	Жир после жарки чак-чак (опытная группа 2)	Картофель (опытная группа 3)	Жир после жарки картофеля (опытная группа 4)
Гемоглобин, г/л	150	145,0	71,0	71	67,0	56
Гематокрит, %	46	31,4	27,3	20,6	47,2	16,5
Эритроциты, $10^{12}/л$	7,5	7,6	3,98	3,98	4,87	2,82
Лейкоциты, $10^9/л$	10,5	14,6	6,6	6,6	3,6	3,7
Тромбоциты, $10^9/л$	400,0	132,0	135,0	180	610,5	90
СОЭ, мм/час	-	12,0	9	12	1	12
Базофилы, %	0,5	0	1	0	0	3
Эозинофилы, %	3,0	3,0	13	13	13	10
Миелоциты, %	-	0	0	0	0	0
Юные, %	-	0	0	0	0	0
Палочкоядерные, %	2,0	3	6	6	6	5
Сегментоядерные, %	26,5	17	4	5	32	3
Лимфоциты, %	65,0	69	73	72	56	76
Моноциты, %	3,0	4	3	4	3	3
Анизоцитоз, %	-	13,9	12,5	13,0	10,4	15,6
Цветной показатель	0,8	1,1	0,6	0,6	0,6	0,5

Изменения, представленные в таблице 6.12, носили разнообразный характер. Так, у животных второй и четвертой опытных групп наблюдалось снижение уровня гемоглобина, эритроцитов, тромбоцитов при сильном повышении СОЭ и явлении эозинофилии.

Изменения в опытных группах крыс, потреблявших чак-чак и картофель фри, характеризовались отклонением от физиологической нормы уровня гемоглобина, эритроцитов и лейкоцитов в сторону снижения и наличием эозинофилии, что являлось общим для всех опытных групп. Количество тромбоцитов в группе №1 значительно понижено на фоне повышения СОЭ. В группе №3 количество тромбоцитов повышено при одновременном снижении СОЭ.

Таблица 6.13 иллюстрирует биохимические показатели крови животных.

Таблица 6.13 - Биохимические показатели крови крыс

Показатели	Крыса белая (нормограмма)	Контрольная группа	Группа 1 Чак-чак	Группа 2 Жир после чак- чака	Группа 3 Картофель	Группа 4 Жир после картофеля
	среднее					
Билирубин общий, мкмоль/л	7,2	7,1	7,8	19,5	13,4	13,2
Холестерин, моль/л	4,4	4,5	7,0	9,6	7,9	7,5
Белок общий, г/л	67	66	52,5	26,5	34,5	54,0
Креатинин, моль/л	95	95	68,3	93,0	65,0	67,3
Амилаза, ед./л	1150	1147	1100,5	2105,4	1640,5	1410,5

Изменения в биохимическом составе проявлялись гипербилирубинемией и гиперхолестеринемией на фоне общей гипопроотеинемии. Также отмечалось резкое увеличение количества амилазы в 2 и более раз.

Таким образом, во всех опытных группах крыс замечены проявления лейкопении, угнетение кроветворной деятельности, иммунодефицитное состояние и воспалительные процессы в разной степени обострения. Наибольшие изменения произошли в организме опытных групп крыс, которых кормили жиром после жарки чак-чака, картофелем, обжаренным во фритюре.

На наш взгляд, наиболее значимым является резкое снижение содержания лейкоцитов и эритроцитов, что свидетельствует о наличии во фритюрном жире и продукции быстрого питания соединений, являющихся лейкотоксинами [527; 535; 612]. Механизмы влияния токсичных продуктов окисления на организм до конца не выяснены.

Проведенные исследования впервые выявили идентичный токсический эффект на организм, который оказывают жиры и продукты, обжаренные в них.

В свете этих исследований и тяжести физиологических последствий, требования к безопасности фритюрной продукции и жиров, используемых для ее производства, приобретают серьезный аспект, подпадая под категорию химических опасностей, ныне не регламентированных ТР ТС 021/2011.

Злокачественные опухоли являются второй по частоте (после сердечно-сосудистой патологии) причиной заболеваемости и смертности человека.

Ежегодно в промышленно развитых странах количество смертельных исходов от злокачественных новообразований достигает 30% от всех случаев гибели людей, вызванной болезнями, и эти показатели продолжают неуклонно расти, как продолжают расти и объемы потребляемой продукции быстрого питания. Вследствие этого необходимо осознать важность контроля технологического процесса, которым производители довольно часто пренебрегают, не соблюдая установленные гигиенические нормы содержания продуктов окисления, нерастворимых в петролейном эфире (СНПЭ), ориентируясь на другие показатели, не коррелирующие с безопасностью фритюрного жира, например, такие, как содержание свободных жирных кислот или органолептические показатели фритюра. Следует отметить, что испытуемые образцы фритюрного жира и фритюрной продукции отличались положительными органолептическими показателями и были сняты с производственного процесса до наступления их удовлетворительной отметки.

6.4 Оценка безопасности специальных фритюрных жиров в эксперименте на животных

В последующих клинических экспериментах исследовали интенсивность проявления патологических процессов в сердечно-сосудистой и выделительной системе в зависимости от концентрации сополимеров во фритюрном жире нового поколения «Вегафрай 05» (фирмы «Каргилл», РФ) после высокотемпературного нагрева. Целью этого эксперимента послужило то, что данный вид жира широко используется в сетях быстрого питания, таких как «McDonalds» («МакДональдс»), KFC, «Бургер Кинг» и пивной ресторан «Irish Pub» («Айриш Паб»), и кроме этого, по жирнокислотному составу близок к оптимальному. Кроме того, в ранее исследованных маслах отсутствовали искусственные антиоксиданты (Е321 бутилгидрокситолуол, комплексообразователя Е330 лимонная кислота) и пеногаситель (Е900 полидиметилсилоксан), разрешенные ТР ТС 029/2012 и СанПиН 2.3.2.1293-03, которые вносят в жир в виде раствора в пропиленгликоле

(Е 1520). Используемые пищевые добавки в количествах, разрешенных действующим ТР ТС 029/2012 [331] и СанПиН 2.3.2.1293-03 [270], обеспечивают достаточно хорошие технологические характеристики выпускаемых фритюрных жиров.

Характеристика рациона экспериментальных групп животных представлена в таблице 6.14.

Ежедневное наблюдение за животными показало, что у всех опытных групп животных наблюдается ухудшение аппетита и внешнего вида, волосяного покрова. Особенно на общем фоне выделяется опытная группа №3, которым в рацион вводились термоокисленные высоконагретые жиры с содержанием вторичных продуктов окисления (СНПЭ) – 1% . В этой группе к концу эксперимента наблюдался всплеск агрессивности.

Таблица 6.14– Характеристика рациона питания экспериментальных животных

Номер и наименование группы животных	Рацион питания	Энергетическая ценность рациона, ккал	Соотношение основных пищевых веществ в рационе Б:Ж:У [173]	Содержание СНПЭ, %
Контрольная	Привычный полноценный рацион	147	1:1:2	
Опытная группа №1	Привычный полноценный с включением включением термически окисленного жира «Вегафрай 05»	132	1:1:2	0,42
Опытная группа №2		132	1:1:2	1,04

Патологоанатомические исследования в контрольной группе крыс отклонений не выявили, в опытных группах крыс наблюдались изменения в печени, почках и сердечно-сосудистой системе, проявившиеся гиперемией печени, диффузной дистрофией почек, гиперемией сосудов.

Результаты гистологических исследований представлены в таблице 6.15 и на рисунках 6.15-6.22.

Таблица 6.15 – Результаты гистологического исследования

	Контрольная группа	1 группа	1 группа
Миокард	Структура органа на клеточном уровне не изменена	Выраженный периваскулярный отек и расслоение адвентиции	Патология: выраженный отек стенки аорты, набухание эндотелия сосуда
Печень	Структура органа на клеточном уровне не изменена	Патология: выраженная диффузная зернистая дистрофия, диапедезные кровоизлияния	Патология: зернистая дистрофия гепатоцитов, отек ткани органа. Множественные диффузные диапедезные кровоизлияния и гиперемия сосудов
Почки	Структура органа на клеточном уровне не изменена	Патология: гиперемия кровеносных сосудов, диффузная зернистая дистрофия эпителия канальцев, серозный гломерулит, выраженная гиперемия сосудов клубочка, очаговые диапедезные кровоизлияния	Патология: гиперемия сосудов, диффузная зернистая дистрофия, периваскулярные отеки, серозный гломерулит
Тонкий кишечник	Структура органа на клеточном уровне не изменена	Патология: отек, деформация и отторжение желез	Патология: выраженный отек слизистой оболочки. Деформация и разрушение желез. Очаговые парабактериальные процессы в слизистой оболочке
Толстый кишечник	Структура органа на клеточном уровне не изменена	Патология: отек слизистой оболочки, деструктуризация желез	Патология: выраженный отек всех слоев слизистой оболочки, кровоизлияния

В контрольной группе гистологическая картина указанных органов соответствует норме, изменения отсутствуют.

Для опытных групп, потреблявших в рационе окисленный фритюрный жир, характерны периваскулярные отеки миокарда, диффузная дистрофия гепатоцитов, нарушения тинкториальных свойств ткани почек, выраженный отек слизистой оболочки тонкого и толстого отделов кишечника.

Опытная группа №1

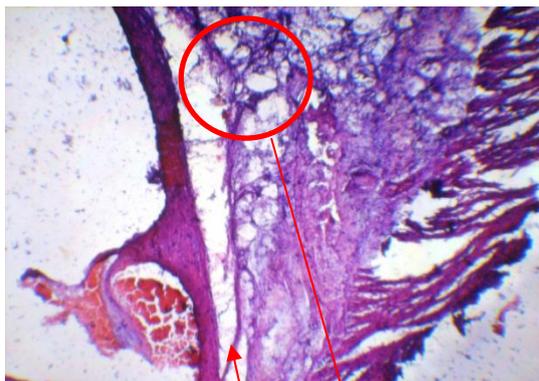


Рисунок 6.15 - Микрофотография среза миокарда, аорта 2. Выраженный периваскулярный отек и расслоение адвентиции. ГЭ x 50



Рисунок 6.16 - Микрофотография среза печени 2. Выраженная диффузная зернистая дистрофия. Периваскулярный отек. ГЭ x 150

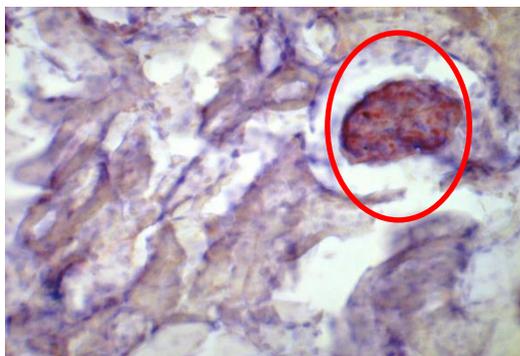


Рисунок 6.17 - Микрофотография среза почки 2. Серозный гломерулит, выраженная гиперемия сосудов клубочка, очаговые диапедезные кровоизлияния. ГЭ x 300

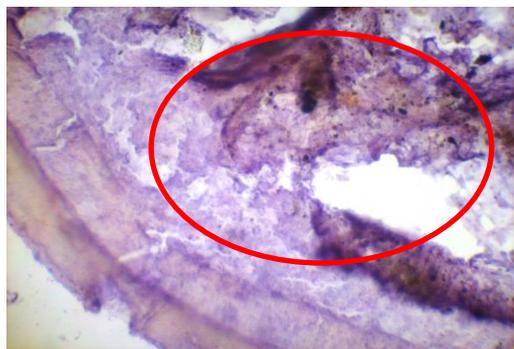


Рисунок 6.18 - Микрофотография среза толстого кишечника 2. Нарушение железистых структур слизистой оболочки. ГЭ x 150

Опытная группа №2

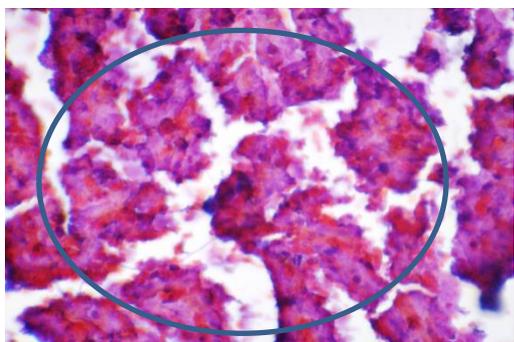


Рисунок 6.19 - Микрофотография среза печени 3. Множественные диффузные диапедезные кровоизлияния и гиперемия сосудов микроциркуляторного русла.

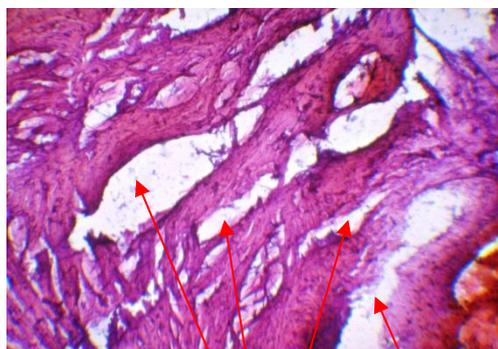


Рисунок 6.20 - Микрофотография среза миокарда, аорта 3. Выраженные очаговые явления в мышечной ткани и у стенки аорты. ГЭ x 50

ГЭ x 300

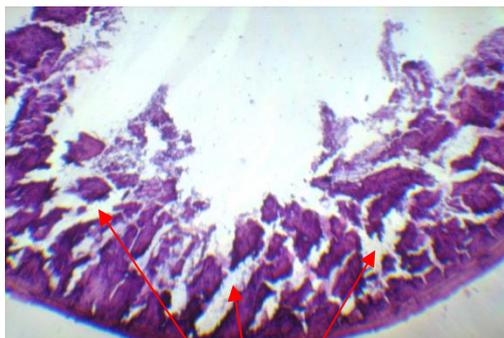


Рисунок 6.21 - Микрофотография среза тонкого кишечника 3. Выраженный отек слизистой оболочки. ГЭ x 50

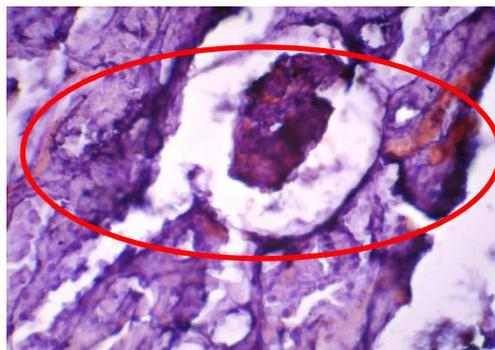


Рисунок 6.22 - Микрофотография среза почки 3. Серозный гломерулит, гиперемия сосудов клубочка и капилляров. ГЭ x 300

Проведенные исследования показали, что изменения в органах у крыс опытных групп были характерны для незначительной, но продолжительной по сроку действия интоксикации, что повлекло за собой постепенное ухудшение функций печени, усиление ферментативных процессов в ЖКТ и, как следствие, увеличение нагрузки на мочевыделительную и сердечно-сосудистую системы.

Различие в группах характеризовалось лишь степенью данных патологических процессов в зависимости от содержания сополимеров в рационе.

Анализ результатов проведенных нами исследований показал, что потребление термически окисленного фритюрного жира «Вегафрай 05», несмотря на оптимальный жирнокислотный состав, приводит к нарушениям физиологических процессов в организме даже при относительно невысоких концентрациях СНПЭ. Следует отметить, что токсичность используемого жира, возможно, могут вызывать искусственные стабилизаторы, присутствующие в нем.

Заключение по ГЛАВЕ 6

Анализ результатов серии экспериментов, проведенных более, чем на 200 опытных животных (белых крысах) с исследованием различных внутренних органов: печени, толстого и тонкого отделов кишечника, желудка, почек и миокарда, с большой долей достоверности показал негативное физиологическое влияние, которое оказывают продукты окисления жиров на организм. Все изменения в группах крыс, потреблявших индустриально произведенные продукты быстрого питания с окисленной жировой фазой и жиры, используемые для их жарки, явились проявлением угнетения кроветворной деятельности, гемодинамических и дистрофических нарушений, иммунодефицитного состояния и воспалительных процессов различной степени выраженности.

Такие разноплановые эксперименты на животных проведены впервые, включая не только гистологические исследования, считающиеся классическими, но и гематологические, которые выявили, что, попадая в организм, продукты окисления жиров вызывают серьезные изменения биохимического состава и форменных элементов крови, приводят к нарушениям в работе антиоксидантных систем защиты организма.

Проведенными экспериментами на животных доказана тесная взаимосвязь между содержанием СНПЭ и воздействием их на организм и необходимость регламентации и нормирования этого показателя в готовой продукции на этапах ее обращения и реализации для обеспечения безопасности продукции быстрого питания.

ГЛАВА 7. Научное обоснование и практические принципы обеспечения безопасности кулинарных жиров и продукции быстрого питания на их основе

7.1 Повышение безопасности фритюрных жиров с использованием адсорбента

Производство фритюрной продукции, особенно на крупных предприятиях, процесс многостадийный, сложный, с использованием высокотехнологичного оборудования. В связи с этим возникает ряд существенных требований, как к адсорбентам, так и к самой технологии очистки, которая не должна усложнять производственный процесс, легко встраиваться в любую технологическую линию.

Широкий спектр образующихся во фритюрном жире токсичных продуктов термического окислительного распада, накапливающихся в процессе жарки и наносящих серьезный ущерб здоровью потребителей, можно удалить с помощью адсорбентов. Такая очистка фритюрного жира не только значительно повышает безопасность производимой продукции, но также улучшает качество обжариваемых продуктов и, кроме того, позволяет продлить сроки эксплуатации фритюра.

Анализ литературных сведений, касающихся процесса очистки фритюрных жиров, и многочисленные собственные исследования показали [152; 287; 304; 286; 300; 299], что эффективность действия адсорбентов при очистке жиров зависит от химического состава адсорбента, наличия и структуры активных центров на его поверхности [264; 25; 38]. Исходя из того, что большинство продуктов разложения жиров полярны, для адсорбционной очистки лучше применять полярные сорбенты, обладающие достаточной активностью и селективностью.

Информационный анализ показал, что ни один из ныне выпускаемых отечественных адсорбентов непригоден для непосредственной очистки термически окисленных фритюрных жиров либо в связи с недостаточной

эффективностью, либо в связи с появлением неприятного вкуса и запаха после обработки сорбентом.

До проведения настоящей работы отечественных разработок в области адсорбционной очистки фритюрных жиров практически не существовало.

Научные исследования по разработке и оптимизации технологии очистки жиров, представленные в настоящей работе, проводились, начиная с 1998 г. и по 2015 г. включительно. В своей работе мы использовали природные образцы кремнистых, карбонатных, силикатных пород, распространенных, как на территории Саратовской области, так и других областей России.

В цели данного раздела входило:

- экспериментальным путем выбрать природные материалы отечественной сырьевой базы для создания эффективного адсорбента, позволяющего очистить термически окисленные фритюрные жиры от токсичных термостабильных продуктов окисления и сополимеризации (СНПЭ);
- разработать технологию очистки фритюрных жиров и аппаратное оформление технологического процесса;
- защитить технологические решения патентами РФ, провести промышленную апробацию нового адсорбента, рассчитать экономическую целесообразность предложенных технологий.

7.1.1 Разработка способа очистки фритюрного жира с использованием композиции адсорбентов: доломита, опоки и активированного угля

С целью выбора базового адсорбента для исследования адсорбционной очистки термоокисленного фритюрного жира были проведены предварительные (лабораторные) исследования с доступными, экологически чистыми и дешевыми природными материалами: опокой, доломитом (месторождения Саратовской области) и активированным углем марки БАУ.

Опоки – легкие плотные тонко-пористые породы, состоящие в основном из мельчайших (менее 0,005 мм) частиц кремнезема. Объемная масса составляет (1,1

– 1,6)* 10³ кг/м³, пористость достигает 55 %. Высокие сорбционные свойства, простота разработки месторождений и близость последних к дешевому водному транспорту делают опоки Поволжья ценным производственным сырьем.

Учеными г. Саратова в течение ряда лет ведутся исследования сорбционных свойств местных опок и использование их для адсорбционной очистки масел. Так, например, на Саратовском жировом комбинате для рафинации растительных масел применялась зикеевская опока.

В работе Б.Б. Кроль (Кроль, Б.Б. Нефтяное хоз-во, 3, 49, 1937) приведена характеристика ряда уральских и волжских опок применительно к очистке нефтяных масел. М.М. Куадже (Куадже, М.И. Пищевая промышленность СССР. Сб. статей и мат-в, 6/8, 74, 1947) было проведено изучение отбеливающих свойств опок из разных месторождений Саратовской области при очистке минеральных и растительных масел. Н.Н. Грязев и С.М. Раховская изучали адсорбционные свойства опок при регенерации растительных масел (Грязев, Н.Н., Раховская, С.М. Научный ежегодник СГУ, 1954). Е.М. Тимофеева и И.А. Никифоров изучали адсорбционные свойства саратовских опок (Тимофеева Е.М. Исследование адсорбционных свойств опок для очистки касторового масла. Дисс. ... к.т.н. – Саратов, 1960. – 147 с., Никифоров, И. А. Сорбционные свойства опоки: синтез, моделирование, применение: автореферат дис. кандидата химических наук : 02.00.04 / Саратовский ун-т. - Саратов, 1997. - 21 с.). Как показали результаты перечисленных исследований, опоки Поволжья могут быть ценным сырьем для очистки растительных масел.

Геология опок Поволжья изучена подробно, но адсорбционные свойства – пока недостаточно.

Прогнозируемые запасы опок составляют 309 млн. м³. Проведен поиск на участках и площадях, расположенных в Саратовском, Татищевском, Воскресенском, Красноармейском, Базарно-Карабулакском, Балашовском, Озинском и других административных районах Саратовской области.

Доломит – Ca*Mg(CO₃)₂ – широко распространенный породообразующий минерал многих типов карбонатных пород. Основные запасы карбонатных пород

сосредоточены в трех заволжских районах Саратовской области: Пугачевском, Ивантеевском и Ершовском. Наиболее подробно изучены процессы, происходящие при обжиге доломита, и влияние условий термообработки на физико-химические свойства доломита. Выяснено, что при термомодификации природного доломита возможно образование различных по составу химических соединений. В связи с этим можно предположить различную адсорбционную активность исходного доломита и его термомодифицированных форм.

Для увеличения сорбционной способности доломит и опоку подвергали термической модификации при температуре 500 °С и 200 °С соответственно. Для исследования процесса адсорбционной очистки мы применяли образцы термически окисленного пальмового масла после жарки картофеля фри в производственных условиях.

Целью работы был выбор из перечисленных природных материалов наиболее эффективных адсорбентов или их композиций. Для этого использовали адсорбенты в разных сочетаниях и исследовали образцы при идентичных условиях.

Установлены следующие параметры технологического процесса очистки термоокисленного пальмового масла:

- температура очистки 50 ± 5 °С;
- длительность контакта масла с адсорбентом 15-20 минут;
- количество адсорбента – 5-10 % от массы очищаемого пальмового масла.

Эти условия были выбраны экспериментально и на основе литературных сведений.

Технической задачей работы являлась максимальная эффективность сорбента, оцениваемая по количеству токсичных вторичных продуктов окисления, удаленных из очищаемого жира, скорость проведения процесса очистки, хорошие органолептические показатели очищенного жира: отсутствие неприятного запаха, вкуса, послевкусия, возможность использования

очищенного жира в технологическом процессе сразу после очистки без дополнительных операций.

Исходя из задач, эффективность действия адсорбентов или их композиций определяли по разнице между содержанием СНПЭ в термически окисленном пальмовом масле и его органолептическими показателями до и после контакта с адсорбентом.

Полученные результаты представлены в таблице 7.1.

Таблица 7.1– Исследование эффективности очистки по содержанию СНПЭ, %

№№ п/п	Наименование адсорбента	Массовая доля СНПЭ в пальмовом масле, %		
		Исходное масло	Термоокислен- ное масло	После очистки
1.	Активированный уголь и опока	0,04	0,98	0,23
2.	Доломит			0,31
3.	Доломит, уголь и опока			0,38
4.	Активированный уголь и доломит			0,35
5.	Опока, доломит и активированный уголь			0,21

Адсорбенты применялись по отдельности и в разных сочетаниях. Анализ данных таблицы 7.1 показывает, что содержание СНПЭ снижается после контакта масла со всеми образцами адсорбентов, использованных в опыте. Лучшие результаты по всем показателям достигаются комплексной очисткой углем, доломитом и опокой, а также углем и опокой. В этом случае снижение концентрации СНПЭ достигает 70%.

С целью уточнения параметров технологического процесса очистки термоокисленного пальмового масла с применением комплекса адсорбентов (активированного угля, доломита и опоки) были проведены дальнейшие исследования.

Существует несколько способов адсорбционной очистки масел: перколяционный и контактный.

Метод перколяции заключается в фильтровании отработанного масла через слой крупнозернистого адсорбента самотеком или под давлением. Удобства данного способа в возможности осуществления процесса адсорбции непрерывно в стационарных или передвижных адсорберах. При контактном способе адсорбент добавляют в емкость с очищаемым маслом, которая оборудована смесителем и нагревателем и обеспечивает взаимодействие двух сред в течение установленного времени. Затем суспензию масло-сорбент разделяют на одном из фильтровальных устройств или центрифугированием.

Для разработки способа очистки масла с использованием композиции адсорбентов необходимо было установить оптимальные соотношения между адсорбентом и маслом, температуру и длительность процесса очистки, кратность использования адсорбента.

Специфика работы предприятий быстрого питания, использующих фритюрную жарку, такова, что объемы производства их колеблются в широких пределах. Поэтому мы посчитали целесообразным создание такого способа очистки, который бы позволил совместить два вышеприведенных способа – контактный и перколяционный.

Литературные данные по адсорбционной очистке масла показывают, что соотношение компонентов, продолжительность и температура взаимодействия их оказывают существенное влияние на физико-химические показатели очищенного масла.

Для разработки способа очистки пальмового масла комплексом адсорбентов: опокой, доломитом и активированным углем, устанавливали оптимальные параметры очистки, опираясь на литературные и экспериментальные данные: температура, при которой ведется очистка – 40 - 100 °С, дозировка сорбента – 5-10 % от массы масла, продолжительность контакта 15-20 минут.

В работах некоторых исследователей [344] экспериментальным путем доказывается, что адсорбция продуктов окисления масла идет с максимальной скоростью в первые 5 минут контактирования масла с адсорбентом, затем скорость адсорбции снижается до незначительной величины и при дальнейшем увеличении продолжительности взаимодействия остается фактически постоянной. Поэтому параметры времени адсорбции приняли по анализу имеющихся в литературе сведений, а оптимальные режимы температуры и соотношения адсорбента целесообразно было установить экспериментально.

На рисунке 7.1 представлены полученные экспериментальные данные.

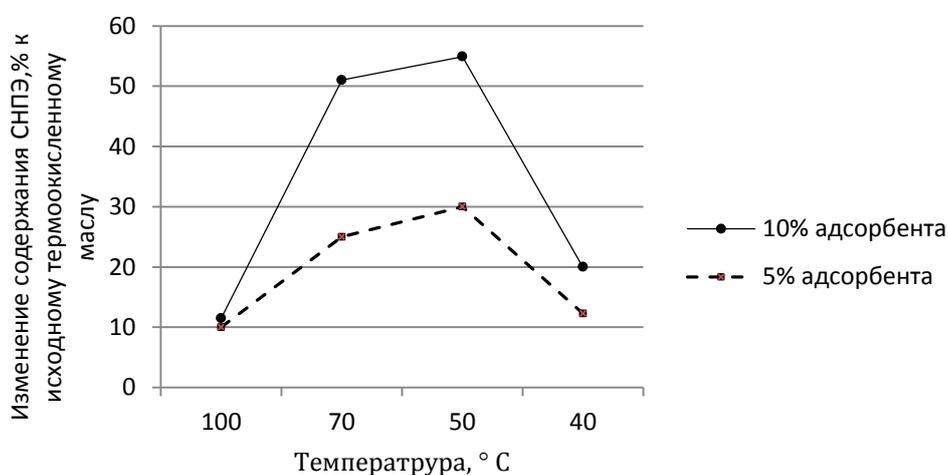


Рисунок 7.1- Результаты исследований степени очистки термоокисленного пальмового масла в зависимости от параметров проведения процесса

Исходя из данных рисунка 7.1, оптимальным является интервал температур от 50 до 70 °С. Более высокие и низкие температуры не дают существенных результатов, более низкая температура, кроме того, делает невозможным осуществление процесса адсорбционной очистки пальмового масла, вязкость которого при 50 °С существенно возрастает. Эксперимент показал, что с увеличением дозировки адсорбента увеличивается эффективность адсорбционной очистки.

На основании проведенных лабораторных исследований по очистке термоокисленного в технологическом процессе пальмового масла, взятого в

действующем предприятии, была разработана технологическая схема процесса очистки пальмового масла, представленная на рисунке 7.2.

Очищенное таким образом масло можно использовать повторно в технологическом процессе. Новизна предложенного способа очистки подтверждена патентом РФ на изобретение № 2218386.

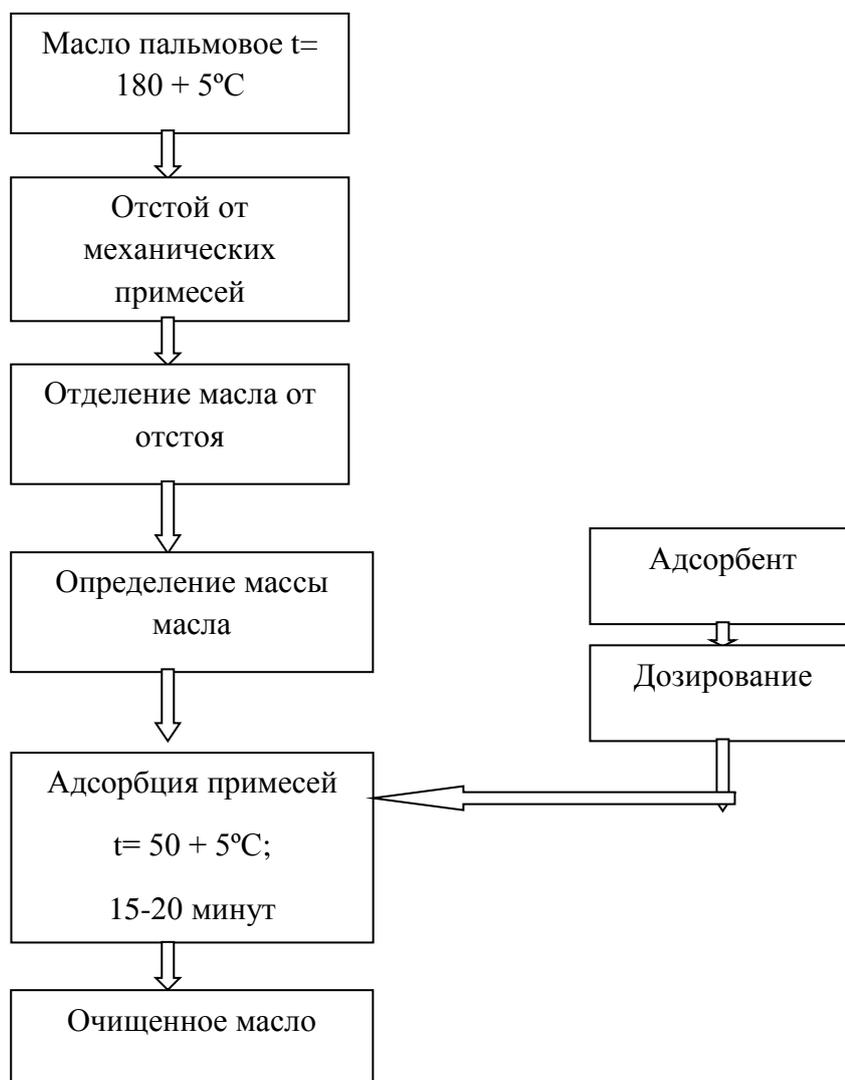


Рисунок 7.2 – Технологическая схема процесса очистки пальмового масла

Для очистки термоокисленного пальмового масла была сконструирована установка – адсорбер для очистки фритюра в условиях предприятия (Приложение А).

Адсорбер состоит из адсорбционной колонки с краном для вывода очищенного масла, имеющей водяную рубашку. Адсорбционная колонка

снабжена сеткой-вкладышем, которая необходима для удобной загрузки и выгрузки адсорбентов. Водяная рубашка имеет терморегулятор, закрепленный на ее корпусе, и краны для ввода и вывода воды, находящиеся на нижней части корпуса, а также водомер, расположенный на внешней стенке водяной рубашки.

Новизна предложенной установки подтверждена патентом РФ на полезную модель № 34531.

Установка работает согласно технологической схеме (рисунок): масло загружают в колонку, которая снабжена водяной рубашкой, и пропускают через слой адсорбентов или перемешивают адсорбент с отработанным маслом в течение 15-20 минут (в случае небольших объемов отработанного жира на предприятии). Перед этим водяную рубашку заполняют водой с помощью крана для воды и водомером измеряют уровень воды. С помощью терморегулятора устанавливают нужную температуру и нагревают. Очищенное масло выводится из адсорбционной колонки через кран.

Пальмовое масло, термоокисленное в условиях фритюрной жарки в нем картофеля и мясных полуфабрикатов, очищали согласно технологической схеме, приведенной на рисунке 7.2, на установке Приложение А.

Безопасность очищенного пальмового масла определяли по основному показателю безопасности фритюрных жиров – содержанию СНПЭ. Результаты исследований представлены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Результаты исследований очистки отработанного пальмового масла с использованием опоки, доломита и активированного угля

	Термоокисленное пальмовое масло	Очищенное пальмовое масло	
		Содержание СНПЭ, %	
			Степень очистки, %
После жарки картофеля	1,0	0,45	55
После жарки мясных полуфабрикатов для гамбургеров		0,6	40

Очищали пальмовое масло адсорбентами в сочетании: опока, доломит и активированный уголь. Адсорбенты использовали в равных долях.

Анализ данных таблицы 7.2 свидетельствует о том, что показатели безопасности термоокисленного пальмового масла после очистки его с применением композиции адсорбентов (опоки, доломита и активированного угля) заметно улучшаются.

В модельных экспериментах изучали также возможность и сроки повторного использования в технологических целях пальмового масла, очищенного после фритюрной жарки по предложенной технологии с использованием композиции адсорбентов.

Для этого подвергали холостому нагреву без продуктов образцы очищенного и исходного пальмового масла и сравнивали полученные результаты между собой. Эксперимент проводили при температуре 160-170 °С, продолжительность нагрева 6 часов.

Результаты исследований представлены на рисунке 7.3.

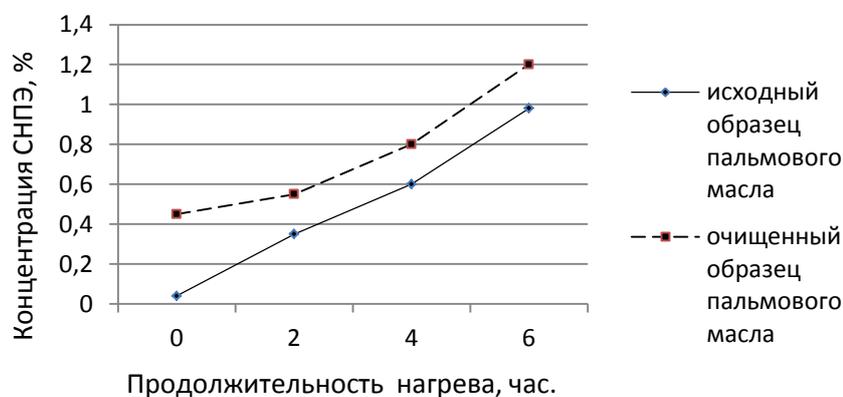


Рисунок 7.3— Результаты исследования термоустойчивости очищенного пальмового масла по сравнению со свежим

Анализ данных рисунка 7.3 показывает, что при проведении модельных экспериментов в условиях холостого нагрева очищенное пальмовое масло достигает допустимого уровня концентрации СНПЭ 1% несколько быстрее, чем

исходное пальмовое масло. Однако эта разница невелика. На основании полученных данных можно говорить о возможности использования очищенного пальмового масла в качестве фритюра повторно. Для повторного использования очищенного масла целесообразно купажировать его со свежим в соотношении не менее 1:1.

На основе проведенных исследований разработана и утверждена технологическая инструкция по способу очистки фритюрных жиров в предприятиях питания (Приложение Б).

Таким образом, обоснована целесообразность применения композиции адсорбентов из отечественного природного сырья Саратовских месторождений для очистки термоокисленного пальмового масла от токсичных термостабильных продуктов окисления; установлены технологические параметры процесса очистки; разработана схема технологического процесса с аппаратным оформлением его. Новизна предложенной модели подтверждена свидетельством РФ на полезную модель № 34531 [230]. Установлена продолжительность повторного использования очищенного масла в технологическом процессе, при этом показана целесообразность купажирования очищенного пальмового масла со свежим в соотношении 1:1. Разработана технологическая инструкция по применению предложенного способа очистки термоокисленного пальмового масла в предприятиях питания. Новизна предложенного способа очистки фритюрных жиров подтверждена патентом РФ на изобретение №2218386 [226].

7.1.2 Разработка установки для адсорбционно-ультразвуковой очистки

С целью интенсификации процесса очистки и удобства использования разработанной нами установки для очистки фритюрных жиров в предприятиях быстрого питания с высокой производительностью мы модернизировали адсорбер.

Для работы предприятий быстрого питания скорость работы оборудования является определяющей, поэтому в принятом нами техническом решении используется совмещенное воздействие на очищаемое масло эффектов адсорбции и ультразвука.

Предварительные лабораторные исследования проводили на ультразвуковых установках со следующими характеристиками (таблица 7.3).

Таблица 7.3 – Характеристика ультразвуковых установок

Характеристика УЗ установок	Наименование УЗ установок	
	УЗ – 8,3	УСУ
Мощность, Вт	50	10
Частота УЗ, кГц	35	18
Плотность мощности УЗ, Вт/см ²	2,5	1

Исследования проводили с целью установления оптимальных параметров озвучивания, обусловленных энергетическими показателями УЗ установок, и времени озвучивания с позиции получаемых результатов очистки.

Для обоих устройств продолжительность испытаний фиксировалась опытным путем, и при этом установлено, что наиболее ощутимые результаты по очистке масла наблюдались во временном интервале от 1 до 10 мин. Исходя из этого, при исследованиях степень очистки масла проверяли через каждую минуту очистки. Исследования показали, что оптимальное время обработки составляет от 5 до 10 минут, дальнейшее увеличение продолжительности очистки на ее эффективность не влияет.

В качестве адсорбентов в данных экспериментах использовали смесь опоки и доломита Саратовских месторождений в равных пропорциях, исключив активированный уголь. Соотношение «масло: сорбент» принято по предыдущим исследованиям, оптимум которого составляет 10 % сорбента от массы масла, температура 50-70 °С.

Ультразвуковая обработка очищаемого подсолнечного масла исследовалась на лабораторной установке, представленной на рисунке 7.4.

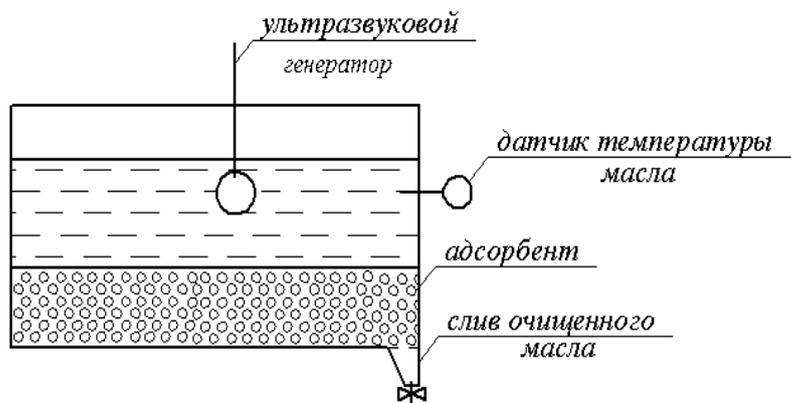


Рисунок 7.4 – Лабораторная установка для очистки масла адсорбцией в ультразвуковом поле (УЗ)

По результатам исследований была разработана технологическая схема очистки подсолнечного масла адсорбцией в ультразвуковом поле, рисунок 7.5.

Проведенные исследования по очистке окисленного подсолнечного масла показали, что содержание сополимеров (СНПЭ) уменьшается на 43 % и более [285].

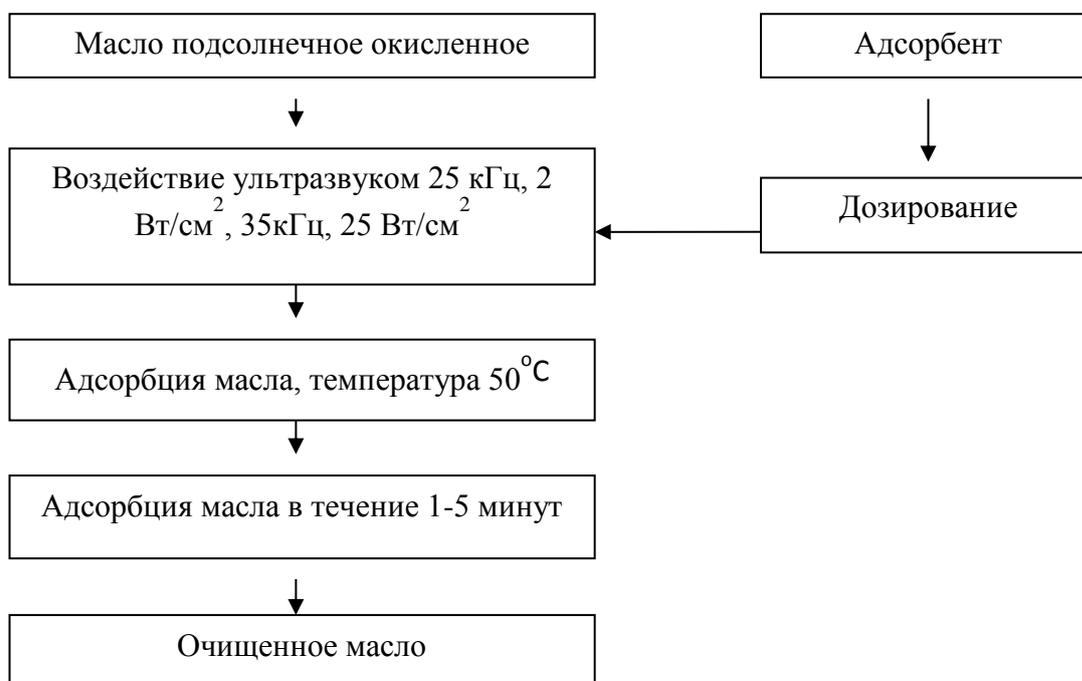


Рисунок 7.5 – Технологическая схема очистки подсолнечного масла адсорбцией в ультразвуковом поле

По итогам исследования предложена установка для адсорбционно-ультразвуковой очистки подсолнечного масла (рисунок 7.6). Исследования и разработку технологии и аппаратурного оформления проводили на окисленном в процессе хранения подсолнечном масле.

Установка для очистки подсолнечного масла в ультразвуковом поле состоит из адсорбирующей колонки 1, наполненной адсорбентом – опоко-доломитным порошком 2, снабженной заливной горловиной 3, краном для вывода жира 4 и

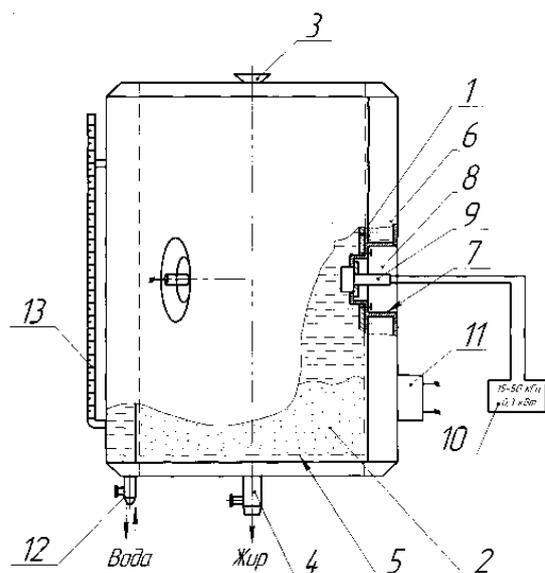


Рисунок 7.6 – Установка для очистки подсолнечного масла в ультразвуковом поле

сеткой – вкладышем 5 для улавливания крупных фракций механических загрязнений, не выпавших в осадок после отстаивания. К наружной поверхности адсорбирующей колонки 1 плотно прилегает водяная рубашка 6, имеющая окна 7, соответствующие количеству, размерам, конфигурации и расположению устройств возбуждения ультразвуковых колебаний 8, выполненных в виде пьезокерамических преобразователей 9,

соединенных с генератором 10,

обеспечивающим частоту 15...35 кГц и имеющим мощность порядка 0,1 кВт на один излучатель ультразвука. Кроме того, водяная рубашка 6 снабжена терморегулятором 11, краном 12 для ввода и вывода воды и водомером 13.

Установка работает следующим образом: очищаемое подсолнечное масло, после отстоя, через горловину 3 заливается в колонку 1, имеющую водяную рубашку 6, и примеси адсорбируются, проходя через смесь опоко-доломитного порошка 2. При этом синхронно включаются устройства возбуждения ультразвуковых колебаний 8. Излучение ультразвуковых колебаний пьезоэлектрическими преобразователями 9, соединенными через окна 7 с

генератором 10, обеспечивает акустическую волновую обработку потока масла, проходящего через адсорбирующую опоко-доломитную порошковую массу, диспергирует масло, уменьшает диффузионное сопротивление, обеспечивает более эффективную очистку продукта за счет интенсификации процесса поглощения микропримесей адсорбентом. Часть крупных взвешенных фракций и хлопьеобразных примесей оседают на сетке – вкладыше 5. В процессе очистки уровень воды в водяной рубашке 6 контролируют водомером 13, а терморегулятором 11 устанавливают заданный температурный режим. Очищаемое масло выводится из адсорбционной колонки 1 через кран 4, вода из водяной рубашки 6 сливается через кран 12. При необходимости замены адсорбирующего порошка 2 из нижней части колонки 1 извлекают сетку – вкладыш 5.

Использование в усовершенствованной конструкции установки дополнительных излучателей частотных колебаний позволяет повысить степень очистки подсолнечного масла. Данная разработка защищена патентом РФ № 2473674 [227].

7.1.3 Совершенствование способа очистки фритюрного жира с использованием композиции адсорбентов: доломита, опоки и силиката магния

Разработанные ранее способы очистки способствуют удалению из очищаемых масел токсичных продуктов окисления, но не позволяют добиться положительных результатов по улучшению органолептических показателей качества. Кроме того, эти способы предусматривают достаточно большой расход адсорбента при очистке фритюрных жиров – 10 %.

В соответствии с этим была поставлена задача подобрать такую композицию адсорбентов, на основе имеющихся разработок, которая дала бы положительные результаты, значительно повышая органолептические показатели

качества очищаемых масел при одновременном снижении количества используемого сорбента.

Зарубежные исследования подтвердили эффективность сорбентов на основе синтетического силиката магния для очистки использованных фритюрных жиров для пищевых целей [397; 399; 232]. Однако такой сорбент дорогостоящий, импортного производства, что делает его недоступным для предприятий индустрии питания, поэтому целесообразно использовать природный силикат магния отечественных месторождений. Природный силикат магния (тальк) обладает пластинчатой формой частиц. Химическая формула - $3\text{MgO} \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot 4\text{SiO}_2$. Он обладает наиболее высокой гидрофобностью из всех минералов. В пищевой промышленности зарегистрирован в качестве пищевой добавки E553b [ТР ТС 029/2012].

Запасы талькового сырья в России составляют 156,0 млн. тонн. Все они сосредоточены в Красноярском крае, Кемеровской и Иркутской областях. Прогнозные ресурсы талькового сырья оцениваются в 173,7 млн. тонн [28].

Кроме природного силиката магния, широкую известность получил глауконит. Он используется для смягчения воды и ее очистки. Установлена высокая эффективность глауконита при очистке воды от солей тяжелых металлов, ряда органических и неорганических примесей, радионуклидов, является перспективным полезным ископаемым многопрофильного применения, благодаря особенностям кристаллической структуры, которые определяют его способность к катионному обмену.

Ориентировочные запасы глауконита, согласно государственному реестру, составляют 286 млн. м³. Глауконит в пределах Саратовской области добывают в Ртищевском и Лысогорском районах (Земля Саратовская: Саратов, Энгельс, Балашов, Балаково. - М: АПН, 1985.).

Для повышения качества очистки фритюрных жиров мы использовали следующие сорбенты природного происхождения: опоку, доломит, силикат магния, глауконит в различных сочетаниях.

Соотношение «адсорбент:масло» снизили до 5 % адсорбента от массы очищаемого масла. В работе приняли следующие соотношения трехкомпонентной композиции адсорбентов: опока - 2% от массы жира; доломит - 2% от массы жира; силикат магния или глауконит - 1% от массы жира или равные доли адсорбента в двухкомпонентной композиции [30; 145; 28; 32].

Эффективность очистки оценивали, прежде всего, по показателям безопасности - концентрации СНПЭ в очищаемом масле (таблица 7.4).

Таблица 7.4 – Исследование концентрации СНПЭ в очищенном пальмовом масле

Наименование адсорбента	Массовая доля СНПЭ в пальмовом масле, %		
	Термоокисленное масло	После очистки	Степень очистки, %
Глауконит и силикат магния	1,0±0,04	0,8±0,04	20
Глауконит и силикат магния, УЗ 35 кГц		0,8±0,04	20
Глауконит и опока		0,65±0,04	35
Глауконит и опока, УЗ 35 кГц		0,7±0,04	30
Глауконит и доломит		0,7±0,04	30
Глауконит и доломит, УЗ 35 кГц		0,7±0,04	30
Опока и доломит		0,5±0,04	50
Опока и доломит, УЗ 35 кГц		0,45±0,04	55
Силикат магния		0,75±0,04	35
Силикат магния, УЗ 35 кГц		0,7±0,04	30
Опока, доломит и силикат магния		0,44±0,04	66
Опока, доломит и силикат магния, УЗ 35 кГц		0,47±0,04	63

Анализ данных таблицы 7.4 показал, что наиболее эффективным является применение комплекса адсорбентов на основе силиката магния, опоки и доломита, содержание вторичных продуктов окисления уменьшается более чем на 55-60 %.

Анализ органолептических показателей качества показал неэффективность применения в качестве адсорбента для очистки жиров глауконита и его смесей с другими адсорбентами [398]. В образцах масел, очищенных с применением опоки и доломита, наблюдалось улучшение вкуса и отсутствие неприятного запаха. Изменения органолептических показателей жиров, очищенных комплексом

адсорбентов: опока, доломит и силикат магния, наилучшие: цвет стал на несколько тонов светлее, запах и вкус соответствовали показателям свежего жира.

На основании проведенных экспериментов разработали технологическую схему очистки фритюрного жира (рисунок 7.7)

При больших объемах отработанных фритюрных жиров применяется ультразвук 35 кГц.

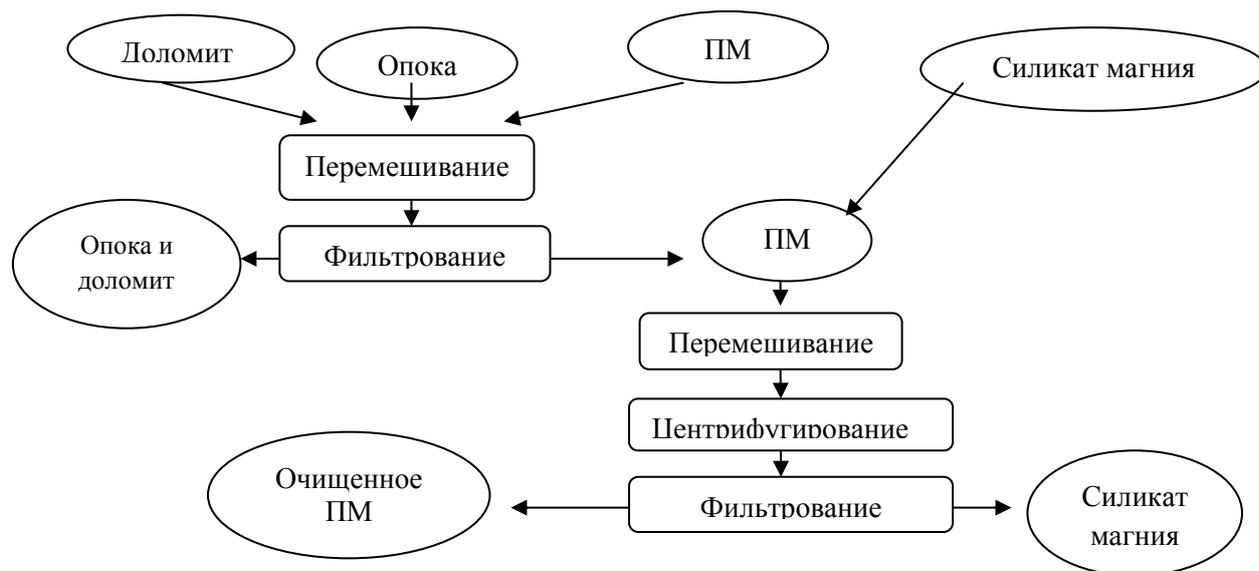


Рисунок 7.7 - Схема очистки фритюрного жира

Таким образом, по результатам оценки показателей безопасности и органолептических показателей более предпочтительна технология очистки с применением комплекса адсорбентов, состоящего из доломита, опоки и силиката магния с УЗ и без него.

На основании проведенных исследований в качестве адсорбентов для очистки наиболее целесообразно применять комплекс адсорбентов, состоящий из опоки, доломита и силиката магния. Кроме того, применение ультразвука (УЗ) 35 кГц целесообразно для интенсификации процесса очистки при больших объемах отработанного жира.

На данный способ получен патент РФ №2528030 [229]. Разработана технологическая инструкция (Приложение Б).

7.1.4 Разработка наноструктурированных адсорбентов и оптимизация технологии очистки отработанных фритюрных жиров

С целью дальнейшего совершенствования и оптимизации технологии очистки фритюрных жиров использовали имеющиеся разработки и принципиально новые технологии модификации поверхности высокодисперсных глинистых минералов.

Наноструктурные сорбенты на основе дисперсных алюмосиликатов и глин, модифицированных продуктами разложения различных органических прекурсоров, находят все более широкое практическое применение. Возможность использования наносорбентов на основе глин и алюмосиликатных пород как высокоэффективных сорбентов в индустрии питания для очистки отработанного фритюрного жира и хранившихся жиров и масел от токсичных продуктов окисления имеет высокую научно-практическую ценность [55; 97].

Наноматериалы могут производиться как путем синтеза нового материала, так и путем деформирования материала с известной структурой [246; 222]. Малый размер зерен обуславливает большую протяженность межзерновых границ раздела. Сами же зерна могут иметь различные дефекты, количество и распределение которых иное, чем в крупных зернах. Поэтому в настоящее время уменьшение размера зерен рассматривается как эффективный метод изменения свойств твердого тела.

Возможно управление свойствами получаемых нанопористых материалов за счет особенностей глинистой матрицы и процесса термического разложения прекурсора, когда образуются различные пористые и нанопористые материалы [350]. При этом можно регулировать физико-химические, в частности, структурные, характеристики материалов, которые зависят от условий термического разложения прекурсора в реакционной смеси [273; 322]. Каталитические свойства поверхности алюмосиликатов также существенно влияют на структуру нанопористых сорбентов. В результате термической

обработки в присутствии кислорода могут быть получены нанопористые материалы с высокими сорбционными свойствами.

Гранулированный сорбент для использования в пищевой промышленности более предпочтителен, дает возможность легкого отделения масла от адсорбента без существенных усилий, затрачиваемых на фильтрование, он более легкий, объемный, что значительно повышает эффективность адсорбции даже контактным способом.

Гранулированный материал изготавливали на основе природного минерального сырья: опоки, доломита, силиката магния и монтмориллонита. Использование монтмориллонита ($Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$) обусловлено наличием всех свойств, характерных для природных наноразмерных частиц со слоистой расширяющейся ячейкой. Минералы группы монтмориллонита способны извлекать из жидкостей различные загрязняющие взвешенные примеси.

В процессе адсорбции полярных веществ параметр кристаллической ячейки наносорбента, в зависимости от рода обменных катионов, электронной структуры молекул адсорбата, увеличивается на 3-10 Å°, и в межпакетное пространство внедряется один или несколько молекулярных слоев адсорбируемого вещества. Показатели элементного состава в массовых долях (%) наносорбента КТГН-4 приведены в таблице 7.5.

Таблица 7.5 – Элементный состав наносорбента

Образец	Элементный состав, массовые доли (%)											
	Ca	Si	Fe	Al	K	Ti	Mn	S	Sr	Zr	Cu	Zn
КТГН - 4	47,69	31,77	13,25	2,69	2,27	1,36	0,26	0,20	0,17	0,17	0,07	0,06

Комплексный гранулированный термомодифицированный наносорбент (КТГН-4, далее наносорбент) производится по разработанному нами ТУ 2164-002-37799972-2015 и предназначен для очистки фритюрных и хранившихся жиров от токсичных продуктов окисления.

По показателям внешнего вида и техническим характеристикам комплексный гранулированный наносорбент КТГН-4 должен соответствовать требованиям указанным в таблице 7.6.

Таблица 7.6 – Технические характеристики КТГН-4

Показатели	Ед. измерения	Характеристики	Методы испытаний
1 Внешний вид.		Серые гранулы неправильной формы	
2 Размер частиц	мм.	0,25-0,5	ГОСТ 16187
3 Влажность	%	3	ГОСТ 12597
4 Остаток на сите:			ГОСТ 16187
Сито 60	%	17	»
Сито 50	%		»
Сито 36	%		»
Сито 10	%		»
5 Прочность при истирании	%	0,2± 0,2	ГОСТ 16188
6 Насыпная плотность	г/дм ³	1,2	ГОСТ 16190

Данные показателей удельной поверхности, общего объема пор, распределения пор наносорбента КТГН- 4 по диаметрам приведены в таблице 7.7.

Таблица 7.7 – Основные показатели наносорбента КТГН-4

Образец	Удельная поверхность, м ² /г	Общий объем пор, см ³ /г	Средний радиус микропор, Å	Распределение пор по диаметрам, %			
				1.5-2.0, нм	2.0-5.5, нм	5-11, нм	Более 11 нм
КТГН-4	510	0.27	16.097	2.8	32.39	26.79	38.47

Основной задачей данного способа служило упрощение технологии очистки и отделения адсорбента от жира, увеличение количества удаляемых токсичных продуктов (СНПЭ), значительное улучшение органолептических характеристик, снижение количества адсорбента, возможность внедрения в производство.

Поставленная задача решается в способе очистки жиров и масел с использованием наносорбента КТГН-4.

Способ осуществляли на лабораторной установке в условиях кафедры «Технологии продуктов питания» Саратовского государственного аграрного университета им. Н.И.Вавилова.

Технологическая схема процесса очистки масла показана на рисунке 7.8.

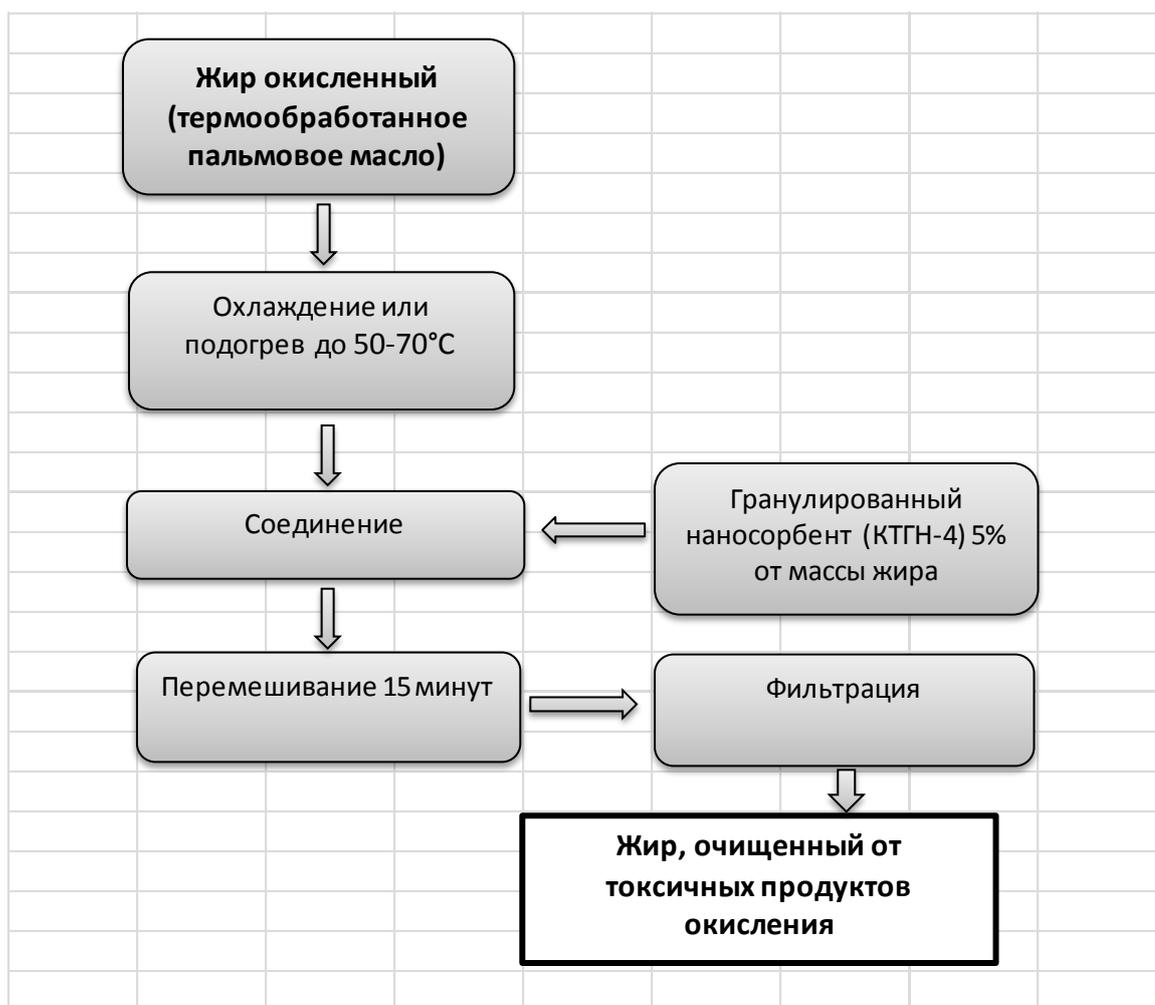


Рисунок 7.8 – Технологическая схема процесса очистки жира от продуктов окисления

Окисленный жир, в зависимости от стадии технологического процесса, подогревают или охлаждают до 70 °С, вносят наносорбент, представляющий композицию монтмориллонита, силиката магния, опоки и доломита, полученную путем синтеза и деформации природного материала с известной структурой, в количестве 5 % наносорбента от массы жира, перемешивают в

течение 15 минут при температуре 50-70°C, затем фильтруют.

По результатам исследования, содержание СНПЭ в очищенном пальмовом масле с использованием наносорбента КТГН-4 уменьшается более чем на 70 %, что значительно превосходит степень очистки, достигаемую при использовании импортных синтетических адсорбентов на основе силиката магния Magnesol XL и Dalsorb.

Применение способа очистки окисленного масла с использованием наносорбента КТГН-4 является самым эффективным из всех разработанных нами способов. На рисунке 7.8 представлен пример конкретного осуществления предлагаемого способа.

Данный способ также применим для очистки окисленных жиров и масел, не прошедших термическую обработку.

Оценить безопасность разработанной технологии очистки фритюрных жиров можно только в исследованиях на животных. Для подтверждения безопасности разработанной технологии исследовали влияние очищенного пальмового масла на организм животных при длительном потреблении на фоне сбалансированного рациона питания. В эксперименте участвовали три группы крыс: контрольная, получавшая привычный сбалансированный рацион питания и опытные группы крыс, которым жировую часть рациона заменяли свежим пальмовым маслом (опытная группа 1) и термически окисленным и очищенным с использованием предложенного комплекса адсорбентов (опытная группа 2).

Характеристика рациона экспериментальных групп животных представлена в таблице 7.8.

Визуальное наблюдение за животными не показало отклонений в поведении. Проведенные патологоанатомические исследования не выявили изменений в органах и тканях крыс всех опытных групп.

Таблица 7.8 – Характеристика рациона питания экспериментальных групп

животных

Номер и наименование группы животных	Рацион питания	Энергетическая ценность рациона, ккал	Соотношение основных пищевых веществ в рационе Б:Ж:У [173]	Содержание СНПЭ, %
Контрольная	Привычный полноценный рацион	147	1:1:2	-
Опытная группа №1	Привычный полноценный рацион с включением свежего пальмовое масло	132	1:1:2	0,17
Опытная группа №2	Привычный полноценный рацион с включением пальмового масла термически окисленного и очищенного с использованием нанорбентасорбентов	132	1:1:2	0,3

Гистологическому исследованию подвергали печень и тонкий кишечник.

Результаты гистологических исследований представлены в таблице 7.9.

Таблица 7.9 – Результаты гистологического исследования

Органы пищеварения	Контрольная группа	Группа №1	Группа №2
	Содержание СНПЭ, %		
		0,17 %	0,3 %
Печень	Структура органа в пределах физиологической нормы	Структура органа в пределах физиологической нормы	Структура органа в пределах физиологической нормы
Тонкий отдел кишечника	Структура органа в пределах физиологической нормы	Структура органа в пределах физиологической нормы	Структура органа в пределах физиологической нормы

Данные исследования показали отсутствие изменений в органах и тканях опытных животных. Структура и свойства тканей сохранены.

Таким образом, предложенная технология очистки фритюрных жиров с применением нанорбента КТГН-4 является безопасной, используемые

адсорбенты индифферентны по отношению к очищаемому жиру, а значит и к организму человека. Следует заметить, что полностью удалить токсичные вещества невозможно, поэтому, как ранее было предложено, целесообразно купажирование очищенного жира со свежим в соотношении 1:1.

Эффективность предложенной технологии оценивается как с точки зрения безопасности, так и возможности использования в реальном технологическом процессе.

С целью исследования эффективности разработанной технологии проводили оценку качества продуктов, обжариваемых в очищенном жире, используя показатели безопасности и органолептические показатели (рисунки 7.9 -7.12).

В условиях реального технологического процесса подвергали жарке при 150°C мучное изделие «Чак-чак». Пальмовое масло использовали в течение 10 часов, в течение всего времени нагрева отбирали пробы для исследования показателей безопасности и сенсорных свойств продукта.

Кинетика накопления пероксидов в процессе эксплуатации очищенного жира представлена на рисунке 7.9.

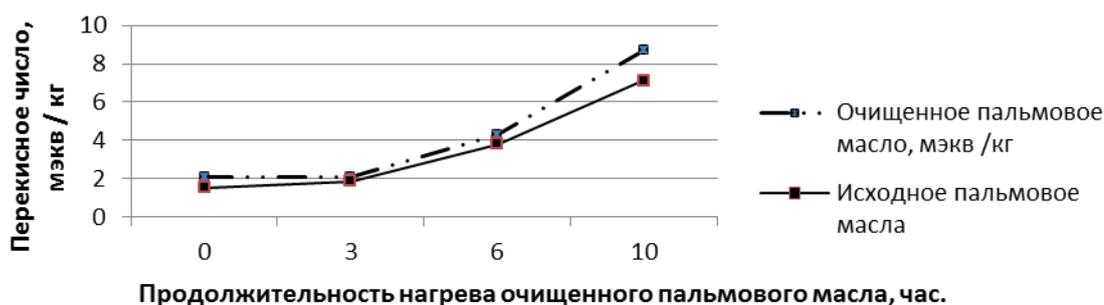


Рисунок 7.9 - Накопление пероксидов в очищенном пальмовом масле, используемом в течение 10 часов в реальном производственном процессе

При использовании в качестве фритюрного жира пальмового масла, прошедшего очистку наносорбентом, кинетика изменений перекисного числа в очищенном и свежем жире идентичны, что характеризует его достаточную термическую стабильность.

Через 10 часов непрерывного нагрева пальмового масла его перекисное число приближается к пороговому значению 10 мэкв активного кислорода / кг.

Перекисное число экстрагированного из продукта пальмового масла близко к перекисному числу масла, в котором жарили продукт, рисунок 7.10.

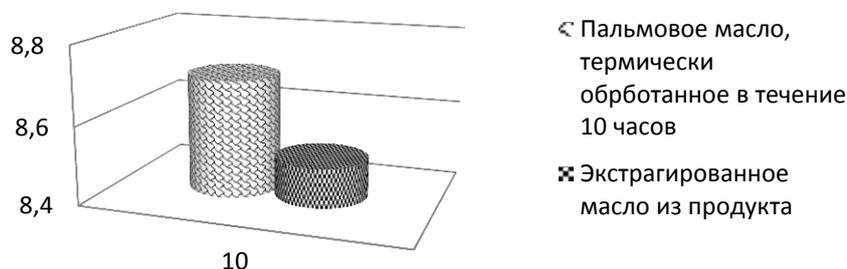


Рисунок 7.10 – Сравнительная оценка содержания пероксидов в пальмовом масле, экстрагированном из продукта и пальмовом масле, в котором жарили продукт

На рисунке 7.11 представлен график изменения содержания токсичных продуктов окисления СНПЭ в пальмовом масле без использования технологии очистки и с ее использованием.



Рисунок 7.11 - Изменения содержания СНПЭ, %, в пальмовом масле без использования очистки и с использованием очистки наносорбентом КТГН-4

Как видно из рисунка 7.11, применение предложенной технологии очистки позволяет продлить срок эксплуатации пальмового масла на 10 часов с учетом показателей его безопасности.

Таким образом, предложенная технология позволяет улучшить показатели безопасности термоокисленного фритюрного жира с целью продления срока его службы во время фритюрной жарки на 10 часов и повторного использования в

технологическом цикле после очистки, а также для подготовки отработанного фритюрного жира по показателям окислительной порчи к последующей утилизации.

Значения органолептических показателей качества мучного изделия чак-чак после жарки в очищенном масле соответствуют норме (рисунок 7.12).

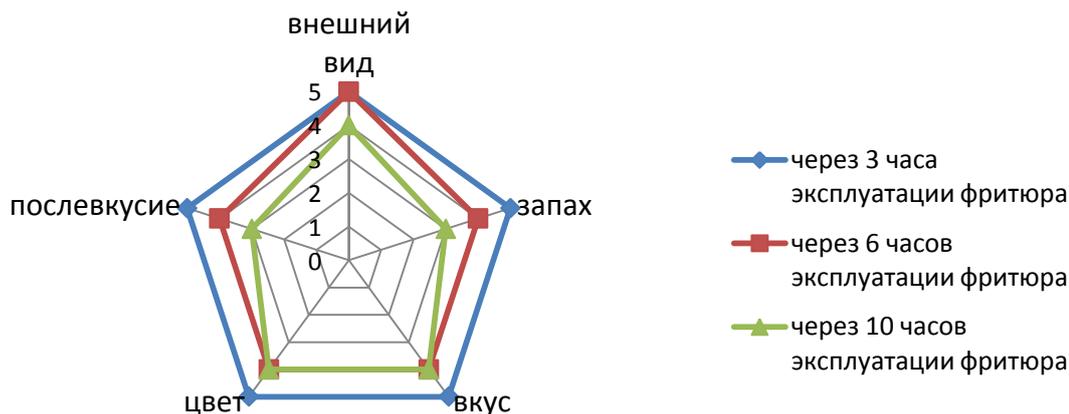


Рисунок 7.12 - Исследование органолептических показателей мучного кулинарного изделия «Чак-чак» после жарки в очищенном пальмовом масле

Таким образом, адсорбенты не ухудшают показателей безопасности обжариваемого продукта и не изменяют его органолептических свойств.

В результате выполненной работы разработан способ очистки термоокисленного фритюрного жира с использованием гранулированного наносорбента КГТН-4, преимущества которого заключаются в значительном снижении концентрации СНПЭ в очищаемом фритюрном жире— на 70 %; удобстве его применения непосредственно в технологическом процессе; возможности интенсификации процесса очистки с использованием ультразвука; легкости отделения адсорбента от жира; использовании отечественного сырья для производства сорбента; исключения токсического воздействия очищенного жира на организм.

Проведенные нами исследования показали эффективность применения термомодифицированных форм природных адсорбентов - кремнистых, карбонатных и силикатных микропористых пород – опоки, доломита, силиката магния [152; 287; 304; 286].

Данные виды адсорбентов обладают большой сорбционной активностью, небольшой маслосемкостью, индифферентны по отношению к очищаемому жиру, экологичны, дешевы, основные залежи сосредоточены на территории РФ, особенно Саратовской области. Разработанные способы очистки позволяют использовать очищенный жир в технологическом процессе сразу после очистки, без последующей его дезодорации, так как перечисленные адсорбенты имеют нейтральную или основную, а не кислую реакцию. Способы с использованием этих адсорбентов и их комплексов защищены патентами РФ № 2218386 [226], № 2473674 [227], № 2528030 [229] и позволяют очистить масло от токсичных продуктов окисления более чем на 50%.

Все разработанные способы достаточно эффективны, могут найти применение как на малых, так и на больших предприятиях.

Рисунок 7.13 иллюстрирует области применения разработанной технологии очистки жиров.

Разработанная нами технология очистки жиров наносорбентом КТГН-4 универсальна. Как показано на рисунке, области ее применения обширны. Мы рассмотрели возможность использования этой технологии на примере производства продукции быстрого питания, но существует огромный потенциал применения наносорбента в технологии очистки растительных масел от продуктов окисления на этапах хранения или подготовки к утилизации.



Рисунок 7.13 – Области применения технологии очистки жиров [303; 285; 226; 231; 227; 2013; 229; 291].

7.2 Разработка принципов антиоксидантной стабилизации жирового компонента продукции быстрого питания с учетом критериев безопасности

Из-за воздействия большого количества факторов, инициирующих окисление жиров, а также цепного механизма процессов, не существует универсального способа предотвращения окислительной порчи продуктов с большой долей жирового компонента [274]. Кроме того, технологический процесс при производстве различных видов продукции быстрого питания имеет серьезные различия. По этой причине необходимо оценивать основные факторы окисления липидов и подбирать соответствующие способы их ингибирования для конкретной пищевой системы. Ключевой способ повышения окислительной

стабильности – введение антиоксидантов. Подход к антиоксидантной защите каждой пищевой системы должен быть индивидуальным.

Например, антиоксиданты могут быть введены в жир. В некоторых видах продукции, поверхность которых хорошо развита и покрыта жиром (в основном снековые продукты: чипсы, сухарики, батончики и другие), который может легко контактировать с воздухом, нужно стабилизировать жировую фазу готового продукта с учетом применения антиоксидантов на его поверхности.

В других случаях, может использоваться принцип стабилизации жировой фазы за счет правильного баланса антиоксидантов в комбикормах животных или на этапе технологического процесса приготовления полуфабрикатов путем введения антиоксидантов в пищевую систему.

Цель раздела: исследовать различные пути введения природных антиоксидантов для стабилизации жирового компонента продукции быстрого питания в зависимости от ее вида и оценить эффективность предложенных решений.

В задачи раздела входило:

- разработать технологии внесения антиоксидантов природного происхождения в различные виды продукции быстрого питания;
- доказать эффективность действия антиоксидантов путем определения показателей безопасности жирового компонента, включая эксперименты на животных;
- разработать комплект технической документации на разработанную продукцию быстрого питания и рассчитать экономический эффект от ее внедрения;
- подобрать оптимальные условия для хранения разработанной продукции с целью ее удлинения сроков хранения.

7.2.1 Антиоксидантная стабилизация жирового компонента снековых изделий CO₂-экстрактами пряных трав

Для стабилизации жирового компонента снековых изделий, которые проходят фритюрную жарку (чипсы, пеллеты и другие), целесообразно вводить антиоксиданты непосредственно в жир.

Как было показано в предыдущих разделах работы, комплекс ингибиторов, содержащий синтетический антиоксидант бутилгидрокситолуол, комплексообразователь лимонную кислоту и кремнийорганический пеногаситель полидиметилсилоксан, позволил существенно удлинить допустимые сроки использования фритюрных жиров «Санни Голд» и "Вегафрай 05", даже при высоком содержании в этих жирах линолевой кислоты. Установлено, что применение в этих фритюрных жирах комплекса пищевых добавок в количествах, разрешенных СанПиН 2.3.2.1293-03, позволило значительно снизить скорость накопления СНПЭ до разрешенного уровня 1 %.

На рисунке 7.14 приведены исследования двух образцов жира, различающихся по степени ненасыщенности и антиоксидантной защиты. Образец 1, содержащий 12 % линолевой кислоты, не был стабилизирован антиоксидантами. Образец 2 представлял собой фритюрный жир «Санни Голд» (65,5 % линолевой кислоты), стабилизированный комплексом антиоксидантов с полидиметилсилоксаном.

Комплекс ингибиторов позволил существенно удлинить допустимые сроки использования фритюрного жира «Санни Голд», даже при высоком содержании в нем линолевой кислоты. При этом значительно снизилась скорость накопления СНПЭ до разрешенного уровня 1 %.

Желательно для стабилизации жиров использовать природные комплексы антиоксидантов, так как мнение ученых по воздействию на организм синтетических антиоксидантов - неоднозначное.

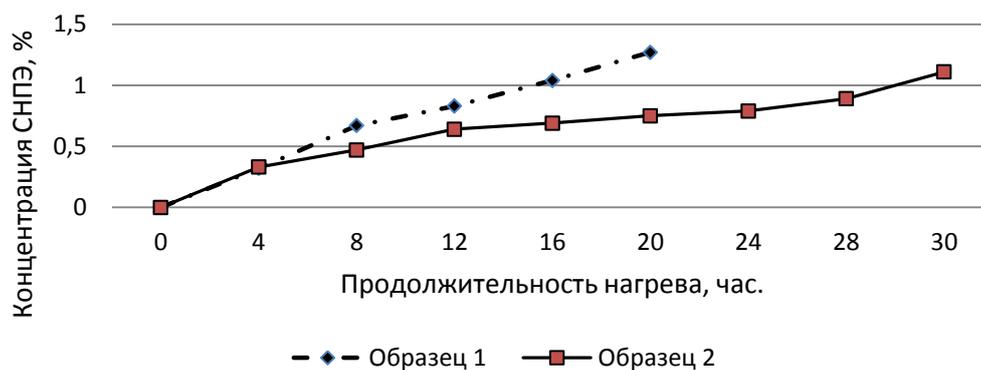


Рисунок 7.14 - Кинетика накопления СНПЭ во фритюрных жирах:

Образец 1 – жир без антиоксидантов с невысоким содержанием линолевой кислоты – 12 %;

Образец 2 – жир «Санни Голд» с комплексом антиоксидантов и пеногасителей с высоким содержанием линолевой кислоты 65,5 %.

Как известно, при производстве снеков для создания вкуса и аромата используются искусственные ароматизаторы (Е 621,627,631), а для обеспечения стабильности систем и предотвращения развития микроорганизмов во время хранения, искусственные консерванты и стабилизаторы (Е 341, 330). При этом отсутствуют антиоксиданты, целесообразность использования которых является актуальной при производстве и длительном хранении продуктов со значительным содержанием жира.

При разработке технологии антиоксидантной стабилизации жирового компонента снековых изделий использовали CO_2 -экстракты пряных трав.

Технологическая схема чипсов лепестками из натурального картофеля с CO_2 -экстрактами укропа и душистого перца представлена на рисунке 7.15.

Применение CO_2 -экстрактов, согласно проведенному литературному обзору, имеет ряд преимуществ. Разработанные нами технологии снековых изделий: сухариков и чипсов из натурального картофеля лепестками - соответствуют общепринятым технологическим схемам по производству данной категории продуктов, не усложняют технологический процесс и не требуют серьезной модернизации производства.

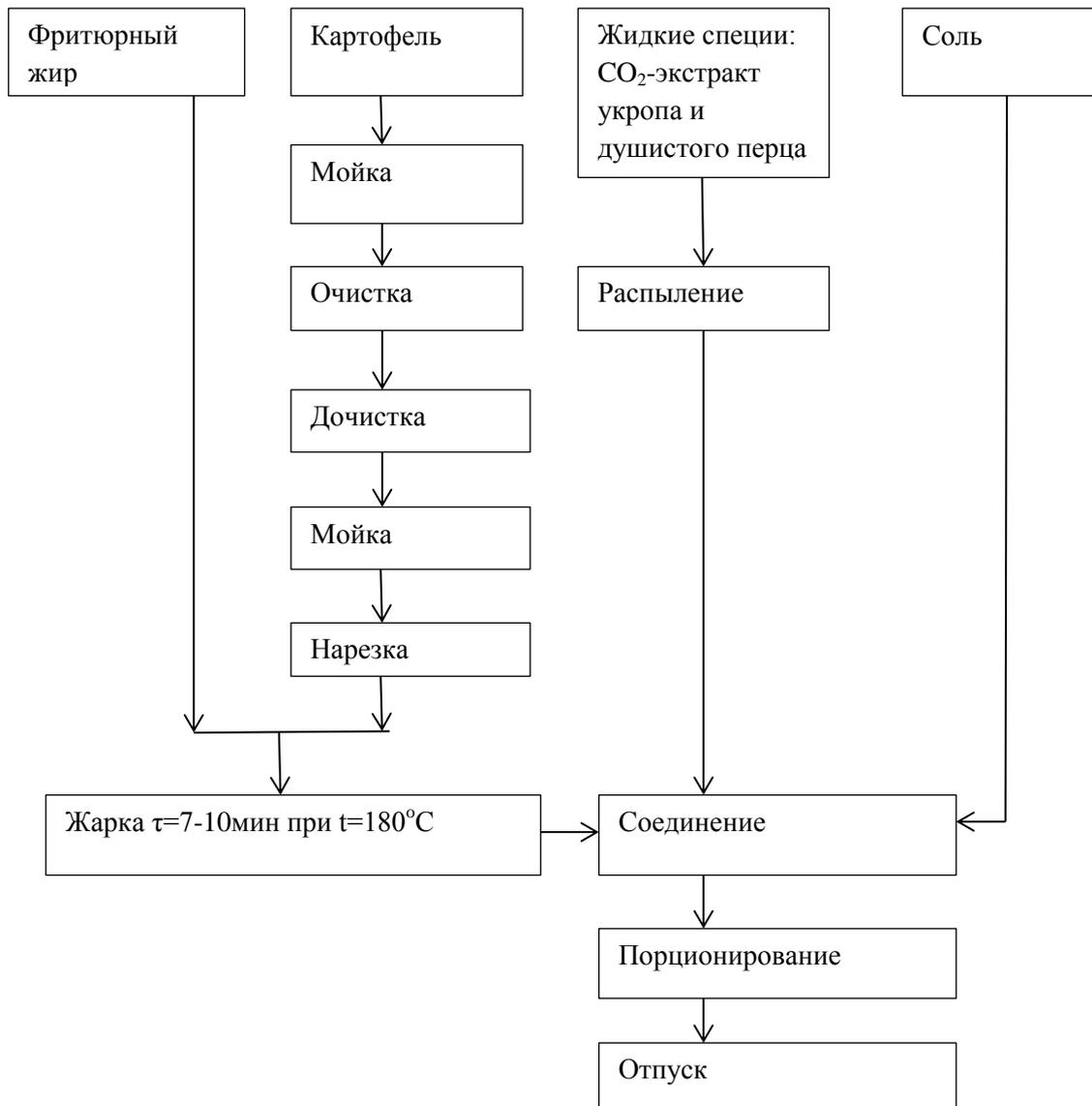


Рисунок 7.15– Технологическая схема производства чипсов из свежего картофеля с CO₂-экстрактами укропа и душистого перца

Экспериментальные рецепты чипсов лепестками из натурального картофеля с CO₂-экстрактами укропа и душистого перца и подбор оптимальной концентрации внесения антиоксиданта, представлены в таблице 7.10 и на рисунке 7.16.

Подбор оптимальных дозировок CO₂-экстрактов пряных трав (CO₂-экстракт укропа, CO₂-экстракт перца душистого) для разрабатываемых изделий, осуществлялся с использованием комплексного показателя качества пищевой

продукции по методике, предложенной А.М. Бражниковым, включавшим критерии пищевой ценности и органолептические показатели.

Таблица 7.10 – Расчет экспериментальной рецептуры чипсов лепестками из натурального картофеля с CO₂-экстрактами укропа и душистого перца

Сырье	Содержание, г				
	Контрольный образец	Концентрация CO ₂ -экстрактов, %			
			0,08	0,1	0,12
Картофель свежий продовольственный, реализуемый в розничной продовольственной сети ГОСТ Р 51808-2001	2941	2941	2941	2941	2941
Масло подсолнечное ГОСТ Р 52465-2005	350	350	350	350	350
Соль поваренная пищевая ГОСТ Р 51574-2000	20	20	20	20	20
CO ₂ экстракт укропа ТУ 10.048599-076-93	-	0,05	0,6	0,7	0,8
CO ₂ экстракт душистого перца ТУ 10.048549-110-93	-	0,03	0,4	0,5	0,6
Выход	1000	1000	1000	1000	1000

Органолептическая оценка проводилась профильным методом (для наглядности и визуального контроля рецептур) (Приложение 3) и тестерным методом для объективной оценки специфических показателей качества (гармоничность и полнота ароматической композиции изделия, равномерность распределения соли и специй, флевор, хрусткость). Выбор показателей для тестерного метода обоснован выявлением влияния технологической обработки (внесения антиоксидантов) на приемлемость показателей качества для потребителя.

Использовали традиционную технологию производства чипсов, антиоксиданты вводили после тепловой обработки, распыляя на поверхность изделия. При проведении процесса жарки жир контролировали по параметрическим характеристикам и показателям безопасности.

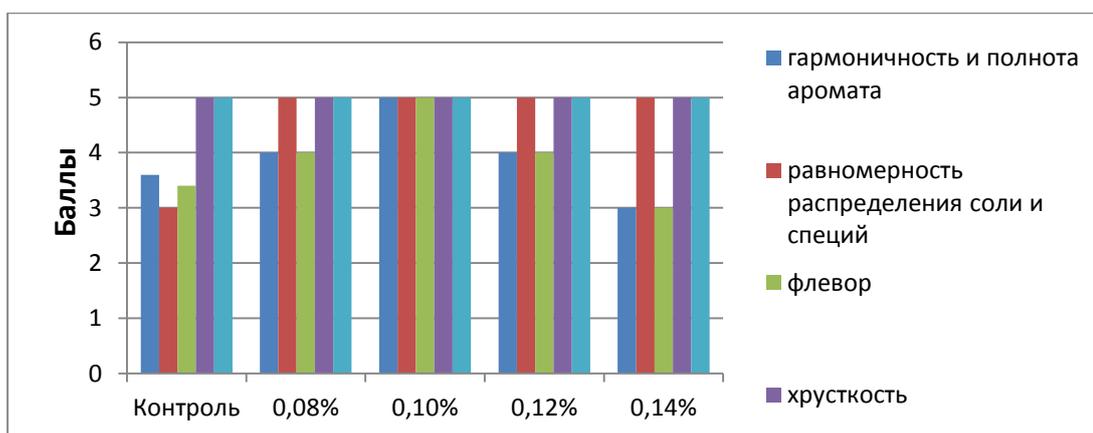


Рисунок 7.16 – Тестерная оценка определения оптимальной концентрации внесения CO₂-экстрактов в рецептуру чипсов лепестками

Анализируя данные, представленные на рисунке 7.16, можно сделать вывод, что наиболее оптимальной является концентрация CO₂-экстрактов пряных трав 0,1% [7; 111; 255].

Результаты органолептической оценки соотносятся с результатами комплексной оценки качества, которые представлены в таблице Приложения К.

$$K_{0,08\%} = 0,3 \sum m_{ai} K_{ai} + 0,7 \sum m_{bi} K_{bi} = 0,3 * 1,009 + 0,7 * 1,203 = 0,3027 + 0,8421 = 1,1448$$

$$K_{0,10\%} = 0,3 \sum m_{ai} K_{ai} + 0,7 \sum m_{bi} K_{bi} = 0,3 * 1,012 + 0,7 * 1,344 = 0,3036 + 0,9408 = 1,2444$$

$$K_{0,12\%} = 0,3 \sum m_{ai} K_{ai} + 0,7 \sum m_{bi} K_{bi} = 0,3 * 1,014 + 0,7 * 1,203 = 0,3042 + 0,8421 = 1,1463$$

$$K_{0,14\%} = 0,3 \sum m_{ai} K_{ai} + 0,7 \sum m_{bi} K_{bi} = 0,3 * 1,016 + 0,7 * 1,059 = 0,3048 + 0,7413 = 1,0461$$

Из расчетов видно, что наиболее высокий комплексный показатель качества у чипсов с концентрацией 0,1 %, следовательно, остальные исследования целесообразно вести для продукта с данной концентрацией.

Сухарики готовили из ржано-пшеничной и пшеничной муки. Опытным путем подбирали параметры технологического процесса: оптимальный температурный режим и продолжительность тепловой обработки. Технологическая схема производства сухариков представлена на рисунке 7.17.

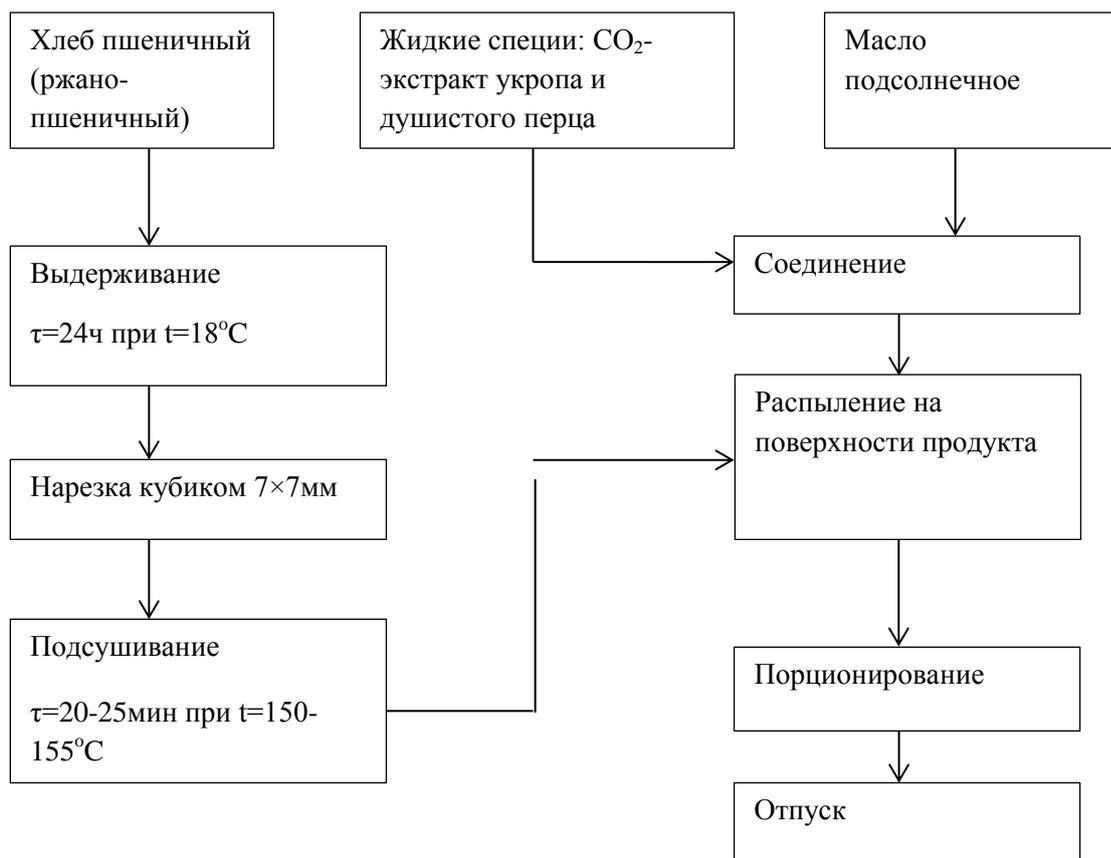


Рисунок 7.17– Технологическая схема производства сухариков с CO₂-экстрактами пряных трав

В разработанной технологии использовались рафинированное дезодорированное подсолнечное масло и CO₂-экстракты пряных трав.

Рассчитана экспериментальная рецептура сухариков с CO₂-экстрактами. Расчет рецептуры изделия представлен в таблице 7.11.

Подбор оптимальной концентрации вносимой добавки сухариков с CO₂-экстрактами пряных трав, также определялся профильным (Приложение 3) и тестерным методами.

Результаты исследований представлены на рисунке 7.18.

Анализируя данные, представленные на рисунке 7.18, можно сделать вывод, что наиболее оптимальной является концентрация CO₂-экстрактов пряных трав 0,026%, что также соответствует расчетам с использованием комплексного показателя качества.

Таблица 7.11 – Расчет экспериментальной рецептуры сухариков с CO₂-экстрактами укропа и душистого перца

Сырье	Содержание, г				
	Контрольный образец	Концентрация CO ₂ -экстрактов, %			
		0,015	0,026	0,035	0,045
Хлеб из пшеничной муки ГОСТ 27842-88	1790	1790	1790	1790	1790
или Хлеб ржаной	1790	1790	1790	1790	1790
Масло подсолнечное ГОСТ Р 52465-2005	40	40	40	40	40
Соль поваренная пищевая ГОСТ Р 51574-2000	30	30	30	30	30
CO ₂ экстракт укропа ТУ 10.048599-076-93		0,01	0,016	0,02	0,025
CO ₂ экстракт душистого перца ТУ 10.048549-110-93		0,005	0,01	0,015	0,02
Выход	1000	1000	1000	1000	1000

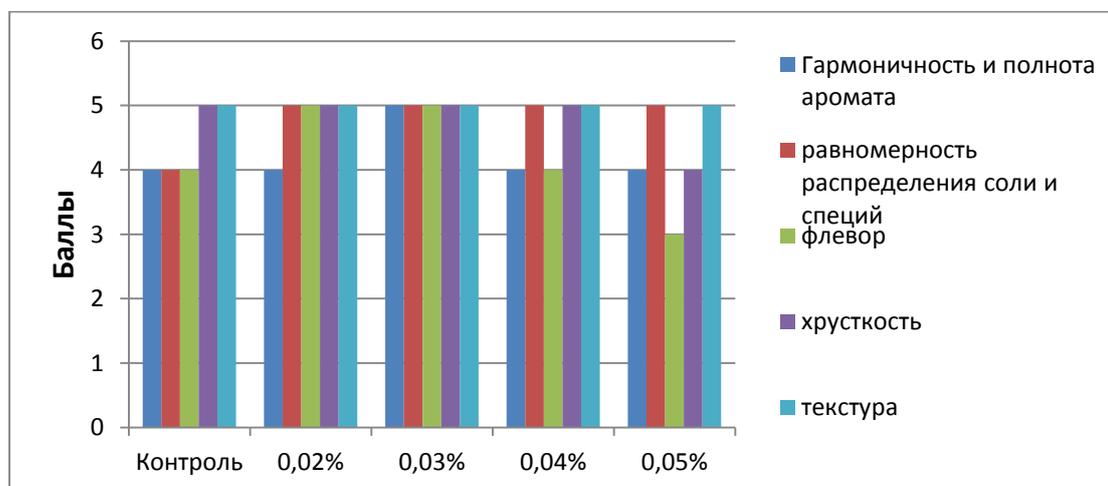


Рисунок 7.18 – Тестерная оценка определения оптимальной концентрации внесения CO₂-экстрактов в рецептуру сухариков

$$K_{0,015\%} = 0,3 \sum m_{ai} K_{ai} + 0,7 \sum m_{bi} K_{bi} = 0,3 * 1,0030 + 0,7 * 1,125 = 0,3009 + 0,7875 = 1,0884$$

$$K_{0,026\%} = 0,3 \sum m_{ai} K_{ai} + 0,7 \sum m_{bi} K_{bi} = 0,3 * 1,0045 + 0,7 * 1,175 = 0,3014 + 0,8225 = 1,1239$$

$$K_{0,035\%} = 0,3 \sum m_{ai} K_{ai} + 0,7 \sum m_{bi} K_{bi} = 0,3 * 1,0051 + 0,7 * 1,050 = 0,3015 + 0,7350 = 1,0365$$

$$K_{0,045\%} = 0,3 \sum m_{ai} K_{ai} + 0,7 \sum m_{bi} K_{bi} = 0,3 * 1,0076 + 0,7 * 0,935 = 0,3023 + 0,6545 = 0,9568$$

Из расчетов видно, что наиболее высокий комплексный показатель качества у сухариков с концентрацией 0,026 %, следовательно, остальные исследования целесообразно вести для продукта с данной концентрацией.

Проведенный анализ пищевой и энергетической ценности разработанных изделий представлен в таблицах 7.12 -7.14.

Таблица 7.12 –Анализ пищевой и энергетической ценности изделий с CO₂- экстрактами пряных трав

№, п/п	Наименование изделий	Масса, г.	Вода, г.	Белки, г.	Жиры, г.	НЖК, г.	ПНЖК, г.	Моно-и дисахариды, г.	Крахмал, г.	Углеводы, г.	Пищевые волокна, г.	Органические кислоты, г.	Зола, г.	ЭЦ, Ккал.
1	Чипсы из натурального картофеля с CO ₂ -экстрактами пряных трав	100,0	46	3,8	15,5	3,5	0,07	2,3	27,8	30,1	2,8	0,4	3,4	275,9
2	Сухарики из пшеничного хлеба с CO ₂ -экстрактами пряных трав	100	17	10,8	1,1	0,78	2,62	1,0	69,3	70,3	3,7	0,42	6,7	334
3	Сухариков из ржано-пшеничного хлеба с CO ₂ -экстрактами пряных трав	100	16,4	8,58	5,49	0,76	2,62	2,21	49,2 7	51,48	1,04	1,17	4,6	289,7

Таблица 7.13 –Анализ содержания минеральных веществ в изделиях с CO₂- экстрактами пряных трав

№, п/п	Наименование изделия	Масса, г.	Na, мг.	K, мг.	Ca, мг.	Mg, мг.	P, мг.	Fe, мг.
1	Чипсы из натурального картофеля с CO ₂ -экстрактами пряных трав	100,0	780,2	738,18	22,36	30,44	80,1	1,1
2	Сухарики из пшеничного хлеба с CO ₂ -экстрактами пряных трав	100,0	1809,3	120,9	37,04	18,9	84,7	1,5
3	Сухариков из ржано-пшеничного хлеба с CO ₂ -экстрактами пряных трав	100,0	1689,1	305,77	48,74	61,76	195,13	5,1

Таблица 7.14 – Анализ содержания витаминов в изделиях с CO₂- экстрактами пряных трав

№, п/п	Наименование изделия	Масса, г.	Токоферол-эквивалент, мг.	В1, мг	В2, мг.	РР, мг	Ниациновый эквивалент, мг.	С, мг.
1	Чипсы из натурального картофеля с CO ₂ -экстрактами пряных трав	100,0	3,8	0,17	0,12	2,3	3,4	18,0
2	Сухарики из пшеничного хлеба с CO ₂ -экстрактами пряных трав	100,0	2,4	0,14	0,04	1,17	2,86	0
3	Сухариков из ржано-пшеничного хлеба с CO ₂ -экстрактами пряных трав	100,0	2,7	0,22	0,1	1,56	3,38	0

Данные, представленные в итоговых таблицах 7.12-7.14, свидетельствуют о том, что введение CO₂-экстрактов пряных трав позволило повысить токоферол-эквивалент (ТЭ) изделий – эквивалент витамина Е, учитывающий всю группу токофероловых соединений (4 токоферола и 4 токотриенола) [311; 312].

По нашему мнению, антиоксидантом в данной пищевой системе (снековых изделиях) выступает токоферол, а его синергистами - терпеноиды фенольного ряда, присутствующие в CO₂ –экстрактах, а в чипсах, кроме того, аскорбиновая кислота.

Однако полного понимания механизма их взаимодействия пока не предложено. Требуется отдельные дополнительные исследования.

При использовании антиоксидантов учитывали их гидрофильно-липофильную природу, так как в зависимости от типа пищевой системы антиоксиданты проявляют разные свойства [450]. Наиболее эффективным является такое сочетание антиоксидантов, при котором активный компонент сосредоточен внутри дисперсной фазы, охватывая почти всю поверхность контакта фаз [274]. Вследствие этого, для разрабатываемых нами снековых изделий внесение экстрактов на последнем этапе технологического процесса наиболее эффективно. CO₂-экстракты на жировой основе достаточно хорошо смешиваются с растительным маслом, которым затем покрывают поверхность готового продукта, тем самым предотвращая процесс окислительной порчи на поверхности изделия, наиболее подверженной этому.

В соответствие с технологическим процессом была разработана схема внесения CO₂-экстрактов пряных трав в готовое изделие. В герметичном бачке растительное масло смешивается с CO₂-экстрактами пряных трав (для сухариков) или смешиваются CO₂-экстракты (для чипсов). Из бачка с помощью насоса-дозатора смесь CO₂-экстрактов или CO₂-экстрактов с растительным маслом по трубопроводу через форсунку поступают в барабан-ворошитель, в который непрерывным потоком поступает сыпучий продукт (чипсы, сухарики). В барабане-ворошителе сыпучий продукт покрывается растительным маслом с CO₂-

экстрактами специй, после чего обработанный продукт поступает в автомат, на котором происходит фасовка и упаковка изделий.

По итогам проведенной работы были разработаны и утверждены ТУ и ТИ на разработанные изделия (Приложение Е) [174].

Проведенные физико-химические исследования подтверждают соответствие разработанных изделий требованиям нормативной документации по содержанию соли, влаги, жира.

Кроме того, необходимо отметить, что при производстве чипсов и сухариков в условиях промышленных предприятий особое внимание необходимо уделять конечному этапу технологического процесса: упаковке. Для упаковки необходимо применять вакуумные пакеты из многослойных полимерных материалов, не пропускающие солнечный свет. Это позволит длительное время сохранить потребительские свойства данных изделий.

Исследования безопасности жирового компонента разработанных изделий представлены в таблице 7.15. Исследования проводились после трех месяцев хранения (гарантийный срок хранения 6 месяцев). Для хранения изделий использовали полимерные пакеты без вакуума.

Таблица 7.15 - Показатели безопасности экстрагированного жирового компонента разработанных снеков

Наименование изделия	Кислотное число, мг КОН/г	Перекисное число, мэкв активного кислорода/кг	Содержание полимеров (СНПЭ), %
Чипсы из натурального картофеля с CO ₂ -экстрактами	0,35±0,04	5,3±0,24	0,61±0,08
Сухарики CO ₂ -экстрактами	0,41±0,03	4,2±0,18	0,54±0,07

Проведенные исследования показали, что накопление свободных жирных кислот и пероксидов остается в пределах норм, концентрация СНПЭ не

превышает допустимого уровня 1 % даже в чипсах, прошедших фритюрную жарку и последующее хранение в течение 3-х месяцев без специальной упаковки.

Таким образом, существует потенциал использования CO₂-экстрактов пряных трав для стабилизации жирового компонента снековых изделий: чипсов и сухариков.

7.2.2 Антиоксидантная стабилизация липидов карпа и продукции быстрого питания из него

Другой способ практической реализации применения CO₂-экстрактов, в частности, розмарина, использовали для стабилизации липидов карпа и разработке рыбных полуфабрикатов высокой степени готовности, жареных во фритюре.

В качестве экспериментальной модели использовали прудового карпа. Карп широко применяется в индустрии питания, липиды карпа богаты полиненасыщенными жирными кислотами [148; 260], однако ненасыщенная природа липидов карпа оказывает при автолизе негативное влияние на окислительную стабильность [464; 139; 47; 320; 501; 279; 495; 417; 495; 614; 518; 462; 605; 379; 434; 470; 274; 497; 39; 365].

Поступление с кормом антиоксидантов усиливает и сохраняет от разрушения систему биоантиоксидантов, в том числе, повышаются резервы витаминов С и Е в рыбной продукции [147; 254; 125; 251; 9; 268; 320; 341; 361; 339; 333].

Сущность предлагаемого нами способа – в непрерывном ингибировании окисления липидов на всех этапах: от выращивания рыбного сырья, богатого липидами [308; 199; 347; 11] до производства из него полуфабрикатов высокой степени готовности, жаренных во фритюре.

Предлагаемый нами способ предполагает разработку физиологически сбалансированного рыбного комбикорма антиоксидантной направленности с использованием шрота из расторопши и CO₂ - экстракта розмарина (таблица 7.17)

и исследование его влияния на товароведно-технологические свойства рыбной продукции [361].

Разработку рецептуры корма, балансирование состава питательных веществ, проводили на основе известных потребностей карпа с определением норм ввода различных компонентов [40].

Для определения вносимой концентрации CO_2 -экстракта розмарина в состав корма был проведен эксперимент, в котором три опытных группы рыб – карпа - в течение месяца потребляли корм с различными концентрациями розмарина (0,03; 0,05; 0,08г на 100 г корма), 4 группа - контрольная - потребляла обычный карповый комбикорм. В каждой группе было по 5 рыб средней массой 412 г.

В таблице 7.16 показаны поведенческие аспекты всех групп рыб.

Таблица 7.16 - Поведенческие аспекты групп рыб, потребляющих различные концентрации CO_2 -экстракта розмарина

Концентрация CO_2 -экстракта розмарина, %	Поведение групп рыб
0,03	Группа охотно поедала корм утром, менее охотно во второй половине дня; активная в первой половине дня; умеренно прибавляла массу
0,05	Группа охотно поедала корм утром и во второй половине дня; очень активная; хорошо прибавляет в массе
0,08	Группа неохотно поедает корм; мало активная; плохо прибавляла массу
Карповый комбикорм	Группа охотно поедала корм; активная; умеренно прибавляла массу

Как видно из таблицы 7.16, худшие поведенческие показатели были у группы потребляющей CO_2 -экстракт розмарина в концентрации 0,08 г на 100 гр карпового комбикорма.

В результате исследований было выявлено, что увеличение в концентрации CO_2 -экстракта розмарина приводит к снижению значений рыбоводно-биологических показателей.

Лучшие поведенческие показатели были у группы потребляющей CO₂-экстракт розмарина в концентрации 0,05 г на 100 гр карпового комбикорма. Темп роста у данной группы был одинаково высоким на всем протяжении опыта, что подтверждает эффективность этой нормы содержания CO₂-экстракта в карповом комбикорме.

Исходя из проведенного эксперимента, для получения опытного корма антиоксидантной направленности кормовую смесь обогатили вышеуказанными антиоксидантами в следующем соотношении компонентов, %: 90,8 – карповый комбикорм; 9,15 – шрот из расторопши; 0,05- CO₂-экстракт розмарина. Содержание пищевых веществ комбикорма с добавлением шрота из расторопши и CO₂ – экстракта розмарина представлен в таблице 7.17.

Таблица 7.17 – Содержание пищевых веществ разрабатываемого комбикорма

Питательные вещества	Содержание, %	Норма, %
Сырой протеин	36,8	30-38
Сырой жир	4,2	2-5
Сырая клетчатка	6,9	4-7
Сырая зола	4,06	4-7
Лизин	1,82	1,8-2
Метионин	0,98	0,8-1,0
Триптофан	0,23	0,2-0,3

Полученный комбикорм проверяли на соответствие органолептическим показателям по ГОСТ Р 51-899-202 - Комбикорма гранулированные. Общие технические условия. Учитывая, что кормление рыбы проводится в воде, при определении качества комбикорма, наряду с внешними признаками, необходимо было исследовать его разбухаемость и водостойкость по ГОСТ Р 51899-2002.

Таблица 7.18 – Органолептические и физические показатели опытного комбикорма

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид	Гранулы цилиндрической формы с матовой поверхностью без трещин
Цвет	Соответствующий цвету рассыпного комбикорма, темно-коричневый
Запах	Соответствующий комбикорму, преобладает запах CO ₂ – экстракта розмарина
Водостойкость, мин	15-16
Разбухаемость, мин	27

Таким образом, разработан рыбный комбикорм с антиоксидантами, сбалансированный по основным пищевым веществам и обладающий хорошими органолептическими и технологическими показателями.

На следующем этапе были сформированы две группы двухлеток карпа – опытная и контрольная, по 14 штук в каждой.

В ходе эксперимента и в контроле, и в опыте наблюдали прирост массы, однако в группе, потреблявшей комбикорм с добавлением шрота из расторопши в сочетании с CO₂ – экстрактом розмарина, он был выше, чем в контрольной группе.

Результаты взвешиваний двухлеток карпа представлены в таблице 7.19 и на рисунке 7.19.

Таблица 7.19 - Рыбоводно-биологические показатели опытной и контрольной группы карпа [247; 163; 255]

Показатели	Группы	
	Контроль	Опыт
Масса, г		
начальная	390	388
конечная	469	479
Абсолютный прирост, г	79	91
Среднесуточный прирост, г	1,03	1,19
Среднесуточная скорость роста, %	3,94	5,73
Коэффициент массонакопления, ед	1,04	1,19
Выживаемость, %	71,4	71,4

При кормлении карпа разработанным комбикормом улучшаются рыбоводно-биологические характеристики выращиваемой рыбы: вес, поведенческие аспекты, внешний вид по сравнению с контрольной, выращиваемой на обычном комбикорме [41; 58; 10; 183; 170; 4; 4 116; 26; 593; 623; 410].

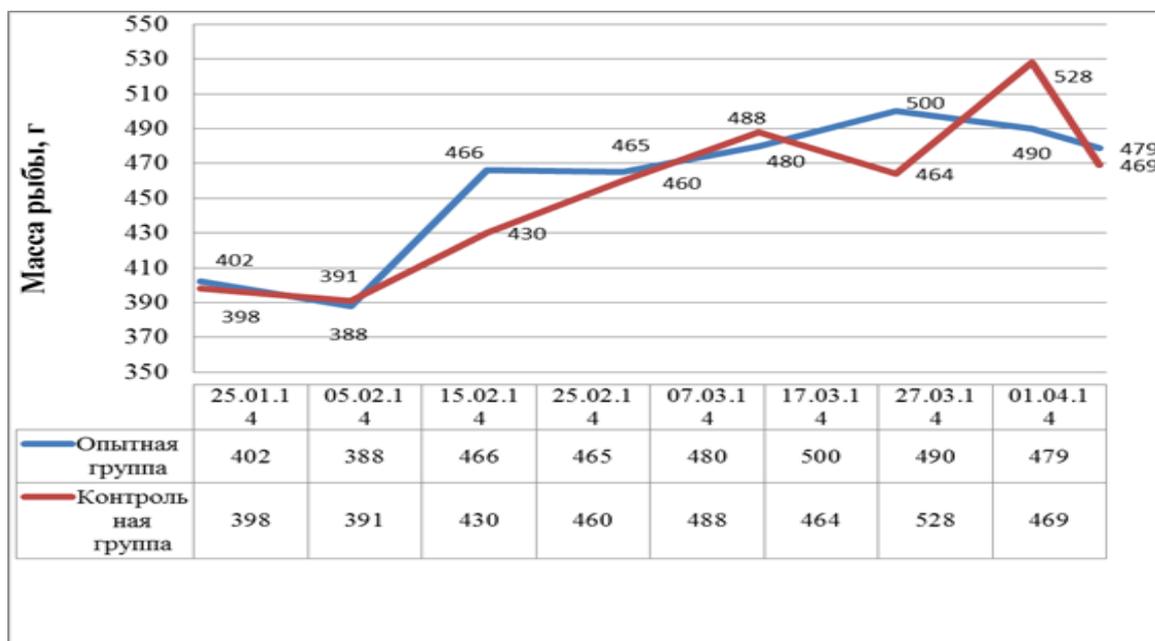


Рисунок 7.19 - Динамика живой массы карпов опытных групп относительно контроля

Так же следует отметить и некоторые поведенческие аспекты. Группа, выращиваемая на комбикорме с добавлением шрота из расторопши и CO_2 – экстракта розмарина, была подвижной и хорошо поедала корм, в отличие от группы, вскармливаемой обычным комбикормом. Контрольная группа неохотно поедала корм, была менее активной, слабо реагировала на внешние раздражители.

Все рыбы на протяжении эксперимента были здоровы. Однако у рыбы контрольной группы чешуя была матовая, а тело плотное, но не эластичное. У рыб опытной группы чешуя была цельная, блестящая, с перламутровым оттенком, характерной окраски, глаза блестящие, не запавшие в орбиту, плавники цельные, тело плотное, эластичное.

Для изучения физиологического состояния выращенных групп рыб проводили исследования биохимических показателей крови.

Кровь является одной из самых динамичных систем организма, которая осуществляет питание, дыхание всех органов, снабжает их гормонами, ферментами, витаминами и другими гуморальными веществами, без которых невозможно нормальное функционирование организма. Кровь у рыб отбирали прижизненно из сердца [46; 126; 219]. Результаты биохимического анализа крови у рыб представлены в таблице 7.20.

Исследования крови выращенных рыб позволили установить, что применение разработанного корма с антиоксидантной направленностью не оказывало влияния на ее биохимические показатели.

Таблица 7.20 - Средние показатели биохимического анализа крови опытной и контрольной группы рыб

№	Показатель	Единицы измерения	Полученный результат контрольной группы	Полученный результат опытной группы
1	2	3	4	5
1	Билирубин общ.	мкмоль / л	-	4,6
2	Билирубин прямой	мкмоль/л	-	1,3
3	АсТ	Ед./л	109,9	183,0
4	АлТ	Ед./л	42,1	15,5
5	Белок общ.	г/л	62,6	56
6	Креатинин	мкмоль/л	-	49,9
7	Мочевина	ммоль/л	6,7	2,8
8	Мочевая кислота	мкмоль/л	257,8	115,7
9	Глюкоза	ммоль/л	6,7	6,5
10	Кальций	ммоль/л	2,90	3,25
11	Фосфор	ммоль/л	1,51	2,23
12	Магний	ммоль/л	1,26	1,63
13	Натрий	ммоль/л	-	189,9
14	Калий	ммоль/л	-	6,5
15	Железо	мкмоль/л	-	28,4

Таким образом, применение корма для карпа антиоксидантной направленности, сбалансированного по основным элементам питания, положительно отражается на анализе крови и в общем физиологическом состоянии выращенных рыб.

С целью более глубокой оценки изменений, происходящих в организме, был проведен гистологический анализ мышечной ткани рыб.

Гистологические срезы тканей рыбы показали, что жиры и жироподобные вещества в мышечной ткани рыб из опытной группы в сравнении с контрольной группой больше по размерам и количеству. Так, из рисунка 7.20 видно, что жиры и жироподобные вещества контрольной группы представлены в виде единичных капель, в то время как жиры и жироподобные вещества в тканях опытной группы (рисунок 7.21) равномерно распределены в мышцах, крупнее по размеру и содержатся в большем количестве, что улучшит вкусовые и технологические свойства рыбы.

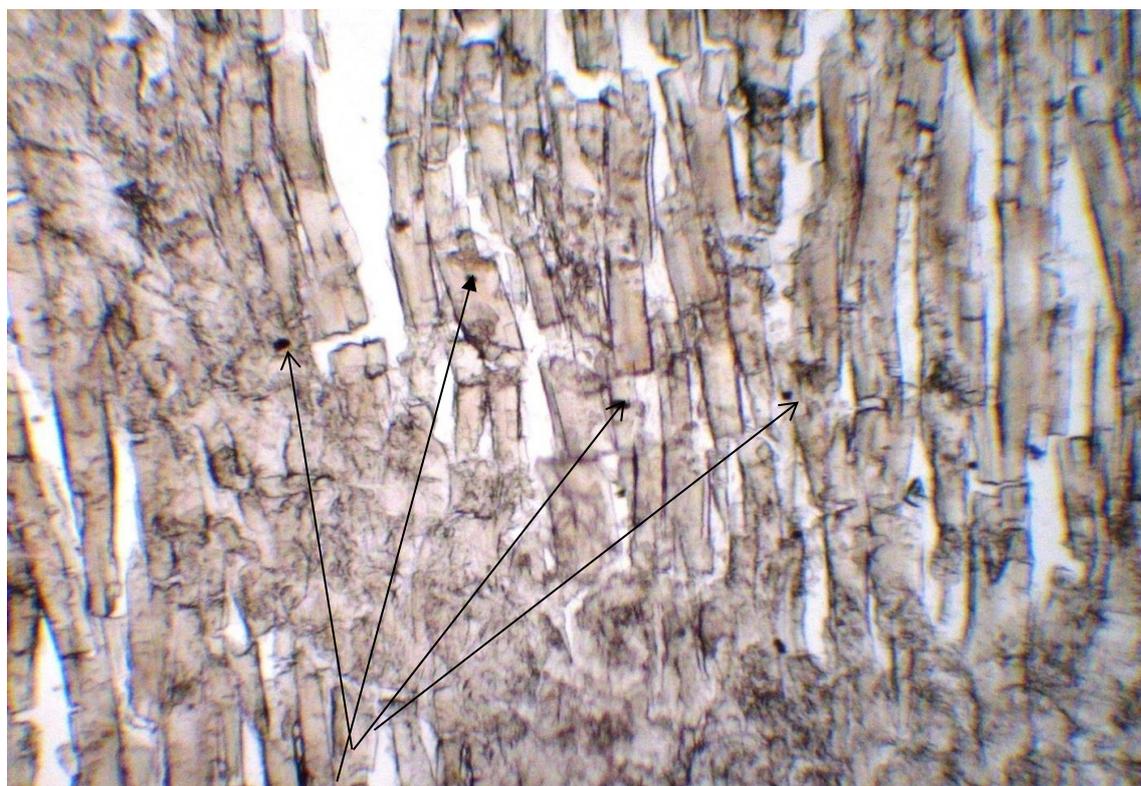


Рисунок 7.20 - Микрофотография среза ткани карпа. Мелкие капли жиров и жироподобных веществ контрольной группы

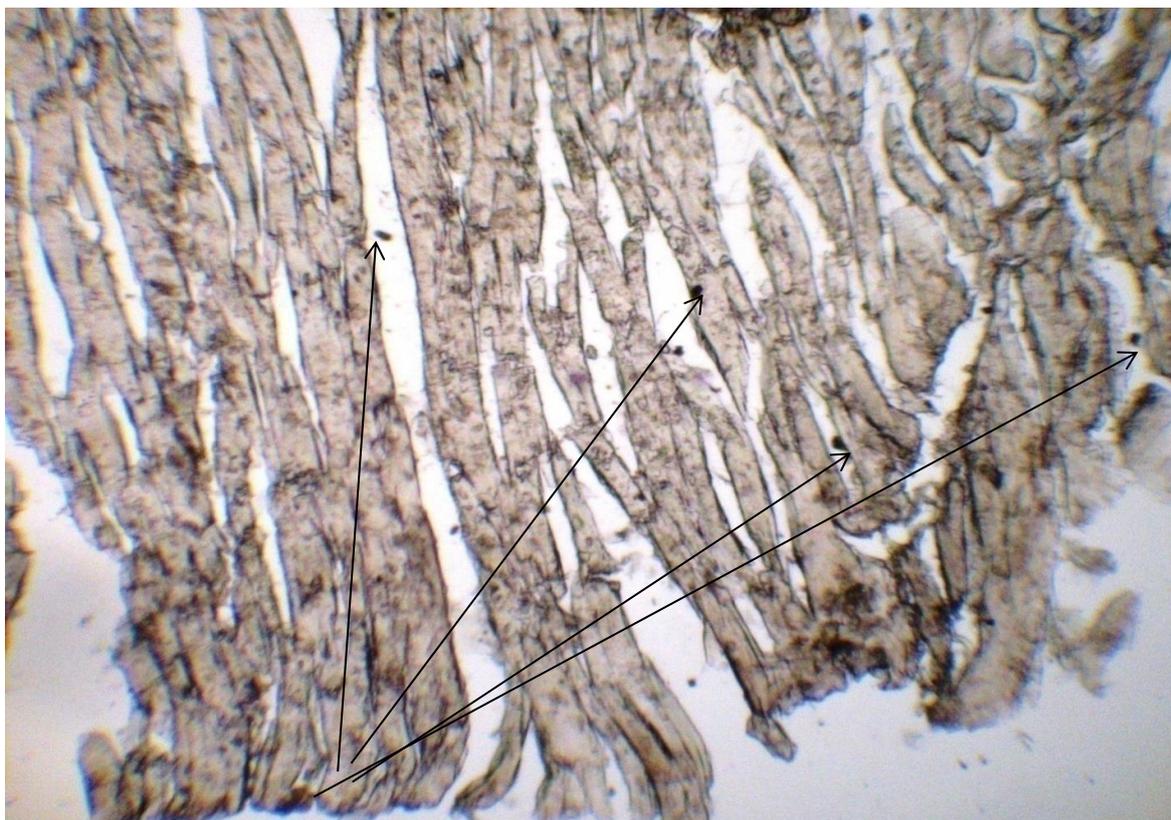


Рисунок 7.21 - Микрофотография среза ткани карпа. Жиры и жироподобные вещества опытной группы

В эксперименте участвовало 20 рыб контрольной группы и 20 рыб опытной группы. В таблице 7.21 показаны минимальные и максимальные размеры жироподобных веществ контрольной и опытной групп [622; 402].

Таблица 7.21 - Размеры жироподобных веществ контрольной и опытной опытной групп карпа

Группа рыб	Площадь, мкм ²		Периметр, мкм		Ср. размер, мкм	
	Минимум	Максимум	Минимум	Максимум	Минимум	Максимум
Контрольная группа 1	5,679±0,003	9,872±0,003	8,486±0,003	11,142±0,003	2,794±0,003	3,694±0,003
Контрольная группа 2	0,084±0,003	9,521±0,003	1,828±0,003	11,433±0,003	2,156±0,003	3,688±0,003
Опытная группа 1	3,708±0,003	13,279±0,003	7,155±0,003	13,552±0,003	2,344±0,003	4,316±0,003
Опытная группа 2	4,376±0,003	16,135±0,003	7,586±0,003	14,604±0,003	2,458±0,003	4,747±0,003

Из таблицы 7.21 видно, что размеры жировых капель в тканях опытной группы больше, чем контрольной в среднем на 60,385 микрометра [150; 267].

В процессе приготовления полуфабрикатов проводили исследования качественного состояния рыбного сырья [77].

Исследовали жирнокислотный состав жировой фазы, выделенной из карпа (таблица 7.22).

Исследование жирнокислотного состава жировой фазы, выделенной из продукта, показало, что соотношение и количество жирных кислот несколько меняется. В опытной группе немного увеличивается содержание насыщенных кислот по отношению к ненасыщенным, что благоприятно сказывается при хранении рыбного сырья. Содержание линолевой кислоты становится меньше. Вместе с тем наблюдается повышение количества олеиновой кислоты, оказывающей благоприятное действие на поддержание иммунитета организма [546; 477].

Таблица 7.22 - Жирнокислотный состав жировой фазы, выделенной из продукта

Обозначение жирной кислоты	Наименование Жирной кислоты	Результаты испытаний		НД на метод испытания	Погрешность метода
		Контрольная группа	Опытная группа		
C 12:0	Лауриновая	0,1	0,1	ГОСТ Р 51483-99	При содержании искомых веществ: менее 5% - 0,28 %; равном или более 5 % - 1,42 %
C 14:0	Миристиновая	1,2	1,6		
C 16:0	Пальмитиновая	15,4	15,9		
C 16:1	Пальмитолеиновая	3,8	4,2		
C 18:0	Стеариновая	3,8	4,7		
C 18:1	Олеиновая	31,5	32,4		
C 18:2	Линолевая	41,9	39,0		
C 18:3	Линоленовая	0,2	0,3		
C 20:0	Арахидиновая	2,0	1,7		

Таким образом, балансируя рацион карпа, можно варьировать соотношение и количественный состав жирных кислот.

Из показателей, характеризующих безопасность продукта, определяли перекисное и кислотное число.

В процессе хранения свободные жирные кислоты накапливаются вследствие гидролиза мышечных липидов под воздействием тканевых липаз.

В таблице 7.23 указано содержание перекисей и свободных жирных кислот жирового компонента в опытной и контрольной группе рыб [279].

Таблица 7.23 - Содержание перекисного и кислотного числа в опытной и контрольной группе рыб

Наименование показателя	Единица измерения	Результаты испытаний		Погрешность метода
		Контрольная группа рыб	Опытная группа рыб	
Кислотное число	мг КОН / г	10,3	6,4	±7% отн.
Перекисное число	мэкв активного кислорода / кг	2,92	2,78	±14% отн.

Из таблицы 7.23 видно, что содержание свободных жирных кислот в опытной группы рыб меньше контрольной группы почти в 2 раза. Это говорит о том, что при хранении гидролитические процессы в тканях опытной группы рыб происходят медленнее. Тем не менее, накопление свободных жирных кислот в липидах рыбы довольно интенсивное.

Содержание пероксидов в обеих группах соответствует нормам - не более 10 мэкв / кг - и в опытной группе меньше, чем в контрольной.

Таким образом, изменение жировых компонентов рыбы после кормления кормом, содержащим природные антиоксиданты, характеризовалось снижением перекисного и кислотного чисел.

Результаты исследования свидетельствуют о явном влиянии способа антиокислительной стабилизации рыбного сырья путем введения в корм антиоксидантов на изменения жирнокислотного состава опытной группы рыб. Это позволяет не только выпускать безопасную пищевую рыбную продукцию более высокого качества, но и сводить к оптимальному балансу омега-3 к омега-6 жирным кислотам.

Для разработки рецептуры полуфабрикатов рыбных высокой степени готовности для централизованного производства с пролонгированным сроком хранения в лабораторных условиях приготавливались полуфабрикаты (крокеты из рыбы), жаренные во фритюре, без добавления СО₂-экстракта розмарина (контрольный образец) и с его добавлением (опытный образец).

Целью введения в рецептуру растительных ингредиентов служило повышение безопасности и улучшение органолептических характеристик продукции быстрого питания из рыбного сырья, а также увеличение сроков его хранения [139; 47; 14; 151].

Выбор модели исследований - крокет рыбных, жаренных во фритюре – обоснован популярностью у потребителей быстрозамороженных рыбных кулинарных изделий, таких как, рыбные палочки, котлеты, биточки, фрикадели [319; 37; 323; 342; 190; 316], и расширением ассортимента данной группы изделий.

Полуфабрикаты высокой степени готовности (крокеты фри) готовили из рыбного сырья, выращенного с использованием разработанного нами комбикорма антиоксидантной направленности для получения рыбного сырья с заданными свойствами по рецептуре, приведенной в таблице 7.24. В качестве антиоксиданта применили СО₂-экстракт розмарина.

Таблица 7.24 – Рецептура приготовления крокет

Компонент	Масса нетто, кг		
	Концентрация СО ₂ -экстракта розмарина в фарше, %		
	0,03	0,04	0,05
Рыба (кари)	80	80	80
Хлеб пшеничный	6,2	6,2	6,2
Молоко	20	20	20
Яйца	12	12	12
Кулинарный жир	3,1	3,1	3,1
Лук репчатый	6,2	6,2	6,2
Сухари панировочные	-	-	-
Соль	2,5	2,5	2,5
Перец молотый	0,02	0,02	0,02
СО ₂ -экстракт розмарина	3	4	5
Выход	100	100	100

В рецептуре учтены потери: при смешении-1 %, при формовании-1 %, при обжарке-20 %, привес при панировке 5 %.

Экспериментальным путем была подобрана оптимальная концентрация экстракта розмарина в фарше. В таблице 7.25 и на рисунке 7.22 представлены органолептические характеристики рыбных крокет с добавлением различных концентраций СО₂-экстракта розмарина.

Таблица 7.25 - Органолептические характеристики рыбных крокет с добавлением различных концентраций СО₂-экстракта розмарина

Концентрации СО ₂ -экстракта розмарина	Внешний вид	Цвет	Запах	Вкус	Консистенция
1	2	3	4	5	6
0,03	Структура правильной круглой формы, поверхность запанирована равномерно	Коричневая корочка, на срезе белое мясо	Ярко выраженный запах жареной рыбы	Наличие выраженного вкуса рыбы	Однородная, нежная
0,04	Структура правильной круглой формы, поверхность запанирована равномерно	Коричневая корочка, на срезе белое мясо	Аромат свежей жареной рыбы	Приятный вкус	Однородная, нежная
0,05	Структура правильной круглой формы, поверхность запанирована равномерно	Золотисто-коричневая корочка на срезе белое мясо	Приятный аромат свежей жареной рыбы	Приятный вкус с приятным послевкусием	Однородная, нежная

Органолептические показатели оценивались профильным (Приложение 3) и тестерным методами [274].

Как видно из рисунка 7.22 и таблицы 7.25, лучшими показателями обладает образец с концентрацией экстракта розмарина 0,05 % от массы фарша. Данный образец имеет приятный свежий запах рыбы и розмарина, однородную и нежную консистенцию, приятный вкус и однородный цвет.

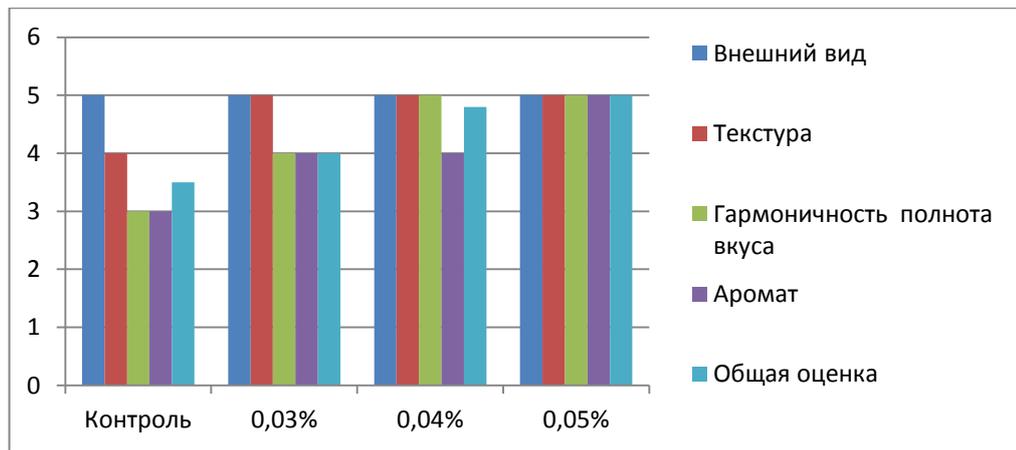
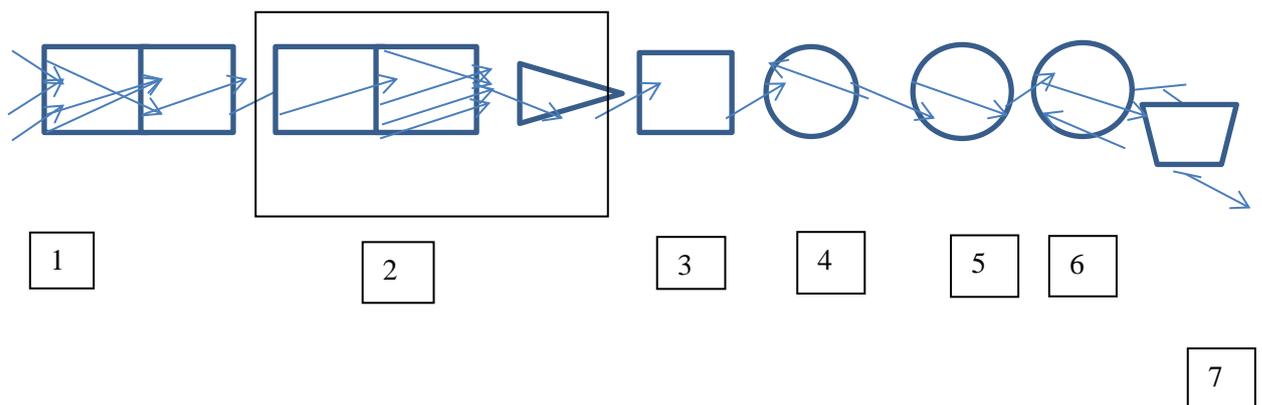


Рисунок 7.22 – Тестерная оценка органолептических характеристик рыбных крокетов с добавлением различных концентраций CO_2 -экстракта розмарина

В процессе приготовления рассчитывали концентрацию CO_2 -экстракта и смешивали его с рыбным фаршем. Далее вводили остальные компоненты (перец черный, соль) и также смешивали. Полученную массу формовали в круглые формы и дважды панировали. Масса одного изделия 60 г. Полуфабрикаты обжаривали в большом количестве масла при температуре 140 – 150 °С в течение 5-7 минут до образования коричневой корочки, затем охлаждали до температуры не выше 15 °С. На рисунке 7.23 представлен технологический поток производства рыбных крокетов.



- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| 1- Соединение компонентов | 5- Упаковка |
| 2- Измельчение | 6- Охлаждение |
| 3- Формование крокетов | 7- Замораживание |
| 4- Обжаривание крокетов | 8- Хранение и реализация |

Рисунок 7.23 - Технологический поток производства рыбных крокетов

В таблице 7.26 представлены показатели безопасности крокет рыбных, жареных во фритюре, после 3-месяцев хранения при низких отрицательных температурах -18- 24 °С.

Таблица 7.26 – Показатели безопасности экстрагированного жирового компонента рыбного сырья и полуфабриката высокой степени готовности

Наименование показателя	Результаты испытаний		Концентрация СНПЭ, %
	Кислотное число, мг КОН / г	Перекисное число мэкв активного кислорода / кг	
Крокеты без антиоксидантов	3,9	23	1,4
Крокеты с антиоксидантами	2,9	9,9	0,45

По показателям безопасности крокеты, приготовленные из нестабилизированного антиоксидантами рыбного сырья и фарша, превышают установленные нормы по содержанию пероксидов, более чем в 2 раза и вторичных продуктов окисления – в 1,5 раза. Крокеты, для приготовления которых использовали стабилизированное рыбное сырье и СО₂-экстракт розмарина, соответствуют требуемым показателям безопасности.

Таким образом, разработана технология антиоксидантной стабилизации липидов карпа на этапе выращивания и переботки сырья из него, позволяющая повысить безопасность и улучшить товароведно-технологические свойства. Использование СО₂-экстракта розмарина в рыбном комбикорме [86; 64; 67], а затем и в рыбных фаршах, приготовленных из рыбы, выращенной с использованием комбикорма, стабилизированного антиоксидантами (карнозиновой и розмариновой кислотами), по нашему мнению, позволяет значительно повысить стабильность жировой фазы, как в рыбном сырье, так и в готовом продукте [493].

7.2.3 Разработка антиоксидантной стабилизации жирового компонента мучных кондитерских изделий для быстрого питания

При разработке технологии стабилизации жирового компонента мучных кондитерских изделий за основу – контрольный образец - была взята рецептура №86 «Кекс творожный» [277], которая представлена в таблице 7.27.

Таблица 7.27 – Расчет экспериментальных рецептур кекса песочного с творогом и облепихой

Сырье	Содержание, г				
	Контрольный образец	Концентрация облепихи, %			
		1,0	1,5	2,0	2,5
Мука пшеничная хлебопекарная ГОСТ 26574-85;	2886,0	2886,0	2886,0	2886,0	2886,0
Масло сливочное ГОСТ Р 52969-2008;	1546,0	1499,0	1456,0	1413,0	1370,0
Сахар-песок ГОСТ 21-94	3298,0	3259,0	3259,0	3259,0	3259,0
Творог ГОСТ Р 52096-2003;	2574,0	2574,0	2574,0	2574,0	2574,0
Яичный меланж ГОСТ 30363-96;	1649,0	1649,0	1649,0	1649,0	1649,0
Пудра рафинадная ГОСТ 21-94;	102,0	102,0	102,0	102,0	102,0
Натрий двууглекислый (бикарбонат натрия) ГОСТ 2156-76;	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2
Аммоний углекислый кислый	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9
ТУ 2621-006-0207787-02;					
Облепиха свежая ГОСТ РСТ РСФСР 29-75		90,3/86,0*	142,0/129,0*	180,6/172,0*	225,8/215,0*
Итого	12070,1	12070,1	12070,1	12070,1	12070,1
Выход	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0

Влажность 20,00±3,0 %

* в числителе указана масса брутто, в знаменателе масса нетто.

Выбор изделия обусловлен увеличивающимся спросом на изделия из песочного теста и технологическими свойствами песочного теста, с высоким содержанием жира и сахара, характеризующееся в большей степени

консистенцией, чем рецептурами. Для данного изделия применение CO₂-экстрактов невозможно. Поэтому, часть основного сырья (масло сливочное, сахар) в кексе заменили свежей облепихой, у которой ярко проявляются антиоксидантные и бактерицидные свойства (таблица 7.27).

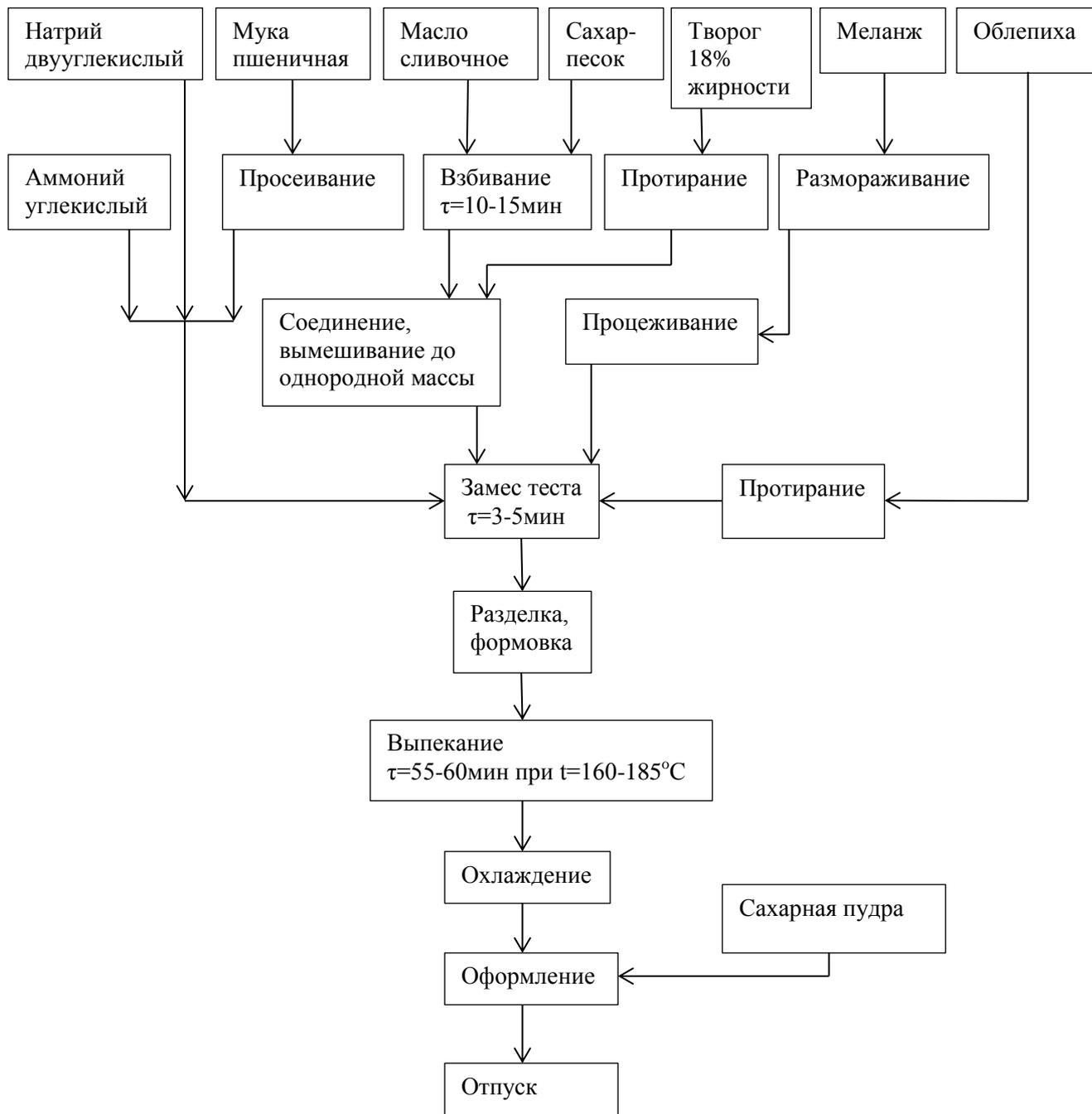


Рисунок 7.24 – Технологическая схема приготовления кекса песочного с творогом и облепихой

Процент вводимой облепихи определяли от общей массы основного сырья.

Выбор облепихи обусловлен ее высокими вкусовыми и функционально-технологическими свойствами. Свежая облепиха содержит 2,8-7,8% жирного

масла, аскорбиновая кислота (витамин С), каротин (провитамин А), витамины В1, В3, каротиноиды: рибофлавин, токоферол, ликопин, фолиевая кислота, филлохинон, сахара, дубильные вещества, олеиновая, стеариновая, линолевая и пальмитиновая кислоты [102; 183; 366].

Технологическая схема разработанного изделия незначительно отличается от традиционной технологии, введенный новый продукт не требует дополнительного оборудования и изменения технологического процесса (рисунок 7.24).

Результаты органолептической оценки тестерным методом представлены на рисунке 7.25.

Анализируя данные, представленные на рисунке 7.25, можно сделать вывод, что наиболее оптимальным является введение свежей облепихи в количестве 1,5 %. Проведенные органолептические исследования показали, что разработанное изделие имеет более нежный аромат и вкус с приятным цветочным оттенком, отличается отсутствием специфического привкуса творога по сравнению с контрольным образцом.

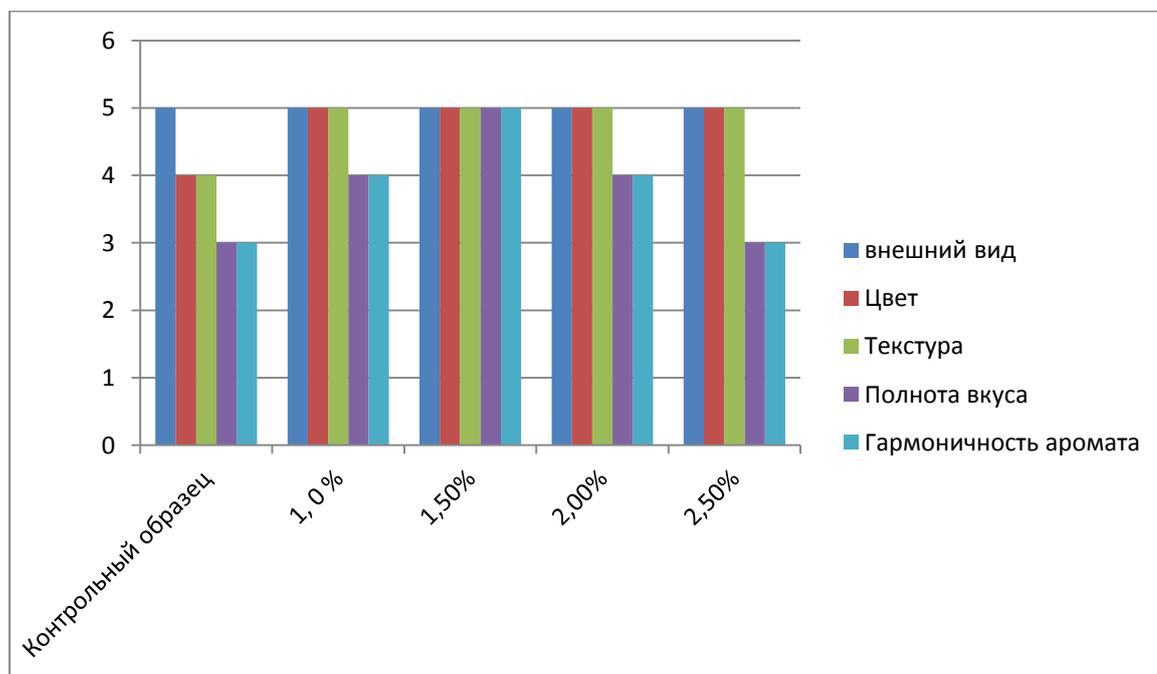


Рисунок 7.25 – Тестерный анализ определения оптимальной концентрации введения облепихи в изделие

Сравнительная оценка комплексных показателей по методике Бражникова показала, что оптимальной является концентрация свежей облепихи 1,5 %.

Относительный комплексный показатель качества для кексов с разной дозировкой облепихи зависит, в первую очередь, от органолептической оценки, а не от пищевой ценности, которая при добавлении облепихи меняется незначительно, поэтому для предварительного расчета комплексного показателя качества наиболее значимым является коэффициент весомости органолептического комплексного показателя (принимается 0,7). Расчеты представлены в таблице Приложения К:

$$K_{1,0\%} = 0,3 \sum m_{ai} K_{ai} + 0,7 \sum m_{bi} K_{bi} = 0,3 * 0,989 + 0,7 * 1,141 = 0,2967 + 0,7987 = 1,0954$$

$$K_{1,5\%} = 0,3 \sum m_{ai} K_{ai} + 0,7 \sum m_{bi} K_{bi} = 0,3 * 0,984 + 0,7 * 1,307 = 0,2952 + 0,9149 = 1,2101$$

$$K_{2,0\%} = 0,3 \sum m_{ai} K_{ai} + 0,7 \sum m_{bi} K_{bi} = 0,3 * 0,980 + 0,7 * 1,141 = 0,2940 + 0,7987 = 1,0927$$

$$K_{2,5\%} = 0,3 \sum m_{ai} K_{ai} + 0,7 \sum m_{bi} K_{bi} = 0,3 * 0,972 + 0,7 * 0,975 = 0,2916 + 0,6825 = 0,9741$$

Из расчетов видно, что наиболее высокий комплексный показатель качества у кексов творожных с концентрацией 1,5 %, следовательно, остальные исследования целесообразно вести для изделия с данной концентрацией.

По результатам физико-химических исследований, полученные изделия соответствуют всем необходимым нормативным документам. Результаты исследований массовой доли влаги, жира, щелочности представлены в Приложении Е в разработанной нормативной документации на изделия.

Кроме того, был проведен анализ пищевой и энергетической ценности вновь разработанного изделия в сравнении с контрольным образцом, результаты которого представлены в таблицах 7.28 - 7.30.

Таблица 7.28 –Сравнительный анализ пищевой и энергетической ценности изделий

№, п/п	Наименование изделий	Масса, г.	Вода, г.	Белки, г.	Жиры, г.	НЖК, г.	ПНЖК, г.	Холес-терин, мг.	МДС, г.	Кр, г.	Угле-воды, г.	ПВ, г.	ОК, г.	Зола, г.	ЭЦ, Ккал.
1	Кекс творожный	100,0	17,31	9,87	17,32	11,66	0,4	54,2	34,2	19,6	55,5	1,0	0,31	0,7	417,36
2	Кекс песочного с творогом и облепихой	100,0	18,35	9,88	16,64	11,19	0,36	52,5	33,89	19,6	55,13	1,03	0,34	0,71	409,8

Таблица 7.29 –Сравнительный анализ содержания минеральных веществ в изделиях

№, п/п	Наименование изделий	Масса, г.	Na, мг.	K, мг.	Ca, мг.	Mg, мг.	P, мг.	Fe, мг.
1	Кекс творожный	100,0	36,43	148,99	68,5	40,78	116,0	0,99
2	Кекс песочного с творогом и облепихой	100,0	36,4	151,38	68,59	41,18	116,02	1,01

Таблица 7.30 –Сравнительный анализ содержания витаминов в изделиях

№, п/п	Наименование изделий	Масса, г.	A, мкг.	Кар., мг.	РЭ, мг	ТЭ, мг.	B1, мг	B2, мг.	B3, мг	B6, мг.	B9, мг.	H, мг	PP, мг	HЭ, мг.	C, мг.
1	Кекс творожный	100,0	158,7	84,0	172,21	1,32	0,07	0,18	-	-	-	-	0,46	2,48	0,12
2	Кекс песочного с творогом и облепихой	100,0	152,8	100,0	169,51	1,36	0,0704	0,181	0,003	0,01	0,12	0,043	0,47	2,49	2,72

Анализ пищевой и энергетической ценности показал, что введение свежей облепихи позволило значительно увеличить содержание витамина С, повысить токоферол-эквивалент (ТЭ) продукции, увеличить содержание каротиноидов: ликопина, β -каротина, зеаксантина, что, в свою очередь, повышает антиоксидантную активность, стабилизирует жировой компонент изделия и предотвращает окислительные процессы. Кроме того, кекс дополнительно обогащается витаминами В₃, В₆, В₉, Н.

Полученное многокомпонентное сочетание антиоксидантов способно комплексно замедлять окисление липидов в конкретной пищевой системе – творожном кексе с облепихой, - проявляя синергетический эффект. Явление синергизма заключается в том, что антиоксидантная активность, полученная при сочетании индивидуальных компонентов, намного превосходит суммарный вклад каждого антиоксиданта в отдельности. Известно, что основным липидным антиоксидантом является витамин Е, но все большее количество данных свидетельствует о том, что он работает в комплексе с другими компонентами, которые синергически дополняют его действие. Так, по данным некоторых авторов каротиноиды, фосфолипиды являются синергистами токоферолов [321]. По нашему мнению, антиоксидантом в данной системе выступает ликопин, а его синергистами токоферол, аскорбиновая кислота, β -каротин. Однако полного понимания механизма их взаимодействия пока не предложено.

На полученное изделие кекс песочный с творогом и облепихой была разработана техническая документация (ТУ 5416-016-00493497-2010) (Приложение Е), проведена экспертиза каталожного листа. Изготавливается данное изделие, согласно технологической инструкции, приведенной в Приложении Е. Технология приготовления представлена в технико-технологической карте в Приложении Д и на рисунке 7.24.

Исследования показателей безопасности жирового компонента разработанного кондитерского изделия представлены в таблице 7.31. Исследования проводились после трех месяцев хранения (5 месяцев хранения). Хранение осуществлялось при температурах -18-25 °С.

Таблица 7.31 - Показатели безопасности экстрагированного жирового компонента разработанных продуктов

Наименование изделия	Кислотное число, мг КОН /г	Перекисное число, мэкв активного кислорода / кг	Содержание сополимеров (СНПЭ), %
Кекс песочный с творогом и облепихой	0,39±0,05	3,6±0,16	0,42±0,03

По результатам исследования определено, что все показатели соответствуют требованиям регламентирующих документов. Накопление свободных жирных кислот, пероксидов не интенсивное, содержание сополимеров не превышает 1 %.

Таким образом, на примере разработанных технологий показаны различные пути антиоксидантной стабилизации продукции быстрого питания (таблица 7.32).

Таблица 7.32 – Антиоксидантная защита продукции быстрого питания

Разработанная продукция быстрого питания	Источник компонентов антиоксидантной системы	Действующий антиоксидантный комплекс	Технология внесения
1	2	3	4
Чипсы лепестками из натурального картофеля	СО ₂ -экстракт укропа, СО ₂ -экстракт перца душистого / 0,1 %	Токоферол, терпеноиды фенольного ряда, аскорбиновая кислота, β-каротин	На последнем этапе технологического процесса, на поверхность изделия

Продолжение таблицы 7.32

1	2	3	4
Сухарики из ржано-пшеничного и пшеничного хлеба	СО ₂ -экстракт укропа, СО ₂ -экстракт перца душистого / 0,026 %	Токоферол, терпеноиды фенольного ряда, аскорбиновая кислота	На последнем этапе технологического процесса, на поверхность изделия
Рыбные п/ф высокой степени готовности	СО ₂ -экстракт розмарина / 0,005 %.	Карнозиновая кислота, розмариновая кислота, терпены и терпеноиды	Внесение в рецептуру комбикорма при кормлении рыбы Внесение в рецептуру фарша
Кекс песочный с товорогом	Облепиха / 1,5 %	Ликопин, токоферол, аскорбиновая кислота, β-каротин	Внесение в рецептуру теста при его замесе

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что предложенная альтернативная технология, в отличие от существующей, обеспечивает приведенные в нормативной документации сроки годности исследуемых изделий за счет стабилизации их жирового компонента.

Таким образом, научно обоснована возможность применения СО₂-экстрактов и облепихи в качестве натуральных антиоксидантов.

На следующем этапе исследований провели биологическую оценку безопасности разработанных изделий в эксперименте на животных. Экспериментальные группы животных получали сбалансированный опытный рацион, в котором часть корма заменялась исследуемыми образцами продукции быстрого питания. Характеристика рационов и групп экспериментальных животных представлена в таблице 7.33.

Таблица 7.33– Характеристики рациона питания и экспериментальных групп животных

Номер и наименование группы животных	Рацион питания	Энергетическая ценность рациона, ккал	Соотношение основных пищевых веществ в рационе Б:Ж:У [173]	Содержание СНПЭ, %
Контрольная	Привычный полноценный [173]	147	1:1:2	-
Опытная группа №1	Привычный полноценный с включением кекса песочного с творогом и облепихой	139	1:1:2	0,42
Опытная группа №2	Привычный полноценный с включением сухариков с CO ₂ -экстрактами	140	1:1:2	0,54
Опытная группа №3	Привычный полноценный с включением чипсов из натурального картофеля с CO ₂ -экстрактами	140	1:1:2	0,61

Результаты проведенного гематологического исследования не выявили отклонений показателей крови животных опытных групп от нормы в сравнении с контрольной группой (таблица 7.34).

Таблица 7.34 -Биохимические показатели крови крыс

Показатели	Крыса белая (нормограмма)	Контрольная группа	Опытная группа №1 кекс	Опытная группа №2 сухарики	Опытная группа №3 чипсы
	среднее				
Билирубин общий, мкмоль/л	2,9	5,1±0,9	1,2±0,1	1,0±0,2	0,8±0,3
Холестерин, моль/л	2,5	2,5±0,3	1,8±0,4	1,7±0,3	1,3±0,5
Белок общий, г/л	67,0	66,0±2,9	63,4±3,2	59,5±3,0	74,7±3,1
Креатинин, моль/л	95,0	95,0±2,1	62,1±2,5	83,4±2,2	106,6±2,1
Амилаза, ед./л	1150,0	1147,0±11,4	685,7±10,7	658,5±9,8	638,8±11,0

Анализируя данные, представленные в таблице 7.34, можно сделать вывод, что потребление данных продуктов длительное время не только не ухудшило состояние здоровья подопытных животных, но и оказало положительное влияние на уровень холестерина.

При патологоанатомическом и гистологическом исследованиях видимых изменений в органах и тканях контрольной и опытных групп не наблюдалось.

Результаты гистологического исследования представлены в таблице 7.35.

Таблица 7.35 – Результаты гистологического исследования

Органы пищеварения	Контрольная группа	Группа №1	Группа №2	Группа №3
1	2	3	4	5
<u>Селезенка</u>	Лимфофолликулы равномерно окрашены, имеют четкие границы. Сосуды умеренно кровенаполнены.	Фолликулы белой пульпы имеют четкие границы. Герменативные центры четко выражены.	Границы фолликулов четко контурированы.	Фолликулы имеют равномерную окраску, сосуды умеренно кровенаполнены (содержат незначительное количество эритроцитов).
<u>Печень</u>	Центральные вены долек и выпадающие в них синусовидные капилляры равномерно расширены и заполнены кровью. Балочная структура сохранена. Границы клеток печени четкие. Ядра хорошо контурированы.	Кровеносные сосуды и синусы умеренно кровенаполнены. Гепатоциты имеют четкие границы, ядра хорошо контурированы.	Клетки печени имеют правильную форму, цитоплазма прозрачная, ядра хорошо выражены.	Балочная структура сохранена, тинкториальные свойства не нарушены.

Продолжение таблицы 7.35

1	2	3	4	5
<u>Тонкий отдел кишечни-ка</u>	Строение стенки кишечника не нарушено, тинкториальные свойства сохранены, ворсинки слизистой оболочки располагаются компактно, не деформированы, сосуды умерено, заполнены кровью.	Ворсинки имеют правильную форму, эпителиальный покров сохранен. Имеются небольшие скопления лимфоидных клеток между железами.	Умеренно выраженные отежные явления в слизистой оболочке.	Незначительный отек подслизистого слоя.
<u>Аорта</u>	Стенка сосуда имеет хорошо выраженный мышечный слой. Ядра эндотелия хорошо выражены.	Строение сосудистой стенки не нарушено.	Структура стенки сосуда сохранена.	Строение стенки сосуда не нарушено.
<u>Миокард</u>	Мышечные волокна имеют равномерную окраску, исчерченность мышечных волокон сохранена.	Ядра миокардиоцитов четко контурированы, располагаются под сарколеммой.	Ядра миокардиоцитов уплощенной формы с четкими границами. Располагаются под сарколеммой.	Ядра клеток уплощенно-овальные, большинство из них четко контурированы.

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что длительное потребление продукции быстрого питания, жировой компонент которой отвечает существующим нормам по содержанию пероксидов и сополимеров, нерастворимых в петролейном эфире (СНПЭ), не оказывает отрицательного воздействия на организм [53,94].

Следовательно, выбранные антиоксиданты и способы их внесения в пищевые системы являются обоснованными. Антиоксиданты способны не только защищать продукт от окисления, но и оказывают положительное физиологическое действие [292; 301; 303; 291; 306; 289; 300; 285].

7.2.4 Оптимизация условий хранения разработанной продукции быстрого питания

Одним из показателей, позволяющих определять длительность хранения пищевых продуктов, является активность воды (a_w). Этот показатель информативен и активно используется и введен в нормативную документацию стран ЕС и США.

Результаты определения показателя активности воды [175-177] в разработанных изделиях и промышленных аналогах представлены в таблице 7.336.

Таблица 7.36 – Результаты исследований

Наименование изделий	Массовая доля W, %:	Показатель: a_w	Классификация по уровню a_w	Условия хранения
Сухарики опытный образец	3,30±0,07	0,0640±0,0098	ППНВ	45 дней, t=18 °С
Чипсы опытный образец	2,30±0,07	0,2558±0,0153	ППНВ	45 дней, t=18 °С
Рыбные полуфабрикаты высокой степени готовности (крокеты фри)	65,8 ±0,15	0,9281± 0,0048	ППВВ	90 дней, t= -18 °С
Кондитерское изделие опытный образец (песочный кекс)	20,01±0,15	0,7965±0,0007	ПППВ	24 часа, t=+2+4 °С

Полученные данные (таблица 7.36) свидетельствуют о том, что чипсы, сухарики, кондитерское изделие промышленного производства – это продукты с очень низкими значениями активности воды. Поэтому при хранении снековых изделий - чипсов и сухариков - основным риском является образование токсичных продуктов окисления жиров. В соответствие с этим антиоксидантная стабилизация продуктов более, чем обоснована.

Опытное кондитерское изделие относится к изделиям с промежуточными значениями активности воды, рыбные полуфабрикаты (крокеты фри) – к продуктам с высоким значением активности воды.

При хранении кекса песочного с творогом и облепихой и рыбных полуфабрикатов необходимо учитывать, кроме этого, санитарно-гигиенические требования к этой продукции в соответствии с Федеральным Законом "О техническом регулировании" и Техническим регламентом Таможенного Союза ТР ТС 021/2011 [329; 346]. Следовательно, введение в эти продукты антиоксидантов, одновременно подавляют развитие патогенной микрофлоры CO_2 – экстракта розмарина и облепихи, которые, как известно, обладают бактерицидным действием, актуально.

Исходя из проведенных исследований, существует потенциал возможности хранения разработанных изделий при определенных условиях, без дополнительного применения искусственных консервантов и стабилизаторов, что подтверждается результатами микробиологических исследований.

При подборе условий хранения для кекса песочного с творогом и облепихой, учитывали свойства изделия и требования к условиям хранения. Исследовали несколько типов хранения: при низких положительных температурах и при низких отрицательных температурах [34].

Изменение микрофлоры при низких положительных температурах $+2+4$ С, в течение 6 дней рассматривали в динамике. Посев производился на агаризованную среду. В течение всего периода хранения наблюдался постепенный спад роста микроорганизмов, что подтверждает сведения о бактерицидном свойстве облепихи. Все полученные результаты находятся в пределах норм установленных СанПиН 2.3.2.1078-01. Поэтому можно рекомендовать увеличить срок хранения при средних температурах с одного до четырех дней.

Проведены исследования хранения мучного кондитерского изделия и полуфабрикатов высокой степени готовности (рыбных крокетов фри) при

низких отрицательных температурах после шоковой заморозки в течение пяти месяцев с последующей регенерацией. Изделия изготавливаются согласно технологической схеме представленной на рисунках 7.26, 7.27.

Сроки хранения быстрозамороженных продуктов выше, чем продуктов замороженных в обычных камерах. Быстрозамороженные продукты лучше сохраняют свои качества при длительном хранении, чем свежие. Таким образом, технология шоковой заморозки обеспечивает сохранность качество свежего продукта и делает это лучше других способов заготовки и хранения [100; 194; 252].

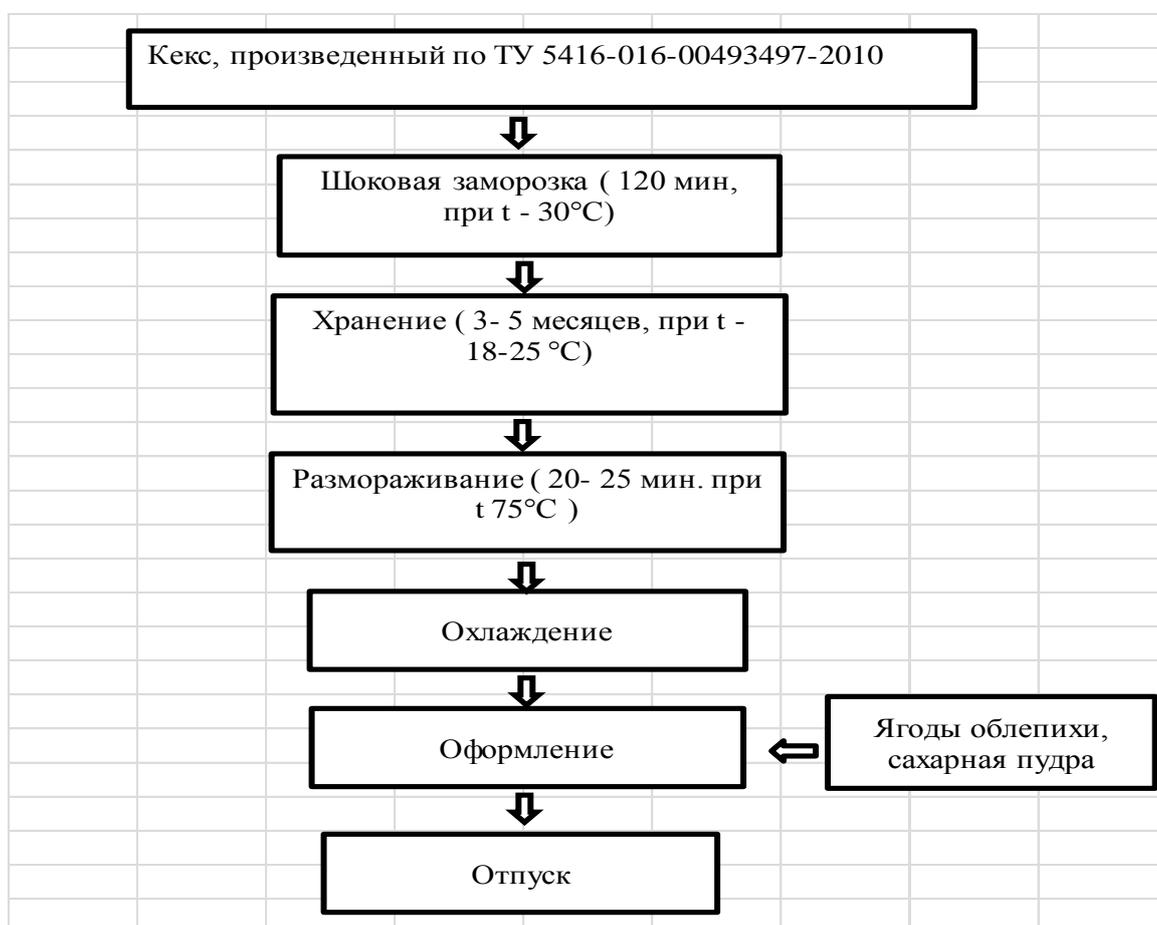


Рисунок 7.26 – Технологическая схема приготовления кекса песочного с творогом и облепихой низкотемпературного длительного хранения.

Кроме того, подобран оптимальный режим регенерации, который позволил после размораживания сохранить потребительские свойства изделия.

Размораживание осуществлялось в пароконвектомате Abat ПКА 6-1/1ПП (ОАО «Чувашторгтехника») бойлерного типа в течение 20-25 минут, температуре 75°C, и влажности 65-75%. Данный способ размораживания позволяет восстановить изначальное качество изделия, без потери потребительских свойств.

Результаты микробиологических исследований изделий после шокового замораживания находятся в пределах норм установленных СанПиН 2.3.2.1078-01 [269] и подтверждают, что в образцах, хранившиеся после шоковой заморозки, рост микроорганизмов низкий.

Кроме того, этот способ замораживания решает проблемы потери влаги. Технологическая схема крокет рыбных фри после шокового замораживания представлена на рисунке 7.27.

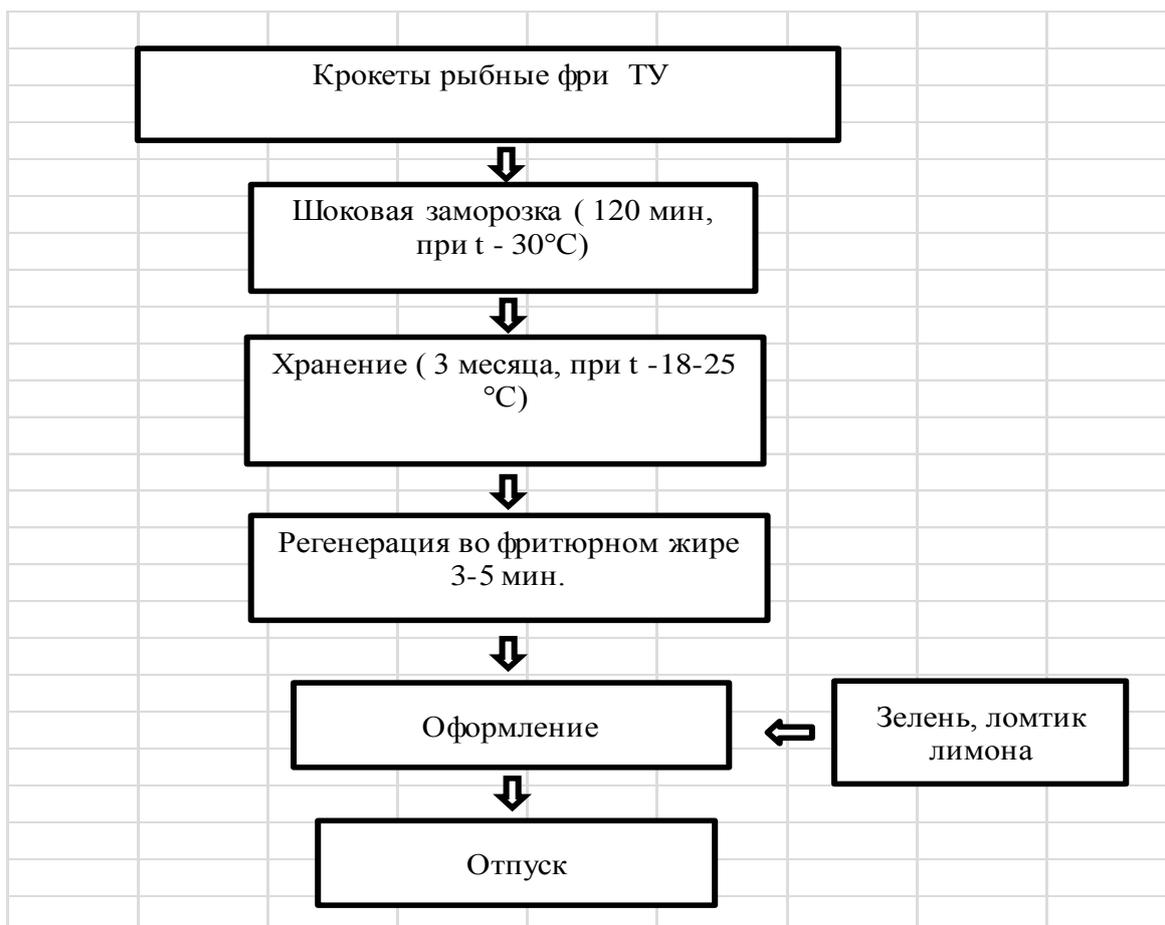


Рисунок 7.27- Технологическая схема приготовления крокет рыбных фри низкотемпературного длительного хранения

Данный вид изделий целесообразно подвергать вторичной обжарке во фритюрном жире в течение 3-5 минут при температуре 160°C.

При подборе оптимальных условий хранения снеков руководствовались необходимыми условиями хранения при реализации в розничной сети. При этом учитывали, что данные продукты относятся к изделиям с низкими показателями активности воды.

Образцы хранились при температуре 18-20°C, в течение 45 дней. Результаты микробиологических исследований показали, что все показатели находятся в пределах норм, указанных в нормативной документации [132; 62; 62; 92; 91].

Таким образом, в результате проведенных исследований разработаны технологии внесения антиоксидантов природного происхождения в различные виды продукции быстрого питания, доказана эффективность предложенных технологических решений стабилизации жирового компонента и определены показатели его безопасности; разработан комплект технической документации и подобраны оптимальные условия хранения разработанной продукции быстрого питания.

Выводы по ГЛАВЕ 7:

Научно обоснованы практические принципы обеспечения безопасности кулинарных жиров и продукции быстрого питания на их основе за счет разработки технологии очистки фритюрных жиров наносорбентом на этапе производства продукции быстрого питания, жаренной во фритюре, и стабилизации жирового компонента различных видов продукции быстрого питания антиоксидантами природного происхождения. Все разработанные технологии апробированы в промышленных условиях, прошли тестирование безопасности в экспериментах на животных, подтвердили эффективность используемыми физико-химическими методами.

1. Расчет экономической эффективности производства и прибыль от реализации новых технологических решений

8.1 Экономический эффект от внедрения предложенной модели очистки фритюрных жиров на примере ЗАО «ЧЕЛНЫ-ХЛЕБ»

Экономический эффект от внедрения предложенной технологии рассматривали на примере завода ЗАО «Челны-хлеб» (г. Набережные Челны). Все исходные данные были любезно предоставлены руководством завода, экономические расчеты произведены для реального технологического процесса фритюрной жарки на уникальной немецкой автоматической промышленной линии, производительностью 2000 кг в день (60 тонн в месяц), не имеющей мировых аналогов.

Экономический эффект от внедрения предложенной модели очистки фритюрного жира на заводе по производству национальных изделий, жареных во фритюре, основан на следующих факторах:

- прямая экономия за счет повторного использования части очищенного жира в технологии фритюрной продукции;
- за счет реализации остатка очищенного жира для отопления или для производства «биодизеля»;
- за счет низкой стоимости адсорбента;
- за счет небольшой трудоемкости процесса очистки.

Немаловажным фактором является также обеспечение безопасности и качества продукции в течение всего срока реализации в торговой сети.

Исходные данные для расчета представлены в таблице 8.1. Все используемые в таблице показатели основаны на данных реального технологического процесса.

Таблица 8.1 - Исходные данные для расчета экономической эффективности внедрения

Показатель	Источник	Значение
Соотношение продукта и фритюрного жира	Национальный стандарт Татарстана, стандарт предприятия ЗАО «Челны-хлеб»	≈ 1:1
Вместимость фритюрницы по жиру (маслу), кг	технические характеристики	800,0
Продолжительность одного цикла жарки продукции во фритюре (то есть время между загрузками сырья), мин	стандарт предприятия ЗАО «Челны-хлеб»	≈27 (0.45 ч)
Продолжительность работы оборудования в сутки, час	Усредненные данные по предприятию	10 (две смены)
Загрузка фритюрницы сырьем за 1 цикл, кг	Технические характеристики оборудования	50 .
Продолжительность использования фритюрного жира до очистки, ч, не менее	Опытные данные, результаты анализа	10
Стоимость проекта и оборудования для очистки жира, млн. руб, не менее	Примерные расчетные данные	1,1
Стоимость монтажных работ по проекту с учетом материалов, млн. руб, не более	Примерные расчетные данные	0,3
Общая стоимость реализации проекта адсорбционной очистки жира, млн.руб	Примерные расчетные данные	1,4
Продолжительность очистки масла в сутки (с учетом фильтрации масла от адсорбента), ч	выяснено экспериментальным путем	8,0
Коэффициент реновации оборудования (смеситель, фильтры, насос)	Нормативные данные	0,15
Количество рабочих дней в году	Согласно данным по работе предприятия	330
Расход адсорбента на очистку, в % от массы жира, не более	По технологии очистки	5%
Средняя цена 1 кг адсорбента, руб	По фактическим данным	120
Расход электроэнергии на работу установки в сутки, кВтч, не более	Расчетные данные	30
Продолжительность цикла очистки 100 кг фритюрного жира, ч	Расчетные данные	1,0
Продолжительность очистки 800 кг отработанного фритюрного жира, ч	Расчетные данные	8,0
Стоимость 1 кВт.ч электроэнергии	данные по Татарстану на 2014 год с учетом времени суток	2,6 руб
Стоимость фритюрного жира, руб/кг	Согласно данным предприятия	47
Стоимость отработанного и очищенного фритюрного жира, руб/кг, не менее	Ориентировочные данные маркетингового исследования	20

Технологические расчеты:

1) Количество циклов загрузки сырья в сутки равно отношению продолжительности работы фритюрницы в сутки к продолжительности одного цикла жарки продукции во фритюре: $10ч:0,45 ч = 22$ цикла загрузки сырья в сутки.

2) Загрузку сырья в сутки определяем исходя из массы сырья, загружаемого во фритюрницу за 1 цикл, и количества циклов в сутки:

$$50 * 22 = 1100 \text{ кг/сутки}$$

3) Поглощение жира продуктом принимаем в среднем 15% от массы продукта. Испарение влаги из сырья в процессе производства ориентировочно 15%. С учетом этих данных выход продукции равен массе исходного сырья – 1100 кг/сутки.

4) Дополнительный расход фритюрного жира, доливаемого во фритюрницу для компенсации уноса с готовым продуктом:

$$1100 * 0,15 = 165 \text{ кг/сутки}$$

5) Продолжительность работы фритюрного жира до замены принимаем 10 час (1 сутки). Замена производится из-за ухудшения органолептических характеристик жира (появление постороннего запаха) или из-за накопления вторичных продуктов окисления, нерастворимых в петролейном эфире, в количестве 1%.

По прибору «Тесто», содержание полярных соединений во фритюрном жире должно быть, по нашим данным, не более 17%, что примерно соответствует содержанию вторичных продуктов окисления 1%. Недопустимо заменять жир при содержании полярных соединений 40%. Своевременная замена фритюрного жира обеспечивает безопасность продукции и сохранение ее качества при реализации в торговой сети.

6) Общий расход фритюрного жира в сутки: $800 + 165 = 965$ кг/сутки

7) Определяем количество жира, необходимое для производства 1 кг продукта: $965: 1100 = 0,877$ кг

8) Количество отработанного жира, поступающего на очистку, равно 800 кг/сутки

9) Расход адсорбента на очистку жира в сутки составляет 5% от массы жира:

$$800,0 * 0,05 = 40 \text{ кг/сутки}$$

Расход адсорбента в год составляет $40 * 330 = 13,2 \text{ т}$

10) Поглощение жира адсорбентом примерно 30% от массы адсорбента: $40 * 0,3 = 12 \text{ кг/сутки}$.

11) Выход очищенного жира $800 - 12 = 788 \text{ кг/сутки}$.

Экономические расчеты:

1) Расчет стоимости адсорбента для очистки жира в сутки.

$$40 \text{ кг} * 120 \text{ руб.} = 4800 \text{ руб./сутки};$$

2) Расчет амортизационных расходов.

Амортизационные расходы за год определяются исходя из стоимости оборудования для очистки и коэффициента его реновации:

$$1400000 \text{ руб.} * 0,15 = 210000 \text{ руб.}$$

Амортизационные расходы за сутки:

$$210000 \text{ руб.} : 330 = 636 \text{ руб./сутки}, \text{ где } 330 - \text{ число рабочих дней в году.}$$

3) Расход электроэнергии на обработку зависит от продолжительности цикла обработки масла и количества потребляемой энергии.

В соответствии с данными табл.1, стоимость электроэнергии для обработки масла в сутки составляет:

$$30 * 2,6 = 78 \text{ руб}$$

Оплату обслуживающего персонала (1 аппаратчик) установки очистки жира (1 смена в сутки) принимаем 500 руб/сутки.

Расчет стоимости очистки масла в сутки

Данная величина представляет собой сумму, состоящую из стоимости адсорбентов в сутки, стоимость электроэнергии, а также амортизационных расходов и оплаты обслуживающего персонала:

$$4800 + 78 + 636 + 500 = 6014 \text{ руб.}$$

В расчете на 1 кг очищенного фритюрного жира стоимость адсорбционной очистки составляет 7,63 руб/кг.

Сравнение себестоимости производства продукции с очисткой и без очистки фритюрного жира

1. Стоимость фритюрного жира, необходимого для производства фритюрной продукции, в сутки: $47 \text{ руб.} * 965 \text{ дм}^3 = 45355 \text{ руб.}$

При отсутствии очистки производитель принимает меры для утилизации отработанного фритюрного жира. Сведения о порядке утилизации и возможности частичного возврата средств завод не сообщил.

2. При внедрении адсорбционной очистки, в том случае, если производитель не использует очищенный фритюрный жир, он имеет возможность реализовать его на вторичном рынке по 20 руб/кг.

В результате очистки получается 788 кг очищенного фритюрного жира в сутки. Стоимость очистки составляет 6014 руб/сутки.

Реализация очищенного жира на вторичном рынке дает

$$788 * 20 = 15760 \text{ руб/сутки}$$

В таком случае производитель тратит на фритюрный жир:

$$45355 + 6014 - 15760 = 35609 \text{ руб/сутки.}$$

Экономия от реализации очищенного фритюрного жира составит:

$$45355 - 35609 = 9746 \text{ руб/сутки}$$

Годовой экономический эффект от внедрения адсорбционной очистки составит

$$9746 * 330 = 3216180 \text{ руб/год}$$

3) Второй вариант (основной) предполагает использование 400 кг свежего и 565 кг очищенного фритюрного жира в сутки. То есть вначале заполняют ванну 400 кг свежего и 400 кг очищенного фритюрного жира, а для пополнения уноса фритюрного жира с продуктом расходуют в течение

суток еще 165 кг очищенного фритюрного жира. Остаток очищенного жира $788 - 565 = 223$ кг/сутки реализуют на вторичном рынке по 20 руб/кг.

В данном случае, производитель тратит на свежий фритюрный жир:

$$400 * 47 = 18800 \text{ руб/сутки}$$

Расходы на очистку 800 кг отработанного фритюрного жира составляют 6014 руб/сутки.

Дополнительная выручка от реализации 223 кг очищенного фритюрного жира на вторичном рынке составляет: $223 * 20 = 4460$ руб.

Суммарный расход средств на фритюрный жир составляет:

$$18800 + 6014 - 4460 = \mathbf{20354 \text{ руб/сутки}}$$

Экономия по сравнению с использованием только свежего фритюрного жира составляет: $45355 - 20354 = 25001$ руб/сутки.

Годовой экономический эффект от внедрения адсорбционной очистки фритюрного жира по основному варианту составляет:

$$25001 * 330 = \mathbf{8250330 \text{ руб/год}}$$

Расчет годового экономического эффекта от внедрения предложенной технологии очистки [7,212]:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_г - E_n * K,$$

где $\mathcal{E}_г$ – годовая экономия (прибыль), вызванная внедрением техники;

K – единовременные затраты, связанные с покупкой техники;

E – норма прибыли (нормативный коэффициент эффективности = 0,15).

$$\mathcal{E}_г = 8250330 \text{ руб/год}$$

$$K = 1400000 \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E} = 8250330 - 0,15 * 1400000 = \mathbf{8040330 \text{ руб/год}}$$

Годовой экономический эффект представляет собой абсолютный показатель эффективности. Система считается эффективной, если $\mathcal{E} > 0$.

На основании проведенных расчетов можно сделать вывод о колоссальной эффективности предложенной технологии очистки.

8.2 Расчет экономической эффективности производства и прибыль от реализации мучных кондитерских изделий

Калькуляция выполнена на основе оптовых цен на сырье на 1 января 2015 года. Расчет себестоимости ведем по калькуляционным статьям на 1 изделие (100 г):

Расчет потребности в сырье приведен в таблице 8.2.

Таблица 8.2 – Стоимость основного сырья и материалов для мучных кондитерских изделий

Наименование продукции	Наименование сырья	Расход сырья на 10 кг готовой продукции (100 шт.), г	Расход сырья на 1 изделие (100 г), кг	Цена сырья по видам (руб./кг)	Стоимость сырья на 1 изделие, руб.	
	2	3	4	5	6	
Кекс творожный (контроль)	Мука пшеничная	2886	0,02886	15	0,4329	
	Масло сливочное	1546	0,01546	205	3,1693	
	Сахар-песок	3298	0,03298	40	1,3192	
	Творог 18% жирности	2574	0,02574	150	3,861	
	Меланж	1649	0,01649	100	1,649	
	Пудра рафинадная	102	0,00102	80	0,0816	
	Натрий двууглекислый	5,2	0,000052	20	0,0010	
	Аммоний углекислый	9,9	0,000099	110	0,0109	
	Итого					10,5249
	Кекс творожный с облепихой	Мука пшеничная	2886	0,02886	15	0,4329
Масло сливочное		1456	0,01456	205	2,9848	
Сахар-песок		3259	0,03259	40	1,3036	
Творог 18% жирности		2574	0,02574	150	3,861	
Меланж		1649	0,01649	100	1,649	
Пудра рафинадная		102	0,00102	80	0,0816	

	Натрий двууглекислый	5,2	0,000052	20	0,0010
	Аммоний углекислый	9,9	0,000099	100	0,0099
	Облепиха	129	0,00129	250	0,3225
	Итого				10,6463

1. Кекс творожный 10,53 руб.
2. Кекс творожный с облепихой 10,65 руб.

Вспомогательные материалы.

Для расчетов принимаем равным 10% от стоимости основных материалов:

$$C_v = C_c * 0,1$$

- 1 Кекс творожный 1,05 руб.
- 2 Кекс творожный с облепихой 1,07 руб.

Стоимость энергоносителей. (Сэ)

Принимаем стоимость 1 кВт/ч электроэнергии 4,5 руб., стоимость воды для технических целей 18,5 руб./м.куб.

Таблица 8.3 – Стоимость энергоносителей на 1 изделие

№, п/п	Продукт	Электроэнергия, кВт/ч	Вода, м. куб.	Электроэнергия, руб.	Вода, руб.	Итого ресурсов
1	Кекс творожный	0,036	0,0021	0,2	0,04	0,24
2	Кекс песочный с творогом и облепихой	0,036	0,0021	0,2	0,04	0,24

Заработная плата

Для производства продукции требуется 1 кондитер 3 разряда в смену. Режим работы предприятия 2-х сменный. Заработная плата работников составит порядка 18 тыс. руб. в месяц.

Рассчитаем заработную плату на одно изделие (ЗП): $2 * 18000 / \text{кол-во изделий в месяц}$.

Таблица 8.4 – Заработная плата на 1 изделие

№ п/п	Продукт	Кол-во изделий в месяц, шт.	Заработная плата на 1 изделие, руб.
1	Кекс творожный	18000	2
2	Кекс песочный с творогом и облепихой	18000	2

Начисления на заработную плату (НЧ): 30% от ЗП.

Таблица 8.5 – Сумма начислений на заработную плату на 1 изделие

№ п/п	Продукт	Начисления на ЗП, руб.
1	Кекс творожный	0,6
2	Кекс песочный с творогом и облепихой	0,6

Амортизационные отчисления (А).

Площадь цеха составляет 15 м. кв., стоимость 1 м. кв. 50 тыс. руб.

$$15 \cdot 50 = 750 \text{ тыс. руб.}$$

Стоимость оборудования;

Конвекционная печь 52,3 тыс. руб.

Миксер 43,4 тыс. руб.

ИТОГО: 95,7 тыс. руб.

Нормы амортизации для оборудования здания - 2%, оборудования - 15%.

Амортизацию на 1 изделие рассчитаем как отношение суммы амортизации за год к количеству выпущенных изделий.

Таблица 8.6 – Начисление амортизации на 1 изделие

№ п/п	Продукт	Количество изделий за год, шт.	Амортизация здания, руб.	Амортизация оборудования, руб.	Итого амортизация, руб.
1	Кекс творожный	216000	0,035	0,0332	0,068
2	Кекс песочный с творогом и облепихой	216000	0,035	0,0332	0,068

Содержание и текущий ремонт оборудования и здания (Ро)

Отчисления на ремонт оборудования принимаем 20% от его стоимости, на ремонт здания 2%. Расчет ведем аналогично как в предыдущем разделе.

Таблица 8.7 – Отчисления на ремонт и содержание здания и оборудования на 1 изделие

№ п/п	Продукт	Количество изделий за год	Ремонт здания, руб.	Ремонт оборудования, руб.	Итого, руб.
1	Кекс творожный	216000	0,035	0,0443	0,079
2	Кекс песочный с творогом и облепихой	216000	0,035	0,0443	0,079

Прочие расходы (Сп).

Принимаем 2% от стоимости сырья и материалов:

Таблица 8.8 – Прочие расходы на 1 порцию продукта

№ п/п	Продукт	Прочие расходы, руб.
1	Кекс творожный	0,211
2	Кекс песочный с творогом и облепихой	0,213

Производственная себестоимость 1 изделия (Спр).

Определяется как сумма всех предыдущих статей затрат.

Таблица 8.9 – Производственная себестоимость 1 порции продукта

№ п/п	Продукт	Производственная себестоимость, 1 изд. руб.
1	Кекс творожный	14,77
2	Кекс песочный с творогом и облепихой	14,92

Коммерческие расходы (Кр)

Принимаем 10% от производственной себестоимости изделия.

Таблица 8.10 – Коммерческие расходы на 1 порцию продукта

№ п/п	Продукт	Коммерческие расходы, руб.
1	Кекс творожный	1,48
2	Кекс песочный с творогом и облепихой	1,49

Общая себестоимость (Со).

Определяется как сумма производственной себестоимости и коммерческих расходов.

Таблица 8.11 – Полная себестоимость 1 порции продукта

№ п/п	Продукт	Общая себестоимость 1 изделия, руб.
1	Кекс творожный	16,25
2	Кекс песочный с творогом и облепихой	16,40

Определение цены исходного и опытного образцов

Цена определяется с учетом нормативной рентабельности продукции (10%) и НДС (10%).

Кекс творожный $16,25 * 1,1 * 1,1 = 19,67$ руб.

Кекс творожный с облепихой $16,4 * 1,1 * 1,1 = 19,85$ руб.

Эффективность производства и реализации кексов

Таблица 8.12 – Эффективность производства и реализации исходного и опытного образцов продукта при расчетных ценах реализации

№ п/п	Показатели	Кекс творожный	Кекс творожный с облепихой	Изменение (+; -)
1	Цена реализации, руб.	19,67	19,85	1
2	Объем производства и реализации в год, шт.	216000,00	216000,00	0
3	Выручка от реализации за год, тыс. руб.	4248,72	4287,6	38,88
4	Полная себестоимость единицы продукции, руб.	16,25	16,40	0,15
5	Полная себестоимость годового выпуска продукции, тыс. руб.	3510	3542,4	32,4
6	Прибыль от реализации продукции, тыс. руб.	738,72	745,2	6,48
7	Чистая прибыль, руб.	590,97	596,16	5,18
8	Рентабельность продукции, %	21,04	21,03	-0,01
9	Рентабельность продаж, %	17,38	17,38	0
10	Фондоотдача, руб.	5,02	5,07	0,05
11	Фондоемкость, руб.	0,199	0,197	-0,002
12	Производительность труда, тыс. руб.	2124,3	2143,8	19,5

Результаты расчетов, отраженные в таблице 8.12 указывают на то, что эффект от производства и реализации годового объема опытного образца продукта не значительно больше, чем исходного на 38,88 тыс. руб. (изменение прибыли от реализации). Показатели эффективности использования основных фондов также несколько увеличились: рост фондоотдачи на 0,05 руб. и, соответственно, снижение фондоемкости на 0,002 руб.; показатель эффективности использования трудовых ресурсов (производительность труда) вырос на 19,5 тыс. руб.

При этом показатели экономической эффективности - рентабельность продукции и рентабельность продаж одинаковы для обоих образцов продукции.

Данные показатели имеют достаточно высокое значение для пищевой промышленности, следовательно, производство и реализация данного вида продукции эффективно с экономической точки зрения.

В связи с тем, что опытный образец имеет более высокие вкусовые и функциональные свойства, по сравнению с исходным изделием. Свежая облепиха входящая в его состав дополнительно обогащает разработанное изделие витаминами С, А, В1, В3, каротиноидами: рибофлавин, токоферол, ликопин, фолиевая кислота, филлохинон, сахарами, дубильными веществами, олеиновой, стеариновой, линолевой и пальметиновой кислотами, поэтому существует возможность некоторого повышения цены его реализации.

Таблица 8.13 – Эффективность производства и реализации исходного и опытного образцов продукта с повышением цены на опытный образец

№ п/п	Показатели	Кекс творожный	Кекс песочный с облепихой	Изменение (+; -)
1	2	3	4	5
1	Цена реализации, руб.	19,67	21,00	1,33
2	Объем производства и реализации в год, шт.	216000,00	216000,00	0
3	Выручка от реализации за год, тыс. руб.	4248,72	4536	287,28
4	Полная себестоимость единицы продукции, руб.	16,25	16,40	0,15
5	Полная себестоимость годового выпуска продукции, тыс. руб.	3510	3542,4	32,4
6	Прибыль от реализации продукции, тыс. руб.	738,72	993,6	254,88
7	Чистая прибыль, руб.	590,97	794,88	203,90

8	Рентабельность продукции, %	21,04	28,05	7,01
9	Рентабельность продаж, %	17,38	21,90	4,52
10	Фондоотдача, руб.	5,02	5,36	0,34
11	Фондоемкость, руб.	0,199	0,186	-0,013
12	Производительность труда, тыс. руб.	2124,3	2268,0	143,7

Результаты расчетов, отраженные в таблице 8.13 свидетельствуют о том, что эффект от производства и реализации годового объема опытного образца продукта больше, чем исходного, на 287,28 тыс. руб. (изменение прибыли от реализации). Показатели эффективности использования основных фондов также увеличились: рост фондоотдачи на 0,34 руб. и, соответственно, снижение фондоемкости на 0,013 руб.; показатель эффективности использования трудовых ресурсов (производительность труда) вырос на 143,7 тыс. руб.

При этом экономическая эффективность производства и реализации опытного образца выше, чем исходного: рентабельность продукции выше на 7,01%, рентабельность продаж - на 4,52%.

Следовательно, производство опытного образца более эффективно с экономической точки зрения.

8.3 Расчет экономической эффективности производства и прибыль от реализации снеков: сухариков и чипсов

Расчет себестоимости ведем по калькуляционным статьям на 100 г изделий.

Расчет потребности в сырье приведен в таблице 8.14.

Таблица 8.14 – Расчет стоимости сырья для производства 1 кг продукта

Наименование продукции	Наименование сырья	Расход сырья на 1 кг продукта, кг	Цена сырья по видам (руб./кг)	Стоимость сырья на 1 кг. продукции, руб.
Сухарики с укропом душистым перцем	Хлеб из пшеничной (ржаной) муки	1,79	30	53,7
	Масло подсолнечное	0,04	60	2,4
	Соль	0,03	6	0,18
	СО ₂ -экстракт укропа	0,00016	2500	0,4
	СО ₂ -экстракт душистого перца	0,0001	2500	0,25
	Итого			56,9
Чипсы из натурального картофеля с укропом душистым перцем	Картофель (чипс)	3,921	40	156,84
	Подсолнечное масло	0,35	60	21
	Соль	0,02	6	0,12
	СО ₂ экстракт укропа	0,0006	2500	1,5
	СО ₂ экстракт душистого перца	0,0004	2500	1
	Итого			180,46

Вспомогательные материалы

Для расчетов принимаем равным 10% от стоимости основных материалов:

$$C_v = C_c * 0,1$$

Сухарики с укропом и душистым перцем 5,69 руб.

Чипсы из натурального картофеля с укропом душистым: 18,05 руб.

Стоимость энергоносителей (Сэ)

Принимаем стоимость 1 кВт/ч электроэнергии 4,5 руб., стоимость воды для технических целей 18,5 руб./м.куб.

Таблица 8.15 – Стоимость энергоносителей на 1 кг продукта

№ п/п	Продукт	Электроэнергия, кВт/ч	Вода, м. куб.	Электроэнергия, руб.	Вода, руб.	Итого ресурсов
1	Сухарики с укропом и душистым перцем	0,188	0,0012	0,85	0,0222	0,8722
2	Чипсы из натурального картофеля с укропом и душистым перцем	0,438	0,0012	1,97	0,0222	1,9922

Заработная плата

Для производства продукции требуется 1 повар 3 разряда в смену. Режим работы предприятия 2-х сменный. Заработная плата работников составит порядка 18 тыс. руб. в месяц.

Рассчитаем заработную плату на одно изделие (ЗП):

$2 * 18000 / \text{кол-во изделий в месяц}$.

Таблица 8.16 – Заработная плата на 1 кг продукта

№ п/п	Продукт	Объем производства и реализации в месяц, кг.	Заработная плата на 1 кг продукта, руб.
1	Сухарики с укропом и душистым перцем	3000	12
2	Чипсы из натурального картофеля с укропом и душистым перцем	3000	12

Начисления на заработную плату (НЧ): 30% от ЗП

Таблица 8.17 – Сумма начислений на заработную плату на 1 кг продукта

№ п/п	Продукт	Начисления на ЗП, руб.
1	Сухарики с укропом и душистым перцем	3,6
2	Чипсы из натурального картофеля с укропом и душистым перцем	3,6

Амортизационные отчисления (А)

Площадь цеха составляет 15 м. кв., стоимость 1 м. кв. 50 тыс. руб.

$15 \cdot 50 = 750$ тыс. руб.

Стоимость оборудования для сухариков:

Конвекционная печь 52,3 тыс. руб.

ИТОГО: 52,3 тыс. руб.

Стоимость оборудования для чипсов:

Фритюрница: 20 тыс. руб.

ИТОГО: 20 тыс. руб.

Нормы амортизации для оборудования здания - 2%, оборудования - 15%.

Амортизацию на 1 изделие рассчитаем как отношение суммы амортизации за год к количеству выпущенных изделий.

Таблица 8.18 – Начисление амортизации на 1 кг продукта

№ п/п	Продукт	Количество изделий за год, кг.	Амортизация здания, руб.	Амортизация оборудования, руб.	Итого амортизация, руб.
1	Сухарики с укропом и душистым перцем	36000	0,417	0,218	0,645
2	Чипсы из натурального картофеля с укропом и душистым перцем	36000	0,417	0,083	0,500

Содержание и текущий ремонт оборудования и здания (Ро)

Отчисления на ремонт оборудования принимаем 20% от его стоимости, на ремонт здания 2%.

Таблица 8.19 – Отчисления на ремонт и содержание здания и оборудования на 1 кг продукта

№ п/п	Продукт	Количество изделий за год	Ремонт здания, руб.	Ремонт оборудования, руб.	Итого, руб.
1	Сухарики с укропом и душистым перцем	36000	0,417	0,291	0,707
2	Чипсы из натурального картофеля с укропом и душистым перцем	36000	0,417	0,111	0,528

Прочие расходы (Сп)

Принимаем 2% от стоимости сырья и материалов.

Таблица 8.20 – Прочие расходы на 1кг продукта

№ п/п	Продукт	Прочие расходы, руб.
1	Сухарики с укропом и душистым перцем	1,14
2	Чипсы из натурального картофеля с укропом и душистым перцем	3,61

Производственная себестоимость 1 кг продукта (Спр)

Определяется как сумма всех предыдущих статей затрат.

Таблица 8.21 – Производственная себестоимость 1 кг продукта

№ п/п	Продукт	Производственная себестоимость, 1 кг. руб.
1	Сухарики с укропом и душистым перцем	81,58
2	Чипсы из натурального картофеля с укропом и душистым перцем	220,74

Коммерческие расходы (Кр)

Принимаем 10% от производственной себестоимости изделия.

Таблица 8.22 – Коммерческие расходы на 1 кг продукта

№ п/п	Продукт	Коммерческие расходы, руб.
1	Сухарики с укропом и душистым перцем	8,18
2	Чипсы из натурального картофеля с укропом и душистым перцем	22,07

Общая себестоимость (Со)

Определяется как сумма производственной себестоимости и коммерческих расходов.

Таблица 8.23 – Полная себестоимость 1 кг продукта

№ п/п	Продукт	Общая себестоимость, руб.
1	Сухарики с укропом и душистым перцем	89,73
2	Чипсы из натурального картофеля с укропом и душистым перцем	242,81

Определение цены опытного образца

Цена определяется с учетом нормативной рентабельности продукции (10%) и НДС (10%).

Сухарики с укропом и душистым перцем

$$89,73 * 1,1 * 1,1 = 108,58 \text{ руб.}$$

Эффективность производства и реализации продукции

Таблица 8.24 – Эффективность производства и реализации опытного образца продукта

№ п/п	Показатели	Сухарики с укропом и душистым перцем	Чипсы из натурального картофеля с укропом душистым
1	Цена реализации 1 кг., руб.	108,58	293,8
2	Объем производства и реализации в год, кг.	36000,00	36000,00
3	Выручка от реализации за год, тыс. руб.	3908,88	10576,8
4	Полная себестоимость 1 кг продукции, руб.	89,73	242,81
5	Полная себестоимость годового выпуска продукции, тыс. руб.	3230,28	8741,16
6	Прибыль от реализации продукции, тыс. руб.	678,6	1835,64
7	Чистая прибыль, руб.	542,88	1468,51
8	Рентабельность продукции, %	21,01	21,0
9	Рентабельность продаж, %	17,36	17,36
10	Фондоотдача, руб.	4,87	13,74
11	Фондоемкость, руб.	0,21	0,073
12	Производительность труда, тыс. руб.	1954,44	5288,4

Результаты расчетов, отраженные в таблице 8.24 свидетельствуют о том, что эффект от производства и реализации годового объема опытного образца продуктов составил: сухариков - 678,6 тыс. руб., чипсов -1835,64 тыс. руб (прибыль от реализации), при этом размер чистой прибыли, остающейся в распоряжении предприятия после уплаты налогов, составил 542,88 тыс. руб. (сухарики) и 1468,51 тыс. руб. (чипсы). Эффективность использования основных фондов предприятия определяется показателем фондоотдачи, который составил 4,87 руб. для сухариков и 13,74 руб. для чипсов. Показатель производительности труда, отражающий эффективность использования трудовых ресурсов предприятия, составил 1954,44 тыс. руб.

для сухариков и 5288,4 тыс. руб. для чипсов. Эффективность производства и реализации продукции определена показателем рентабельности продукции – 21,01% для сухариков и 21,1 % для чипсов; и рентабельности продаж – 17,36% для всех снеков. Данные показатели имеют достаточно высокое значение для пищевой промышленности, следовательно, производство и реализация данного вида продукции эффективно с экономической точки зрения.

8.4 Экономический эффект от внедрения предложенной технологии антиоксидантной стабилизации комбикорма для карпа

Комбикорм с антиоксидантами.

Расчет себестоимости ведем по калькуляционным статьям на 1 кг корма.

Сырье

Таблица 8.25 – Расчет стоимости сырья для производства кормовой добавки антиоксидантного действия

№ п/п	Наименование сырья	Расход сырья на 10 кг готового корма, кг	Расход сырья на 1 кг готового корма, кг	Цена сырья по видам (руб./кг)	Стоимость сырья на 1 кг готового корма, руб.
1	2	3	4	5	6
1	Карповый комбикорм	9	0,9	20	18
2	Шрот из рапсоропши	1	0,1	1800	180
3	СО ₂ -экстракт розмарина	0,01	0,001	450	0,45
4	Итого				198,45

Как видно из таблицы, на изготовление 1 кг разработанного комбикорма понадобится 198,45руб.

Вспомогательные материалы

Для расчетов принимаем равным 10% от стоимости основных материалов:

$$C_B = C_C * 0,1 \quad (5.1)$$

Кормовая добавка антиоксидантной направленности 19,84 руб.

Стоимость энергоносителей (Сэ)

Принимаем стоимость 1 кВт/ч электроэнергии 2,7 руб., стоимость воды для технических целей 11,68 руб./м.куб.

Таблица 8.26 – Стоимость энергоносителей на производство 1кг комбикорма

№, п/п	Продукт	Электроэнергия, кВт/ч	Вода, м. куб.	Электроэнергия, руб.	Вода, руб.	Итого ресурсов
1	Карповый комбикорм антиоксидантной направленности	0,03	0,06	0,081	0,700	0,781

Заработная плата

Линию производства обслуживают 2 инженера и 2 механика. Режим работы предприятия 2-х сменный. Заработная плата работников составит порядка 6 тыс. руб. в месяц.

Рассчитаем заработную плату на производство 1 кг корма (ЗП):

$4 * 6 / \text{количество изделий в месяц}$.

Таблица 8.27 - Расчет заработной платы на производство 1 кг комбикорма антиоксидантного действия

№ п/п	Продукт	Объем производства и реализации в месяц, кг	Заработная плата на 1 кг корма, руб.
1	Карповый комбикорм антиоксидантной направленности	5500	4,36

Начисления на заработную плату (НЧ): 26% от ЗП

Таблица 8.28 – Сумма начислений на заработную плату на 1 кг продукта

№ п/п	Продукт	Начисления на ЗП, руб.
1	Карповый комбикорм антиоксидантной направленности	1,196

Амортизационные отчисления (А)

Площадь цеха составляет 110 кв. м, стоимость 1 м. кв. 15 тыс. руб.

$110 \cdot 15 = 1650$ тыс. руб.

Стоимость оборудования:

пресс-экструдер: 376,200 тыс. руб.

ИТОГО: 376,200 тыс. руб.

Нормы амортизации для оборудования здания - 2%, оборудования - 10%.

Амортизацию на 1 кг корма антиоксидантного действия рассчитаем как отношение суммы амортизации за год к объему выпущенного комбикорма.

Таблица 8.29 – Начисление амортизации на 1 кг продукта

№ п/п	Продукт	Количество корма за год, кг	Амортизация здания, руб.	Амортизация оборудования, руб.	Итого амортизация, руб.
1	Карповый комбикорм антиоксидантной направленности	66000	33000	37620	1,07

Содержание и текущий ремонт оборудования и здания (Ро)

Отчисления на ремонт оборудования принимаем 20% от его стоимости, на ремонт здания 2%.

Таблица 8.30 – Отчисления на ремонт и содержание здания и оборудования на 1 кг кормовой добавки

№ п/п	Продукт	Количество производимого корма за год, кг	Ремонт здания, руб.	Ремонт оборудования, руб.	Итого, руб.
1	Карповый комбикорм антиоксидантной направленности	66000	33000	75240	1,64

Прочие расходы (Сп)

Принимаем 2% от стоимости сырья и материалов.

Таблица 8.31 – Прочие расходы на производство 1кг комбикорма антиоксидантной направленности

№ п/п	Продукт	Прочие расходы, руб.
1	Карповый комбикорм антиоксидантной направленности	4,36

Производственная себестоимость 1 кг корма антиоксидантной направленности (Спр)

Определяется как сумма всех предыдущих статей затрат.

Таблица 8.32 – Производственная себестоимость 1 кг продукта

№ п/п	Продукт	Производственная себестоимость, 1 кг руб.
1	Карповый комбикорм антиоксидантной направленности	231,937

Коммерческие расходы (Кр)

Принимаем 10% от производственной себестоимости комбикорма.

Таблица 8.33 – Коммерческие расходы на производство 1 кг комбикорма антиоксидантной направленности

№ п/п	Продукт	Коммерческие расходы, руб.
1	Карповый комбикорм антиоксидантной направленности	23,193

Общая себестоимость (С_о)

Определяется как сумма производственной себестоимости и коммерческих расходов.

Таблица 8.34 – Полная себестоимость 1 кг корма антиоксидантной направленности

№ п/п	Продукт	Общая себестоимость, руб.
1	Карповый комбикорм антиоксидантной направленности	255,130

Определение цены карпового комбикорма антиоксидантной направленности

Цена определяется с учетом нормативной рентабельности продукции (9%) и НДС (10%). 22.473 24.971

Карповый комбикорм антиоксидантной направленности

Цена=255,130+22,961+25,513=303,604 руб.

Эффективность производства и реализации продукции

Таблица 8.35 – Эффективность производства и реализации комбикорма антиоксидантной направленности

№ п/п	Показатели	Карповый комбикорм антиоксидантной направленности
1	Цена реализации 1 кг., руб.	303,6
2	Объем производства и реализации в год, кг	66000
3	Выручка от реализации за год, тыс. руб.	20376
4	Полная себестоимость 1 кг продукции, руб.	249,71
5	Полная себестоимость годового выпуска продукции, руб.	16480,86
6	Прибыль от реализации продукции, тыс. руб.	8895,14
7	Чистая прибыль, тыс. руб.	6988,78
8	Рентабельность продукции, %	17,9
10	Фондоотдача, руб.	2,6
11	Фондоемкость, руб.	0,35
12	Производительность труда, тыс. руб.	8125,3

Результаты расчетов, отраженные в таблице 8.35, указывают на то, что эффект от производства и реализации годового объема кормовой добавки антиоксидантного действия составил 8895,14. руб. (прибыль от реализации), при этом размер чистой прибыли, остающейся в распоряжении предприятия после уплаты налогов, составил 6988,78. руб. Эффективность использования основных фондов предприятия определяется показателем фондоотдачи, который составил 2,6 руб. Показатель производительности труда, отражающий эффективность использования трудовых ресурсов предприятия, составил 8125,3 руб. Эффективность производства и реализации продукции определена показателем рентабельности продукции - 17,9%.

Следует отметить, что при производстве корма используем вторичное сырье - шрот из расторопши, который получают при затирании и отжиме масла расторопши.

Также экономический эффект обусловлен тем, что добавление в корм СО₂-экстракта розмарина и шрота из расторопши оказывает существенно влияние на темп роста выращиваемых рыб. Так, на протяжении всего периода выращивания показатели роста были выше у рыб, выращиваемых на разработанной кормовой добавке антиоксидантной направленности. Прирост массы у рыб у этой группы был несколько выше на 13,2%, чем у рыб, выращиваемых на обычном комбикорме.

Как уже было отмечено выше, использование антиоксидантов в рецептуре приготовления кормовой добавки позволяет пролонгировать сроки хранения продукции. Таким образом, это дает возможность увеличить время для реализации рыбных изделий на предприятиях питания. Известно, что товар с истекшим сроком годности меняется на свежеработанную продукцию. При этом возвращенные изделия отправляют на утилизацию. Возвращенный товар проходит обратную цепочку производства от склада хранения готовой продукции до цеха полуфабрикатов, попадая в цех утилизации. Таким образом предприятие несет материальные затраты в размере стоимости возвращенной и переработанной продукции. Таким образом, производство и реализация разработанного комбикорма антиоксидантной направленности эффективно с экономической точки зрения.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Предложена принципиально новая схема контроля безопасности продукции быстрого питания, предусматривающая обязательный контроль безопасности готовой продукции и нормативы показателей в критических контрольных точках технологического процесса. Установлены следующие нормативы показателей безопасности для готовой продукции: массовая доля СНПЭ не более 0,2 %, П.ч. не более 2 мэкв / кг; для жирового компонента продукции быстрого питания и фритюрных жиров: массовая доля СНПЭ не более 1 %, К.ч. не более 2,0 мг КОН / г, П.ч. не более 10 мэкв / кг.

2. Проведена оценка безопасности жирового компонента продукции быстрого питания и жиров, используемых для ее производства. Показан высокий уровень их окисления и необходимость контроля безопасности самой готовой продукции и пересмотра сроков реализации этих групп продукции с учетом показателей безопасности жирового компонента. На основании экспериментальных исследований обоснованы критерии оптимизации жирнокислотного состава фритюрных жиров. Определено, что для производства фритюрных жиров рекомендуются смеси натуральных жиров и масел, содержащие не более 2 % транс-изомеров жирных кислот, не более 35% насыщенных жирных кислот и 20 - 25% линолевой кислоты. Для этой цели пригодны смеси подсолнечного масла и высокоолеинового подсолнечного масла с пальмовым маслом и пальмовым олеином, соответствующие по жирнокислотному составу указанным требованиям. При более высоком содержании линолевой кислоты рекомендуется дополнительная стабилизация фритюрного жира природными антиоксидантными комплексами.

3. Исследована кинетика высокотемпературного окисления фритюрных жиров, подтвердившая целесообразность определения массовой доли СНПЭ, которая отражает реальную картину накопления токсичных продуктов окисления. При более низких температурах обработки критерием

может являться содержание пероксидов. Кислотное число непригодно для оценки степени окисления фритюрного жира, так как не наблюдается четкой корреляции между СНПЭ и величиной кислотного числа. Определение концентрации эпоксидов может быть предложено как оперативный метод контроля безопасности фритюрных жиров, коррелирующий с концентрацией СНПЭ. Результаты проведенных исследований показали, что фритюрный жир без добавления антиоксидантов в реальном технологическом процессе может использоваться не более 8-10 часов; фритюрный жир, стабилизированный антиоксидантным комплексом (например, «SunnyGold» и «Вегафрай 05») - до 30 часов. Проведено исследование влияния условий технологического процесса и химического состава обжариваемых продуктов на интенсивность поглощения фритюрного жира готовым продуктом. Доказано, что маслопоглощение продукта увеличивается пропорционально степени окисления жира и зависит от химического состава продукта. Количество испаряющейся влаги эквивалентно количеству жира, впитывающегося в продукт в ходе жарки.

4. В исследованиях на животных установлен уровень токсического воздействия и патологий при употреблении продукции и жиров, содержащих различные концентрации вторичных продуктов окисления, нерастворимых в петролейном эфире. Попадая в организм, продукты окисления вызывают серьезные изменения биохимического состава и форменных элементов крови, приводят к нарушениям на тканевом и клеточном уровнях в работе желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой и выделительной системы. Данные эксперименты показали, что действующая в настоящее время норма содержания СНПЭ – 1 % - вполне адекватна, однако в перспективе для повышения безопасности следует ужесточить требования к уровню сополимеров в продукции быстрого питания.

5. Предложен новый комплексный гранулированный термомодифицированный наносорбент, преимущества которого заключаются в значительном снижении концентрации СНПЭ в очищаемом фритюрном

жире – на 70 %; удобстве его применения в технологическом процессе; возможности интенсификации процесса очистки с использованием ультразвука; легкости отделения адсорбента от жира; использовании отечественного сырья для производства сорбента. Разработана технология адсорбционной очистки термоокисленных фритюрных жиров с использованием нового наносорбента, которая позволяет снизить содержание токсичных продуктов во фритюрном жире и продлить срок его использования в технологическом процессе на 75 %.

6. Разработаны способы антиоксидантной стабилизации продукции быстрого питания с применением натуральных антиоксидантов: CO₂-экстрактов пряных трав, облепихи. Экспериментально доказана возможность стабилизации жирового компонента при концентрациях антиоксидантов: CO₂-экстрактов пряных трав от 0,026 до 0,1 % и облепихи - 1,5 % на этапе хранения. Разработаны технологические схемы внесения антиоксидантов в зависимости от пищевой системы.

7. Проведена оценка безопасности предложенных технологий в экспериментах на животных и их производственная апробация, рассчитан их экономический эффект, разработан комплект нормативной и технической документации.

Список сокращений и условных обозначений

СНПЭ – сополимеры, нерастворимые в петролейном эфире;

ПМ – масло пальмовое рафинированное дезодорированное (ГОСТ Р 53776-2010);

П.ч. – перекисное число, мэкв активного кислорода / кг;

К.ч. – кислотное число мг КОН / кг;

ПОЛ – перекисное окисление липидов;

АОС – антиоксидантная система.

ККТ- критическая контрольная точка

Список работ, опубликованных по материалам диссертации

Статьи в журналах, рецензируемых ВАК

1. Симакова, И.В. Разработка установки для очистки фритюрного жира/ И.В. Симакова, Л.З. Шильман // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова –2004. - №1. - С.
2. Симакова, И.В. Повышение эффективности использования подсолнечного масла в пищевом рационе человека/ И.В. Симакова, Ф.Я. Рудик, А.М. Погосян // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова – 2008. - №6, С.72-76.
3. Симакова, И.В. Разработка технологии очистки подсолнечного масла на стадии его хранения/ И.В. Симакова, Ф.Я. Рудик, И.Н. Крелина, А.М. Погосян // Хранения и переработка сельхозсырья. – 2009. - №3. – С.17-19.
4. Симакова, И.В. Исследование качества и безопасности покупных изделий, реализуемых в общественном питании/ И.В. Симакова, А.Н. Макарова, А.А. Терентьев // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова – 2011. - №2. – С.34-38.
5. Симакова, И.В. Применение природных консервантов в производстве закусочных и мучных кондитерских изделий/ И.В. Симакова, А.Н. Макарова // Научно-технический журнал «Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов». – 2011. – №4(9). – С. 66-70.
6. Симакова, И.В. Исследование влияния на организм закусочных и сдобных мучных кондитерских изделий при их длительном потреблении по клиническому анализу крови/ И.В. Симакова, А.Н. Макарова, Р.Л. Перкель // Научно-технический журнал «Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов». 2011. - №3 (8). – С.67-74.
7. Симакова, И.В. Интенсификация процесса очистки растительных масел от первичных продуктов окисления в ультразвуковом поле/ И.В.

Симакова, Ф.Я. Рудик, Л.Ю. Скрябина, М.С. Тулеева // Научное обозрение. - 2011 - №6. - С. 44-47.

8. Симакова, И.В. Регенерация нерафинированного подсолнечного масла при хранении/ И.В. Симакова, Ф.Я. Рудик, Л.Ю. Скрябина, М.С. Тулеева // Хранения и переработка сельхозсырья. - 2011 - №12 -. С.22-23

9. Симакова, И.В. Оценка влияния фритюрных жиров и обжариваемых в них продуктов на организм животных/ И.В. Симакова, А.С. Носова, Н.А. Котукова //Хранения и переработка сельхозсырья. -2012. - №5. - С.42-44.

10. Симакова, И.В. Исследование процесса порчи нерафинированного подсолнечного масла при хранении/ И.В. Симакова, Ф.Я. Рудик, Л.Ю. Скрябина, Г.С. Гумаров, М.С. Тулеева// Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова – 2011. - №2.- С. 34-38.

11. Симакова, И.В. Исследование жирового компонента снеков длительного хранения и жиров, используемых для их производства/ И.В. Симакова, А.С. Носова, А.Н. Макарова // Хранения и переработка сельхозсырья. -2012. - №11. - С.32-35.

12. Симакова, И.В. Оценка показателей безопасности картофеля «фри», изготовленного в сетях «быстрого питания» Санкт-Петербурга/ И.В. Симакова, Р.Л. Перкель, А.Г. Воловей, М.Н. Куткина // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. -2013. - №10. – С.47-50.

13. Симакова, И.В. Исследование качества жирового компонента мучных кондитерских изделий длительного хранения и жиров, используемых для их производства/ И.В. Симакова, А.С. Носова, А.Н. Макарова // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. -2013. - №8. – С.59-62

14. Симакова И.В., Исследование физиологического эффекта и безопасности применения растительных добавок в технологии продуктов питания/ И.В. Симакова, А.Н. Макарова, О.С. Фоменко // Хранения и переработка сельхозсырья. – 2015. - № 3 . –С. 24-28.

15. Симакова, И.В., Биологическая оценка безопасности фритюрных жиров в клиническом эксперименте на животных/ И.В. Симакова, А.А. Терентьев, И.Ю. Домницкий, А.Г. Воловей, Р.Л. Перкель, М.Н. Куткина // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. -2014. - №8. – С.57-62

16. Симакова, И.В. Клинические исследования безопасности фритюрных жиров, содержащих транс-изомеры олеиновой кислоты / И.Ю. Домницкий, А.А.Терентьев, Р.Л. Перкель, И.В. Симакова // Научное обозрение. – 2015. -№ 2 – С. 52-56.

Отдельные издания, монографии

1. Энциклопедия питания. Организм человека и питание. Нутриенты пищевых продуктов, Том 1-2/ Под общ. Ред. А.И. Черевко, В.М. Михайлова; В.Г.Горбань, Н.В. Дуденко, М.Б. Колесникова, А.И. Мглинец, Л.Ф. Павлоцкая, П.П. Пивоваров, Л.З. Шильман И.В. Симакова и др.. Харьков: Мир книг, 2013. -353 с. ISBN 978-966-2678-10-9

2. Энциклопедия питания: в 10 т. / Под общ. ред. А. И. Черевко, В. М. Михайлова Т. 3 Характеристика продуктов питания/ Под общ. ред. Л.З.Шильмана; Сост.: Дубинина А.А., Шильман Л.З., Дейниченко Г.В., Дюкарева Г.И. Сырохман И.В., Хацкевич Ю.Н., Селютина Г.А., Ленерт С.А., Летута Т.Н., Овчинникова И.Ф., Попова Т.Н., Онищенко В.Н., Скурихина Л.А., Симакова И.В., Тимченко В.К., Золотухина И.В., Ольховская В.С., Томашевская Р.Я., Винникова В.А – Х.: Мир Книг, 2014. – 690 с. ISBN 978-966-2678-23-9

3. Симакова, И.В. Инновационные технологии в области пищевых продуктов и продукции общественного питания функционального и специализированного назначения: коллективная монография / И.В. Симакова, А.Н. Макарова и др. ФГБОУ ВПО «СПбГТЭУ»; под общ. ред. Н.В. Панковой. – СПб.: Изд-во «ЛЕМА», 2012. – С. 271-286.

4. Симакова, И.В. Качество и безопасность продукции в рамках государственной политики в области здорового питания населения: коллективная монография / И.В. Симакова, А.С. Носова и др. ФГБОУ ВПО «СПбГТЭУ»; под общ. ред. Н.В. Панковой. – СПб.: Изд-во «ЛЕМА», 2012. – С. 44-55

5. Симакова, И.В. Инновационные методы очистки растительных масел: монография/ И.В. Симакова, Ф.Я. Рудик ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова», Саратов, 2012, 68 с. ISBN: 978-5-7011-0763-0

Основные научные статьи в журналах и сборниках

6. Коптяева, И.В. (Симакова, И.В.). Разработка способа очистки фритюрного жира. // Сборник трудов Международной конференции молодых ученых «Химия и технология биологически активных веществ, пищевых продуктов и добавок. Экологически безопасные технологии».- Москва-Тверь, ИБХФ РАН. – 2001, С.75-76.

7. Симакова, И.В. Исследование термообработанного пальмового масла/ И.В. Симакова, Л.З.Шильман, М.Н.Куткина // Техника и технология. - 2004. - №5. – С. 33-36.

8. Симакова, И.В. Исследование термоокисленного пальмового масла с применением УФ-спектроскопии/ И.В. Симакова, Л.З.Шильман, М.Н.Куткина.// Техника и технология. -2004. - №5. – С. 36-38.

9. Симакова, И.В. Технология очистки пальмового масла после фритюрной жарки/ И.В. Симакова, Л.З.Шильман, М.Н.Куткина // Техника и технология. -2004. - №5. – С. 38-41.

10. Симакова, И.В. Влияние термообработанного пальмового масла на организм животных/ И.В. Симакова, Л.З. Шильман, Г.П. Демкин, И.Ю. Домницкий, А.А. Терентьев // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Вавиловские чтения-2004». Саратов: СГАУ.- 2004. - С.144-147.

11. Симакова, И.В. Исследование цис-транс-изомерии в пальмовом масле при фритюрной жарке/ И.В. Симакова, Л.З. Шильман // Тезисы докладов Международной научной конференции «Пути повышения качества услуг общественного питания» – Саратов. – 2005. - С.28-30.

12. Симакова, И.В. Исследование пальмового масла с применением ИК-спектроскопии/ И.В. Симакова, Л.З. Шильман // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Вавиловские чтения-2005». Саратов: СГАУ.- 2005. - С.195-197.

13. Симакова, И.В. Исследование качества фритюрного жира/ И.В. Симакова, Л.З. Шильман // Материалы Международной научно-практической конференции «Наука и социальные проблемы общества: питание, экология, демография». – Харьков. – 2006. С.

14. Симакова, И.В. Влияние транс-изомеров фритюрного жира на организм животных/ И.В. Симакова, Л.З. Шильман, И.Ю. Домницкий, А.А. Терентьев// Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Вавиловские чтения-2006». Саратов: СГАУ.- 2006. - С.

15. Симакова, И.В. Патоморфологические изменения в органах крыс при кормлении их пальмовым маслом, использовавшимся в качестве фритюра/ И.В. Симакова, Л.З. Шильман, А.А. Терентьев// Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции «Ветеринарная медицина. Современные проблемы и перспективы развития». Саратов. – 2007. – С. 417-420

16. Симакова, И.В. Контроль безопасности и качества фритюрных жиров в процессе использования/ И.В. Симакова, Л.З. Шильман, Р.Л. Перкель // Сборник научных трудов СПбТЭИ «Региональные вопросы развития технологии продуктов и организации общественного питания». - Санкт-Петербург. - 2007. - С. 81-88.

17. Симакова, И.В. Исследование влияния транс-изомеров олеиновой кислоты во фритюрном жире // И.В. Симакова, А.А. Терентьев, Р.Л. Перкель // Сборник научных трудов СПбТЭИ «Региональные вопросы развития

технологии продуктов и организации общественного питания». - Санкт-Петербург. - 2007. - С. 62-67

18. Симакова, И.В. Творожные кондитерские изделия лечебно-профилактического и функционального назначения / И.В. Симакова, А.Н. Макарова // Материалы Международной заочной конференции «Технологии и продукты здорового питания». – Саратов. - 2007. - С.109-112.

19. Симакова, И.В. Влияние обжариваемых продуктов на скорость окисления фритюра/ И.В. Симакова, Л.З. Шильман, И.С. Лунина, И.В. Лисова и др. // Материалы Международной заочной конференции «Технологии и продукты здорового питания». – Саратов. - 2007. - С.137-141.

20. Симакова, И.В. Контроль безопасности и качества фритюрных жиров / И.В. Симакова, Л.З. Шильман, Р.Л. Перкель // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 40-летию Харьковского государственного университета общественного питания и торговли. – Харьков.- 2007. - С. 98-101.

21. Симакова, И.В. Разработка рецептур и технологии творожных кондитерских изделий комплексного назначения / И.В. Симакова, А.Н. Макарова // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 40-летию Харьковского государственного университета общественного питания и торговли. – Харьков.- 2007. - С. С.51-52.

22. Симакова, И.В. Повышение эффективности очистки подсолнечных масел адсорбцией / И.В. Симакова, Ф.Я. Рудик, А.М. Погосян // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения проф. Красникова В.В. – Саратов. - 2008. - С. 108-111.

23. Симакова, И.В. Повышение эффективности очистки подсолнечных масел диспергированием / И.В. Симакова, Ф.Я. Рудик, А.М. Погосян // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения проф. Красникова В.В. – Саратов. - 2008. - С. 111-114.

24. Симакова, И.В. Повышение эффективности очистки подсолнечных масел / И.В. Симакова, Ф.Я. Рудик, А.М. Погосян // Сборник трудов международной научно-практической конференции «Вавиловские чтения-2008». –Саратов. - 2008. С.391-393.

25. Симакова, И.В. Воздействие фритюрных жиров на состав крови подопытных животных / И.В. Симакова, Р.Л. Перкель // Сборник научных трудов СПбТЭИ «Теоретические и прикладные вопросы развития технологии продуктов и организации общественного питания». – Санкт-Петербург. – 2009. - С. 42-47.

26. Симакова, И.В. Оценка влияния качества фритюрных жиров по анализу крови на организм подопытных животных / И.В. Симакова // Материалы IV Российского форума “Здоровое питание с рождения: медицина, образование, пищевые технологии. Санкт-Петербург-2009». - Санкт-Петербург, 2009. - С.48.

27. Симакова, И.В. Динамика накопления токсичных продуктов окисления фритюрных жиров и их влияние на безопасность готовой продукции / И.В. Симакова, Р.Л. Перкель, Д.А. Гладков // Материалы IV Российского форума “Здоровое питание с рождения: медицина, образование, пищевые технологии. Санкт-Петербург-2009». - Санкт-Петербург, 2009. - С. 33.

28. Симакова, И.В. Социологические исследования рынка сдобных кондитерских изделий и снежков, обжаренных во фритюре / И.В. Симакова, А.Н. Макарова // Сборник материалов научно-практической конференции СГАУ «Современные технологии переработки сельхозпродукции». – Саратов. – 2010. - С.109-111.

29. Симакова, И.В. Анализ питания молодежи / И.В. Симакова, А.Н. Макарова, Л.З. Шильман // Материалы Всеукраинской научно-практической конференции «Прогрессивные техника и технологии пищевых производств, ресторанного хозяйства и торговли. Экономическая стратегия и перспективы развития сферы торговли и услуг». – Харьков. – 2010. - С. 70-74.

30. Симакова, И.В. Характеристика пальмового масла/ И.В. Симакова, Л.З. Шильман // Материалы Всеукраинской научно-практической конференции «Прогрессивные техника и технологии пищевых производств, ресторанного хозяйства и торговли. Экономическая стратегия и перспективы развития сферы торговли и услуг». – Харьков. – 2010. - С. .

31. Симакова, И.В. Исследование безопасности снековой продукции, обжаренной во фритюре, ее влияние на организм подопытных животных / И. В. Симакова, А.Н. Макарова, А.А. Терентьев // Материалы Международной научно-практической конференции «Новейшие технологии оздоровительных продуктов питания». – Харьков. – 2010. - С. С. 369-370.

32. Симакова, И.В. Оценка качества сдобных мучных кондитерских изделий в экспериментах на животных/ А.Н. Макарова, А.А. Терентьев, И.В. Симакова// Сборник трудов международной научно-практической конференции «Вавиловские чтения-2010». –Саратов. - 2010. - С.248-249.

33. Симакова, И.В. Влияние качества жировой основы сдобных кондитерских изделий и снековой продукции на организм подопытных животных/ А.Н. Макарова, Р.Л. Перкель, И.В. Симакова // Материалы V Российского форума “Здоровое питание с рождения: медицина, образование, пищевые технологии. Санкт-Петербург-2010». - Санкт-Петербург, 2010. - С. 37-38.

34. Симакова, И.В. Исследование изменения органолептических показателей фритюрных жиров в зависимости от вида фритюрной продукции/ Р.Л. Перкель, А.С. Носова, И.В. Симакова // Материалы V Российского форума “Здоровое питание с рождения: медицина, образование, пищевые технологии. Санкт-Петербург-2010». - Санкт-Петербург, 2010. - С.59-60.

35. Симакова, И.В. Разработка альтернативных технологий снековой продукции и исследование ее безопасности// А.Н Макарова, И.В. Симакова// Материалы международной конференции, посвященной 80-летию Санкт-Петербургского торгово-экономического института «Управление

инновациями в торговле и общественном питании» ». - Санкт-Петербург, 2010. - С.

36. Симакова, И.В. Инновационные методы очистки растительных жиров/ Ф.Я.Рудик, И.В. Симакова// Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения проф, Кобы В.Г./ под ред. Е.Е. Демина .- Саратов: издательство «КУБиК», 2011.- 264с. С. 170-172.

37. Симакова, И.В. Исследование порчи нерафинированного подсолнечного масла при хранении/ Ф.Я.Рудик, И.В. Симакова, Л.Ю. Скрябина, М.С. Тулиева // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения проф, Кобы В.Г./ под ред. Е.Е. Демина .- Саратов: издательство «КУБиК», 2011.-264с. С. 173-175.

38. Симакова, И.В. Технологические свойства фритюрных жиров в зависимости от природы обжариваемых продуктов/ А.С. Носова, И.В. Симакова// Материалы научно-практической конференции «Молодые ученые – пищевой и перерабатывающей промышленности АПК»: / Под ред. А.К.Алейникова – Саратов: Издательство «КУБиК» , 2011. С 87 -89.

39. Симакова, И.В. Оценка влияния обжариваемых продуктов на степень окисления фритюрных жиров/ А.С.Носова, И.В. Симакова // Материалы международной научно-технической конференции «Современные достижения биотехнологии», г.Ставрополь. М.:, НОУ «Образовательный научно-технический центр молочной промышленности», 2011. – 331 с.

40. Симакова, И.В. Разработка способа и оптимизация технологических параметров процесса регенерации фритюрных жиров/ А.С.Носова, И.В. Симакова// Материалы международной научно-технической конференции «Современные достижения биотехнологии», г.Ставрополь, НОУ «Образовательный научно-технический центр молочной промышленности», 2011. – С.303-304.

41. Симакова, И.В. Разработка стабилизации жирового компонента снековой продукции при хранении/ А.Н. Макарова, И.В. Симакова// Сборник статей VI Всероссийской научно-практической конференции «Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы», 2 часть. Саратов. -2012 . - С. 196-198.

42. Симакова, И.В. Исследование качества снековой продукции и разработка альтернативных технологий/ А.Н. Макарова, И.В. Симакова// Материалы V Международной научно-практической конференции «Технология и продукты здорового питания» - Саратов. 2011. С. 104-105.

43. Симакова, И.В. Технологические возможности стабилизации окисления липидов рыб/Н.А. Карабалина, И.В. Симакова// Материалы V Международной научно-практической конференции «Технология и продукты здорового питания» - Саратов. 2011. С.

44. Симакова, И.В. Экологические аспекты безопасности утилизации фритюрных жиров/ А.С. Носова, И.В. Симакова// Материалы V Международной научно-практической конференции «Технология и продукты здорового питания» - Саратов. - 2011. - С.135-136.

45. Симакова, И.В. Проблемы безопасности продовольственного сырья и продуктов питания/ В.Н. Стрижевская, И.В. Симакова// Материалы V Международной научно-практической конференции «Технология и продукты здорового питания» - Саратов. 2011. С.

46. Симакова, И.В. Инновационные технологии окислительной стабилизации пищевых продуктов/ А.Н. Макарова, И.В. Симакова// Материалы V научно-практической конференции «Инновационные направления в пищевых технологиях».- 2012. – Пятигорск. -ФГБОУ ВПО «Пятигорский государственный гуманитарно-технологический университет. -С. 236-239.

47. Симакова, И.В. Возможности рециклирования и утилизации фритюрных жиров в индустрии питания/А.С. Носова, И.В. Симакова// Материалы V научно-практической конференции «Инновационные

направления в пищевых технологиях».- 2012. – Пятигорск. -ФГБОУ ВПО «Пятигорский государственный гуманитарно-технологический университет. -С. 392-395

48. Симакова, И.В. Оценка показателей безопасности фритюрных жиров и обжариваемых в них продуктов в ходе эксперимента на животных/ А.С. Носова, А.А. Терентьев, И.В. Симакова// Материалы международной научно-практической конференции "Прогрессивная техника и технологии пищевых производств, гостиничного, ресторанного хозяйств и торговли. Экономическая стратегия и перспективы развития сферы торговли и услуг", посвященная 45-летию Харьковского государственного университета питания и торговли / под ред. О.И.Черевко.-Харьков: ХДУХТ,2012.-Ч.1.- с.229-230.

49. Симакова, И.В. Биологические исследования безопасности фритюрных жиров и обжариваемых в них продуктов в эксперименте на животных/ А.С. Носова, Л.З. Шильман, А.А. Терентьев, И.В. Симакова// Материалы VI Международной научно-практической конференции «Технология и продукты здорового питания». - Саратов. – 2012. - С. 201--203.

50. Симакова, И.В. Анализ современного состояния рынка фаст-фуда в России и за рубежом/ А.С. Носова, М.Б. Исетов, И.В. Симакова// Материалы VI Международной научно-практической конференции «Технология и продукты здорового питания». - Саратов. – 2012. - С. 174--175.

51. Симакова, И.В. Биологический анализ жирового компонента снеков длительного хранения и жиров, используемых для их производства// А.С. Носова, А.Н. Макарова, И.В. Симакова// Материалы Международной научно-технической Интернет-конференции «Фундаментальные и прикладные аспекты создания биосферосовместимых систем». – Орел. -2013. – С.187-190.

52. Симакова, И.В. Исследование качества пальмового масла и жиров на его основе в технологии производства фритюрной продукции / А.С.

Носова, И.В. Симакова // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Инновационные направления в пищевых технологиях», Том 3 - Технические науки. Пятигорск: РИА-КМВ.-2013.-с.226-229.

53. Симакова, И.В. Исследование качества жиров в технологии производства фритюрной продукции/ А.С. Носова, И.В. Симакова // Сборник статей VII Всероссийской научно-практической конференции «Аграрная наука в 21 веке: проблемы и перспективы» / под ред. И.Л. Воротникова. - Саратов: Издательский центр «Наука».-2013.-с. 284-287.

54. Симакова, И.В. Оптимизация жирнокислотного состава фритюрных жиров / Р.Л. Перкель, М.Н. Куткина, И.В. Симакова// Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. №1. – 2013. - С. 85-90.

55. Симакова, И.В. Современные проблемы качества жирового компонента мучных кондитерских изделий длительного хранения и жиров, используемых для их производства / А.С. Носова, А.Н. Макарова, И.В. Симакова // Сборник статей Международной научной конференции, посвященной 100-летию Н.И. Ковалева «Ковалевские чтения -2013». Санкт-Петербург – 2013. – С. 37-40.

56. Симакова, И.В. Боярышник как натуральный антиоксидант в производстве мучных кондитерских изделий Поволжского региона / Н.В. Скламина, И.В. Симакова // Сборник статей Международной научной конференции, посвященной 100-летию Н.И. Ковалева «Ковалевские чтения - 2013». Санкт-Петербург – 2013. – С. 55-58.

57. Симакова, И.В. Проблемы безопасности национальных блюд жареных во фритюре/ А.С. Носова, И.В. Симакова //// Сборник статей Международной научной конференции, посвященной 100-летию Н.И. Ковалева «Ковалевские чтения -2013». Санкт-Петербург – 2013. – С. 20-23.

58. Симакова, И.В. Возможности окислительной стабилизации липидов рыб / Ю.А. Лашина, Н.А. Карабалина А.А. Васильев, И.В. Симакова //

Материалы VII Международной научно-практической конференции «Технология и продукты здорового питания». – Саратов. – 2013. С. 66-67.

59. Симакова, И.В. Применение природных антиоксидантов в производстве мучных кондитерских изделий / А.Н. Макарова, И.В. Симакова // Материалы VII Международной научно-практической конференции «Технология и продукты здорового питания». – Саратов. – 2013. С. 69-72

60. Симакова, И.В. Повышение качества специальных жиров и элитных масел на стадиях производства и хранения / А.С. Носова, Ю.А. Костенко, И.В. Симакова // Материалы VII Международной научно-практической конференции «Технология и продукты здорового питания». – Саратов. – 2013. С. 73-77.

61. Симакова, И.В. Возможность использования плодов боярышника как натурального антиоксиданта в технологии мучных кондитерских изделий / Н.В. Склямина, И.В. Симакова // Материалы VII Международной научно-практической конференции «Технология и продукты здорового питания». – Саратов. – 2013. С. 115-118.

62. Симакова, И.В. Исследование крахмалсодержащих продуктов, обжаренных во фритюре / А.С. Носова, И.В. Симакова // Материалы Международной научно-технической конференции «Новое в технике и технологии пищевых производств» – Белгород : ИД «Белгород» НИУ «БелГУ», 2013. – 380 с. ISBN 978-5-9571-0859-7, С. 131-137.

63. Симакова, И.В. Исследование безопасности жирового компонента снеков и мучных кондитерских изделий/ А.Н. Макарова, И.В. Симакова // Сборник научных трудов III Международного форума «Инновационные технологии обеспечения безопасности и качества продуктов питания. Проблемы и перспективы» V Международной научно-технической конференции «Безопасность и качество продуктов питания. Наука и образование». – М.: Издательско-полиграфический центр МГУПП, 2014. – 165 с., С. 50-55.

64. Симакова, И.В. Оценка безопасности фритюрных жиров в эксперименте на животных/ А.Г. Воловей, Р.Л. Перкель, М.Н. Куткина, И.В. Симакова // Сборник научных трудов III Международного форума «Инновационные технологии обеспечения безопасности и качества продуктов питания. Проблемы и перспективы» V Международной научно-технической конференции «Безопасность и качество продуктов питания. Наука и образование». – М.: Издательско-полиграфический центр МГУПП, 2014. – 165 с., С. 55-59.

65. Симакова, И.В. Исследование качества фритюрной продукции / А.С. Носова, И.В. Симакова // Сборник статей VIII Всероссийской научно-практической конференции «Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы». Саратов: Буква. – 2014. – 580 с. – С.330-334.

66. Симакова, И.В. Моделирование влияния на организм токсичных продуктов окисления фритюрного жира в клиническом эксперименте на животных/ И.В. Симакова // Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности, №4 (008), 2014, С.90-102.

67. Симакова, И.В. Критерии безопасности и методы оценки продукции «быстрого питания», жареной во фритюре / Р.Л. Перкель, М.Н. Куткина, А.Г. Воловей, И.В. Симакова // Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности, №4 (008), 2014, С.90-102.

68. Симакова, И.В. Механизм образования и динамика накопления свободных жирных кислот при жарке картофеля во фритюре / Р.Л. Перкель, А.Г. Воловей, М.И. Меркулова // Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности №4 (004), 2013, с. 69-74.

69. Симакова, И.В. Оценка безопасности специальных жиров для фритюрной жарки в клинических испытаниях/ Р.Л. Перкель, М.Н. Куткина, И.В. Симакова // Материалы VIII Международной научно-практической конференции «Технология и продукты здорового питания» - ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ» - 2014 - С. 318-323.

70. Симакова, И.В. Влияние пищевых продуктов с растительными добавками на морфофункциональные характеристики внутренних органов крыс / О.С. Фоменко, А.Н. Макарова, И.В. Симакова // Материалы международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов «Актуальные проблемы развития общественного питания и пищевой промышленности». Белгород. – 2014. С. 480-486.

Учебные пособия, рекомендации

1. Симакова, И.В. Применение СО₂-экстрактов пряных трав при производстве некоторых изделий в общественном питании и пищевой промышленности: рекомендации/ И.В. Симакова, В.Н. Стрижевская, А.Н. Макарова. - Саратов, ООО «Орион», 2011. 19 с.

2. Симакова, И.В. Очистка подсолнечного масла при хранении: рекомендации/ И.В. Симакова, Ф.Я. Рудик, А.М. Погосян. – Саратов. – 2008. – 14 с.

3. Симакова, И.В. Сборник тестов по дисциплине «Технология продукции общественного питания»: учебное пособие/ И.В. Симакова, М.Н. Куткина, А.А. Смоленцева, Л.З. Шильман- Санкт-Петербург, СПбТЭИ, 2007, 80 с.

4. Симакова, И.В., Носова А.С. Контроль качества фритюрных жиров: методические указания / А.С. Носова, И.В. Симакова. – Саратов. – 2013. – 15 с.

Авторские свидетельства, патенты, изобретения

1. Патент РФ 2218386. Способ очистки фритюрного жира/ И.В. Симакова– 2002.

2. Патент РФ 34531на полезную модель. Установка для очистки фритюрного жира/ И.В. Симакова, Л.З. Шильман, В.Ф. Маркин, В.Н. Петунов– 2003.

3. Патент РФ 78444 на полезную модель. Центробежный очиститель жидкостей/ И.В. Симакова, Ф.Я. Рудик, С.А. Богатырев, А.М. Погосян, Л.Ю. Скрябина– 2008.

4. Патент РФ 81198 С11В3/10 на полезную модель Установка для очистки фритюрного жира/ / И.В. Симакова, Ф.Я. Рудик, С.А. Богатырев, А.М. Погосян, Л.Ю. Скрябина – 2008.

5. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2012620434 от 15 мая 2012г. Классификация и требования к разработке рационов питания организованных коллективов в различных учреждениях с учетом нормативной документации и возможности применения функциональных продуктов питания/ И.В Симакова, В.Н. Стрижевская, А.Н. Макарова.

6. Патент РФ 2473674. Способ очистки фритюрного жира/ И.В. Симакова, Ф.Я. Рудик, С.А. Богатырев, М.С. Тулиева, Л.Ю. Скрябина, Б.В. Богачев -2013.

7. Патент РФ №2528030 от 15.07.2014. Способ очистки фритюрного жира с использованием природных адсорбентов/ Симакова И.В., Перкель Р.Л., Носова А.С. -2014.

Список литературы

1. Абдуллин, И.Ф. Экспрессная оценка антиоксидантной активности растительного сырья. / И.Ф. Абдуллин, Е.Н. Турова, Н.Н. Чернышева и др. // "Сырье и упаковка". 2002, - №9(28), - с.24-26.
2. Абдулов, А. Российский рынок кондитерских изделий [Электронный ресурс] / А. Абдулов. - 2014. - Режим доступа: <http://sfera.fm/articles/rossiiskii-rynok-konditerskikh-izdelii>
3. Абрамченко, В.В. Антиоксиданты и антигипоксанты в акушерстве. / В.В. Абрамченко - Ст-Петербург, 2001, 400 с.
4. Абросимова, Н. А. Кормовое сырье и добавки для объектов аквакультуры/ Н.А. Абросимова, С.С. Абросимов, Е.М. Саенко.– Ростов н/Д.: Эверест.- 2005. – 144с.
5. Авторское свидетельство СССР № 1040914, МПК7 G 01 N 33/02, G 01N 31/02. Способ количественного определения эпоксигрупп в жирах [Текст]/. Стопский В.С., Н.Л.Меламуд, Г.Е.Куличенко, Ф.Б.Эстрина. / Заявитель: Научно-производственное объединение «Масложирпром».
6. Авторское свидетельство СССР № 1808005 АЗ, кл. С 11 В. Способ регенерации отработанного растительного масла/ М.В. Александрова, З.Е. Егорова, И.Н. Чигур и др. - № 5008375/13; заявл. 08.07.91.; опубл. 07.04.93., Б.И. №13.
7. Азгальдов, Г.Г. Квалиметрия - наука об измерении качества. / Азгальдов Г.Г., Гличев А.В. // Стандарты и качество,1968, №1 С. 34-35.
8. Акимов, М.Г. Липиды и рак. Очерки липидологии онкологического процесса / М.Г. Акимов и др.; Под ред. В.В. Безуглова и С.С. Коновалова. - СПб.: Прайм- ЕВРОЗНАК, 2009. – 352 с.
9. Александров, С.Н. Прудовое рыбоводство: Биология прудовых рыб. Кормление и селекция. Болезни и вредители/ С.Н. Александров, В.В. Пожидаев.- М.: АСТ, Сталкер, 2005 - 240с.

10. Александров, С.Н. Прудовое рыбоводство: Биология прудовых рыб. Кормление и селекция. Болезни и вредители/ С.Н. Александров, В.В. Пожидаев.- Попул.изд.- М.: АСТ, Сталкер, 2005. - 240с.
11. Аллан Бремнер. Безопасность и качество рыбо- и морепродуктов / А. Бремнер. – СПб.: Профессия, 2009. – 512.
12. Алымова, Т.Б. Быстрый метод установления пригодности масла для дальнейшего жарения во фритюре / Т.Б.Алымова, Л.Н.Журавлева - ВНИИЖ, г. Санкт-Петербург, - 28-29 с.
13. Аналитическая база данных рынков сельхозсырья и продовольствия «АБ-Центр» [Электронный ресурс]. - Экспертно-аналитический центр агробизнеса. - Режим доступа: <http://ab-centre.ru>
14. Анохина, О.Н. Изменение качества подмороженной рыбы в зависимости от использования жидкого и газообразного азота / О.Н. Анохина, Б.Н. Семенов, А.Б. Одинцов // Проблемы пищевой инженерии и ресурсосбережения в современных условиях: междунар. сборник научных трудов/ под ред. проф. А.Г. Сабурова. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2004. – С. 115 – 124.
15. АПК-Информ [Электронный ресурс] / Информационно-аналитическое агентство «АПК-Информ». - Режим доступа: <http://www.apk-inform.com/ru>
16. Арефьева, И.А. Исследование процессов свободнорадикального окисления липидов в ликворе детей с гидроцефалией / И.А.Арефьева, М.Л. Демчук, А.А. Артарян, Д.А. Мирсадов и др. // Вопросы медицинской химии. – 1999. –№ 4.
17. Арипов, Э.А. Природные минеральные сорбенты, их активирование и модифицирование. / Э.А. Арипов -Ташкент: ФАН, 1970.- 252 С.
18. Арипов, Э.А. Активные центры монтмориллонита и хемосорбция. / Арипов, Э.А., Агзамходжаев А.А.Ташкент: ФАН, 1983. 164 с.;
19. Артемова, Е.Н. Растительные добавки в технологии пищевых продуктов / Е.Н. Артемова, З.В. Василенко. – Орел: ОрелГТУ, 2004 - 243с.

20. Арутюнян, Н.С. Технология переработки жиров. / Н.С.Арутюнян, Е.А.Аришева, Л.И. Янова и др. – М.: Агропромиздат, 1985, с.68 -71.
21. Ахалбедашвили, Л. Г. Каталитические и ионообменные свойства модифицированных цеолитов и сверхпроводящих купратов: дис. док. хим. наук: 02.00.04 / Л. Г. Ахалбедашвили. - Тбилиси, 2006. - с. 195 ;
22. Базарнова, Ю.Г. Ингибирование радикального окисления пищевых жиров флавоноидными антиоксидантами / Ю.Г. Базарнова, Б.Я. Веретнов// Вопросы питания, 2004.№3.
23. Барабой, В.А. Окислительно-антиоксидантный гомеостаз в норме и патологии / В.А.Барабой, Д.А. Сутковой. Под. ред. акад. АМН Украины Ю.А. Зозули. – К.: Чернобыльинтеринформ, 1997. – Ч. 1, 2.
24. Баранов, В. Восстановление прогорклых и отработанных жиров / В. Баранов, Л. Жуковская, Е. Якушина и др. // Общественное питание. – 1991. - №5. – С.19-20.
25. Барнабишвили, Д. Н. Поверхностные явления на алюмосиликатах / Д. Н. Барнабишвили, Г. В. Цицишвили, Н. И. Гогодзе. - Тбилиси: Мецниереба, 1965г. - с.81;
26. Бахарева, А.А. Кормление в индустриальном рыбоводстве / А.А. Бахарева, Ю.Н. Грозеску.- М.: Современне тетради.-2006.-567с.
27. Беззубов, А.П. Химия жиров. – М.: Пищевая пром-ть, 1975. – 280 с.
28. Безруков, Г.Н. Абдул-Касимовское месторождение тальков на Урале / Г.Н. Безруков // Труды института геологии рудных месторождений, петрографии и геохимии. Вып. 63.- М.: АН СССР, 1961. - 26–36 с.
29. Белая, Н.И. О реакционной способности токоферолов как антиоксидантов. / Н.И. Белая, Т.А.Филипенко, А.Н.Николаевский, И.А. Опейда. - М., - Тезисы докладов IV международной конференции "Биоантиоксидант". 16-19 апреля 2002, – с.655-656.
30. Белецкая, В.А. Адсорбционно-каталитические свойства алюмосиликатов. / В. А. Белецкая // Сорбенты как фактор качества жизни и

здоровья: материалы II Всерос. науч. конф. с междунар. участием, Белгород, 18-13 сент. 2006 г. - Белгород: изд-во БелГУ, 2006. - С. 23-27;

31. Беляев, М.И. Совершенствование процессов тепловой обработки продуктов в общественном питании. / М.И. Беляев, Л.З. Шильман. – М.: Экономика, 1975. – 112 с.

32. Беляков, Н.А. Адсорбенты // Каталог-справочник./ Беляков Н.А., Королькова С.В. - СПб.: СПб МАПО, 1997. - 80 с.

33. Березовский, В.М. Химия витаминов. / В.М. Березовский.- М.: Мир, 1991. – 216 с.

34. Большаков, С.А. Холодильная техника и технология продуктов питания. / С.А. Большаков. - М.: Академия, 2003. – 286 с.

35. Боцман, Н.Е. Влияние многократно гретого подсолнечного масла на гистологическую структуру / Г.В. Светлая Н.Е. Боцман // Вопросы рационального питания (Киев). – 1969. – вып. 5. – С. 32-37.

36. Бренц, М.Я. Исследование изменений растительных масел в процессе термической обработки в них продуктов на предприятиях общественного питания: дисс. ... канд. тех. наук. - М., 1965.- 152 с.

37. Бркич, Г.Э. Обеспечение качества и безопасности рыбы и морепродуктов / Г.Э.Бркич, А.М.Рукавишников // Холодильный бизнес.- 2010.-62с.

38. Брукхофф, И. К. Строение и свойства адсорбентов и катализаторов / И.К. Брукхофф, Б. Т. Линеен.; Й. Й. Ф. Схоллен и др.; пер. с англ. - М.: Мир, 1973.-е. 656;

39. Бузмаков, Г.Т. Выращивание товарного карпа в бассейновом хозяйстве металлургического комбината / Г.Т. Бузмаков, А.К. Кондратьев // Рыбное хозяйство.-1986. №10.- 38с

40. Булдаков, А.С. Пищевые Добавки Справочник. 2-е издание / А.С. Булдаков .- М.:ДеЛи принт.-2001.-435с

41. Бурдин, А.М. Морские млекопитающие России. Справочник-определитель /А.М. Бурдин, А.О. Филатова, Э. Хойт. - Киров: Волго-Вятское книжное издательство, 2009. - 210 с.

42. Бурлев, В.А. Свободнорадикальное окисление в системе мать–плацента–плод при акушерской патологии: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М 1992;50.

43. Васильева, Е.М. Перекисное окисление липидов при неврологической патологии у детей / Е.М.Васильева, М.И.Баканов, А.Е.Поддубная, Т.А. Шор // Клиническая лабораторная диагностика. – 2005. – № 2. – С. 8-12.

44. Вишняков, А. Обзор рынка растительного масла [Электронный ресурс] / А. Вишняков // Журнал "Рисковик". - 2012. - Режим доступа: <http://www.riskovik.com/journal/stat/n5/rastitelnoe-maslo/>

45. Воловей, А.Г. Оценка показателей безопасности картофеля фри, приготовленного в сетях быстрого питания Санкт-Петербурга / А.Г.Воловей, Р.Л.Перкель, М.Н. Куткина, И.В.Симакова // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И.Вавилова. - №10. – 2013.- С. 44-49.

46. Волынкин, Ю.Л. Морфология клеток красной и белой крови молоди карпа / Ю.Л. Волынкин.- celostatniichthyohematologickaconference. – Litomysl, 28-29 listopadu 1989. №4.

47. Воронин, М.И. Современная модель системы сохранения качества продовольствия и сырья биологического происхождения/ М.И. Воронин, Б.С. Бабакин //Холодильная техника,2009.№6

48. Вредник, И.М. Влияние термической активации природных адсорбентов на степень очистки обжарочного растительного масла / И.М. Вредник, И.П. Дульнева, Е.А. Попова // Физико-химические аспекты технологии пищевых продуктов: Сб. ст. – Кишнев. – 1985. – с. 36-41.

49. Все об индустрии питания [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://foodnews-press.ru>

50. Второй глобальный форум ФАО/ВОЗ сотрудников органов по обеспечению продовольственной безопасности. [Электронный ресурс]. Бангкок, Таиланд, 12-14 октября 2004 года. - Режим доступа: <http://www.fao.org/docrep/meeting/008/j3110r.htm>

51. Вышеславова, М.Я. Влияние подсолнечного масла с разной степенью окисления на индукцию 2-ацетиламинофлюореном опухолей у крыс // Вопросы онкологии. – 1969. – Т. 15. - №4. – С.66-70.

52. Вышеславова, М.Я. О возможном канцерогенном и коканцерогенном действии перегретых жиров (обзор литературы) // Вопр. Питания. – 1966. – Т.25. - №4. С. 88-93.

53. Вышеславова, М.Я. О канцерогенном действии перегретых жиров// Материалы 16-й научной сессии Ин-та питания АМН СССР. – М., 1966. – Вып. 2. – С. 126-128.

54. Габрук, Н.Г. Использование сорбентов в рационе коров с целью снижения уровня опасных для здоровья веществ в молоке / Н. Г. Габрук, А. А. Шапошников, О.Б. Лаврова // Сорбенты как фактор качества жизни и здоровья: материалы Всерос. науч. конф. с меж^унар. участием, Белгород, 11- 14окт. 2004 г. - Белгород: Изд-во БелГУ, 2004. - с. 37 - 40;

55. Гаев, В.В. Влияние экстрактов растительного происхождения на показатели периферической крови животных. / Гаев В.В., Мерзоев А.И. // Сб. науч. Тр. «Естествознание и гуманизм» Томск: Т.4, вып. 4 под редакцией проф., д.б.н. Ильинских Н.Н., 2007. – С. 67-69.

56. Гинзбург, И.И. Минералы древней коры выветривания Урала. / Гинзбург И.И., Рукавишникова И. А. - М., 1951г.;

57. Головкин, Н.А. Определение перекисей в рыбьих жирах с помощью потенциометрического титрования. / Головкин Н.А., Перкель Р.Л.// Труды Всес. н.-и. ин-т жиров, 1970, выпуск 27 «Химия и технология жиров», с . 240-246

58. Голодец, Г.Г. Лабораторный практикум по физиологии рыб / Г.Г. Голодец.- М.: Пищепромиздат, 1955. - 50 с.

59. Голубев, В.Н. Пищевые и биологически активные добавки : учеб. для студ. высш. учеб. завед. / В.Н. Голубев, Л.В. Чичева-Филатова, Т.В.

60. Горбунов, Н.В. Активация свободнорадикальных реакций и изменение состояния системы антиоксидантной защиты в крови при токсической экспериментальной гриппозной инфекции./ Н.В. Горбунов, А.П. Волгарев, И.В. Брайловская и др. // Бюлл эксперим. биол 1992;7:42–44.

61. Горячева, Е.Д. Витамин Е: характеристика и свойства. / Горячева Е.Д., Елошвили Н.Т., Козлов Э.И. // Специализированный информ. бюллетень "Масла и жиры". 2003, - №4 (26), – с.6-7.

62. ГОСТ 10444.12-88. Продукты пищевые. Метод определения дрожжей и плесневых грибов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-10444-12-88>.

63. ГОСТ 10444.15-94. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов

64. ГОСТ 13496.13-75 Комбикорма. Методы определения запаха, зараженности вредителями хлебных запасов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-13496-13-75>.

65. ГОСТ 21094-75. Хлеб и хлебобулочные изделия. Метод определения влажности.

66. ГОСТ 26829-86 Консервы и пресервы из рыбы. Метод определения жира

67. ГОСТ 28758-97. Комбикорма гранулированные для рыб. Методы определения водостойкости [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://docs.cntd.ru/document/gost-28758-97>.

68. ГОСТ 31647-2012. Масло пальмовое рафинированное дезодорированное для пищевой промышленности. Технические условия.

69. ГОСТ 54053-2010. Методы определения массовой доли жира. [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://docs.cntd.ru/>

70. ГОСТ 5471-83 Масла растительные. Правила приемки и методы испытаний. [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://docs.cntd.ru/>

71. ГОСТ 5471-83 Масла растительные. Правила приемки и методы отбора проб [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/>

72. ГОСТ 5668-68. Хлеб и хлебобулочные изделия. Методы определения массовой доли жира/

73. ГОСТ 5668-68. Хлебобулочные изделия. Методы определения массовой доли жира (с Изменениями N 1, 2, 3, 4).

74. ГОСТ 5898-87 Изделия кондитерские. Методы определения кислотности и щелочности (с Изменением N 1)

75. ГОСТ 5899-85. Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли жира

76. ГОСТ 5900-73 Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ (с Изменениями N 1, 2, 3, 4).

77. ГОСТ 7631-85 Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Правила приемки, органолептические методы оценки качества, методы отбора проб для лабораторных испытаний. [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://docs.cntd.ru/document/gost-7631-85>.

78. ГОСТ 7631-85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Правила приемки, органолептические методы оценки качества, методы отбора проб для лабораторных испытаний.

79. ГОСТ 8756.21-89 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения жира.

80. ГОСТ ISO 2173-201. Продукты переработки фруктов и овощей.

81. ГОСТ Р 51446-99 «Микробиология. Продукты пищевые. Общие правила микробиологических исследований». – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 31с.

82. ГОСТ Р 51483-99. Масла растительные и жиры животные. Определение методом газовой хроматографии массовой доли метиловых эфиров индивидуальных жирных кислот к их сумме.

83. ГОСТ Р 51486-99. Масла растительные и жиры животные. Получение метиловых эфиров жирных кислот

84. ГОСТ Р 51486-99. Масла растительные и жиры животные. Получение метиловых эфиров жирных кислот.

85. ГОСТ Р 51487-99. Масла растительные и жиры животные. Метод определения перекисного числа.

86. ГОСТ Р 51899-2002 Комбикорма гранулированные. Общие технические условия [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://standartgost.ru/g/ГОСТ%20Р%2051899-2002>

87. ГОСТ Р 51899-2002 Комбикорма гранулированные. Общие технические условия [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://standartgost.ru/g/ГОСТ%20Р%2051899-2002>.

88. ГОСТ Р 52100-2003 Спреды и смеси топлёные. Общие технические условия

89. ГОСТ Р 52110-2003. Масла растительные. Методы определения кислотного числа.

90. ГОСТ Р 52465-2005. Масло подсолнечное. Технические условия.

91. ГОСТ Р 52814-2007 (ИСО 6579:2002) Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*.

92. ГОСТ Р 52816-2007. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий).

93. ГОСТ Р 53161-2008. Органолептический анализ. Методология. Метод парного сравнения.

94. ГОСТ Р 53776-2010. Масло пальмовое рафинированное дезодорированное для пищевой промышленности.

95. ГОСТ Р 54607.3-2014 Услуги ОП. Методы лабораторного контроля продукции ОП. Часть 3. Методы контроля соблюдения процессов изготовления продукции ОП. Москва. Стандартиформ, 2015 [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/>

96. Грег, С. Адсорбция, удельная поверхность, пористость / С. Грег, К. Синг. М.: Мир, 1984. -310 с.;

97. Грим, Р.Э. Минералогия и практическое использование глин / Р. Э. Грим:- М.:Мир, 1967-511 с.;

98. Гудков С.В. Механизмы образования активных форм кислорода под влиянием физических факторов и их генотоксическое действие [диссертация]. Пушкино: ИТЭБ РАН; 2012.].

99. Гудков С.В., Брусков В.И., Куликов А.В., Бобылёв А.Г., Куликов Д.А., Молочков А.В. Биоантиоксиданты (часть 1). Альманах клинической медицины № 31'2014 [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.monikiweb.ru/>

100. Данилов, А.М. Холодильная технология пищевых продуктов. - Киев: Выща школа,1974. – 256 с.

101. Денисов, Е.Т. Окисление и стабилизация ракетных топлив. / Денисов Е.Т., Ковалев Г.И. // М.: «Химия», 1983. - с. 31.

102. Джафаров, А.Ф. Товароведная характеристика облепихи и некоторых продуктов ее переработки. / Джафаров А.Ф., Рязанов О.А. // Сборник научных трудов Заочного института торговли РСФСР. М.: ВЗИТ, 1985. №31. С.77-83.

103. Джонсон, Д. Революция оптимального здоровья Издательство: Амвэй, с. 400, 2009 // [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.km.ru/nedvizhimost/otborochnyj_kalendar_sbornoj_ros

104. Дигтярь, А.В., Применение флаволигнанов для подавления избыточной и патологической пролиферации эндотелия сосудов. / Дигтярь А.В., Луценко Е.В., Луценко С.В., Фельдман Н.Б. // Бюлл пат., 2005.

105. Домарецкий, В.А. Стандартизация и классификация пищевых добавок / В.А. Домарецкий // Технология экстрактов, концентратов и напитков из растительного сырья : учеб.пособие.– М.: ФОРУМ, 2007. – 355 с.
106. Доронин, А.Ф. Обеспечение безопасности и качества продуктов питания: Учебное пособие [Электронный ресурс] / А.Ф. Доронин, Б.А. Шендеров, Т.И. Изотова, Н. П. Соболева. – М.: ГОУ ВПО МГУПБ, 2005. – Режим доступа: <http://www.studfiles.ru/preview/2864764/page:6/>
107. Дорошенко, В.Е., Тарасевич Ю.И., Козуб Г.А. Сорбция фенола полусинтетическими и природными сорбентами // Химия и технология воды.- 1995г.-т. 17, №3.-с. 248-251.
108. Дрюк, В.Г. Оксираны – синтез и биологическая активность. Механизм, ассоциативные и стерические эффекты пероксидного эпексидирования алкенов./ В.Г.Дрюк, В.Г.Карцев, М.А.Войцеховская.// М.: «Богородский печатник», 1999. – 528 с.
109. Дубенецкая М.М. Влияние окислившегося подсолнечного масла на организм экспериментальных животных// Гигиена и санитария. – 1971. - № 12. – С. 33-36.
110. Дубинин, М. М. Микропористые структуры углеродных сорбентов / М.М. Дубинин // Адсорбция в микропорах: труды пятой конференции по теоретическим вопросам адсорбции. – М.: Наука 1983.- с. 186-192.
111. Дунченко, Н.И. Квалиметрия и управление качеством в пищевой промышленности / Н.И. Дунченко, В.С. Кочетов, В.С. Янковская, А.А. Коренкова. - М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. - 2010. – 287 с.
112. Евстегнеева, Р.П. Химия липидов. – М.: Химия, 1983. – 295 с.
113. Егоров-Тисменко, Ю. К. Кристаллография и кристаллохимия / Ю. К. Егоров-Тисменко. - М.: КДУ, 2005. - 592 с.;
114. Еделев, Д.А. Обеспечение безопасности продуктов питания/ Д.А. Еделев, В.М. Кантере, В.А. Матисон // Пищевая промышленность. №12. 2009.- с 85-91.

115. Жданов, С. П. Химия цеолитов / С. П. Жданов, Е. Н. Егорова. - Л. : Наука, 1968. - с. 256.;
116. Жуленко, В.Н. Отравления шротами и жмыхами [Электронный ресурс] / В.Н. Жуленко, М.И. Рабинович, Г.А. Таланов // Ветеринарная токсикология. - М.: Колос, 2011. - Режим доступа: http://med-books.info/veterinariya_727/otravleniya-shrotami-jmyihami.html
117. Журавлева, Л.Н. Изучение окисления растительных масел при высокотемпературном нагреве во фритюре и разработка способов повышения стабильности: дисс. ... канд. тех. наук. – Санкт-Петербург, 2009. -130с.
118. Запрометов, М.Н. Фенольные соединения: распространение, метаболизм и функции в растениях./ М.Н. Запрометов. - М:Наука 1993;178.
119. Заявка Японии 472394. Состав для обработки отработанного масла / Симидзу Кандуэуо; К.К. Раку; РЖ Химия. – 1995. – 13 Р 1277 П.
120. Заявка Японии 59-129297. Состав для регенерации пищевых жиров / Омура Т., Омура Тэйдзиро Тедзука Хиороси ; РЖ Химия. – 1986. – 15 Р 637 П.
121. Заявка Японии 61-223082. Состав для обработки обжарочных отработанных масел / Фукуока К.; Ниппон Курмэнтто К.К.; РЖ Химия. – 1987. – 17 Р 448 П.
122. Здобнов, А.И. Исследование некоторых изменений подсолнечного и хлопкового масел при гидротермической обработке. Автореф. дисс. ... к.т. н. – М.: - 1965. – 16 с.
123. Зенков, Н.К. Фенольные биоантиоксиданты. / Зенков Н. К., Кандалинцева Н. В., Ланкин В. З., Меньщикова Е. Б. - Новосибирск, 2003.- с. 120.
124. Зозуля, Ю.А. Свободнорадикальное окисление и антиоксидантная защита при патологии головного мозга./ Ю.А. Зозуля, В.А. Барабой, Д.А. Сутковой. – М.: Знание-М., 2000. – 9 с

125. Иванов, А.К. Рыбоводство в естественных водоемах/ А.К. Иванов.- М. :Агропромиздат, 1988.-312с.

126. Иванова, Н.Т. Атлас клеток крови рыб / Н.Т. Иванова.- М.: Легкая и пищевая промышленность. – 1983.- 77с.

127. Игнатов, В.И. Требования рынка к спецжирам и маргариновой продукции для промышленного применения // В.И. Игнатов // Масложировая промышленность, 2010. - №1. - с. 4.

128. Инвестиционная привлекательность рынка общественного питания Москвы [Электронный ресурс]. - Аналитик Ресеч Груп (ARG), 2010. - Режим доступа: <http://www.analyticgroup.ru/news/?id=31>

129. Ингольд, К. Ингибирование автоокисления органических соединений в жидкой фазе /К. Ингольд. - перевод с англ «Успехи химии», 1984.-281с.

130. Инновационные методы очистки растительных масел [Текст] : [монография] / Ф. Я. Рудик, И. В. Симакова ; М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования "Саратовский гос. аграрный ун-т им. Н. И. Вавилова". - Саратов: ФГБОУ ВПО "Саратовский ГАУ", 2012. - 63, [1] с. : ил., табл.; 21 см.

131. Инструкция по жарке изделий во фритюре в предприятиях общественного питания и контролю за качеством фритюрных жиров, утвержденная Зам. Министра Торговли СССР С.Д.Алешиным 29 Июля 1990 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.libussr.ru/doc_ussr/usr_16902.htm

132. Инструкция по предупреждению картофельной болезни хлеба. - М., 1998.

133. Информационный справочник фирм "RuFirm.org" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://rufirm.org>

134. Исследования рынков [Электронный ресурс] // РосбизнесКонсалтинг. - Режим доступа: <http://marketing.rbc.ru>

135. Казимирко, В.К. Антиоксидантная система и ее функционирование в организме человека. / В.К.Казимирко, В.И. Мальцев// [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http: www.health-ua.com/2004](http://www.health-ua.com/2004)
136. Калабеков, И.Г. Российские реформы в цифрах и фактах. (Издание второе, переработанное и дополненное)./ И.Г Калабеков – М.: РУСАКИ, 2010. – 498 с. ISBN 978-5-93347-302-2
137. Карнаухов, А. П. Геометрическое строение, классификация и моделирование дисперсных и пористых тел / А. П. Карнаухов. – В кн. Адсорбция и пористость; под ред. М. М. Дубинина. - М.: Наука; 1976. –с. 7-15.;
138. Каролин Рюбен. «Антиоксиданты»/ Каролин Рюбен .СПб:Изд-во «Крон-Пресс», 224 с, 2006.
139. Касьянов, Г.И. Технология переработки рыбы и морепродуктов / Г.И. Касьянов, Е.Е. Иванова. - Ростов-на-Дону.: Издательский центр «Март», 2001.-416с.
140. Кашкалда, Д.А. Окислительно-антиоксидантный гомеостаз у подростков, рожденных в семьях ликвидаторов последствий аварий на ЧАЭС. / Д.А.Кашкалда, Г.А Бориско. // Современная педиатрия. – 2008. – № 3. – С. 11-14.
141. Кельцев, Н.В. Основы адсорбционной техники. – М.: Химия, 1984. – 592 с.
142. Кердиваренко, М.А. Кислотная активация глин для адсорбционного осветления масел / М.А. Кердиваренко, Н.В. Шеремет, В.И. Руссу и др. // Изв. АН МССР. Сер. Биол. и хим. Н. – 1990. - №5. – С. 56-62.
143. Кисилев, А. В. Основные проблемы теории физической адсорбции/ А. В Кисилев, В. Н. Лыгин - М.: Наука, 1970. - 151 с.;
144. Ковалев, Н.И. Русская кухня. /М.Н.Куткина, Н.Я. Карцева, Н.И. Ковалев. Учебное пособие. – М.: Издательский дом «Деловая литература», 2000. – 520 с.

145. Ковзун, И.Г. Межфазные взаимодействия в процессах образования щелочных силикатных и углесиловатных систем: дисс. д.х.н.: 02.00.11.- М.,1992 - с.346;
146. Кожухова, О.И. Безопасность товаров рыбных / О.И. Кожухова, О.В. Павленко.- Ростов-на-Дону .:«РИНХ»., 2009.-211с
147. Козлов, А.В. Разведение рыбы, раков, креветок в приусадебном водоеме / А.В. Козлов.- М.: Аквариум-Принт, 2005.-168с.
148. Козлов, А.В. Разведение рыбы, раков, креветок в приусадебном водоеме.- Научно-попул.изд.- М.: Аквариум-Принт, 2005.-258с.
149. Койфман, Т.Ш. Изучение процесса осветления рапсового масла саригюхскими бентонитами / Т.Ш. Койфман, А.Б. Рафальсон, Е.Н. Енютина // Труды ВНИИЖ «Совершенствование технологических процессов получения растительных масел, их очистки и переработки». – Л.: ВНИИЖ, 1988. – С. 119-126.
150. Кокуричева, М.П. Методическое пособие по проведению гистологических исследований органов и тканей рыб в водной токсикологии / М.П. Кокуричева.-Л.: Наука.-1976.-47с
151. Константинова, Л.Л. Сырье рыбной промышленности / Л.Л. Константинова, С.Ю. Дубровин. - СПб. : ГИОРД, 2005. - 240 с.
152. Коптяева, И.В. (Симакова, И.В.). Разработка способа очистки фритюрного жира. // Сборник трудов Международной конференции молодых ученых «Химия и технология биологически активных веществ, пищевых продуктов и добавок. Экологически безопасные технологии». - Москва-Тверь, ИБХФ РАН. – 2001, С.75-76.
153. Коровина, Н.А. Применение антиоксидантов в педиатрической практике / Н.А. Коровина, И.Н. Захарова, Е.Г. Обыночная // [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http: media consilium/03_09/](http://media.consilium/03_09/) Feb – 2004.
154. Королев В. А. Связанная вода в горных породах: новые факты и проблемы / В. А. Королев // Соросовский образовательный журнал. – 1996г. – № 9. С.79-85.;

155. Костов, И. Минералогия / И. Костов - М.: Мир; 1971. - 584 с.;
156. Кравчук, Н.Н. Динамика фракционного состава кулинарного жира «Фритюрный» и подсолнечного масла при обжаривании изделий во фритюре // Сб. научн. тр. КТЭИ. – Киев. – 1981. – с. 137-140.
157. Кретович, В.Л. Биохимия растений./ В.Л. Кретович. - М.: Высшая школа; 1980]
158. Кривич, В. Регенерация фритюрных жиров / В. Кривич, Л. Шевченко // Питание и общество. – 1996. - №4. – С.30.
159. Крымова, Ю.В. Top-manager. Scanweb. Стратегии быстрого роста. №5 (71), 2007 Гарднер, Э.С. "Питание впопыхах": пер. с Франц. / Э.С. Гаднер - издательское объединение "Культура", 1999. - 448 с.
160. Кузнецова, Л.С. О свойствах перспективных пищевых консервантов/ Л.С. Кузнецова, А.Г. Снежко, А.И. Ходоровская// Мясная индустрия. 2001.№1.
161. Куковский, Е. Г. Особенности строения и физико-химические свойств глинистых минералов / Е. Г. Куковский - Киев: Наукова думка, 1966. - 132 с.;
162. Кулакова, С.Н Транс-изомеры жирных кислот в пищевых продуктах. // с.н.с., к.б.н., Кулакова С.Н., н.с., к.м.н., Викторова Е.В., д.б.н., проф., Левачёв М.М. ГУ НИИ питания РАМН "Масла и Жиры" №3/2008
163. Купинский, С.В. Предварительные параметры стандартной модели массонакопления // С.В. Купинский, С.А. Баранов, В.Ф. Резников //Индустриальное рыбоводство в замкнутых системах: сб. науч. тр. ВНИИПРХ, – 1986. – С. 109–115.
164. Курашвили, В.А. Купирование оксидативного стресса с помощью натуральных антиоксидантов/ В.А. Курашвили // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://vitadoctor.com.ua>
165. Курашвили, В.А. Новые возможности предотвращения оксидативного стресса / В.А.Курашвили, Л.Майлэм // Журнал натуральной медицины. – 2001. – № 1. – С. 7-14.

166. Латин, Н.Н. Применение CO₂-экстрактов пряностей в мясной промышленности / Н.Н. Латин, В.М. Банашек, Г.И.Касьянов //Мясная индустрия.-2002.№7.

167. Лепешков, А.Г. Антиоксидантные свойства сверхкритических экстрактов / А.Г. Лепешков, А.Р. Водяник, В.Н. Прокофьев // Пищевая промышленность: сырье и добавки.-2003.№12.

168. Лещинский, Л.Д. Обоснование и опыт применения ряда ингибиторов перекисного окисления липидов у больных ишемической болезнью сердца/ Л.Д. Лещинский // ТОП-Медицина. – 1998. – № 4. – С. 17-21.

169. Либау, Ф. Структурная химия силикатов / Ф. Либау. - М.: Недра, 1976. - 344 с.;

170. Лиманский, В.В. Инструкция по физиолого-биохимическим анализам рыбы / В. В. Лиманский, А. А. Яржомбек, Е. Н. Бекина, С. Б. Андронников. М.:ВНИИПРХ.- 1986.-52.

171. Лисицин, А.Б. Концептуальные подходы к созданию системы обеспечения безопасности пищевых продуктов/ А.Б. Лисицин, Н.А. Горбунова, И.М. Чернуха // Пищевая промышленность. «12.2009.

172. Литвин, Б.С. Вплив комплексної медикаментозної терапії на окисний гомеостаз у дітей з вегетативними дисфункціями // Педіатрія, акушерство та гінекологія. – 2007. – № 2. – С. 16-18.

173. Лоскутова, З.Ф. Виварий./ З.Ф. Лоскутова. - М.: Медицина, 1980.- 93 с.

174. Люк, Э. Консерванты в пищевой промышленности. Свойства и применение. / Э. Люк, М. Ягер. - С-Пб.: ГИОРД, 2000- 256 с.

175. Ляйстнер, Л. Барьерные технологии: комбинированные методы обработки, обеспечивающие стабильность, безопасность и качество продуктов. М.: ВНИИМП, 2006. – 236 с.

176. Ляйстнер, Л. Гоулд Барьерные технологии. М.: ВНИИ мясной промышленности, 2006. - 256с.

177. Ляйстнер, Л. Значение барьерной технологии для сохранения качества пищевых продуктов. // Мясная индустрия. – 1998, № 2. – С. 23-25; № 3. – С. 31-32.

178. Макарова, А. Н. Исследование жирового компонента снеков и мучных кондитерских изделий в процессе хранения: диссертация кандидата технических наук.- Орел, 2011.- 215 с.

179. Макарова, А.Н. Исследование влияния на организм закусочных и сладких мучных кондитерских изделий при их длительном потреблении по клиническому анализу крови./ А.Н. Макарова, И.В. Симакова, Р.Л. Перкель // «Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов», 2011, №3(8), с .67-74.

180. Максимец, В.П. Обоснование и совершенствование методов контроля качества пищевых продуктов. / Дисс. ... д.т.н., 05.18.16. и 05.18.13. – Харьков – 1989. – 390 с.

181. Максимец, В.П. Современные представления о термическом превращении жиров. // Изв. Вузов СССР. Пищевая технология, 1988. - № 6. С.8-18.

182. Максимец, В.П. Торможение термоокисления и термополимеризации кулинарного жира при нагреве в атмосфере инертного газа. // Изв. Вузов, Пищевая технология. – 1976. - №6. – с. 60-62.

183. Малик-Гусейнов, В.А. Лекарственные растения. Минеральные воды: Кавказская здравница, 1990. – 50 с.

184. Маркова, О.Н. Термографическое исследование и биохимический анализ качества рыбы /О.Н. Маркова, Б.Н. Семенов, О.Н. Анохина//Вестник МАХ.-СПб., 2002.-№4.-с 42-46.

185. Мартинчик, Э.А. Оценка уровня потребления флавоноидов отдельными группами населения Российской федерации: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М 2007;131.

186. Международный агропромышленный клуб OilWorld, ОПЕС Secretariat Helferstorferstrasse 17A-1010 Vienna, Austria- №6. – s. 151-160

187. Меньщикова, Е.Б. Окислительный стресс. Проксиданты и антиоксиданты. / Меньщикова Е. Б., Ланкин В. З., Зенков Н. К., Бондарь И. А., Круговых Н. Ф., Труфакин В. А. – М: Слово., 2006. - стр. 12-13, 21-22, 141-143, 193-196, 228-231, 383, 389-390

188. Мерабишвили, М.С. Бентонитовые глины. / М.С. Мерабишвили. – М.: Госгеологтехиздат. – 1962. – 168 с.

189. Меркулов, Г. А. Курс патологогистологической техники / Г. А. Меркулов. – Л.: Медицина, 1969. – 423 с.

190. Меркулова, И.Н. Маркетинговые исследования рынка рыбной продукции г. Саратова// [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.priyuki.net/marketingovye-issledovaniya-rynka-rybnoj-produkcii-g-saratova/>

191. Методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации»: Раздел 3.2.1. «Рациональное питание».

192. Методические рекомендации по определению качества фритюрного жира с помощью индикаторных полосок 3М LRSM (индикатор малых концентраций свободных жирных кислот). Утверждены Главным врачом Федерального центра, Председателем Лабораторного Совета госсанэпидслужбы России Е.Н.Беляевым № 17 ФЦ/4097 от 31.12.2004.

193. Методические рекомендации по организации контроля качества фритюрных жиров на предприятиях питания. НП «Федерация рестораторов и отельеров», 2006 г.

194. Мещеряков, В.Ф. Основы холодильной техники и холодильной технологии. - М.: Пищевая промышленность, 1975. – 560 с.

195. Минпищепром СССР. ВНИИЖ. Руководство по методам исследования, теххимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности, т. 1, книга вторая, под общей редакцией д.т.н. В.П. Ржехина и д.т.н. А.Г. Сергеева, Л., ВНИИЖ, 1967, с.327.

196. Мировое производство растительных масел и жиров динамично растет [Электронный ресурс] // Проект "Аграрный бизнес. Сельскохозяйственное производство". - 2014. - Режим доступа: <http://biagroferm.ru/archives/887>

197. Митасева, Л.Ф. Использование экстрактов растений в качестве антиоксидантов / Л.Ф. Митасева, П.С. Дегтярев, А.Н. Селищева // Мясная индустрия. 2002.№12.

198. Молчанова, Н.А. К вопросу о нормировании содержания продуктов окисления в пищевых жирах / Н.А. Молчанова, И.В.Валюшкина, Н.Г.Яцкова, А.М. Агеева // Товароведение и легкая промышленность (Минск). – 1980. - №7. – С. 29-33.

199. Мухачев, И.С. Биологические основы рыбоводства / И.С. Мухачев. - Тюмень: Издательство ФГОУ ВПО «Тюменская Государственная сельскохозяйственная академия, 2005. -185с.

200. Нагорная, Н.В. Оксидативный стресс у детей, проживающих в экологически неблагоприятных условиях. Возможности нейровитана в его коррекции. / Н.В. Нагорная, Н.А.Четверик, А.В.Дубовая, А.А.Федорова, И.Ю. Муравская // Современная педиатрия. – № 1(23). – 2009. – С. 124-129. Опубликовано в журнале «Здоровье ребенка», 2 (23) 2010 / На допomoгу педиатру [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pediatric.mif-ua.com/archive/issue-12604/article-12762/>

201. Надиров, Н.К. Теоретические основы активации и механизма действия природных сорбентов в процессе осветления различных масел. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 352 с.

202. Нематулаев, И. Антимикробная активность CO₂- экстрактов. / И. Нематулаев и др. // Пища. Экология. Человек: Сб. тез. докл. междунаучно-техн. конф. - М.: МГАПБ, 1995.- С.13.

203. Никитина, В.С. Флавоноиды листьев малины и ежевики и их антиоксидантная активность. / В.С. Никитина, Г.В. Шендель, А.Я. Герчиков, Н.Б. Ефименко // "Хим.-фарм. журнал". – т.34, №11, - 2000, – с.25-27.

204. Новиков, К. Фастфуд наш насущный. – Коммерсантъ-Деньги, 2 мая 2011 года. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.liveretail.ru/articles.php?id=2694>

205. Новожилова, Г.П. Состояние перекисного окисления липидов и антиоксидантной системы в плазме, эритроцитах и слюне детей с патологией органов полости рта, отягощенной дисбиозом кишечника. / Г.П. Новожилова, В.М. Аксенова, Л.А. Мозговая // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.stomatburg.ru/articles/klin>

206. Носова, А. С. Повышение качества жира для производства фритюрной продукции. Автореф. дисс.... канд. техн. наук, Орел, «Государственный университет - УНПК», 2013 г.

207. Обзор рынка сэндвичей [Электронный ресурс] // Отраслевой портал «Век вендинга». - 2009. - Режим доступа: <http://veq.ru/catalog/analitika-market/doc/302>

208. Овсянникова, Л. Антиоксидантные препараты: проблема выбора / Л.Овсянникова, Е. Носач // Doctor. – 2003. – № 1. – С. 74-76.

209. Овчаренко, Ф.Д. Коллоидная химия палыгорскита. / Ф.Д. Овчаренко, Е.Г. Куковский, С.П.Ничипоренко. – Киев.: изд-во АН УССР. – 1963. – 175 с.

210. Оковитый, С.В. Клиническая фармакология антиоксидантов / С.В. Оковитый. – М.:ГЭОТАР Медиа, 2009.-602с.

211. Окуневич, И.В. Антиоксиданты: Эффективность природных и синтетических соединений в комплексной терапии сердечно-сосудистых заболеваний./ И.В.Окуневич, Н.С.Сапронов// Обзоры по клин., фармакол. и лек. терапии. 2004.- т. 3. - №3. – с. 2-17.

212. Олійник, Я.В. Порушення перекисного окислення ліпідів та їх корекція у дітей, хворих на atopічний дерматит // Вісник наукових досліджень. – 2007. – № 3. – С. 39-42.

213. Опасные трансжиры - ПРО ЗДОРОВЬЕ - Аргументы и Факты

214. Определение содержания изомеров кислот с сопряженными связями в окисленных, отбеленных и дезодорированных маслах. /«Руководство по методам исследования, теххимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности», том 1, книга первая. Под общей редакцией докторов техн. наук В.П.Ржехина и А.Г.Сергеева, Л., ВНИИЖ, 1967, с. 487 - 488.

215. Определение содержания эпокисей (эпоксидного или оксиранового кислорода). Метод прямого определения с применением бромистого водорода. /«Руководство по методам исследования, теххимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности», том 1, книга вторая. Под общей редакцией докторов техн. наук В.П.Ржехина и А.Г.Сергеева, Л., ВНИИЖ, 1967, с. 1002 - 1004.

216. Определение суммарного содержания продуктов окисления, нерастворимых в петролейном эфире. «Руководство по методам исследования, теххимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности», том 1, книга вторая. Под общей редакцией докторов техн. наук В.П.Ржехина и А.Г.Сергеева, Л., ВНИИЖ, 1967, с. 1007.

217. Орещенко, А. В. О пищевых добавках и продуктах питания / А.В. Орещенко, А.Ф. Берестень// Пищевая промышленность. -1996. -№ 6. – С. 4.

218. Основной вид экспортируемого Россией масла - подсолнечное [Электронный ресурс] / Информационный портал о продовольствии "ПродMag". - 2013. - Режим доступа: <http://prodmagazin.ru/2013/01/06/osnovnoy-vid-eksportiruemogo-rossiey-masla-podsolnechnoe/>

219. Осроумова, И.Н. Физиолого-биологическая оценка состояния рыб при искусственном разведении / И.Н. Осроумова // Современные вопросы физиологии рыб.-М.: Наука.-1979.-с 67.

220. Осроумова, И.Н. Биологические основы кормления рыб / И.Н. Осроумова.- СПб.: ГосНИОРХ, 2001. – 372 с.

221. Павлоцкая Л.Ф., Дуденко Н.В., Эйдельман М.М. Физиология питания / Л.Ф. Павлоцкая, Н.В. Дуденко, М.М. Эйдельман. – М.: Высшая шк. – 1989. – 368 с.

222. Панько, А.В. Использование нанопористых глин в качестве сорбентов для удаления фталатов из водных сред / А.В.Панько, И.Г.Ковзун, З.Р. Ульберг и др. // Нанопористые материалы. - 2009г. - №2 - с. 93 - 120.

223. Партешко, В.Г. О снижении уровня липидных биоантиоксидантов в печени животных под действием высоконенасыщенных экзогенных липидов/ В.Г. Партешко, А.А. Лесюис, Г.В. Белоус // Биофизика. – 1971. Т. 16. - №1. – с. 160-162.

224. Партешко, В.Г. Об изменении в структуре липидов печени животных, иницированных экзогенными липоперекисями/ В.Г. Партешко, В.Е. Дидковский, Н.Н. Калибабчук, М.С. Павловская // ДАН СССР. – 1973. – Т. 211. - № 5. – С. 1220-1222.

225. Партешко, В.Г. Снижение уровня полиненасыщенных жирных кислот в печени животных как следствие интенсификации свободнорадикальных процессов в липидах под влиянием экзогенных липоперекисей/ В.Г. Партешко, М.С. Павловская, А.А. Лесюис // ДАН СССР. 1972. – Т. 205. - № 5. – С. 1248-1250.

226. Патент РФ 2218386. Способ очистки фритюрного жира / И.В. Симакова– 2002.

227. Патент РФ 2473674. Способ очистки фритюрного жира/ И.В. Симакова, Ф.Я. Рудик, С.А. Богатырев, М.С. Тулиева, Л.Ю. Скрыбина, Б.В. Богачев -2013.

228. Патент РФ 34531 на полезную модель. Установка для очистки фритюрного жира/ И.В Симакова, Л.З. Шильман, В.Ф. Маркин, В.Н. Петунов– 2003.

229. Патент РФ 2528030 от 15.07.2014. Способ очистки фритюрного жира с использованием природных адсорбентов/ Симакова И.В., Перкель Р.Л., Носова А.С. -2014.

230. Патент РФ 34531 на полезную модель. Установка для очистки фритюрного жира/ И.В Симакова, Л.З. Шильман, В.Ф. Маркин, В.Н. Петунов– 2003.

231. Патент РФ 78444 на полезную модель. Центробежный очиститель жидкостей/ И.В.Симакова, Ф.Я.Рудик, С.А.Богатырев, А.М.Погосян, Л.Ю. Скрябина. – 2008.

232. Патент США 4.681.768.

233. Патент США 4701438. Trading compositions for used frying oils. - № 896041; Заявл. 13.08.86.; Оpubл. 20.10.87; МКИ В 01 J 20/04, НКИ 502/405.

234. Патент США 5151211. Oil Bleaching Method and Composition for Same/ Brooks D.D., Brophy S.A., Goss G.R.; Oil-Dri Corp. – № 679265; Заявл. 2.4.91; Оpubл. 29.9.92; МКИ С 11 В 3/00, НКИ 252/186.1.

235. Патент США 7464384. Method of filtering spent cooking oil. / Gyann J., Gycor International Ltd. - №847644; Заявл. 03.04.86.; Оpubл. 16.08.88; МКИ4 А 23 D 5/02, НКИ 426/17.

236. Патяковский, В. М. Гигиенические основы питания и экспертизы продовольственных товаров / В.М. Патяковский.– Новосибирск: Издательство Новосибирского Университета, 1999. -431с.

237. Перетрухина, А.Т. Микробиология сырья и продуктов водного происхождения / А.Т. Перетрухина, И.В. Перетрухина. – СПб. ; ГИОРД, 2005. – 320 с.

238. Перкель, Р.Л. Анализ свободных жирных кислот в природных жирах методом газо-жидкостной хроматографии / Головкин Н.А., Перкель Р.Л. // Труды Всес. н.-и. ин-т жиров, 1970, выпуск 27 «Химия и технология жиров», с .247- 252.

239. Перкель, Р.Л. Методы определения кислотного числа, перекисного числа/ Р.Л. Перкель, Н.А. Головкин// Труды Всес. н.-и. ин-т жиров, 1970, выпуск 27 «Химия и технология жиров», с . 240-246

240. Перкель, Р.Л. Механизм образования и динамика накопления свободных жирных кислот при жарке картофеля во фритюре / И.В. Симакова,

А.Г. Воловей, М.И. Меркулова // Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности №4 (004), 2013, с. 69-74.

241. Перкель, Р.Л. Определение перекисей в рыбьих жирах с помощью потенциометрического титрования. / Головкин Н.А., Перкель Р.Л. // Труды Всес. н.-и. ин-т жиров, 1970, выпуск 27 «Химия и технология жиров», с . 240-246..

242. Перкель, Р.Л. Оптимизация жирно-кислотного состава фритюрных жиров./ Р.Л. Перкель, М.Н. Куткина, И.В. Симакова // Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности, №1 (001), 2013, с. 85-90.

243. Перспективы развития фаст-фуда в России [Электронный ресурс] // Проект КомиВики. - 2012. - Режим доступа: http://wiki.syktsu.ru/images/7/79/Перспективы_развития.pdf

244. Петыш, Я. Производство снеков: актуальные тренды и современные ингредиенты [Электронный ресурс] / Я. Петыш. - Балтийская Группа, 2013. - Режим доступа: <http://www.balticgroup.ru/rus/news/id/7064/>

245. Поздняков, А.А. Ранняя диагностика гипоксического поражения ЦНС у новорожденных [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.vsma.ac.ru/publ/vest/011/09.doc>

246. Покидько, Б. В. Адсорбционное модифицирование слоистых силикатов для получения полимер-силикатных нанокомпозитов: дис. канд. техн. наук: 02.00.11 / Б. В. Покидько. - Москва, 2004. - 117 с.;

247. Пономарев, С.В. Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры России / С.В. Пономарев, Е.А. Гамыгин – Астрахань: Новая Плюс.-2002. – 245с.

248. Попова, И.Ю. О применении сверхкритических углекислотных экстрактов из растительного сырья в качестве антиоксидантных добавок. / И.Ю. Попова, Н.В. Сизова, А.Р. Водяник // «Рынок БАД»,-№4(12),-2003, С. 20- 22

249. Правдин, П.Ф. Руководство по изучению рыб / П.Ф. Правдин. – М.: Пищ. промышленность. – 1966. – 250 с

250. Правила проведения работ с использованием экспериментальных животных. Приказ Министерства здравоохранения СССР от 12 августа 1977г № 755.

251. Привезенцев, Ю.А. Интенсивное прудовое рыбоводство / Ю.А. Привезенцев. – М.: Агропромиздат, 1991. – 286с.

252. Проект «Википедия – свободная энциклопедия» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>.

253. Процессы и аппараты пищевых производств. Книга 2. / Под ред. Острикова А.Н. – СПб.: ГИОРД, 2007. – 1305с.

254. Прудовое рыбоводство: Биология прудовых рыб. Кормление и селекция. Болезни и вредители / Сост. С.Н. Александров, В.В. Пожидаев.- Попул.изд.- М.: АСТ, Сталкер, 2005 - 240с.

255. Ратушный, А.С. Оценка качества кулинарной продукции (вопросы практической квалиметрии). / Ратушный, А.С., Топольник В.Г. - М.: Русская кулинария, 1991. – 181 с.

256. Резников, В.Ф. / Стандартная модель массонакопления рыб / В. Ф. Резников, С. А. Баранов, Е. А. Стариков, Г. И. Толчинский // Механизация и автоматизация рыбоводства и рыболовства во внутренних водоемах: сб. науч. тр.– М.: ВНИИПРХ, 1978. – Вып. 22. – С. 182–196с.

257. Рекомендации по здоровому образу жизни. Комитет по питанию Американской Ассоциации Сердца,- J Am Coll Cardiol, 2010,- с. 1064-1108.

258. Рекшинская, Л. Г. Атлас электронных микрофотографий глинистых минералов и их природных ассоциаций в осадочных породах / Л. Г. Рекшинская - М.: Недра; 1966. – 230 с.;

259. РесторановедЪ //Современный бизнес. Ресторан, - Издательство "Наша деловая пресса", - сентябрь 2011 г, с.10-14.

260. Ржавская, М.Н. Жиры рыб и морских млекопитающих/ М.Н. Ржавская.-М.: Пищевая промышленность,1976.-469с.

261. Рогинский В.А. Фенольные антиоксиданты: реакционная способность и эффективность. М.: Наука; 1988.

262. Российский рынок быстрого питания (фаст-фуда) [Электронный ресурс] / Компания Alto Consulting Group. 2013. - Режим доступа: <http://alto-group.ru/analitika/174-rossijskij-rynok-bystrogo-pitaniya-fast-fuda-2013-g.html>

263. Российский рынок снеков [Электронный ресурс] / Отраслевой портал "UNIPACK.RU". - 2012. - Режим доступа: <http://article.unipack.ru/38292/>

264. Рощина, Т. М. Адсорбционные явления и поверхность / Т. М. Рощина/ Соросовский образовательный журнал. - 1998 - № 2. - С. 89-94;

265. Рынок быстрого питания (фаст-фуда) 2012", Агентство РБК. research исследование рынка общественного питания. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://abu.by/ru/news/1935.html>

266. Сабурова, Н.П. Исследование сорбции пигментов из растительных масел активными углями / Н.П. Сабурова, В.В. Ключкин, В.Н. Лепилин // Интенсиф. Процессов, оборудования и управления пищевых производств / Ленингр. Технол. инст-т холод. Пром-ти. – СПб. – 1991.- с. 27-31.

267. Савваитова, К.А. Аномалии в строении рыб как показатели состояния природной среды / К.А. Савваитова, Ю.В. Чеботарева, М.Ю. Пичугин// Вопросы ихтиологии.-1995.-Т.35.№2.

268. Саковская, В.Г. Практикум по прудовому рыбоводству/ В.Г. Саковская.- М.: Агропромиздат, 1991. - 83с.

269. СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов». – М., 2001. – 144 с

270. СанПиН 2.3.2.1293-03. Санитарно-эпидемиологические требования и нормативы «Гигиенические требования по применению пищевых добавок».

271. СанПиН 2.3.6.959-00 Санитарно-эпидемиологические требования к организациям общественного питания, изготовлению и оборотоспособности в них продовольственного сырья и пищевых продуктов.

272. СанПин 2.3.6.1079-01 Санитарно-эпидемиологические требования к организациям общественного питания, изготовлению и

оборотоспособности в них пищевых продуктов и продовольственного сырья [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/9/9744/

273. Саранчук, В.И. Углерод: неизвестное об известном / В.И. Саранчук, М.А. Ильяшев, В.В. Ошовский, Е.В. Саранчук - Донецк: УК Центр, 2006г., с. 400;

274. Саркисян, В.А. Синергические взаимодействия антиоксидантов в жировых продуктах/ В.А. Саркисян, Е.А. Смирнова, А.А. Кочеткова, В.В. Бессонов // Пищевая промышленность, №3. - 2013. - С.14-17.

275. Сафронова, Т.М. Справочник дегустатора рыбы и рыбной продукции / Т.М. Сафронова.-М.: Издательство ВНИИРО.-1998.-224с.

276. Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания. СПб.: ПРОФИ КС, 2006. – 687 с.

277. Сборник рецептур мучных и кондитерских изделий. М.: Колос, 2003. – 297 с.

278. Седых, И. В Россию приходит конкурент McDonald's и Burger King [Электронный ресурс] / И. Седых. - 2010. - Режим доступа: <http://vspro.info/article/v-rossiyu-prihodit-konkurent-mcdonald's-i-burger-king>

279. Семенов, Б.Н. Технология производства продуктов из водного сырья: пособие к лабораторной работе по определению модифицированными способами перекисного числа/ Б.Н. Семенов.-Калининград,1992.-21с.

280. Сизова, Н.В. Жирнокислотный состав и биологическая активность масла рыжика (*Camelina Sativa* (L.) Crantz.). / Сизова Н.В., Проскурин А.А., Пикулева И.В., Чикунова Т.М. // "Сырье и упаковка". 2002, - №9(28), – с.20-21.

281. Симакова, И.В. Анализ питания молодежи / И.В. Симакова, А.Н. Макарова, Л.З. Шильман // Материалы Всеукраинской научно-практической конференции «Прогрессивные техника и технологии пищевых производств, ресторанного хозяйства и торговли. Экономическая стратегия и перспективы развития сферы торговли и услуг». – Харьков. – 2010. - С. 70-74.

282. Симакова, И.В. Биологическая оценка безопасности фритюрных жиров в клиническом эксперименте на животных / И.В. Симакова, А.А. Терентьев, И.Ю. Домницкий, А.Г. Воловей, Р.Л. Перкель, М.Н. Куткина // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. -2014. - №8. – С. 57-62.

283. Симакова, И.В. Влияние транс-изомеров фритюрного жира на организм животных/ И.В.Симакова, Л.З.Шильман, И.Ю.Домницкий, А.А.Терентьев // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Вавиловские чтения-2006». Саратов: СГАУ.- 2006, с.

284. Симакова, И.В. Воздействие фритюрных жиров на состав крови подопытных животных. / И.В.Симакова, Р.Л. Перкель // Сборник научных трудов СПБТЭИ «Теоретические и прикладные вопросы развития технологии продуктов и организации общественного питания». – СПБТЭИ.- 2009. -С. 42-47.

285. Симакова, И.В. Возможности окислительной стабилизации липидов рыб / Ю.А. Лашина, Н.А. Карабалина А.А. Васильев, И.В. Симакова // Материалы VII Международной научно-практической конференции «Технология и продукты здорового питания». – Саратов. – 2013. С. 66-67.

286. Симакова, И.В. Возможности рециклирования и утилизации фритюрных жиров в индустрии питания/А.С. Носова, И.В. Симакова// Материалы V научно-практической конференции «Инновационные направления в пищевых технологиях».- 2012. – Пятигорск. - ФГБОУ ВПО «Пятигорский государственный гуманитарно-технологический университет. - С.392-395

287. Симакова, И.В. Инновационные методы очистки растительных жиров/ Ф.Я. Рудик, И.В. Симакова// Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения проф. Кобы В.Г./ под ред. Е.Е. Демина.- Саратов: издательство «КУБиК», 2011.- 264с. - С.170-172.

288. Симакова, И.В. Инновационные методы очистки растительных масел: монография/ И.В. Симакова, Ф.Я. Рудик ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова», Саратов, 2012, 68 с. ISBN: 978-5-7011-0763-0.

289. Симакова, И.В. Инновационные технологии окислительной стабилизации пищевых продуктов/ А.Н. Макарова, И.В. Симакова// Материалы V научно-практической конференции «Инновационные направления в пищевых технологиях».- 2012. – Пятигорск. -ФГБОУ ВПО «Пятигорский государственный гуманитарно-технологический университет. -С. 236-239.

290. Симакова, И.В. Исследование влияния транс-изомеров олеиновой кислоты во фритюрном жире на организм животных/ И.В.Симакова, А.А.Терентьев, Р.Л. Перкель// Сборник научных трудов СПбТЭИ «Региональные вопросы развития технологии продуктов и организации общественного питания». - Санкт-Петербург. - 2007. - с. 62-67.

291. Симакова, И.В. Исследование качества снековой продукции и разработка альтернативных технологий/ А.Н. Макарова, И.В. Симакова//Материалы V Международной научно-практической конференции «Технология и продукты здорового питания» - Саратов. 2011. С. 104-105.

292. Симакова, И.В. Исследование пальмового масла в технологии производства фритюрной продукции: дисс. ... канд. тех. наук. – Санкт-Петербург, 2004. -138с.

293. Симакова, И.В. Исследование цис-транс-изомерии в пальмовом масле при фритюрной жарке/ И.В. Симакова, Л.З. Шильман //Тезисы докладов Международной научной конференции «Пути повышения качества услуг общественного питания». – Саратов. – 2005. - С.28-30.

294. Симакова, И.В. Клинические исследования безопасности фритюрных жиров, содержащих транс-изомеры олеиновой кислоты / И.В. Симакова, Р.Л. Перкель, И.Ю. Домницкий, А.А.Терентьев// Научное обозрение. – 2015. -№ 2 – С. 52-56

295. Симакова, И.В. Критерии безопасности и методы оценки продукции «быстрого питания», жареной во фритюре / Р.Л. Перкель, М.Н. Куткина, А.Г. Воловей, И.В. Симакова // Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности, №4 (008), 2014, С.90-102.

296. Симакова, И.В. Механизм образования и динамика накопления свободных жирных кислот при жарке картофеля во фритюре / Р.Л. Перкель, А.Г. Воловей, М.И. Меркулова // Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности №4 (004), 2013, с. 69-74.

297. Симакова, И.В. Оценка безопасности фритюрных жиров в эксперименте на животных / И.В.Симакова, А.Г.Воловей, М.Н.Куткина, Р.Л. Перкель // Сб. трудов III Международный форум «Инновационные технологии обеспечения качества и безопасности продуктов питания. Проблемы и перспективы», У Международная научно-практ. конференция «Безопасность и качество продуктов питания. Наука и образование» / отв. редактор Матисон В.А. М.: Изд.-полигр. Центр МГУПП. – 2014. - 165 с. – С. 55-58.

298. Симакова, И.В. Оценка влияния фритюрных жиров и обжариваемых в них продуктов на организм животных/ И.В. Симакова, А.С. Носова, Н.А. Котукова // Хранение и переработка сельхозсырья. -2012. - №5. - С. 42-44.

299. Симакова, И.В. Повышение безопасности фритюрной продукции с использованием адсорбционной очистки фритюрных жиров/ И.В.Симакова, А.С.Носова // Качество и безопасность продукции в рамках гармонизации государственной политики в области здорового питания населения : коллективная монография. под общей ред. Н. В. Панковой. - Санкт-Петербург: СПбГТЭУ, 2012. – 530 с. - с. 55-60

300. Симакова, И.В. Применение природных антиоксидантов в производстве мучных кондитерских изделий / А.Н. Макарова, И.В. Симакова// Материалы VII Международной научно-практической

конференции «Технология и продукты здорового питания». – Саратов. – 2013. С. 69-72

301. Симакова, И.В. Применение природных консервантов в производстве закусочных и мучных кондитерских изделий/ И.В. Симакова, А.Н. Макарова // научно-технический журнал «Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов». – 2011. – №4(9). – С. 66-70.

302. Симакова, И.В. Проблемы и перспективы адсорбционной очистки фритюрных жиров/ И.В.Симакова, Л.З.Шильман, Р.Л. Перкель // Сборник научных трудов СПбТЭИ «Региональные вопросы развития технологии продуктов и организации общественного питания». - Санкт-Петербург. - 2007. - С. 81-88.

303. Симакова, И.В. Разработка альтернативных технологий снековой продукции и исследование ее безопасности// А.Н Макарова, И.В. Симакова// Материалы международной конференции, посвященной 80-летию Санкт-Петербургского торгово-экономического института «Управление инновациями в торговле и общественном питании» ». - Санкт-Петербург, 2010. - С.

304. Симакова, И.В. Разработка способа и оптимизация технологических параметров процесса регенерации фритюрных жиров/ А.С.Носова, И.В. Симакова// Материалы международной научно-технической конференции «Современные достижения биотехнологии», г.Ставрополь, НОУ «Образовательный научно-технический центр молочной промышленности», 2011. – С.303-304.

305. Симакова, И.В. Разработка технологии очистки подсолнечного масла на стадии его хранения/ И.В. Симакова, Ф.Я. Рудик, И.Н. Крелина, А.М. Погосян // Хранения и переработка сельхозсырья. – 2009. - №3. – С.17-19.

306. Симакова, И.В. Технологические возможности стабилизации окисления липидов рыб/Н.А. Карабалина, И.В. Симакова// Материалы V

Международной научно-практической конференции «Технология и продукты здорового питания» - Саратов. 2011. С.

307. Сирохман, И.В. Кондитерские изделия из нетрадиционного сырья / Киев: Техніка, 1987. – 197 с.

308. Скляр, В. Я. Справочник по кормлению рыб / В.Я. Скляр, Е.А. Гамычин, Л.П. Рыжков Л. П. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 120 с.

309. Скопичев, В.Г. Физиология животных и этиология. / Скопичев В.Г. и др. - М.: Колос, 2003.-717с.

310. Скурихин, И. А. Все о пище с точки зрения химика / И.А. Скурихин, А.П. Нечаев. – М.: Высшая школа. 1991. - 286с.

311. Скурихин, И.М. Таблицы химического состава и калорийности Российских пищевых продуктов. / Скурихин И.М., Тутельян В.А. - М.: ДеЛи, 2007. – 275 с.

312. Скурихин, И.М. Химический состав российских пищевых продуктов. Справочник./ Скурихин И.М., Тутельян В.А. – М: ДеЛи принт. 2002.

313. Смольянинов, Н. А. Практическое руководство по минералогии / Н. А. Смольянинов. - М.: Недра, 1972. – 360 с.;

314. Соколов, В.Н. Глинистые породы и их свойства / В. Н. Соколов / Соросовский образовательный журнал. - 2000г. - Т. 6, № 9. – С. 59-65.;

315. Составы и способы получения адсорбентов на основе природных дисперсных минералов. Сб. тр. Института коллоидной химии и химии воды АН УССР. – 1988. – 177 с

316. Состояние российского внутреннего рынка рыбных товаров // Рыбное хозяйство. – 2012-2013. -№ 2. С. 3 – 9.

317. СП 2.3.6.1079-0. Санитарно-эпидемиологические требования к организациям общественного питания, изготовлению и оборотоспособности в них пищевых продуктов и продовольственного сырья. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.rg.ru/>

318. СП 2.3.6.1079-01 «Санитарно-эпидемиологические требования к организации общественного питания, изготовлению и оборотоспособности в них пищевых продуктов и продовольственного сырья». – М.: ФГУП «ИнтерСЭН», 2001.

319. Статистические сведения по рыбной промышленности 2012-2013 // Сборник ВНИРО.- М.: ВНИРО. -2008.- 56 с.

320. Стеффенс, В. Индустриальные методы выращивания рыбы /В. Стеффенс.- М.: Агропромиздат, 1985. -345с

321. Сторожок, Н.М. Биоантиоксиданты и фосфолипиды. Механизм сочетанного действия./ Н.М. Сторожок. - М., - Тезисы докладов IV международной конференции "Биоантиоксидант". 16-19 апреля 2002, - с.555-557

322. Стрелко, В.В. Селективная сорбция и катализ на активных углях и неорганических ионитах/ В.В.Стрелко, В.А. Зажигалов, С.С. Ставицкая и др. - К.: Наукова Думка, 2008г., с. 304;

323. Структура потребления рыбных товаров // Рыбное хозяйство. – 2012-2013. . № 4. – С. 23 – 24.

324. Суншева, Б.М. Роль природных антигипоксантов в повышении адаптационного резерва человеческого организма. / Б.М. Суншева, О.В. Пшикова, М.Т. Шаов. // Вестник РУДН, серия Медицина, 2010, № 1 С. 25-30.].

325. Суханова, Г.А. Биохимия клетки./ Г.А.Суханова, В.Ю.Серебров – Томск: Чародей, 2000. – С. 91-142.

326. Танабе, К. Твердые кислоты и основания. Перевод с английского к.х.н. А.А.Кубасова и к.х.н. В.В.Романовского. Под ред. проф. К.В.Топчиевой. Изд. «Мир», М., 1973.

327. Тарасевич, Ю.И. Адсорбция на глинистых минералах / Ю.И. Тарасевич Киев: Наукова Думка, 1975г. - 329 с.;

328. Терзиева, В. Исследование качества жира при обжаривании овощных и мясных полуфабрикатов / В. Терзиева // Научн. тр. / Висш. Инст. Хранит. Вкус. пром., Пловдив. – 1990. – 37. - №3. – С. 105-113.

329. Технический регламент Таможенного Союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», утвержден Решением Комиссии Таможенного Союза от 09.12.2011 г. № 880. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/>

330. Технический регламент Таможенного Союза ТР ТС 024/2011 на масложировую продукцию (утвержден решением Комиссии Таможенного Союза от 9 декабря 2011 г. № 883). [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.tehreg.ru/TP_TC/TP_TC_024_2011/TP_TC_024_2011.ht

331. Технический регламент Таможенного Союза ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств», утвержден Решением Комиссии Таможенного Союза от 20.02.2012 г. № 58. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/>

332. Титова, В.Н. Жирные кислоты. Физическая химия, биология и медицина/ В.Н. Титова, Д.М. Лисицын.- М.: Триада, 2006. -268 с.

333. Толкнова, Н.Н. Влияние экстрактов некоторых лекарственных растений на окислительные изменения липидов вареных колбасных изделий / Н.Н. Толкунова, А.Я. Бидюк // Масложировая промышленность. -2004.№1.

334. Толкунова, Н.Н. Антиокислительные свойства композиций эфирных и жирных масел / Н.Н. Толкунова //Мясная индустрия. 2002. №12.

335. Толкунова, Н.Н. Бактерицидная эффективность консервирующих добавок на основе жирного шалфейного масла и композиций эфирных масел пряноароматических растений/ Н.Н. Толкунова, В.И. Криштафович, И.А. Жебелева// Хранение и переработка сельхоз сырья. 2002.№ 10.

336. Толкунова, Н.Н. Исследование химического состава растительных экстрактов / Н.Н Толкунова // Мясная индустрия. №2. №6.

337. Трофимова, Ф. А. Структурное и кристаллохимическое обоснование технологического модифицирования щелочноземельных бентонитов и бентонитоподобных глин: автореф. дис. канд. геолого-минералогических наук: 25.00.05 / Ф: А. Трофимова; ФГУП «ЦНИИгеолнеруд». - М.: 2006. - 24с.;

338. Туманов, А.Н. Использование активной окиси алюминия в качестве селективного сорбента примесей из растительного масла / А.Н. Туманов // Обз. Инф. Сер. 20. ВНИИ инф. и техн. – экон. исслед. Агропром. Комплекса, НИИ инф. и техн.- экон. исслед. Пищ. промышленности. – 1990. - №9. – с. 1-24.

339. Укроп CO₂ экстракт (описание товара) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://firefishcosmetics.com/information.php?pages_id=23

340. Уткина, Е.А. Зависимость антиоксидантной активности флавоноидов от физико-химических характеристик в различных системах: Автореф. дис. ... канд.мед. наук. М 2005;114.

341. Ушакова, Н.А. Новое поколение пробиотических препаратов кормового назначения / Н.А. Ушакова, Р.В. Некрасов, В.Г. Правдин, Л.З. Кравцова, О.И. Бобровская, Д.С. Павлов // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 1. – С. 184–192.

342. ФАО: перспективы мирового производства рыбных продуктов в 2010 г. // Рыбное хозяйство. – 2010. - № 5. – С. 49.

343. Фатьянов, Е.В., Алейников А.К., Сорокин О.В. Методы определения активности воды в пищевых продуктах: состояние и перспективы // Актуальные вопросы современной биологии и биотехнологии. Семипалатинск, 2007. – С. 7-11.

344. Федак Н., Шильман Л., Савгира Ю. Очищення соняшникової олії після фритюрного смаження для підвищення її термостійкості / Н. Федак, Л. Шильман, Ю. Савгира // Харчова і переробна промисловість. – 1996. - №1. – с. 32.

345. Федеральная служба государственной статистики (Росстат): официальный сайт [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.gks.ru

346. Федеральный закон от 27.12.2002 N 184-ФЗ (ред. от 23.06.2014) "О техническом регулировании" (с изм. и доп., вступ. в силу с 22.12.2014) <http://www.consultant.ru/popular/techreg/> КонсультантПлюс, 1992-2015

347. Федяев, В.Е. Прудовое рыбоводство страны: прошлое, настоящее, будущее / В.Е. Федяев // Рыбное хозяйство, 2003, №1

348. Фомич, Д.П. Химический состав CO₂-экстрактов пряностей / Д.П. Фомич, Е.В. Спесивцева, О.Х. Гукетлова // Сб. матер. IX межд. конф. «Пищевые технологии и биотехнологии». – Казань: КазГТУ, 2008. С. 255-256

349. Францева, Т.П. Влияние условий хранения семян подсолнечника на стойкость масел к окислению. Автореф. дисс.... канд. техн. наук, Краснодар, Кубанский государственный технологический университет, 2009 г.

350. Фурда, Л. В. Влияние кислотной обработки на пористую структуру природных алюмосиликатов / Л. В. Фурда, И. Г. Рыльцова, О. Е. Лебедева // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2006. - т. 6, ч. 6. - с. 1370-1373;

351. Химический состав и энергетическая ценность пищевых продуктов: справочник МакКанса и Уиддоусона / пер. с англ. под общ. ред. д-ра мед. наук А. К. Батурина. – СПб.: Профессия, 2006. – 416 с., табл.

352. Химия пищевых продуктов. // Перевод с англ. 4-го издания. Редакторы-составители: Шринивасан Дамодаран, Кирк Л. Паркин, Оуэн Р. Феннема. СПб.: «Профессия», 2012. - 1039 с.

353. Цынко, Т.Ф. Диагностика заболеваний по анализам крови и мочи. / Т.Ф. Цынко. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2005.- 160 с.

354. Чуприна, А. Texas Chicken планирует открыть 15 ресторанов в Татарстане [Электронный ресурс] / А. Чуприна. - 2012. - Режим доступа: <http://kazan.dk.ru/news/texas-chicken-planiruet-otkryt-15-restoranov-v-tatarstane-236677542>

355. Шильман, Л.З. Изучение сравнительной стойкости к окислению некоторых растительных масел при гидротермическом воздействии. Дисс. ... к.т.н. М. – 1966. – 155 с.

356. Шильман, Л.З. Физико-химические изменения жиров при использовании их в общественном питании / ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2003. – 115 с.

357. Шмидт, А.А. Адсорбционная рафинация растительных масел. / А.А. Шмидт, А.И. Аскинази, И.И. Гуман, С.З. Левинсон // ЦНИИТЭИ Пищепром. – М., 1975.

358. Шмидт, А.А. Теоретические основы рафинации растительных масел. / А.А. Шмидт. – М.: Пищепромиздат, 1960. – 340 с.

359. Шубина, И. Петербург стал городом фастфуда [Электронный ресурс] / И. Шубина. - Деловой Петербург, 2010. - Режим доступа: http://www.dp.ru/a/2010/05/18/Peterburg_stal_gorodom_fa/

360. Щербаков, А.Е. Исследование показателей перекисного окисления липидов и антиоксидантной системы в комплексе мероприятий вторичной профилактики инсультов / А.Е. Щербаков // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.rusmedserv.com/2000>.

361. Щербина, М. А. Переваримость и эффективность использования питательных веществ искусственных кормов у карпа / М.А. Щербина. - М.: Пищевая промышленность, 1973. - 131 с.

362. Щербина, М. А. Переваримость и эффективность использования питательных веществ искусственных кормов у карпа / М.А. Щербина.- М.: Пищевая промышленность, 1973.-131 с.

363. Эмануэль, Н.М. Торможение процессов окисления жиров/ Н.М. Эмануэль, Ю.Н. Лясковская.-М.,1981. – 234с.

364. Яворская, В.А. Интенсивность процессов перекисного окисления липидов и активность антиоксидантных ферментов в эритроцитах при начальных формах сосудистых заболеваний головного мозга. / В.А.

Яворская, В.А. Малахов, А.М. Белоус // Неврологический вестник. – 1995. – Т. XXVII, вып. 3–4. – С. 15-17.

365. Яржомбек, А.А. Справочник по физиологии рыб / А.А. Яржомбек, В.В. Лиманский, Т.В. Щербина Т. – М.: Агропромиздат.- 1986. – 192 с.

366. Яцюк, В.Я. Антиоксидантные свойства эфирных масел различных видов тысячелистника. / В.Я. Яцюк, , А.Ф.Сидоренко, Ю.А. Сухомлинов // "Фармацевтический ж-л". 1995, - №6, - с.68-70.

367. Яшин, Я.И. Природные антиоксиданты. Содержание в пищевых продуктах и влияние их на здоровье и старение человека/ Я. И. Яшин , В. Ю. Рыжнев, А. Я. Яшин, Н. И. Черноусова Киев: Изд-во «ТрансЛит».- 2009.- 219с.

368. Adhikari, C. Diffuse-reflectance fourier-transform infrared spectroscopy of vegetable oil triglyceride adsorption on silicic acid / Adhikari C., Proctor A., Blyholder G.D. // J. Amer. Oil Chem. Soc. – 1994. – Vol. 71. 6. 589-594.

369. Advances in deep-fat frying of foods. Ed. Serpil Sahin, Servet Gulum Sumnu. In Series: Contemporary Food Engeneering, Series Ed. Da-Ven Sun. // CRC Press, Taylor & Francis Group - Boca Raton, 2009 - 310 p.

370. Aerts, H. A. J. Epoxide yield determination of oils and fatty acid methyl esters using ¹H NMR. / Aerts, H. A. J.; Jacobs, P. A. // J. Am. Oil Chem. Soc. 2004, 81, 841–846.

371. Akdeniz, N. 2005. Functionality of batters containing different gums for deep-fat frying of carrot slices./ Akdeniz, N., S. Sahin, and G. Sumnu // Journal of Food Engineering 75: 522–26.

372. Al-Shaikh H.P., Mancini-Filho J., Smith L.M. Improving quality of used deep-frying fats // J. Amer. Oil Chem. Soc. 1985. 62. №4.635.

373. Albert, S. 2002. Comparative evaluation of edible coatings to reduce at uptake in a deep-fried cereal product./ Albert, S., and G.S. Mittal // Food Research International 35: 445–58.

374. Allen R.R. Hydrogenation // J. Amer. Oil Chem. Soc. – 1981. – Vol. 58, №3. – P. 166-169.

375. Anderson, R.F. Reduction in free radical-induced DNA strand breaks and base damage through fast chemical repair by flavonoids. / Anderson R.F., Amarasinghe C., Fisher L.J. et al. // Free Radic Res 2000;33:91–103.

376. Arroyo, R. 1995. High performance size exclusion chromatography of palm olein used for frying. / Arroyo, R., C. Cuesta, J.M. Sanchez-Montero, and F.J. Sanchez-Muniz // Fat Science and Technology 95: 292–96.

377. Azzi, A. Vitamin E: non-antioxidant roles/ Azzi A., Stocker A. // Progr. Lipid Res.- 2000.- Vol. 39.- p. 231.

378. Barbanti, D. 1994. The frying operation. II. Chemical and physico-chemical modifications in the oil. / Barbanti, D., S. Pizzirani, and M. Dalla Rosa. // *Industri Alimentari* 33: 318–24.

379. Barlow, S. M. Nutritional Evolution of Long-chain Fatty Acids in Fish Oil / Barlow, S. M. – Academic Press: London, 1980.

380. Barrera-Arellano, D. 2002. Evolution of tocopherols and formation of degradation compounds at frying temperatures in oils differing in unsaturation degree and natural antioxidant content. / Barrera-Arellano, D., V. Ruiz-Mendez, J. Velasco, G. Marquez-Ruiz, and M.C. Dobarganes. // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 82: 1696–702.

381. Bazzano, L.A. Fruit and vegetable intake and risk of cardiovascular disease in US adults: the first National Health and Nutrition Examination Survey Epidemiologic Followup Study. / Bazzano L.A., He J., Ogden L.G. et al. // *Am J Clin Nutr* 2002;76:93–99.

382. Beatriz, M. 1994. Evolution of the quality of the oil and the product in semi-industrial frying. / Beatriz, M., P.P. Oliveira, and M.A. Ferreira. // *Grasas y Aceites* 45: 113–18.

383. Beecher, G.R. Overview of Dietary Flavonoids: Nomenclature, Occurrence and Intake. / Beecher G.R. // *J Nutr* 2003;133:Suppl:3248–3254.

384. Berdeaux, O. 1999a. Characterization, quantitation and evolution of monoepoxy compounds formed in model systems of fatty acid methyl esters and monoacid triglycerides heated at high temperature./ Berdeaux, O., G. Marquez-Ruiz, and M.C. Dobarganes. // *Grasas y Aceites* 50: 53–59. .

385. Berdeaux, O. 2002. Evolution of shortchain glycerol-bound compounds during thermoxidation of FAME and monoacid TAG. / Berdeaux, O., J. Velasco, G. Marquez-Ruiz, and M.C. Dobarganes. // *Journal of the American Oil Chemist Society* 79: 279–85.

386. Berdeaux, O. 1999b. Selection of methylation procedures for quantitation of short-chain glycerolbound compounds formed during thermoxidation./ Berdeaux, O., G. Marquez-Ruiz, and M.C. Dobarganes. // *Journal of Chromatography A* 863:171–81.

387. Berg, K.A. Adsorbitive Reneration of Used Cooking Oils : Abstr. Pap. 82nd Annu. Meet and Expos. Amer. Oil Chem. Soc., Chicago, III., May 12-15, 1990 // *Int. News Fats, Oils and Relat. Mater.* – 1990. – T. 1, №4. – c. 357.

388. Billek, G. Health aspects of thermoxidized oils and fats. *Eur. J.Lipid Sci. Technol.* 2000, 102, 587-593.

389. Blumenthal, M.M. 1991. A new look at the chemistry and physics of deep fat frying. / Blumenthal M.M. // *Food Technology* 45(2): 68–74.

390. Blumenthal, M.M., and R.F. Stier. 1991. Optimization of deep-fat frying operations. *Trends in Food Science and Technology* 2: 144–48.

391. Boki, K. Effects of filtration through activated carbons on peroxide, thiobarbituric acid and carbonil values of autoxidized soybean oil / Boki K., Wada T., Ohno S. // *J. Amer. Oil Chem. Soc.* – 1991. – Vol. 68. 8.561-565.

392. Bolhassani, A.Saffron and natural carotenoids: Biochemical activities and anti-tumor effects. / Bolhassani A., Khavari A., Bathaie S.Z. // *Biochim Biophys Acta* 2014;1845(1):20-30.

393. Bouchon, P., and D.L. Pyle. 2005a. Modelling oil absorption during post-frying cooling - I:Model development. / Bouchon, P., and D.L. Pyle. // *Food and Bioproducts Processing* 83: 253–60.

394. Bouchon, P. 2005b. Modelling oil absorption during post-frying cooling - II: Solution of the mathematical model, model testing and simulations./ Bouchon, P., and D.L. Pyle. // *Industri Alimentari* 83: 261–72.

395. Braunwald, E. The stunned myocardium: prolonged, postischemic ventricular dysfunction./ Braunwald E., Kloner R. // *Circulation*. – 1982. – 66. – 1146-1149.

396. Bravo, L.V. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance./ Bravo L.V. // *Nutr Rev* 1998;56:317–333.

397. Brian, S. Cooke. Adsorbent Treatment of Frying Oil: Commercial Frying Case Study. Abstracts of World Conference and Exhibition on Oilseed and Vegetable Oil Utilization, 14-16 August 2006, Istanbul, Turkey, p. 14.

398. Buckley, H.A. Compositional variations in glauconite/ Buckley, H.A., Eatson A.J., Johnson L.R. // *Miner. Mag.*-1984. - Vol.48. №346. - P. 119-126

399. Burak Kutlu, Ozlem Atac, and Selma Turkey. Pretreatment of Used Frying Oil for Biodiesel Production. Abstracts of World Conference and Exhibition on Oilseed and Vegetable Oil Utilization, 14-16 August 2006, Istanbul, Turkey, p. 12.

400. Cao, G. Antioxidant and prooxidant behavior of flavonoids: structure-activity relationships./ Cao G., Sofic E., Prior R.L. // *Free Rad Biol Med* 1997;22:5:749–760.

401. Carroll K.K. Dietary fats and energy in relation to cancerogenesis// *New Era Global Harmony Nutr.: Proc. 14th Int. Congr. Nutr.*, Seoul, Aug. 20-25, 1989, Vol. 1: Seoul, 1989. – p. 493-496. *Fette, Seifen, Anstrichmittel*, 75:449, 1973.

402. Castell, J.D. Report of the EIFAC, IUNS and ICES Working Group on the standardization of the methodology in fish nutrition research/ Castell J.D., Tiews K. // Hamburg (Federal Republic of Germany, March 21-23, 1979) EIFAC Tech. pap. 36. –1979. – P. 1–24.

403. Christie, W.W. 2000. Formation of cyclic fatty acids during the frying process. / Christie, W.W., and G. Dobson // *European Journal of Lipid Science and Technology* 102: 515–20.

404. Christopoulou, C.N. 1989a. Chromatographic studies on fatty-acid dimers. Gas-liquid-chromatography, high-performance liquid-chromatography and thinlayer chromatography. / Christopoulou, C.N., and E.G. Perkins. // Christopoulou, C.N., and E.G. Perkins. // Journal of the American Oil Chemist Society 66: 1353–59.

405. Christopoulou, C.N. 1989b. Dimers of methyl stearate. / Christopoulou, C.N., and E.G. Perkins. // Journal of the American Oil Chemist Society 66: 1344–52.

406. Christopoulou, C.N. 1989c. High-performance size exclusion chromatography of monomer, dimer and trimer mixtures./ Christopoulou, C.N., and E.G. Perkins. // Journal of the American Oil Chemist Society 66: 1338–43.

407. Christopoulou, C.N. 1989d. Isolation and characterization of dimers formed in used soybean oil./ Christopoulou, C.N., and E.G. Perkins. // Journal of the American Oil Chemist Society 66: 1360–70.

408. Claxson, A. W. Generation of lipid peroxidation products in culinary oils and fats during episodes of thermal stressing: a high field 1H-NMR study. / Claxson, A. W. D.; Hawkes, G. E.; Richardson, D. P.; Naughton, D. P.; Haywood, R. M.; Chander, C. L.; Atherton, M.; Lynch, E. J.; Grootveld, M. C. // FEBS Lett. 1994, 335, 81–90.

409. Cohn, J. Oxidized fat in the diet, postprandial lipaemia and cardiovascular disease. Curr. Opin. Lipidol. 2002, 13, 19-24.

410. Complete Book of Coarse Fishing, The. Collins Willow, L., 1992

411. Cooke, B.S. Adsorbent treatment of frying oil: Commercial frying case study. / Abstracts of World conference and exhibition on oilseed and vegetable oil utilization. 14-16 august 2006, Istanbul, Turkey.

412. Conacher H. B., Zyengar J. R. Gas – Liquid Chromatographic Determination of Trans- Unsaturation in Fats and Oils on Packed Column : Effect of Positional Isomers // J. Ass. Off. Anal. Chem. – 1938. – Vol.61, №3. – P. 702-708.

413. Dana, D. 2006. Review: Mechanism of oil uptake during deep-fat frying and the surfactant effect-theory and myth. / Dana, D., and I.S. Saguy. // *Advances in Colloid and Interface Science* 128:267–72.

414. De Groot, H. Reactive oxygen species in tissue injury. / De Groot H. // *Hepatology* 1994;41:328–332.

415. Debnath, S. 2003. Effect of pre-drying on kinetics of moisture loss and oil uptake during deep fat frying of chickpea flour-based snack food. / Debnath, S., K.K. Bhat, and N.K. Rastogi. // *LWT Food Science and Technology* 36: 91–98.

416. Denisov E.T. Oxidation and Antioxidants in Organic Chemistry and Biology. / Denisov E.T., Afanas'ev I.B. // Taylor and Francis, Boca Raton.- 2005. - 982 p.

417. Derewenda, Z.S. Structure and function of lipases // *Adv. Protein Chemistry*, 1994, 45

418. Derrida, M. Nervous system benefits of rosmarinic acid. / Derrida M. // [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.ccba.bc.cf.discucc1

419. Derrida, M. Seabuckthorn seed oil antioxidant – natural rosmarinic acid antioxidant. / Derrida M. // [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.ccba.bc.cf.discucc1

420. Destailats, F. 2005b. Thermally induced formation of conjugated isomers of linoleic acid. / Destailats, F., and P. Angers. // *European Journal of Lipid Science and Technology* 107: 167–72.

421. Destailats, F., and P. Angers. 2005a. On the mechanisms of cyclic and bicyclic fatty acid monomer formation in heated edible oils. / Destailats, F., and P. Angers. // *European Journal of Lipid Science and Technology* 107: 767–72.

422. Dimascio, P. Carotenoids, tocopherols, and thiols as biological singlet molecular oxygen quenchers / Dimascio P., Devasagayam T.P.A., Raiser S., Sies H. // *Biochem. Soc. Trans.*- 1990.- Vol. 18.- p. 1054-1056.

423. Dobarganes, M.C. 1984. Metodos analiticos de aplicacion en grasas calentadas. I. Determinacion de esteres metilicos no alterados. / Dobarganes, M.C.,

M.C. Perez-Camino, and R. Gutierrez Gonzalez-Quijano. // *Grasas y Aceites* 35: 172–77.

424. Dobarganes, M.C. 1998. Formation and analysis of high molecular-weight compounds in frying fats and oils./ Dobarganes, M.C. // *Oleagineux-Corps Gras-Lipides* 5: 41–47.

425. Dobarganes, M.C. 2000. Interactions between fat and food during deep frying. / Dobarganes, M.C., G. Marquez-Ruiz, and J. Velasco. // *European Journal of Lipid Science and Technology* 102: 521–28.

426. Dobarganes, M.C. Non polar dimer formation during thermoxidation of edible oils. / Dobarganes M.C., M.C. Perez – Camino// *Fat Science and Technology*. – 1987. – v. 89. – p. 216-220.

427. Dobarganes, M.C., J. Velasco, and A. Dieffenbacher. 2000. Determination of polar compounds, polymerized and oxidized triacylglycerols, and diacylglycerols in oils and fats. / Dobarganes, M.C., J. Velasco, and A. Dieffenbacher. // *Pure and Applied Chemistry* 72: 1563–75.

428. Dobarganes, M.C.1987. Non-polar dimer formation during thermoxidation of edible oils. / Dobarganes, M.C., and M.C. Perez-Camino. // *Fat Science and Technology* 89: 216–20.

429. Dobarganes, M.C.1988. High performance size exclusion chromatography of polar compounds in heated and non-heated fats. / Dobarganes, M.C., M.C. Perez-Camino, and G. Marquez-Ruiz. // *Fat Science and Technology* 90: 308–11.

430. Dobarganes, M.C.1993. Thermal stability and frying performance of genetically modified sunflower oils. / Dobarganes, M.C., G. Marquez-Ruiz, and M.C. Perez-Camino. // *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 41: 678–81.

431. Duthie, G. Plant-derived phenolic antioxidants./ Duthie G., Crozier A. // *Curr Opin Lipidol* 2000;11:43–47.

432. Duthie, G. Tofu and soy drinks contain phytoestrogens. / Duthie G., Crozier A. // *J Am Diet Ass* 1994;94:739–743.

433. Dutta, P.C. 2006. Formation, analysis and health effects of oxidized sterols in frying fats. / Dutta, P.C., R. Przybylski, M.N.A. Eskin, and L.A. Applegqvist. // In Deep frying: Chemistry nutrition and practical applications. 2nd ed., ed. M.D. Erickson, 111–64. Champaign, IL: Oil Chemists' Society.

434. Dyerberg, J. Eicosapentaenoic acid and prevention of thrombosis and atherosclerosis. / Dyerberg, J. // Lancet, 1978, 2.

435. El-Zeany, B.A.1982. Oxidised lipids-proteins browning reaction. Part 6. Browning produced by the interaction of free fatty acids with proteins. / El-Zeany, B.A., and L.E.A. Fattah // Grasas y Aceites 33: 216–19.

436. Eric Schlosser. Fast Food Nation: The Dark Side of the All-American Meal (2001)

437. Esterbauer, H. The role of lipid peroxidation and antioxidants in oxidative modification of LDL. / Esterbauer H., Gebicki J., Puhl H., Jurgens G. // Free Radic. Biol. Med. – 1992. – № 13. – P. 341-390.

438. Evans H., Emerson O., Emerson G. The isolation from wheat germ of an alcohol α -tocopherol. / Evans H., Emerson O., Emerson G. // J Biol Chem 1936;113:319-25.

439. Fankhauser-Noti, A. Assessment of epoxidized soy bean oil (ESBO) migrating into foods: Comparison with ESBO-like epoxy fatty acids in our normal diet. / Fankhauser-Noti, A.; Fiselier, K.; Biedermann-Brem, S.; Grob, K. Food Chem. Toxicol. 2006, 44, 1279–1286.

440. FAOSTAT. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.fao.org/>

441. Farinu, A. 2005. Deep fat frying of foods. Transport phenomena. / Farinu, A. and O.D. Baik. // Food Reviews International 21: 389–410.

442. Figge, K. 1971. Dimeric fatty acid [1-14C]methyl esters. I. Mechanisms and products of thermal and oxidative-thermal reactions of unsaturated fatty acid esters - Literature review./ Figge, K. // Chemistry and Physics of Lipids 6: 164–82.

443. Fillon, L. 1998. Nutrient losses and gain during frying./ Fillon, L., and C.J.K. Henry. // International Journal of Food Science and Nutrition 49: 157–68.

444. Firestone, D. 1996. Regulation of frying fats and oils. In Deep frying: Chemistry nutrition and practical applications, eds. E.G. Perkins, and M.D. Erickson, 323–34. Champaign, IL: American Oil Chemists' Society.

445. Food and nutrition board, institute of medicine of the national academies Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients). – National Academies Press, 2005. – P. 423, 504.

446. Forss, D. 1972. Odor and flavor compounds from lipids./ Forss, D. // Progress in the Chemistry of Fats and Other Lipids 13: 181–258.

447. Fotsis, T. Flavonoids, dietary-derived inhibitors of cell proliferation and in vitro angiogenesis./ Fotsis T., Pepper M.S., Aktas E. et al. // Cancer Res 1997;57:2916–2921.

448. Frankel, E. N., Ed. Lipid Oxidation; Oily Press: Bridgwater, U.K., 2005

449. Frankel, E.N. 2005. Lipid oxidation./ Frankel, E.N- Bridgwater, UK: The Oily Press.

450. Frankel, E.N. // J. Sci. Food Agric. – 2000. - № 80

451. Freedman, J.E. Select flavonoid and whole juice from purple grapes inhibit platelet function and enhance nitric oxide release./ Freedman J.E, Parker C. III, Li L. et al. // Circulation 2001;103:2792–279.

452. Frei, B. Antioxidant defenses and lipid peroxidation in human blood plasma / Frei B., Stocker R., Ames B.N. // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 1988. – № 85. – P. 9748-9752.

453. Fukuzumi, K. Studies on the Reaction of Fats and Oils – Hydrolysis, Autoxidation, Hydrogenation, etc.// Mem. Fac. Eng. Nagoya Univ. – 1978. – Vol. 30, №2. – P.200-244.

454. Gamel, T.H.1999. Effect of phenolic extracts on trans fatty acid formation during frying./ Gamel, T.H., A. Kiritsakis, and C. Petrakis. // Grasas y Aceites 50: 421–25.

455. Gans KM, Lapane K. (1995). «Trans fatty acid and coronary disease: the debate continues. 3. What should we tell consumers?». *American Journal of Public Health* 85 (3): 411–412. PMID 7892934
456. Gardner, H. W. Oxygenation of (3Z)-nonenal to (2E)- 4-hydroxy-2-nonenal in the broad bean / Gardner, H. W.; Hamberg, M. // (*Vicia faba* L.). *J. Biol. Chem.* 1993, 268, 6971–6977.
457. Gassenmeier, K. Formation of the intense flavor compound trans-4,5-epoxy-(E)-2-decenal in thermally treated fats./ Gassenmeier, K.; Schieberle, P. // *J. Am. Oil Chem. Soc.* 1994, 71, 1315–1319.
458. Gemeinschaftsarbeiten der DGF, 72 Mitteilung. Die Hydrierung von Fetten. 3 // *Fette. Seifen, Anstrichmittel.* – 1977. – Bd. 79, №12. – s. 348-352.
459. Gertz, C. 2000. “History of Frying”. In *Optimal Operation*, 3rd International symposium on deep fat frying, 20–21 March, Hagen, Germany.
460. Gertz, C. 2000. Chemical and physical parameters as quality indicators of used frying fats. / Gertz, C. // *European Journal of Lipid Science and Technology* 102: 566–72.
461. GfK - ГФК Русь [электронный ресурс]: - режим доступа: <http://www.gfk.ru/>
462. Gibbinson, J. *Modern Specimen Hunting*, 2nd edition. Beekay Publishers, Henlow Camp, 1992
463. Gillatt, P.N.1992. The interaction of oxidized lipids with proteins./ Gillatt, P.N., and J.B. Rossell. // In *Advances in applied lipid research*, ed. F.B. Padley, 65–118. Greenwich, CT: JAI Press.
464. Girotti, A.W. Generation and Reactivity of Lipid Hydroperoxides in Biological Systems . / Girotti A.W., W.Korytowski // in *Patai’s Chemistry of Functional Groups*, edited by I.Marek. John Wiley & Sons, Ltd: Chichester, UK. DOI: 10.1002/9780470682531.pat 0864. Published online 6/7/2013.
465. Giuffrida, F. 2004. Formation and hydrolysis of triacylglycerol and sterol epoxides: Role of unsaturated triacylglycerol peroxy radicals./ Giuffrida, F.,

F. Destailats, F. Robert, L.H. Skibsted, and F. Dionisi. // *Free Radical Biology and Medicine* 37: 104–114.

466. Goicoechea, E. Analysis of hydroperoxides, aldehydes and epoxydes by ¹H nuclear magnetic resonance in sunflower oil oxidized at 70 and 100 °C. / Goicoechea E; Guillen M.D. // *J. Agric. Food Chem.*, 2010, 58, 6234-6245.

467. Goicoechea, E. Use of an in vitro digestion model to study the bioaccessibility of 4-hydroxy-2-nonenal and related aldehydes present in oxidized oils rich in omega-6 acyl groups. Goicoechea, E.; Van Twillert, K.; Duits, M.; Brandon, E. F. A.; Kootstra, P. R.; Blokland, M. H.; Guillen, M. D. // *J. Agric. Food Chem.* 2008, 56, 8475–8483.

468. Gotoh, N. Rates of interactions of superoxide with vitamin E, vitamin C and related compounds as measured by chemiluminescence. / Gotoh N., Niki E. // *Biochim. Biophys. Acta.* - 1992. - Vol. 1115. - p. 201.

469. Greene, J.F. Toxicity of epoxy acids and related compounds to cells expressing human soluble epoxide hydrolase / Greene J.F. et al / *Chem. Res. Toxicol.*, 2000, 13, 217-226.

470. Grimble, R. F. Nutritional antioxidants and the modulation of inflammation: theory and practice / Grimble R. F. // *New Horizons* 1994. 2: 175.

471. Guiffrida, F. Formation and hydrolysis of triacylglycerol and sterol epoxydes: Role of unsaturated triacylglycerol peroxy radicals. / Guiffrida, F. [et al.] // *Free Radical Biology and Medicine*, -2004. - v. 37. - p. 104-114.

472. Guillaumin, R. 1986. Kinetics of food penetration. / Guillaumin, R. // In *Frying of foods. Principles, change and new approaches*, eds. G. Varela, A.E. Bender and I.D. Morton, 82–90. Chichester, UK: Ellis Horwood.

473. Guillen, M. D. High resolution ¹H nuclear magnetic resonance in the study of edible oils and fats. / Guillen, M. D.; Ruiz, A. // *Trends Food Sci. Technol.* 2001, 12, 328–338.

474. Guillen, M. D. Monitoring the oxidation of unsaturated oils and formation of oxygenated aldehydes by proton NMR. // Guillen, M. D.; Ruiz, A.

Eur. J. Lipid Sci. Technol. 2005, 107, 36–47. Article J. Agric. Food Chem., Vol. 58, No. 10, 2010 6245

475. Guillen, M. D. Oxidation of corn oil at room temperature: Primary and secondary oxidation products and determination of their concentration in the oil liquid matrix from ¹H nuclear magnetic resonance data. / Guillen, M. D.; Goicoechea, E. // Food Chem. 2009, 116, 183–192.

476. Guillen, M. D. Oxidation process of oils with high content of linoleic acyl groups and formation of toxic hydroperoxy- and hydroxyalkenals. A study by ¹H nuclear magnetic resonance. / Guillen, M. D.; Ruiz, A. // J. Sci. Food Agric. 2005, 85, 2413-2420.

477. Guillen, M. D. Rapid simultaneous determination by proton NMR of unsaturation and composition of acyl groups in vegetable oils./ Guillen, M. D.; Ruiz, A. // Eur. J. Lipid Sci. Technol. 2003, 105, 688–696.

478. Guillen, M. D. Contribution to further understanding of the evolution of sunflower oil submitted to frying temperature in a domestic fryer. Study by ¹H Nuclear Magnetic Resonance./ Guillen, M. D.; Uriarte, P. S. // J. Agric. Food Chem. 2009, 57, 7790–7799.

479. Guillen, M.D. Formation of hydroperoxy- and hydroxyalkenals during thermal oxidative degradation of sesame oil monitored by proton NMR./ Guillen, M. D.; Ruiz, A. // Eur. J. Lipid Sci. Technol. 2004, 106, 680–687.

480. Guillen, M.D. Toxic oxygenated α,β -unsaturated aldehydes and their study in foods./ Guillen, M.D., Goicoechea, E. // A Review. Crit. Rev. Food Sci. Nutr.- 2008.- v. 48. – p. 118-136.

481. Halliwell, B. Free radicals, antioxidants, and human disease: curiosity, cause, or consequence? / Halliwell B. - Lancet 1994;344:721–724.

482. Halliwell, B.O. Free radicals in biology and medicine. / Halliwell B.O., Gutteridge J.M.C. – Oxford: Clarendon Press, 1989.

483. Halliwell, B. The antioxidants of human extracellular fluids. / Halliwell B., Gutteridge J.M. // Arch Biochem Biophys 1990;280(1):1-8

484. Hardt, A. Variationen mit dem Vorfach. / Hardt A. // In: Fisch und Fang, 1979, Nr.
485. Havsteen, B.H. The biochemistry and medical significance of flavonoids. / Havsteen B.H. // Pharmac Ther 2002;96:2–3:67–202.
486. Haywood, R. M. Detection of aldehydes and their conjugated hydroperoxydiene precursors in thermally-stressed culinary oils and fats: Investigations using High Resolution Proton NMR Spectroscopy./ Haywood, R. M.; Claxson, W. D.; Hawkes, G. E.; Richardson, D. P.; Naughton, D. P.; Coumbarides, G.; Hawkes, J.; Lynch, E. J.; Grootveld, M. C. // Free Radical Res. 1995, 22, 441–482.
487. Heavy-metal uptake by a high cation-exchange-capacity montmorillonite / P Stathi [et al.] // Global NEST Journal - 2010 - Vol. 12, No 3 - pp. 248-255.;
488. Henry, C.J.K. 1998. Impact of fried foods on macronutrient intake, with special reference to fat and protein. / Henry, C.J.K. // Grasas y Aceites 49: 336–39.
489. Hertog, M.G.L. Dietary antioxidant flavonoids and the risk of coronary heart disease: The Zutphen Elderly Study. / Hertog M.G.L, Feskens E.J.M., Hollman P.C.H. et al. - Lancet 1993;342:1007–1011.
490. Hidalgo, F.J. 1995a. Epoxyoxyoene fatty esters: Key intermediates for the synthesis of long-chain pyrrole and furan fatty esters./ Hidalgo, F.J., and Zamora, R. // Chemistry and Physics of Lipids 77: 1–11.
491. Hidalgo, F.J. 1995b. In vitro production of long chain pyrrole fatty esters from carbonyl-amine reactions. / Hidalgo, F.J., and Zamora, R. // Journal of Lipid Research 36: 725–3. 2000. The role of lipids in nonenzymatic browning. Grasas y Aceites 51: 35–49.
492. Hidalgo, F.J. 2000. The role of lipids in nonenzymatic browning. / Hidalgo, F.J. and Zamora, R. // Grasas y Aceites 51: 35–49.
493. Hildebrandt, U. Karpfenfang mit der Spezial-Semmelfliege. / Hildebrandt U. // In: Fisch und Fang, 1979, Nr. 3, S. 207

494. Hindra, F., 2006. Kinetics of quality changes during food frying./ Hindra, F., and O.D. Baik. // *Critical Review in Food Science and Nutrition* 46: 239–58.

495. Hoyt, E. 2006. Whale Watching and Marine Ecotourism in Russia. Academic Press, San Diego, CA., p. 87.

496. Huang, A. H. C. Lipases // *The Biochemistry of Plants* / Stumpf, P.K. (ed.). – Academic Press: New York, 1987, - Vol. 9 (Lipids: structure and function). - P. 91-119.

497. Hutchinson, R. *The Carp Strikes Back*, Second edition. Beekay Publishers, Henlow Camp, 1984

498. Intake of trans fatty acids and risk of coronary heart disease among women. // *The Lancet*, Volume 341, Issue 8845, Pages 581–585, 6 March 1993

499. IUPAC. 1992a. Standard Method 2.507: Determination of polar compounds in frying fats. In *Standard methods for the analysis of oils, fats and derivatives*, 7th ed. Blackwell, Oxford, England: International Union of Pure and Applied Chemistry.

500. IUPAC. 1992b. Standard Method 2.508: Determination of polymerized triglycerides in oils and fats by high performance liquid chromatography. In *Standard methods for the analysis of oils, fats and derivatives*, 7th ed. Blackwell, Oxford, England: International Union of Pure and Applied Chemistry.

501. Jensen, C. Dietary vitamin E: Quality and storage stability of pork and poultry./ Jensen C., et al // *Trends in Food Sci. and Technol.*, 1998, 9 (2).

502. Jiang, Q. Natural forms of vitamin E: metabolism, antioxidant, and anti-inflammatory activities and their role in disease prevention and therapy. / Jiang Q. *Free Radic Biol Med* 2014;72C:76-90. [Epub ahead of print]].

503. Joe, M. McCord. Superoxide Dismutase an enzymic function for erythrocyte hemocuprein (hemocuprein) / Joe M. McCord and Irwin Fridovich // *The Journal of Biological Chemistry*. – 1969. – 244. – 6049-6055.

504. Joshipura, K.J. The effect of fruit and vegetable intake on risk for coronary heart disease. / Joshipura K.J., Hu F.B., Manson J.E. et al. // *Ann Int Med* 2001;134:1106–1114.

505. Jucker, W. Carotenoids. / Jucker W. // *Chimia (Aarau)* 2011;65(1-2):109-10

506. Julie K. Andersen. Oxidative stress in neurodegeneration: cause or consequence? / Julie K. Andersen. // *Nature Reviews Neuroscience*. – 2004. – 5. – 18-25.

507. Kamal-Eldin, A. 1997. Characterization of aldehydic acids in used and unused frying oils. / Kamal-Eldin, A., G. Marquez-Ruiz, M.C. Dobarganes, and L.A. Appleqvist. // *Journal of Chromatography A* 776: 245–54.

508. Kanazawa, K. 1991. Target enzymes on hepatic-dysfunction caused by dietary products of lipid-peroxidation. / Kanazawa, K., and H. Ashida. // *Archives of Biochemistry and Biophysics* 288: 71–78.

509. Kawaii, S. Antiproliferative activity of flavonoids on several cancer cell lines. / Kawaii S., Tomono Y., Katase E. et al. // *Biosci Biotechnol Biochem* 1999;63:896–899.

510. Kikugawa, K. Carotene effectively scavenges toxic nitrogen oxides; nitrogen dioxide and peroxy-nitrous acids. / Kikugawa K. Hiramoto K. Tomiyama S. Asano Y. // *Febs Lett.* - 1997. - Vol. 404. - p. 175.

511. Kinoshita, T. Construction of a novel database for flavonoids. / Kinoshita T., Lepp Z., Chuman H. // *J Med Inv* 2005;52:Suppl:291:2.

512. Knekt, P. Flavonoid intake and risk of chronic diseases. / Knekt P., Kumpulainen J., Jarvinen R. et al. // *Am J Clin Nutr* 2002;76:560–568.

513. Kochhar, S. P. New theoretical and practical aspects of the frying process. / Kochhar, S. P.; Gertz, C. // *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 2004, 106, 722–727.

514. Koseoglu, S.S. Membrane Processing of Used Frying Oils : [Abstr.] *Annu. Meet and Expos. Amer. Oil Chem. Soc., Chicago, 1991* // *Int. News Fats, Oils and Relat. Mater.* – 1991. – T. 2, №4. – c. 334.

515. Kovari, K. Refining of vegetable oils with silica adsorbents / Kovari K., Kis G., Tabadi S. // Acta alim. - 1993. – 22. 1. – p. 45-81.

516. Krinsky , N.L. Membrane antioxidants / Krinsky , N.L. // Ann. NY. Acad. Sci. – 1988. – № 551. – P. 17-33.

517. Kuschel, B. Analysis of the morphology of hectorite by use of small-angle X- ray scattering / B. Kuschel, W. Gille, W. Schweiger // Colloid Polym Sci.-2000. V.278.-P. 805.;

518. Labuza, T.P. Kinetics of lipid oxidation in foods // CRS Critical Reviews in Food Technology, October 197L, 1971.

519. Lalas, S. Dourtogiouing of V. Use of Rosemary Extract in Preventing Oxidation During Deep-Fat Frying of potato Chips/ Lalas S. // Jaocs, Vol. 80.2003.№6.

520. Lambelet, P. 2003. Formation of modified fatty acids and oxyphytosterols during refining of low erucic acid rapeseed oil. / Lambelet, P., A. Grandgirard, S. Gregoire, P. Juaneda, J.L. Sebedio, and C. Bertoli. // Journal of Agricultural and Food Chemistry 51: 4284–90.

521. Lercker, G. Analysis of the oxidation products of cis- and trans-octadecenoate methyl esters by capillary gas chromatography-ion-trap mass spectrometry I.Epoxyde and dimeric compounds. / Lercker, G.; Rodriguez-Estrada, M. T.; Bonoli, M. // J. Chromatogr., A 2003, 985,333–342.

522. Leistner, L. Evolution oder Revolution – HACCP in den USA / L. Leistner // Fleischwirtschaft. – 1995. – № 8, Bd.75. – S.949.

523. Leistner, L. Hürden-Technologie für die Herstellung stabiler Fleisch-erzeugnissen / L. Leistner // Fleischwirtschaft. – 1986. – № 1, Bd. 66. – S.10, 11, 14, 15.

524. Liang, C. Comparison of four accelerated stability methods for lard and tallow with and without Encarnacio ´ n Goicoechea and Mari´a D. Guillen Analysis of Hydroperoxides, Aldehydes and Epoxides by¹H Nuclear Magnetic Resonance in Sunflower Oil Oxidized at 70 and 100 C / Liang, C.; Schwarzer, K. // J. Agric. Food Chem. 2010, 58, 6234–6245

525. Lowe, G. M. Carotenoids as prooxidants?/ Lowe G. M., Vlismas J., Young A. J. // *Mol Aspects Med.*- 2003. Vol. 24.- p.363-364.

526. Makinson, J.H. 1987. Fat uptake during deepfat frying of coated and uncoated foods. / Makinson, J.H., H. Greenfield, M.L. Wong, and R.B.H. Wills. // *Journal of Food Composition and Analysis* 1: 93–101.

527. Markaverich, B.M. Leukotoxins diels from ground corn cob bedding disrupt estrus cyclicity in rats and stimulate MCF-7 breast cancer cells proliferation/ Markaverich B.M. et al // *Environ. Health Persp.*, 2005, 113, 1698-1704.

528. Marmesat, S. 2005. Performance of sunflower oil with high levels of oleic and palmitic acids during industrial frying of almonds, peanuts and sunflower seeds. / Marmesat, S., M. Mancha, M.V. Ruiz-Mendez, and M.C. Dobarganes // *Journal of the American Oil Chemist Society* 82: 505–10.

529. Marmesat, S. 2007. Used frying fats and oils: Comparison of rapid tests based on chemical and physical oil properties. / Marmesat, S., E. Rodrigues, J. Velasco, and M.C. Dobarganes // *International Journal of Food Science and Technology* 42: 601–8.

530. Marmesat, S. Quantitative determination of epoxy acids, keto acids and hydroxy acids formed in fats and oils at frying temperatures. / Marmesat, S.; Velasco, J.; Dobarganes, M. C. // *J. Chromatogr., A* 2008, 1211, 129–134.

531. Marquez-Ruiz, G. 1990. Combination of adsorption and size-exclusion chromatography for the determination of fatty acid monomers, dimers and polymers. / Marquez-Ruiz, G., M.C. Perez-Camino, and M.C. Dobarganes. // *Journal of Chromatography A* 514: 37–44.

532. Marquez-Ruiz, G. 1995. Quantitation and distribution of altered fatty acids in frying fats. / Marquez-Ruiz, G., M. Tasioula-Margari, and M.C. Dobarganes. // *Journal of the American Oil Chemist Society* 72: 1171–76.

533. Marquez-Ruiz, G. 1996. Quantitation of oxidized triglyceride monomers and dimers as an useful measurement for early and advanced stages of

oxidation. / Marquez-Ruiz, G., M. Martin-Polvillo, and M.C. Dobarganes. // *Grasas y Aceites* 47: 48–53.

534. Marquez-Ruiz, G. 1996. Rapid, quantitative determination of polar compounds in fats and oils by solid-phase extraction and exclusion chromatography using monoestearin as internal standard./ Marquez-Ruiz, G., N. Jorge, N. M. Martin-Polvillo, and M.C. Dobarganes // *Journal of Chromatography A* 749: 55–60.

535. Marquez-Ruiz, G. 2006. Nutritional and physiological effects of used frying oils and fats. / Marquez-Ruiz, G., and M.C. Dobarganes. // *In Deep frying: Chemistry nutrition and practical applications*, 2nd ed., ed. M.D. Erickson, 173 Champaign, IL: American Oil Chemists' Society.

536. Masson, L. 1997. Comportamiento de aceites poliinsaturados en la preparacion de patatas fritas para consumo inmediato. Formacion de nuevos compuestos y comparacion de metodos analiticos./ Masson, L., P. Robert, N. Romero, M. Izaurieta, S. Valenzuela, J. Ortiz, and M.C. Dobarganes. // *Grasas y Aceites* 48: 273–81.

537. McNeill, J. Improving the quality of used frying oils by treatment with activated carbon and silica. / McNeill J., Kamel B. // *J. Amer. Oil Chem. Soc.* – 1986. – Vol. 63. 12. p. 1564-1567.

538. Mellema, M. 2003. Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods./ Mellema, M. // *Trends in Food Science and Technology* 14: 364–73.

539. Minamoto, S. 1988. Effect of orally administered 9-oxononanoic acid on lipogenesis in rat liver. / Minamoto, S., K. Kanazawa, H. Ashida, and M. Nataka. // *Biochimica et Biophysica Acta* 958: 199–204.

540. Moll, W.F. Natural Bleaching Clays : an Idea whose Time Has Come... Again: [Abstr.] *Annu. Meet and Expos. Amer. Oil Chem. Soc.*, Chicago, 1991 // *Int. News Fats, Oils and Relat. Mater.* – 1991. – T. 2, №4. – c. 348.

541. Moreira, R.G., and M.A. Barrufet. 1996. Spatial distribution of oil after deep-fat frying of tortilla chips from a stochastic model. *Journal of Food Engineering* 27: 279–90.

542. Moreira, R.G., M.E. Castell-Perez, and M.A. Barrufet, 1999. Deep fat frying: Fundamentals and applications, Aspen Publ. Boston, MA

543. Morris MC, Evans DA, Bienias JL, Tangney CC, Bennett DA, Aggarwal N, Schneider J, Wilson RS (February 2003). «Dietary fats and the risk of incident Alzheimer disease». Arch Neurol 60 (2): 194–200.DOI:10.1001/archneur.60.2.194. PMID 12580703

544. Moyano, P.C. 2006. Kinetics of oil uptake during frying of potato slices: Effect of pre-treatments. / Moyano, P.C., and F. Pedreschi. // LWT-Food Science and Technology 39: 285–91.

545. Mozaffarian D, Katan MB, Ascherio A, Stampfer MJ, Willett WC (April 13, 2006). «Trans Fatty Acids and Cardiovascular Disease». New England Journal of Medicine 354 (15): 1601–1613.DOI:10.1056/NEJMra054035. PMID 16611951

546. Neff, W. E.; Frankel, E. N.; Miyashita, K. Autoxidation of polyunsaturated triacylglycerols. I. Trilinoleoylglycerol. Lipids 1990, 25, 33–9.

547. Nijveldt, R.J. Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications. / Nijveldt R.J., van Nood E., van Hoorn D.E.C. et al. // Am J Clin Nutr 2001;74:418–425.

548. Nikki, E. Action of ascorbic acid as a scavenger of active and stable oxygen radicals./ Nikki E.// Am. J. Klin. Nutr.- 1991.- Vol. 54.- p. 1119.

549. Oarada, M. Distribution of ¹⁴C after oral administration of [U-¹⁴C] labeled methyl linoleate hydroperoxides and their secondary oxidation products in rats. / Oarada, M.; Miyazawa, T.; Kaneda, T. // Lipids 1986, 21, 150–154.

550. Orthoefer, F.T. Care of food service frying oils// J. Amer. Oil Chem. Soc. – 1988. – Vol. 65. 9. p.1417-1419.

551. Ottaviani, P. 1979. Produits d'alteration thermooxydative des huiles chauffees. II: Composes apolaires ou faiblement polaires./ Ottaviani, P., J. Graille, P. Perfetti, and M. Naudet. // Chemistry and Physic of Lipids 24: 57–77.

552. Padayatty, S.J. Vitamin C as an antioxidant: evaluation of its role in disease prevention. / Padayatty S.J., Katz A., Wang Y., Eck P., Kwon O., Lee J.H.,

Chen S., Corpe C., Dutta A., Dutta S.K., Levine M. // J Am Coll Nutr 2003;22(1):18-35.

553. Pajunen, T. I. NMR properties of conjugated linoleic acid (CLA) methyl ester hydroperoxides. / Pajunen, T. I.; Koskela, H.; Hase, T.; Hopia, A. // Chem. Phys. Lipids 2008, 154, 105–114.

554. Pardun, H. Veränderungen der Fette unter Fritierbedingungen und deren analytische Erfassung Beurteilung des Gebrauchswertes und Analytic von Fritierfetten. I/ Pardun H., Blass J., Kroll E.// Fette, Seifen, Anstrichmittel. – 1974. – Bd. 76. - №3. – s.97-104,151-158.

555. Passwater , R. Selenium and other antioxidants in reducing cancer incidence / Passwater R. // Cancer: New Direction. American Laboratory. – 1973. – 67. – 37-45.

556. Pekmezci, D. Vitamin E and immunity. / Pekmezci D. // Vitam Horm 2011;86: 179-215

557. Perez-Camino, M.C.1991. Lipid changes during the frying of frozen prefried foods. / Perez-Camino, M.C., G. Marquez-Ruiz, M.V. Ruiz-Mendez, and M.C. Dobarganes. // Journal of Food Science 56: 1644–47.

558. Perkins, E.G. Magnesium Silicate Treatment of Dietary Heated Fats: Effects on Rat Liver Enzyme Activity / E.G.Perkins and C. Lamboni. // JAOCS, Vol.33, 1998.

559. Perrin, J.L. 1984. Dosage rapide des polymeres de triglycerides par chromatographie d'exclusion. / Perrin, J.L., F. Redero, and A. Prevot. // Revue Francaise des Corps Gras 31: 131–33.

560. Perrin, J.L. 1985. Etude analytique approfondie d'huiles chauffees i. Techniques analytiques et essais preliminaires. / Perrin, J.L., P. Perfetti, C. Dimitriades, and M. Naudet. // Revue Francaise des Corps Gras 32: 151–58.

561. Pivovarov, S. Theoretical structures of mineral-solution interfaces / S. Pivovarov // Surface Chemical Processes in Natural Environments. - Monte Verita, Ascona, Switzerland, - 2000. - 46 p.;

562. Pokorny, J. 1980. Effect of browning reactions on the formation of flavor substances./ Pokorny, J. // Die Nahrung 24: 115–27..

563. Pokorny, J. 1998. Substrate influence on the frying process. / Pokorny, J. // Grasas y Aceites 49: 265–70.

564. Pokorny, J. 1999. Changes of nutrients at frying temperatures. / Pokorny, J. // In Frying of food: Oxidation, nutrient and non-nutrient antioxidants, biologically active compounds and high temperatures, eds. D. Boskou and I. Edmalfa, 69–103. Lancaster, PA: Technomic.

565. Poli, G. Oxidative stress and cell signaling./ Poli G., Leonarduzzi G., Biasi F., Chiarpotto E. // Current Med. Chem.- 2004.- Vol. 11.- p. 1163.

566. Porter, N.A. Mechanisms of free radical oxidation of unsaturated lipids./ Porter, N.A., Caldwell, S.E., Mills, K.A. // Lipids. – 1995.- v. 30.- №4- p. 277-290.

567. Pozo Diez, R.M. 1995. Intercambio lipidico durante la fritura de patatas prefritas congeladas en aceite de girasol alto oleico./ Pozo Diez, R.M., T.A. Masoud Musa, M.C. Perez-Camino, and M.C. Dobarganes. // Grasas y Aceites 46: 85–91.

568. Pravisani, C.I., and A. Calvelo. 1986. Minimum cooking time for potato strip frying. Journal of Food Science 51: 614–17

569. Prior, R.L. Analysis of botanicals and dietary supplements for antioxidant capacity: a review. / Prior R.L., Cao G. // J AOAC Int 2000;83:4:950–956.

570. Qutub, A. Multiscale models of angiogenesis. / Qutub A., Gabhann F., Karagiannis et al. // IEEE Eng Med Biol Mag 2009;28:2:14–31.

571. Ravandi, A. 1995. Determination of lipid ester ozonides and core aldehydes by high-performance liquid-chromatography with online massspectrometry. / Ravandi, A., A. Kuksis, J.J. Myher; and L. Marai. // Journal of Biochemical and Biophysical Methods 30: 271–85.

572. Ren, W. Flavonoids: Promising Anticancer Agents. / Ren W., Qiao Z., Wang H. et al. // Med Res Rev 2003;23:4:519–534.

573. Rice-Evans, C.A. Structure-antioxidant activity relationship of flavonoids and phenolic acids. / Rice-Evans C.A., Miller N.J., Paganga G. // *Free Radic Biol Med* 1996;20:933–956.

574. Rimac-Brncic, S. 2004. Decreasing of oil absorption in potato strips during deep fat frying. / Rimac-Brncic, S., V. Lelas, D. Rade, and D. Simundic. // *Journal of Food Engineering* 64: 237–41.

575. Robak, J. Bioactivity of flavonoids. / Robak J., Gryglewski R.J. // *Pol J Pharmacol* 1996;48:6:555–564.

576. Romero, A. 2000. Trans fatty acid production in deep fat frying of frozen foods with different oils and frying modalities. / 311. Romero, A., C. Cuesta, and F.J. Sanchez-Muniz. // *Nutrition Research* 20: 599–608.

577. Rost, H.E. Oxypolymere ein analytisches Problem der Fettchemie. I // *Fette, Seifen, Anstrichmittel*. – 1959. – Bd. 71. - №8. –609; II – *ibid.* 1969. 71. №10. – 718.

578. Saguy, S. 2003. Integrated approach to deep fat frying: Engineering, nutrition, health and consumer aspects. / Saguy, S., and D. Dana. // *Journal of Food Engineering* 56: 143–52.

579. Sanders, T. Toxicological considerations in oxidative rancidity of animal fats// *Food Sci. and Technol. Today*. – 1987. – Vol. 1. - №3. – P.162-164.

580. Sanz, T. 2004. Innovative method for preparing a frozen, battered food without a pre-frying step. / Sanz, T., A. Salvador, and S.M. Fiszman. // *Food Hydrocolloids* 18: 227–31.

581. Schmidt, S. 2000. Formation of trans unsaturation during partial catalytic hydrogenation. / Schmidt, S. // *European Journal of Lipid Science and Technology* 102: 646–48.

582. Schneider, C. Synthesis of dihydroperoxides of linoleic and linolenic acids and studies on their transformation to 4-hydroperoxynonenal. / Schneider, C.; Boeglin, W. E.; Yin, H.; Ste, D. F.; Hachey, D. L.; Porter, N. A.; Brash, A. R. // *Lipids* 2005, 40, 1155–1162.

583. Schwarz, W. 2000. Formation of trans polyalkenoic fatty acids during vegetable oil refining./ Schwarz, W. // *European Journal of Lipid Science and Technology* 102: 648–49.

584. Scott, G. 1965. Atmospheric oxidation and antioxidants. / Scott, G. // Amsterdam (Holland): Elsevier.

585. Sebedio, J.L. 1990. Deep fat frying of frozen prefried foods: Influence of the amount of linolenic acid in the frying medium. / Sebedio, J.L., A. Bonpunt, A. Grandgirard, and J. Prevost. // *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 38: 1862–67.

586. Sebedio, J.L. 1996. Industrial production of crisps and prefried French fries using sunflower oils. / Sebedio, J.L., M.C. Dobarganes, G. Marquez-Ruiz, I. Wester, W.W. Christie, F. Dobson, F. Zwobada, J.M. Chardigny, and R. Lahtinen. // *Grasas y Aceites* 47: 5–13.

587. Sebedio, J.L. 2006. Isomeric and cyclic fatty acids as a result of frying. / Sebedio, J.L., and P. Juaneda. // In *Deep frying: Chemistry nutrition and practical applications*, 2nd edition, ed. M.D. Erickson, 57–86. Champaign, IL: American Oil Chemists' Society.

588. Sen Gupta, A.K. 1968. Untersuchungen über die struktur dimerer fettsäuren IV. Struktur dimerer 9c–12c Octadecadiensäure-methylester. / Sen Gupta, A.K., and H. Scharmann. // *Fette Seifen Anstrichmittel* 70: 265–72.

589. Sen Gupta, A.K. 1969. Untersuchungen über die struktur dimerer fettsäuren V. Thermische und peroxidkatalysierte dimerisierung von linolensäure-methylester. / Sen Gupta, A.K. // *Fette Seifen Anstrichmittel* 71: 873–76.

590. Sevanian, A. Serum urate as an antioxidant for ascorbic acid./ Sevanian A., Davies K. J. A., Hochstein P. // *Am. J. Klin. Nutr.*- 1991.- Vol. 54.-p. 1129.

591. Shapiro S. (1995). «Trans fatty acid and coronary disease: the debate continues. 2. Confounding and selection bias in the data.». *American Journal of Public Health* 85 (3): 410–412. PMID 78929321614890

592. Sies, H. Oxidative stress. - From basic research to clinical application/ Sies, H. // *Am. J. Med.*- 1991.- Vol. 91, Suppl. 3C.- p.31.

593. Simon, O. Probiotic feed additives – effectiveness and expected modes of action / Simon O., Jadamus A., Vahjen W. // Journal of Animal and Feed Sciences. – 2001. – Vol. 10. – P. 51–67.

594. Sjoval, O. 2002. Formation of triacylglycerol core aldehydes during rapid oxidation of corn and sunflower oils with tert-butyl hydroperoxide/Fe²⁺ / Sjoval, O., A. Kuksis, and H. Kallio. // Lipids 37: 81–94.

595. Sjoval, O. 2003. Tentative identification and quantification of TAG core aldehydes as dinitrophenylhydrazones in autoxidized sunflowerseed oil using reversed-phase HPLC with electrospray ionization MS./ Sjoval, O., A. Kuksis, and H. Kallio. Lipids 38: 1179–90.

596. Stier, R.F. 2000. Chemistry of frying and optimization of deep-fat fried food flavour—An introductory review./ Stier, R.F. // European Journal of Lipid Science and Technology 102: 507–14. 2004. Frying as a science- An introduction. European Journal of Lipid Science and Technology 106: 715–21.

597. Subway нанесла точечный удар по McDonald's [Электронный ресурс]. - 2011. - Режим доступа: <http://newsland.com/news/detail/id/815290/>

598. Sun, M. Oxidative Fragmentation of hydroxyl octadecadienoates generates biologically active γ -hydroxyalkenals. / Sun, M.; Salomon, R. G. // J. Am. Chem. Soc. 2004, 126, 5699–5708.

599. Sunderland, E. During oil polymerization // J. of oil and color chemistry association. 1945. 28. 2. 137.

600. Swientek, R.J. Calcium silicate filter acid extends cooking oil life // Food Process. – 1982. – Vol. 43. 1. p.172.

601. Talor, L.T.. Grape-Derived Extracts via Supercritical Fluids./ L.T.Talor, V.A.Khorassani, M,Palma et al. // 92nd AOCS Annual Meeting & Expo Abstracts. – Minneapolis, - v.12, 2001.

602. Taylor, L.T.Grape-Derived Extracts via Supercritical Fluids./ Taylor L.T., Khorassani M.A., Palma M., Tech V. // 2001. [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.aocs.org/archives

603. Terao, J. Prenylation modulates the bioavailability and bioaccumulation of dietary flavonoids. / Terao J., Mukai R. // Arch Biochem Biophys 2014;pii:S0003-9861(14)00125-8. [Epub ahead of print]

604. Tseng Y.C., R. Moreira, and X. Sun. 1996. Total frying-use time effects on soybean-oil deterioration and on tortilla chip quality. International Journal of Food Science and Technology 31: 287–94

605. Van Ruth, S.M. Volatile composition of sunflower oil-in-water emulsions during initial lipid oxidation: influence of pH / Van Ruth, S.M., et al. // J.Agric. Food Chem., 1999, 47.

606. Vanoverschelde, J.L.. Mechanisms of chronic regional postischemic dysfunction in humans. New insights from the study of noninfarcted collateral-dependent myocardium/ Vanoverschelde J.L., Wijns W., Depre C. et al. // Circulation. – 1993. – 87. – 1513-1523.

607. Varela, G. 1977. Les grasses chauffees: Contribution a l'etude des processus de la friture des aliments./ Varela, G. // Nutritio et Dieta 25: 112–19.

608. Velasco, J. 2002. Sensitive and accurate quantitation of monoepoxy fatty acids in thermoxidized oils by gas-liquid chromatography. / Velasco, J., O. Berdeaux, G. Marquez-Ruiz, and M.C. Dobarganes. // Journal of Chromatography A 982: 145–52.

609. Velasco, J. 2004a. Formation of short-chain glycerol-bound oxidation compounds and oxidised monomeric triacylglycerols during deep-frying and occurrence in used frying fats. / Velasco, J., S. Marmesat, G. Marquez-Ruiz, and M.C. Dobarganes. // European Journal of Lipid Science and Technology 106: 728–35.

610. Velasco, J. 2004b. Formation and evolution of monoepoxy fatty acids in thermoxidized olive and sunflower oils and quantitation in used frying oils from restaurants and fried food outlets. / Velasco, J., S. Marmesat, O. Berdeaux, G. Marquez-Ruiz, and M.C. Dobarganes // Journal of Agricultural and Food Chemistry 52: 4438–43.

611. Velasco, J. 2005. Quantitation of short-chain glycerol-bound compounds in thermoxidized and used frying oils. A monitoring study during thermoxidation of olive and sunflower oils./ Velasco, J., S. Marmesat, O. Berdeaux, G. Marquez-Ruiz, and M.C. Dobarganes // *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53: 4006–11.

612. Velasco, J. Formation and evolution of monoepoxy fatty acids in thermoxidized olive and sunflower oils and quantitation in used frying oils from restaurants and fried-food outlets. /Velasco, J. [et al.] // *J. of Agric. Food Chem.* – 2004. – v. 52. – p. 4438-4443.

613. Velasco, J. Formation of short-chain glycerol-bound oxidation products and oxidized monomeric triacylglycerols during deep-frying and occurrence in used frying fats. / Velasco, J.; Marmesat, S.; Marquez-Ruiz, G.; Dobarganes, M. C. // *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 2004, 106, 728–735.

614. Verger, R. Interfacial activation of lipases: facts and artifacts // *TTBTECH*, 1997, 15.

615. Verleyen, T. 2001. Modeling of alpha-tocopherol loss and oxidation products formed during thermoxidation in triolein and tripalmitin mixtures./ Verleyen, T., A. Kamal-Eldin, M.C. Dobarganes, R. Verhe, K. Dewettinck, and A. Huyghebaert. // *Lipids* 36: 719–26.

616. Verleyen, T. 2002. Oxidation at elevated temperatures: Competition between alphanatocopherol and unsaturated triacylglycerols. / Verleyen, T., A. Kamal-Eldin, R. Mozuraityte, R. Verhe, K. Dewettinck, A. Huyghebaert, and W. De Greyt. // *European Journal of Lipid Science and Technology* 10: 228–33.

617. Vitrac, O. 2002. Characterization of heat and mass transfer during deep-fat frying and its effect on cassava chip quality. / Vitrac, O., D. Dufour, G. Trystram, and A.L. Raoult-Wack. // *Journal of Food Engineering* 53: 161–76.

618. Wagner, K. H. 2002. Antioxidative potential of melanoidins isolated from a roasted glucose-glycine model./ Wagner, K. H., S. Derkits, M. Herr, W. Schuh, and I. Elmadfa, I. // *Food Chemistry* 78:375–82.

619. WHO | 5. Population nutrient intake goals for preventing diet-related chronic diseases

620. WHO Scientific Update on trans fatty acids: summary and conclusions [Электронный ресурс] // European Journal of Clinical Nutrition. - 2009. - N 63. - Режим доступа: <http://www.nature.com/ejcn/journal/v63/n2s/full/ejcn200915a.html>

621. Wilhehu, S. Oxidativ-antioxidative interactions during deep-fat frying: Annu. Meet and Expos. Amer. Oil Chem. Soc. Chicago, 1991 / Wilhehu S., Nawar W. // Int. News Fats and Relat. Mater. – 1991. – 2, №4. – p. 385-359.

622. Wilke, M. Angelerfolgprogrammiert. / Wilke M. // Wetter, K6der und Gewasserim Computer. Sportverlag Berlin, 1992.

623. Wilson, M. Mit der «Futterpyramide» dickeKarpfenlocken. / Wilson M. // In: Fisch und Fang, 1984, Nr. 1, SS. 42–43

624. Wilson, R. Dietary epoxy fatty acids are absorbed in healthy women./ Wilson, R. [et al.] // Eur. J. Clin. Invest., - 2002 - v. 32(2). – p. 79-83.

625. Wolf, R.L. 1992. Trans-polyunsaturated fatty acids in French edible rapeseed and soybean oils. / Wolf, R.L. // Journal of the American Oil Chemist Society 69: 106–10..

626. Wolf, R.L. 1993a. Further studies on artificial geometrical isomers of alpha-linolenic acid and in edible linolenic acid-containing oils. / Wolf, R.L. // Journal of the American Oil Chemist Society 70: 219–24.

627. Wolf, R.L. 1993b. Heat induced geometrical isomerization of alpha-linolenic acid: Effect of temperature and heating time on the appearance of individual isomers. / Wolf, R.L. // Journal of the American Oil Chemist Society 70: 425–30.

628. Worldwide regulation of frying fats and oils/ Firestone David// INFORM: // Int. News Fats, Oils and Relat. Mater. – 1993. - Vol. 4, №12. – P.1366-1371.

629. Yamsaengsung, R. 2002a. Modeling the transport phenomena and structural changes during deep fat frying. / Yamsaengsung, R., and R.G. Moreira. // Part 1: Model development. *Journal of Food Engineering* 53: 1–10. .
630. Yamsaengsung, R. 2002b. Modeling the transport phenomena and structural changes during deep fat frying. / Yamsaengsung, R., and R.G. Moreira. // Part II: Model solution and validation. *Journal of Food Engineering* 53: 11–25.
631. Yates, R.A. Adsorptive Capacity of Active Filter Aids for Used Cooking Oil. / R.A. Yates and J.D. Caldwell // *JAOCs*, Vol 69, Sep 1992.
632. Yates, R.A. Regeneration of Oils Used for Deep Frying: A Comparison of Active Filter Aids. / R.A. Yates and J.D. Caldwell // *JAOCs*, Vol 70, May 1993.
633. Yildiz, A. 2007. Determination of heat and mass transfer parameters during frying of potato slices./ Yildiz, A., T.K. Palazoglu, and F. Erdogdu. // *Journal of Food Engineering* 79: 11–17.
634. Zamora, R. 1994. Modification of lysine amino groups by the lipid peroxidation product 4,5(E)-epoxy-2(E)-heptenal. / Zamora, R., and F.J. Hidalgo. // *Lipids* 29: 243–49.
635. Zamora, R.1995. Linoleic acid oxidation in the presence of amino compounds produces pyrroles by carbonyl amine reactions. / Zamora, R., and F.J. Hidalgo. // *Biochimica et Biophysica Acta* 1258: 319–27.
636. Zamora, R.2005. Coordinate contribution of lipid oxidation and maillard reaction to the nonenzymatic food browning./ Zamora, R., and F.J. Hidalgo. // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 45: 49–59.
637. Zhu, Z.Y. The determination of Active Filter Aids Adsorption Sites by Temperature-Programmed Desorption/ Z.Y. Zhu, R.A. Yates and J.D. Caldwell // *JAOCs*, Vol.71, February 1994.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Патенты

Приложение А

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 34531

УСТАНОВКА ДЛЯ ОЧИСТКИ ФРИТЮРНОГО ЖИРА

Патентообладатель(ли): *Шильман Лев Залманович,
Маркин Валерий Фёдорович, Петунов Вячеслав Николаевич,
Симакова Инна Владимировна*

Автор(ы): *Шильман Лев Залманович, Маркин Валерий Фёдорович,
Петунов Вячеслав Николаевич, Симакова Инна Владимировна*

Приоритет полезной модели 10 июля 2003 г.

Зарегистрирована в Государственном реестре полезных
моделей Российской Федерации 10 декабря 2003 г.

Срок действия патента истекает 10 июля 2008 г.



Генеральный директор Российского агентства
по патентам и товарным знакам

А.Д. Корчагин

Продолжение Приложения А

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова

Научные разработки кафедры “Технология и организация общественного питания”

УСТАНОВКА ДЛЯ ОЧИСТКИ ФРИТЮРНОГО ЖИРА



Принцип действия установки - адсорбция продуктов окисления и полимеризации жира природными адсорбентами (опока, доломит, активированный уголь).

Установка представляет собой адсорбционную колонку из нержавеющей стали с водяной рубашкой, обеспечивающей оптимальную для процесса адсорбции температуру. Внутри колонки расположена сетка - вкладыш, на которую укладываются адсорбенты в марлевых мешочках. Под сеткой-вкладышем расположен кран для слива очищенного жира. Водяная рубашка снабжена термо-регулятором, кранами для ввода и вывода воды, водомером.

Имеется решение ФИПС о выдаче патента на полезную модель.

Технические параметры:

Объем колонки - 10-50 куб.дм

Время очистки - 2-6 часов

Экономическая эффективность - повторное использование 50%
ценного кулинарного жира

Разработчики: к.т.н., профессор Шильман Лев Залманович, к.т.н.,
доцент Маркин Валерий Федорович,
инженер Симасова И.В., инженер Петунов В.Н.

Россия, 410012, г.Саратов, Театральная пл.,1
телефакс: 69-23-09;
e-mail: lov@ivmb.saratov.ru

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2218386

Российским агентством по патентам и товарным знакам на основании Патентного закона Российской Федерации, введенного в действие 14 октября 1992 года, выдан настоящий патент на изобретение

СПОСОБ ОЧИСТКИ ФРИТЮРНОГО ЖИРА

Патентообладатель(ли):

Симакова Ирина Владимировна

по заявке № 2002109160, дата поступления: 08.04.2002

Приоритет от 08.04.2002

Автор(ы) изобретения:

Симакова Ирина Владимировна

Патент действует на всей территории Российской Федерации в течение 20 лет с **8 апреля 2002 г.** при условии своевременной уплаты пошлины за поддержание патента в силе

Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений Российской Федерации

г. Москва, **10 декабря 2003 г.**

Генеральный директор

А.Д. Корсагин
А.Д. Корсагин



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2528030

**СПОСОБ ОЧИСТКИ ФРИТЮРНОГО ЖИРА С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИРОДНЫХ АДСОРБЕНТОВ**

Патентообладатель(ли): *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2013116305

Приоритет изобретения **09 апреля 2013 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации **15 июля 2014 г.**

Срок действия патента истекает **09 апреля 2033 г.**

*Врио руководителя Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Л.Л. Кирий



Продолжение Приложения А

Автор(ы): *Симакова Инна Владимировна (RU), Носова Анна Сергеевна (RU), Перкель Роман Львович (RU)*



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2473674

СПОСОБ ОЧИСТКИ ФРИТЮРНОГО ЖИРА

Патентообладатель(ли): *Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2011131328

Приоритет изобретения 26 июля 2011 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 27 января 2013 г.

Срок действия патента истекает 26 июля 2031 г.



Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов

Автор(ы): *Рудик Феликс Яковлевич (RU), Богатырев Сергей
Аркадьевич (RU), Симакова Инна Владимировна (RU),
Скрябина Лариса Юрьевна (RU), Тулиева Мадина
Суенчкалиевна (KZ), Богачев Борис Витальевич (RU)*

RU 2473674 C1

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации базы данных

№ 2012620434

Классификация и требования к разработке рационов питания организованных коллективов в различных учреждениях с учетом нормативной документации и возможности применения функциональных продуктов питания

Правообладатель(ли): *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И.Вавилова» (RU)*

Автор(ы): *Стрижевская Виктория Николаевна, Симакова Инна Владимировна, Макарова Анастасия Николаевна (RU)*

Заявка № 2012620193

Дата поступления 23 марта 2012 г.

Сертифицирован в Реестре баз данных
15 мая 2012 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов
Б.П. Симонов

*Копия Версия
Протокол от 14.05.12
г.г.а., профессор*

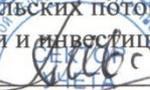


Технологические инструкции

МИНИСТЕРСТВО ЭКОНОМИКИ И ИНВЕСТИЦИЙ
САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

УТВЕРЖДАЮ

Начальник управления экономики
потребительских потоков министерства
экономики и инвестиций Саратовской
области


П.К.Иванченко



СОГЛАСОВАНО

Заведующая отделом регулирования
и развития потребительского рынка
и сферы услуг


Л.А.Калужная

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ

по способу очистки фритюрных жиров

Директор Института переработки
сельскохозяйственной продукции
СГАУ им. Н.И.Вавилова,

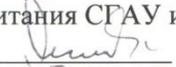
к.т.н., профессор


Ф.Я.Рудик



Зав.кафедрой технологии и организации
общественного питания СГАУ им. Н.И.Вавилова

к.т.н, профессор


Л.З.Шильман

Саратов 2003

Разработана на кафедре «Технология и организация общественного питания» ИПСХП при СГАУ им. Н.И. Вавилова
Составители: профессор Л.З. Шильман, ассистент И.В. Симакова

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной
и инновационной работе
ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ»
им. Н.И.Вавилова

Воротников Игорь Леонидович



[Handwritten signature]

2013 г.

**ИНСТРУКЦИЯ
ПО КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА ЖИРОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ
ФРИТЮРНОЙ ПРОДУКЦИИ**

СОГЛАСОВАНО
Первый заместитель министра
сельского хозяйства
Саратовской области
Кудашова Надежда Николаевна



[Handwritten signature]

«24» *мая* 2013 г.

**ИНСТРУКЦИЯ
ПО КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА ЖИРОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ
ФРИТЮРНОЙ ПРОДУКЦИИ**

Заключение
на Инструкцию по контролю качества жиров в производстве
фритюрной продукции, разработанную на кафедре «Технологии
продуктов питания» ФГБОУ ВПО Саратовский ГАУ
им.Н.И.Вавилова

Разработанная Инструкция актуальна, так как направлена на повышение безопасности и качества жиров и, соответственно, приготовленных с использованием их пищевых продуктов, что является приоритетным направлением государственной политики Российской Федерации. Инструкция по контролю качества жиров в производстве фритюрной продукции направлена на улучшение качества использования фритюрных жиров на предприятиях общественного питания.

При жарке во фритюре жир, нагретый до 160-190°C, воздействует на продукт, становясь одним из компонентов готового изделия, и оказывает влияние на его качество. Во избежание негативных последствий такого влияния необходим постоянный контроль качества используемого жира.

Разработчиками предлагаются современные подходы к обеспечению качества и безопасности пищевых продуктов.

Решаемые разработчиками Инструкции задачи направлены на решение производственно-экономических проблем: повышение качества готовых продуктов, безопасности питания в предприятиях общественного питания, снижения себестоимости изделий.

Новизна представленной Инструкции заключается в усовершенствовании существующих методов и технических средств определения показателей качества жиров в приготовлении пищевых продуктов на основе применения принципиально новых технических решений.

Таким образом, Инструкция по контролю качества жиров в производстве фритюрной продукции может быть рекомендована для использования на предприятиях общественного питания Саратовской области.

**Начальник отдела развития
предприятий пищевой и
перерабатывающей промышленности**



Е.Ю.Финошенкова

Грамоты, награды



**VIII САРАТОВСКИЙ
САЛОН ИЗОБРЕТЕНИЙ,
ИННОВАЦИЙ И ИНВЕСТИЦИЙ**

ДИПЛОМ

I степени

Золотая медаль

присуждается за проект

**Усовершенствованная технология
очистки специальных жиров и
элитных масел на стадиях
производства и использования**

Авторы проекта

**Симакова И.В., Костенко Ю.А., Носова А.С.
ООО «Здоровое питание»,
ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный
аграрный университет имени Н.И. Вавилова»**

**Министр
промышленности и энергетики
Саратовской области
С.М. ЛISOVСКИЙ**

**Ректор
Саратовского государственного
аграрного университета
имени Н.И. Вавилова
Н.И. КУЗНЕЦОВ**







МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

ДИПЛОМ

II степени

НАГРАЖДАЕТСЯ

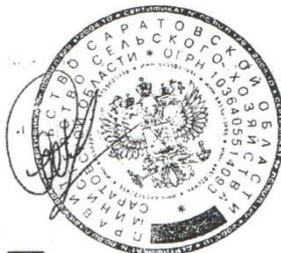
серебряной медалью

Конкурса «Лучший продукт. 2014»

Снеки сухарные с CO₂-экстрактами пряных трав

ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ»

Заместитель Председателя
Правительства Саратовской области –
министр сельского хозяйства
Саратовской области



А.А. Соловьев



ВЦ «СОФИТ-ЭКСПО»

Акты внедрения

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной и инновационной работе
ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ»

И.Л.Воротников

« » 2013 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор ООО «Гурман»

Мешков В.Н.

« » 2013 г.

АКТ О ВНЕДРЕНИИ

10 апреля 2013 г на базе ООО «Гурман» в присутствии Мешкова В.Н., зав. кафедрой «Технологии продуктов питания», к.т.н. Симаковой И.В., доцента кафедры «Технологии продуктов питания» Макаровой А.Н., аспиранта кафедры романова Д.М., была произведена очистка адсорбционным методом партии отработанного фритюрного жира в количестве 10 кг. Жир, очищенный способом, разработанным на кафедре «Технологии продуктов питания» имел хорошие органолептические показатели, соответствующие свежеработанному фритюрному жиру, содержание вторичных продуктов окисления, нерастворимых в петролейном эфире уменьшилось на 48 %.

Данная технология может быть рекомендована для внедрения в сеть предприятий общественного питания и пищевой промышленности РФ.

От предприятия

Директор ООО «Гурман»

От университета

Зав.кафедрой «Технологии
продуктов питания», к.т.н., доцент
К.т.н., доцент кафедры «Технологии
продуктов питания»
Аспирант кафедры «Технологии
продуктов питания»

В.Н. Мешков



В.Н. Мешков

И.В. Симакова

И.В. Симакова

А.Н. Макарова

А.Н. Макарова

Д.М. Романов

Д.М. Романов



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной и инновационной работе
ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ»
И.Л.Воротников
«14» апреля 2013 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИП «Волохов»



Волохов Д.А.

«14» апреля 2013 г.

АКТ О ВНЕДРЕНИИ

12 апреля 2013 г на базе ИП «Волохов» в присутствии Волохова Д.А., зав. кафедрой «Технологии продуктов питания», к.т.н. Симаковой И.В., доцента кафедры «Технологии продуктов питания» Макаровой А.Н., аспиранта кафедры Просвирниной Е.А., была произведена очистка адсорбционным методом партии отработанного фритюрного жира в количестве 12 кг. Жир, очищенный способом, разработанным на кафедре «Технологии продуктов питания» имел хорошие органолептические показатели, соответствующие свежеработанному фритюрному жиру, содержание вторичных продуктов окисления, нерастворимых в петролейном эфире уменьшилось на 48 %.

Данная технология может быть рекомендована для внедрения в сеть предприятий общественного питания и пищевой промышленности РФ.

От предприятия

Директор ИП «Волохов»

Волохов



Д.А. Волохов

От университета

Зав. кафедрой «Технологии

продуктов питания», к.т.н., доцент

К.т.н., доцент кафедры «Технологии

продуктов питания»

Аспирант кафедры «Технологии

продуктов питания»

И.В. Симакова

И.В. Симакова

А.Н. Макарова

А.Н. Макарова

Е.А. Просвирнина

Е.А. Просвирнина

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной и инновационной работе
ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ»
И.Л.Воротников
«4» марта 2013 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор ООО «Здоровое питание»
И.В. Симакова
2013 г.

АКТ О ВНЕДРЕНИИ

28 марта 2013 г на базе ООО «Здоровое питание» в присутствии директора Симаковой И.В., директора УНПЛ «Переработка масличного сырья» Самышина А.В., доцента кафедры «Технологии продуктов питания» Стрижевской В.Н., ассистента кафедры Просвирниной Е.А. была произведена очистка адсорбционным методом партии подсолнечного масла, подвергшегося окислительной порче во время хранения, в количестве 10 кг. Масло после адсорбционной очистки способом, разработанным на кафедре «Технологии продуктов питания», имело хорошие органолептические показатели, соответствующие свежеработанному подсолнечному маслу, химические показатели, в частности, кислотное, перекисное числа и содержание вторичных продуктов окисления, нерастворимых в петролейном эфире соответствовали норме.

Данная технология может быть рекомендована для внедрения в сеть предприятий общественного питания и пищевой промышленности РФ.

От предприятия

Директор ООО «Здоровое питание» И.В. Симакова
Директор УНПЛ «Переработка масличного сырья» А.В. Самышин

От университета

Зав. кафедрой «Технологии продуктов питания», к.т.н., доцент И.В. Симакова
К.т.н., доцент кафедры «Технологии продуктов питания» В.Н. Стрижевская
Аспирант кафедры «Технологии продуктов питания» Е.А. Просвирнина

УТВЕРЖДАЮ



Проректор по научной и инновационной работе
ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ»

И.Л. Воротников

2013 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор ООО «Феникс К»

А.А. Колесников

2013 г.

АКТ О ВНЕДРЕНИИ

26 июня 2013 г на базе ООО «Феникс К» в присутствии Колесникова А.А., зав. кафедрой «Технологии продуктов питания», к.т.н. Симаковой И.В., доцента кафедры «Технологии продуктов питания» Макаровой А.Н., аспиранта кафедры Романова Д.М., и аспиранта кафедры Носова А.С., была произведена очистка адсорбционным методом партии отработанного фритюрного жира в количестве 8 кг. Жир, очищенный способом, разработанным на кафедре «Технологии продуктов питания» имел хорошие органолептические показатели, соответствующие свежеработанному фритюрному жиру, содержание вторичных продуктов окисления, нерастворимых в петролейном эфире уменьшилось на 48 %.

Данная технология может быть рекомендована для внедрения в сеть предприятий общественного питания и пищевой промышленности РФ.

От предприятия

Директор ООО «Феникс К»



А.А. Колесников

От университета

Зав.кафедрой «Технологии продуктов питания», к.т.н., доцент
К.т.н., доцент кафедры «Технологии продуктов питания»

И.В. Симакова

Аспирант кафедры «Технологии продуктов питания»

А.Н. Макарова

Аспирант кафедры «Технологии продуктов питания»

Д.М. Романов

А.С. Носова

УТВЕРЖДАЮ
 Проректор по научной и инновационной работе
 ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ»
 И.Л.Воротников
 «12» апреля 2013 г.



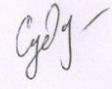
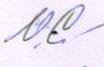
УТВЕРЖДАЮ
 зам. директора по питанию
 ООО «Отель Жемчужина»
 Сударева О.В.
 «12» апреля 2013 г.



АКТ О ВНЕДРЕНИИ

12 апреля 2013 г на базе ООО Отель «Жемчужина» в присутствии зам. директора по питанию ООО «Отель Жемчужина» Сударевой О.В., зав. кафедрой «Технологии продуктов питания», к.т.н. Симаковой И.В., доцента кафедры «Технологии продуктов питания» Макаровой А.Н., аспиранта кафедры Костенко Ю.А., была произведена очистка адсорбционным методом партии отработанного фритюрного жира в количестве 10 кг. Жир, очищенный способом, разработанным на кафедре «Технологии продуктов питания» имел хорошие органолептические показатели, соответствующие свежеработанному фритюрному жиру, содержание вторичных продуктов окисления, нерастворимых в петролейном эфире уменьшилось на 48 %.

Данная технология может быть рекомендована для внедрения в сеть предприятий общественного питания и пищевой промышленности РФ.

От предприятия		
Зам.директора по питанию ООО «Жемчужина»		О.В. Сударева
От университета		
Зав.кафедрой «Технологии продуктов питания», к.т.н., доцент		И.В. Симакова
К.т.н., доцент кафедры «Технологии продуктов питания»		А.Н. Макарова
Аспирант кафедры «Технологии продуктов питания»		Ю.А.Костенко

Продолжение Приложения Г

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной и инновационной работе
ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ»

_____ И. Л. Воротников

« ____ » _____ 2010 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор ООО «Апекс»

 М.И. Самсонова

«10» октября 2010 г.



АКТ О ВНЕДРЕНИИ

10 октября 2010 на базе ресторана «Yardin» в присутствии директора Самсоновой М.И., шеф-повара Щербянова Р.Ш., была произведена выработка партии кулинарного изделия «Чипсы из натурального картофеля с укропом и душистым перцем» в количестве 10 кг. Произведенная продукция соответствовала ТУ 5131-014-00493497-2010, разработанному на кафедре «Технология организация общественного питания», имела высокие органолептические показатели, пользовалась спросом у потребителей.

Данная продукция может быть рекомендована для внедрения в сеть предприятий общественного питания РФ.

От предприятия

Директор




М.И. Самсонова

Шеф-повар

Р.Ш. Щербянов

От университета

Зав. кафедрой «Технология и
организация общественного
питания», к.т.н., доцент



И. В. Симакова

К.б. н., старший преподаватель
кафедры «Технология и

организация общественного питания»



Г.Е. Рысмукхамбетова

Старший преподаватель,

соискатель кафедры «Технология и
организация общественного питания»



А.Н. Макарова

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по развитию и инновационной работе

ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ»

И.Л. Воротников

«_____» _____ 2010 г.



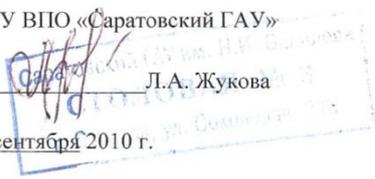
УТВЕРЖДАЮ

Директор УПКП - Соколова

ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ»

Л.А. Жукова

«29» сентября 2010 г.



АКТ О ВНЕДРЕНИИ

29 сентября 2010 на базе столовой УПКП - Соколова «Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова» в присутствии директора Жуковой Л.А., зав. производством Мишуковой С.В., была произведена выработка партии мучного кондитерского изделия «Кекс творожный с облепихой» в количестве 100 шт. Произведенная продукция соответствовала ТУ 5416-016-00493497-2010, разработанным на кафедре «Технология организация общественного питания», имела высокие органолептические показатели, пользовалась спросом у потребителей.

Данная продукция может быть рекомендована для внедрения в сеть предприятий общественного питания РФ.

От предприятия

Директор

Зав. производством столовой

От университета

Зав. кафедрой «Технология и организация общественного питания»

К.т. н., доцент кафедры «Технология и организация общественного питания»

Старший преподаватель,

соискатель кафедры «Технология и

организация общественного питания»

Л.А.Жукова

С.В. Мишукова

И. В. Симакова

В.Н.Стрижевская

А.Н. Макарова

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной и инновационной работе

ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ»

Л. Воротников

« 10 » октября 2010 г.



УТВЕРЖДАЮ

Директор ООО «Апекс»

М.И. Самсонова

« 10 » октября 2010 г.



АКТ ВНЕДРЕНИЯ

10 октября 2010 на базе ресторана «Yardin» в присутствии директора Самсоновой М.И., шеф-повара Щербянова Р.Ш., была произведена выработка партии кулинарного изделия «Сухарики с укропом и душистым перцем» в количестве 10 кг. Произведенная продукция соответствовала ТУ 5414-015-00493497-2010, разработанным на кафедре «Технология организация общественного питания», имела высокие органолептические показатели, пользовалась спросом у потребителей.

Данная продукция может быть рекомендована для внедрения в сеть предприятий общественного питания РФ.

От предприятия

Директор

М.И. Самсонова

Шеф-повар

Р.М. Щербянов

От университета

Зав. кафедрой «Технология и

организация общественного

питания», к.т.н, доцент

И. В. Симакова

К.б. н., старший преподаватель

кафедры «Технология и

организация общественного питания»

Г.Е. Рысмухамбетова

Старший преподаватель,

соискатель кафедры «Технология и

организация общественного питания»

А.Н. Макарова

Технико-технологические карты



Директор ООО «Апекс»

М.И. Самсонова

Технико-технологическая карта № 3

Сухарики с укропом и душистым перцем

1. Область применения

1.1. Настоящая технико-технологическая карта распространяется на кулинарное изделие «Сухарики с укропом и душистым перцем»

2. Перечень сырья.

2.1. Для приготовления сухариков с укропом и душистым перцем

используют следующее сырье:

- Хлеб из пшеничной муки ГОСТ 27842-88
- Хлеб ржаной ГОСТ 2077-84
- Соль поваренная пищевая ГОСТ Р 51574-2000
- СО2 экстракт укропа ТУ 10.048599-076-93
- СО2 экстракт душистого перца ТУ 10.048549-110-93
- Масло подсолнечное ГОСТ Р 52465-2005
- Вода питьевая по ГОСТ Р 51232.

2.2. Сырье, используемое для приготовления чипсов из натурального картофеля с укропом и душистым перцем, должно соответствовать требованиям нормативное документации, иметь сертификат и удостоверение качества.

3. Рецепттура.

Изделие изготавливается согласно рецептуре указанной в таблице 1.

Таблица -1 «Сухарики с укропом и душистым перцем»

Наименование продуктов	Масса продуктов на 1 порцию, г.		Масса продуктов на 10 порций, г.	
	Брутто	Нетто	Брутто	Нетто
Хлеб из пшеничной муки	179,0	179,0	1790	1790
или Хлеб ржаной	179,0	179,0	1790	1790

Выход		100	1000	1000
Масло подсолнечное	4,0	4,0	40	40
Соль	3,0	3,0	30	30
СО2 экстракт зелени и семян укропа	0,016	0,016	0,16	0,16
СО2 экстракт душистого перца	0,01	0,01	0,1	0,1

4. Технологический процесс.

Изделие вырабатывается в соответствии с требованиями ТУ и настоящей технологической инструкции, с соблюдением СанПиН 2.3.2 1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов», санитарно – эпидемиологических правил СП 2.3.6.1079 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям общественного питания, изготовлению и оборотоспособности в них пищевых продуктов и продовольственного сырья», «Требования к обработке сырья и производству продукции» СанПиН 2.3.4.050, ГОСТ Р 51074 «Продукты пищевые. Информация для потребителя. Общие требования» и другой нормативной документации, действующей на территории Российской Федерации.

4.1 Технология приготовления изделия осуществляется в следующей последовательности:

- подготовка сырья;
- подсушивание хлеба;
- заправка специями;
- реализация.

4.1.1 Подготовка сырья.

Хлеб из пшеничной муки (или ржаной) выдерживают 1 день на открытом воздухе при температуре +18+20 °С. После чего хлеб нарезают на кубики размером 7x7 мм., соль просеивают, СО2 экстракты: экстракт зелени и семян укропа и душистого перца соединяют с подсолнечным маслом.

4.1.2 Подсушивание хлеба.

Нарезанный кубиками хлеб подсушивают при температуре 150-155°С в течение 20-25 минут.

4.1.3 Заправка специями.

Готовые сухарики посыпают соль, перемешивают, затем путем распыления вводится подсолнечное масло, соединенное с экстрактами, после чего сухарики вновь перемешиваются.

5 Реализация.

5.1 Готовые изделия порционируются, упаковываются (для розничной сети) и поступают на реализацию.

Срок реализации для предприятий общественного питания 24 часа при температуре от +10 С до +25 °С.

Срок реализации розничной сети 6 месяцев при температуре от +10 С до +25 °С.

6. Показатели качества и безопасности.

Продолжение Приложения Д

6.1 Органолептические показатели блюда:

Внешний вид: поверхность изделия ровная, без трещин, равномерно прожаренная;
Консистенция: плотная;
Цвет: коричнево-золотистый;
Запах: свойственный данному изделию, без постороннего, с ароматом укропа и душистого перца;
Вкус: свойственный данному изделию, без постороннего, с ароматом укропа и душистого перца

6.2. Физико-химические показатели:

Массовая доля соли, %	3,09
Массовая доля жира, %	2,55
Массовая доля влаги, %	3,3

6.3 Микробиологические показатели:

Наименование показателей	Нормы по НД
Признаки болезней и плесени	Не допускаются

7. Пищевая и энергетическая ценность.

Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Энергетическая ценность, ккал
12,2	6,3	71,2	396,0

Шеф-повар

Ответственный исполнитель



Шербянов Р.Ш.

Макарова А.Н.



Директор ООО «Алекс»
М.И. Самсонова

Технико-технологическая карта № 2

Чипсы из натурального картофеля с укропом и душистым перцем

1. Область применения

1.1. Настоящая технико-технологическая карта распространяется на кулинарное изделие «Чипсы из натурального картофеля с укропом и душистым перцем»

2. Перечень сырья.

2.1. Для приготовления чипсов из натурального картофеля с укропом и душистым перцем используют следующее сырье:

- Картофель свежий продовольственный, реализуемый в розничной продовольственной сети ГОСТ Р 51808-2001
- Соль поваренная пищевая ГОСТ Р 51574-2000
- СО2 экстракт укропа ТУ 10.048599-076-93
- СО2 экстракт душистого перца ТУ 10.048549-110-93
- Масло подсолнечное ГОСТ Р 52465-2005
- Вода питьевая по ГОСТ Р 51232.

2.2. Сырье, используемое для приготовления чипсов из натурального картофеля с укропом и душистым перцем, должно соответствовать требованиям нормативное документации, иметь сертификат и удостоверение качества.

3. Рецепттура.

Изделие изготавливается согласно рецептуре указанной в таблице 1.

Таблица -1 «Чипсы из натурального картофеля с укропом и душистым перцем»

Наименование продуктов	Масса продуктов на 1 порцию, г.		Масса продуктов на 10 порций, г.	
	Брутто	Нетто	Брутто	Нетто
Картофель (чипс)	392,1	294,1	3921	2941
Подсолнечное масло	35,0	35,0	350	350

Выход		100		1000
Соль	0,2	0,2	20	20
СО2 экстракт зелени и семян укропа	0,06	0,06	0,6	0,6
СО2 экстракт душистого перца	0,04	0,04	0,4	0,4

4. Технологический процесс.

Изделие вырабатывается с соответствии с требованиями ТУ и настоящей технологической инструкцией, с соблюдением СанПиН 2.3.2 1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов», санитарно - эпидемиологических правил СП 2.3.6.1079 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям общественного питания, изготовлению и оборотоспособности в них пищевых продуктов и продовольственного сырья», «Требования к обработке сырья и производству продукции» СанПиН 2.3.4.050, ГОСТ Р 51074 «Продукты пищевые. Информация для потребителя. Общие требования» и другой нормативной документации, действующей на территории Российской Федерации.

4.1 Технология приготовления изделия осуществляется в следующей последовательности:

- подготовка сырья;
- тепловая обработка;
- заправка специями;
- реализация.

4.1.1 Подготовка сырья.

В начале картофель подвергают механической обработке. Механическая обработка картофеля включает в себя следующие операции: сортировка, калибровка, мойка, очистка, доочистка, мойка, нарезка кружочками толщиной 1,0-1,5 мм., соль просеивают, экстракты соединяют.

4.1.2 Тепловая обработка.

Жарят картофель во фритюре. Соотношение жира и картофеля 4:1. жарка осуществляется при температуре 175-180°C, в течение 7-8 минут.

4.1.3 Заправка специями.

Готовые картофельные чипсы посыпают соль, встряхивают для равномерного распределения соли, затем путем распыления вводятся с экстракты, после чего чипсы перемешиваются.

5 Реализация.

5.1 Готовые изделия порционируются, упаковываются (для розничной сети) и поступают на реализацию.

Срок реализации для предприятий общественного питания 24 часа при температуре от +10 С до +25°C.

Срок реализации для розничной сети 6 месяцев при температуре от +10 С до +25°C.

6. Показатели качества и безопасности.

6.1 Органолептические показатели блюда:

Внешний вид: поверхность изделия ровная, без трещин, равномерно прожаренная;
 Консистенция: плотная;
 Цвет: желто-золотистый;
 Запах: свойственный данному изделию, без постороннего, с ароматом укропа и душистого перца;
 Вкус: свойственный данному изделию, без постороннего, с ароматом укропа и душистого перца.

6.2. Физико-химические показатели:

Массовая доля жира, % 35,7
 Массовая доля соли, % 1,7
 Массовая доля влаги, % 2,3

6.3 Микробиологические показатели:

Общее кол-во МАФАНМ, КОЕ/г не более	БГКП (коли-формы)	S. aureus	Патогенные в т. ч сальмонеллы	Дрожжи, КОЕ/г, не более	Плесени, КОЕ/г, не более
1 * 10 ⁴	0,1	-	25	-	2 * 10 ²

7. Пищевая и энергетическая ценность.

Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Энергетическая ценность, ккал
3,8	35,7	30,1	276,9

Шеф-повар

Ответственный исполнитель



Щербянов Р.Ш.

Макарова А.Н.

Продолжение Приложения Д

Директор УПКП - Соколова

ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ»

Саратовский ГАУ им. Н.И. Бавилова
Л.А. Жукова
СТОЛОВАЯ № 3
г. Саратов, ул. Соколова, 335

Технико-технологическая карта № 1

на кекс творожный с облепихой

1. Область применения

1.1. Настоящая технико-технологическая карта распространяется на кондитерское изделие «Кекс творожный с облепихой»

2. Перечень сырья.

2.1. Для приготовления кекса творожного с облепихой используют следующее сырье:

- Мука пшеничная хлебопекарная ГОСТ 26574-85;
- Сахар-песок ГОСТ 21-94;
- Яичный меланж ГОСТ 30363-96;
- Масло сливочное ГОСТ Р 52969-2008;
- Натрий двууглекислый (бикарбонат натрия) ГОСТ 2156-76;
- Аммоний углекислый кислый ТУ 2621-006-00207787-02;
- Творог ГОСТ Р 52096-2003;
- Облепиха свежая ГОСТ РСТ РСФСР 29-75
- Вода питьевая по ГОСТ Р 51232.

2.2. Сырье, используемое для приготовления кекса творожного с облепихой, должно соответствовать требованиям нормативной документации, иметь сертификат и удостоверение качества.

3. Рецепттура.

Изделие изготавливается согласно рецептуре указанной в таблице 1.

Таблица -1 Рецепттура «Кекса творожного с облепихой»

Наименование сырья	Расход сырья на 1шт. готовой продукции, г		Расход сырья на 100 шт. готовой продукции, г	
	В натуре	В сухих веществах	В натуре	В сухих веществах
Мука пшеничная	28,86	24,68	2886,0	2467,5
Масло сливочное	14,56	12,23	1456,0	1223,1

Продолжение Приложения Д

Сахар-песок	32,59	32,54	3259,0	3254,1
Творог 18-% жирности	25,74	9,01	2574,0	900,9
Меланж	16,49	4,45	1649,0	445,2
Пудра рафинадная	1,02	1,008	102,0	101,8
Натрий двууглекислый	0,052	0,026	5,2	2,6
Аммоний углекислый	0,099	0,000	9,9	0,0
Облепиха свежая	1,42/1,29*	0,16	142,0/129,0*	16,8
Итого	120,7	84,12	12070,1	8412,0
Выход	100,0	79,91	10000,0	7991,4

* в числителе указана масса брутто, в знаменателе масса нетто.

4. Технологический процесс.

Изделие вырабатывается с соответствии с требованиями ТУ и настоящей технологической инструкции, с соблюдением СанПиП 2.3.2 1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов», СанПиН 2.3.4 545-96 «Производство хлеба, хлебобулочных и кондитерских изделий санитарные правила», санитарно - эпидемиологических правил СП 2.3.6.1079 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям общественного питания, изготовлению и обороноспособности в них пищевых продуктов и продовольственного сырья», «Требования к обработке сырья и производству продукции» СанПиН 2.3.4.050, ГОСТ Р 51074 «Продукты пищевые. Информация для потребителя. Общие требования» и другой нормативной документации, действующей на территории Российской Федерации.

4.1 Технология приготовления изделия осуществляется в следующей последовательности:

- подготовка сырья;
- замес теста;
- разделка теста;
- выпечка изделий;
- реализация.

4.1.1 Подготовка сырья.

Муку, сахар-песок просеивают, меланж процеживают, творог, облепиху протирают (через сито с мелкой решеткой).

4.1.2 Замес теста.

Размягченное сливочное масло и сахар-песок взбивают 10-15 минут, добавляют творог и продолжают взбивание до получения однородной массы. Затем добавляют

Продолжение Приложения Д

меланж, соду, аммоний, тщательно перемешивают, после чего добавляют поре облепихи, перемешивают, всыпают муку и замешивают тесто в течение 3-5 минут.

4.1.3 Разделка теста.

Тесто раскладывают в подготовленные предварительно смазанные формы.

4.1.4 Выпечка изделий.

Выпекают изделия при температуре 160-165°C в течение 55-60 минут.

5. Оформление, подача, реализация и хранение.

5.1. Реализация.

Перед отпуском готовые кексы посыпают рафинадной пудрой.

Срок реализации 24 часа при температуре +18 °С .

6. Показатели качества и безопасности.

6.1 Органолептические показатели блюда:

Внешний вид: поверхность изделия ровная, без трещин, равномерно пропеченная;

Цвет: равномерный по всей поверхности, желто-золотистый;

Запах: свойственный данному изделию, без постороннего, с оттенком цветочного аромата;

Вкус: свойственный данному изделию, без постороннего, с мягким цветочным привкусом;

Консистенция: однородная, мягкая, пористая.

6.2. Физико-химические показатели:

Массовая доля облепихи, % 1,5

Щелочность, град 1,65

Массовая доля влаги, % 20

6.3 Микробиологические показатели:

Общее кол-во МАФАНМ, КОЕ/г не более	БГКП (коли-формы)	S. aureus	Патогенные в т. ч сальмонеллы	Дрожжи, КОЕ/г, не более	Плесени, КОЕ/г, не более
5 - 10 ³	0,1	-	25	50	50

7. Пищевая и энергетическая ценность.

Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Энергетическая ценность, ккал
9,09	18,98	53,79	414,33

Зав. производством

Ответственный исполнитель



Мишукова С.В.

Макарова А.Н.

Технические условия

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ САРАТОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. Н. И. ВАВИЛОВА

ОКП 541600
Группа
(ОКС)



УТВЕРЖДАЮ
Ректор ФГОУ ВПО СГАУ им. Н. И. Вавилова:
Н. И. Кузнецов
2010 г.

Кекс творожный с облепихой
Технические условия
ТУ5416-016-00493497

Дата введения в действие _____
срок действия: без ограничений

РАЗРАБОТАНО
ФГОУ ВПО СГАУ им. Н. И. Вавилова ТФ
Соискатель

А.Н.Макарова
(личная подпись)
« 14 » 10 2010 г.

И.В.Симакова
(личная подпись)
« 12 » 10 2010 г.

Саратов
2010

ПР 50-718-99

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

ФОРМА КАТАЛОЖНОГО ЛИСТА ПРОДУКЦИИ

КАТАЛОЖНЫЙ ЛИСТ ПРОДУКЦИИ

Код ЦСМ	01	054	Группа КГС (ОКС)	02	Регистрационный номер	03	004234
---------	----	-----	------------------	----	-----------------------	----	--------

Код ОКП	11	541400	
Наименование и обозначение продукции	12	Сухарики с укропом и душистым перцем	
Обозначение государственного стандарта	13		
Обозначение нормативного или технического документа	14	ТУ 5414-015-00493497-2010	
Наименование нормативного или технического документа	15	Сухарики с укропом и душистым перцем	
Код предприятия-изготовителя по ОКПО и штриховой код	16	00493497	
Наименование предприятия-изготовителя	17	ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ им. Н. И. Вавилова»	
Адрес предприятия-изготовителя (индекс, область, город, улица, дом)	18	410012	г. Саратов
Театральная площадь, 1			
Телефон	19	(8452) 23 - 32 - 92	Телефакс 20 (8452) 23 - 32 - 92
Другие средства связи	21		
Наименование держателя подлинника	23	ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ им. Н. И. Вавилова»	
Адрес держателя подлинника (индекс, область, город, улица, дом)	24	410012	г. Саратов
Театральная площадь, 1			
Дата начала выпуска продукции	25	30 ноября 2010 года	
Дата введения в действие нормативного или технического документа	26	30 ноября 2010 года	
Обязательность сертификации	27		

ПР 50-718-99

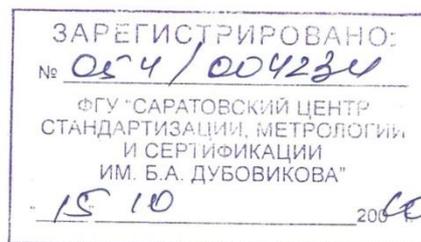
30. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКЦИИ

Настоящие технические условия распространяются на сухарики с укропом и душистым перцем, вырабатываемые из хлеба с заменой сухих специй на СО2 экстракты специй, предназначенный для употребления в пищу в готовом виде.

По физико-химическим показателям изделия кулинарные должны соответствовать показателям и нормам, указанные в таблице.

Наименование показателя	Значение показателя
Массовая доля сухих веществ, %, не менее	96,70
Массовая доля соли, %, не менее	3,09
Массовая доля жира, %	2,55

Микробиологические показатели и показатели токсичности не должны превышать допустимые уровни, установленные СанПин 2.3.2.1078 - индекса 1.4.8



	Фамилия	Подпись	Дата	Телефон
Представил	04 Макарова А.Н.	<i>А.Н. Макарова</i>	15.10.10	89033842233
Заполнил	05 Макарова А.Н.	<i>А.Н. Макарова</i>	15.10.10	89033842233
Зарегистрировал	06 <i>Александров</i>	<i>Александров</i>	15.10.10	62-26-20
Ввел в каталог	07			

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)
ФОРМА КАТАЛОЖНОГО ЛИСТА ПРОДУКЦИИ
КАТАЛОЖНЫЙ ЛИСТ ПРОДУКЦИИ

Код ЦСМ	01	054	Группа КГС (ОКС)	02		Регистрационный номер	03	004236
---------	----	-----	------------------	----	--	-----------------------	----	--------

Код ОКП	11	541600	
Наименование и обозначение продукции	12	Кекс творожный с облепихой	
Обозначение государственного стандарта	13		
Обозначение нормативного или технического документа	14	ТУ 5416 – 016 – 00493497 - 2010	
Наименование нормативного или технического документа	15	Кекс творожный с облепихой	
Код предприятия-изготовителя по ОКПО и штриховой код	16	00493497	
Наименование предприятия-изготовителя	17	ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ им. Н. И. Вавилова»	
Адрес предприятия-изготовителя (индекс, область, город, улица, дом)	18	410012	г. Саратов
Театральная площадь, 1			
Телефон	19	(8452) 23 – 32 - 92	Телефакс 20 (8452) 23 – 32 - 92
Другие средства связи	21		
Наименование держателя подлинника	23	ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ им. Н. И. Вавилова»	
Адрес держателя подлинника (индекс, область, город, улица, дом)	24	410012	г. Саратов
Театральная площадь, 1			
Дата начала выпуска продукции	25	30 ноября 2010 года	
Дата введения в действие нормативного или технического документа	26	30 ноября 2010 года	
Обязательность сертификации	27		

ПР 50-718-99

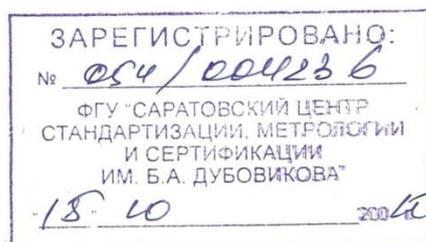
30. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКЦИИ

Настоящие технические условия распространяются на кекс творожный с облепихой, вырабатываемый с заменой части сахара и масла на облепиху свежую, предназначен для употребления в пищу в готовом виде.

По физико-химическим показателям изделия кулинарные должны соответствовать показателям и нормам, указанные в таблице.

Наименование показателя	Значение показателя
Массовая доля сухих веществ, %, не менее	79,70
Щелочность, град	1,65
Массовая доля жира, %	12,5

Микробиологические показатели и показатели токсичности не должны превышать допустимые уровни, установленные СанПин 2.3.2.1078 - индекса 1.5.5.6



		Фамилия	Подпись	Дата	Телефон
Представил	04	Макарова А.Н.	<i>Ма</i>	13.10.20	89033842233
Заполнил	05	Макарова А.Н.	<i>Ма</i>	13.10.20	89033842233
Зарегистрировал	06	<i>Делеганов</i>	<i>Д</i>	18.10.20	62-26-20
Ввел в каталог	07				

ПР 50-718-99

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)
ФОРМА КАТАЛОЖНОГО ЛИСТА ПРОДУКЦИИ
КАТАЛОЖНЫЙ ЛИСТ ПРОДУКЦИИ

Код ЦСМ	01	054	Группа КГС (ОКС)	02	Регистрационный номер	03	004235
---------	----	-----	------------------	----	-----------------------	----	--------

Код ОКП	11	513100
Наименование и обозначение продукции	12	Чипсы из натурального картофеля с укропом и душистым перцем
Обозначение государственного стандарта	13	
Обозначение нормативного или технического документа	14	ТУ 5131-014-00493497-2010
Наименование нормативного или технического документа	15	Чипсы из натурального картофеля с укропом и душистым перцем
Код предприятия-изготовителя по ОКПО и штриховой код	16	00493497
Наименование предприятия-изготовителя	17	ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ им. Н. И. Вавилова»
Адрес предприятия-изготовителя (индекс, область, город, улица, дом)	18	410012 г. Саратов
Театральная площадь, 1		
Телефон	19	(8452) 23 – 32 - 92
Другие средства связи	20	Телефакс (8452) 23 – 32 - 92
Наименование держателя подлинника	21	
Наименование держателя подлинника	23	ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ им. Н. И. Вавилова»
Адрес держателя подлинника (индекс, область, город, улица, дом)	24	410012 г. Саратов
Театральная площадь, 1		
Дата начала выпуска продукции	25	30 ноября 2010 года
Дата введения в действие нормативного или технического документа	26	30 ноября 2010 года
Обязательность сертификации	27	

ПР 50-718-99

30. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКЦИИ

Настоящие технические условия распространяются на чипсы из натурального картофеля с укропом и душистым перцем, вырабатываемый из натурального картофеля с заменой сухих специй на CO₂ экстракты специй, предназначенный для употребления в пищу в готовом виде.

По физико-химическим показателям изделия кулинарные должны соответствовать показателям и нормам, указанные в таблице.

Наименование показателя	Значение показателя
Массовая доля сухих веществ, %, не менее	97,70
Массовая доля соли, %, не менее	1,7
Массовая доля жира, %, не менее	35,7

Микробиологические показатели и показатели токсичности не должны превышать допустимые уровни, установленные СанПин 2.3.2.1078 - индекса 1.6.2.1



	Фамилия	Подпись	Дата	Телефон
Представил	04 Макарова А.Н.	<i>AM</i>	13.10.10	89033842233
Заполнил	05 Макарова А.Н.	<i>AM</i>	13.10.10	89033842233
Зарегистрировал	06 <i>Степанов</i>	<i>Степанов</i>	15.10.10	65-36-20
Ввел в каталог	07			

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ САРАТОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. Н. И. ВАВИЛОВА

ОКП541600

Группа
(ОКС)



УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГОУ ВПО СГАУ им. Н. И. Вавилова

Н. И. Кузнецов

2010 г.

Кекс творожный с облепихой

Технологическая инструкция

ТИ кТУ5416-016-00493497

Дата введения в действие _____
срок действия: без ограничений

РАЗРАБОТАНО

ФГОУ ВПО СГАУ им. Н. И. Вавилова ТФ

Соискатель

 А.Н.Макарова

(личная подпись)

«12» 10 2010 г.

 И.В.Симакова

(личная подпись)

«12» 10 2010 г.

Саратов
2010

Технологическая инструкция по производству мучного кондитерского изделия «Кекс творожный с облепихой»

Настоящая технологическая инструкция распространяется на мучное кондитерское изделие «Кекс творожный с облепихой», далее изделие, вырабатываемое предприятиями общественного питания и пищевой промышленности и предназначенное для реализации населению.

1 Ассортимент.

1.1 Мучное кондитерское изделие «Кекс творожный с облепихой», далее изделие.

2. Требования к качеству сырья.

Сырье, используемое при производстве изделия должно соответствовать требованиям нормативной и технической документации:

- Мука пшеничная хлебопекарная ГОСТ 26574-85;
- Сахар-песок ГОСТ 21-94;
- Яичный меланж ГОСТ 30363-96;
- Масло сливочное ГОСТ Р 52969-2008;
- Натрий двууглекислый (бикарбонат натрия) ГОСТ 2156-76;
- Аммоний углекислый кислый ТУ 2621-006-00207787-02;
- Творог ГОСТ Р 52096-2003;
- Облепиха свежая ГОСТ РСТ РСФСР 29-75
- Вода питьевая по ГОСТ Р 51232.

3. Рецепттура.

Изделие изготавливается согласно рецептуре указанной в таблице 1.

Таблица -1 Рецепттура кекса творожного с облепихой

Наименование сырья	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья на 10 кг готовой продукции, г	
		В натуре	В сухих веществах
Мука пшеничная	85,50	2886,0	2467,5
Масло сливочное	84,00	1456,0	1223,1
Сахар-песок	99,85	3259,0	3254,1
Творог 18-% жирности	35,00	2574,0	900,9
Меланж	27,00	1649,0	445,2
Пудра рафинадная	99,85	102,0	101,8
Натрий двууглекислый	50,00	5,2	2,6
Аммоний углекислый	0,00	9,9	0,0
Облепиха свежая	13,00	142,0/129,0*	16,8
Итого		12070,1	8412,0
Выход	80,00	10000,0	7991,4

Влажность 20,00 \pm 3,0 %

* в числителе указана масса брутто, в знаменателе масса нетто.

4. Технологический процесс.

Изделие вырабатывается с соответствии с требованиями ТУ и настоящей технологической инструкции, с соблюдением СанПиН 2.3.2 1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов», СанПин 2.3.4 545-96 «Производство хлеба, хлебобулочных и кондитерских изделий санитарные правила», санитарно - эпидемиологических правил СП 2.3.6.1079 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям общественного питания, изготовлению и обороноспособности в них пищевых продуктов и продовольственного сырья», «Требования к обработке сырья и производству продукции» СанПиН 2.3.4.050, ГОСТ Р 51074 «Продукты пищевые. Информация для потребителя. Общие требования» и другой нормативной документации, действующей на территории Российской Федерации.

4.1 Технология приготовления изделия осуществляется в следующей последовательности:

- подготовка сырья;
- замес теста;
- разделка теста;
- выпечка изделий;
- реализация.

4.1.1 Подготовка сырья.

Муку, сахар-песок просеивают, меланж процеживают, творог, облепиху протирают (через сито с мелкой решеткой).

4.1.2 Замес теста.

Размягченное сливочное масло и сахар-песок взбивают 10-15 минут, добавляют творог и продолжают взбивание до получения однородной массы. Затем добавляют меланж, соду, аммоний, тщательно перемешивают, после чего добавляют пюре облепихи, перемешивают, всыпают муку и замешивают тесто в течение 3-5 минут.

4.1.3 Разделка теста.

Тесто раскладывают в подготовленные предварительно смазанные формы.

4.1.4 Выпечка изделий.

Выпекают изделия при температуре 160-165°C в течение 55-60 минут.

4.1.5 Реализация.

Перед отпуском готовые кексы посыпают рафинадной пудрой.

Срок реализации 24 часа при температуре +18 °C .

Технологическая инструкция по производству кулинарного изделия «Чипсы из натурального картофеля с укропом и душистым перцем»

Настоящая технологическая инструкция распространяется на кулинарное изделие «Чипсы из натурального картофеля с укропом и душистым перцем», далее изделие, вырабатываемое предприятиями общественного питания и пищевой промышленности и предназначенное для реализации населению.

1 Ассортимент.

1.1 Кулинарное изделие «Чипсы из натурального картофеля с укропом и душистым перцем».

2. Требования к качеству сырья.

Сырье, используемое при производстве изделия должно соответствовать требованиям нормативной и технической документации:

- Картофель свежий продовольственный, реализуемый в розничной продовольственной сети ГОСТ Р 51808-2001
- Соль поваренная пищевая ГОСТ Р 51574-2000
- СО2 экстракт укропа ТУ 10.048599-076-93
- СО2 экстракт душистого перца ТУ 10.048549-110-93
- Масло подсолнечное ГОСТ Р 52465-2005
- Вода питьевая по ГОСТ Р 51232.

3. Рецепттура.

Изделие изготавливается согласно рецептуре указанной в таблице 1.

Таблица -1 «Чипсы из натурального картофеля с укропом и душистым перцем»

Наименование продуктов	Масса продуктов, г.	
	Брутто	Нетто
Картофель (чипс)	3921	2941
Подсолнечное масло	350	350
Выход		1000
Соль	20	20
СО2 экстракт зелени и семян укропа	0,6	0,6
СО2 экстракт душистого перца	0,4	0,4

4. Технологический процесс.

Изделие вырабатывается в соответствии с требованиями ТУ и настоящей технологической инструкцией, с соблюдением СанПиН 2.3.2 1078-01 «Гигиенические требования

ТИ к ТУ 5131-014-00493497-2010

безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов», санитарно - эпидемиологических правил СП 2.3.6.1079 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям общественного питания, изготовлению и оборотоспособности в них пищевых продуктов и продовольственного сырья», «Требования к обработке сырья и производству продукции» СанПиН 2.3.4.050, ГОСТ Р 51074 «Продукты пищевые. Информация для потребителя. Общие требования» и другой нормативной документации, действующей на территории Российской Федерации.

4.1 Технология приготовления изделия осуществляется в следующей последовательности:

- подготовка сырья;
- тепловая обработка;
- заправка специями;
- реализация.

4.1.1 Подготовка сырья.

В начале картофель подвергают механической обработке. Механическая обработка картофеля включает в себя следующие операции: сортировка, калибровка, мойка, очистка, доочистка, мойка, нарезка кружочками толщиной 1,0-1,5 мм., соль просеивают, экстракты соединяют.

4.1.2 Тепловая обработка.

Жарят картофель во фритюре. Соотношение жира и картофеля 4:1. жарка осуществляется при температуре 175-180°С , в течение 7-8 минут.

4.1.3 Заправка специями.

Готовые картофельные чипсы посыпают соль, встряхивают для равномерного распределения соли, затем путем распыления вводятся с экстракты, после чего чипсы перемешиваются.

4.1.4 Реализация.

Готовые изделия порционируются, упаковываются (для розничной сети) и поступают на реализацию.

Срок реализации для предприятий общественного питания 24 часа при температуре от +10 С до +25°С.

Срок реализации для розничной сети 6 месяцев при температуре от +10 С до +25°С.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ САРАТОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. Н. И. ВАВИЛОВА
ОКП541400
Группа
(ОКС)



УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГОУ ВПО СГАУ им. Н. И. Вавилова:

Н. И. Кузнецов
Н. И. Кузнецов

« » _____ 2010 г.

Сухарики с укропом и душистым перцем

Технологическая инструкция
ТИ к ТУ 5414-015-00493497-2010

Дата введения в действие _____
срок действия: без ограничений

РАЗРАБОТАНО
ФГОУ ВПО СГАУ им. Н. И. Вавилова ТФ
Соискатель

А.Н. Макарова
А.Н. Макарова
(личная подпись)

« » 2010 г.

И.В. Симакова
И.В. Симакова
(личная подпись)

« » 2010 г.

Саратов
2010

**Технологическая инструкция по производству кулинарного изделия
«Сухарики с укропом и душистым перцем»**

Настоящая технологическая инструкция распространяется на кулинарное изделие «Сухарики с укропом и душистым перцем», далее изделие, вырабатываемое предприятиями общественного питания и пищевой промышленности и предназначенное для реализации населению.

1. Ассортимент.

1.1 Кулинарное изделие «Сухарики ржаные с укропом и душистым перцем»;

1.2 Кулинарное изделие «Сухарики пшеничные с укропом и душистым перцем»

2. Требования к качеству сырья.

Сырье, используемое при производстве изделия должно соответствовать требованиям нормативной и технической документации:

- Хлеб из пшеничной муки ГОСТ 27842-88
- Хлеб ржаной ГОСТ 2077-84
- Соль поваренная пищевая ГОСТ Р 51574-2000
- СО2 экстракт укропа ТУ 10.048599-076-93
- СО2 экстракт душистого перца ТУ 10.048549-110-93
- Масло подсолнечное ГОСТ Р 52465-2005
- Вода питьевая по ГОСТ Р 51232.

3. Рецепттура.

Изделие изготавливается согласно рецептуре указанной в таблице 1.

Таблица -1 «Сухарики с укропом и душистым перцем»

Наименование продуктов	Масса продуктов, г.	
	Брутто	Нетто
Хлеб из пшеничной муки	1790	1790
или Хлеб ржаной	1790	1790
Выход	1000	1000
Масло подсолнечное	40	40
Соль	30	30
СО2 экстракт зелени и семян укропа	0,16	0,16
СО2 экстракт душистого перца	0,1	0,1

4. Технологический процесс.

Изделие вырабатывается в соответствии с требованиями ТУ и настоящей технологической инструкцией, с соблюдением СанПиН 2.3.2

1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов», санитарно –

ТИ к ТУ 5414-015-00493497-2010

эпидемиологических правил СП 2.3.6.1079 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям общественного питания, изготовлению и оборотоспособности в них пищевых продуктов и продовольственного сырья», «Требования к обработке сырья и производству продукции» СанПиН 2.3.4.050, ГОСТ Р 51074 «Продукты пищевые. Информация для потребителя. Общие требования» и другой нормативной документации, действующей на территории Российской Федерации.

4.1 Технология приготовления изделия осуществляется в следующей последовательности:

- подготовка сырья;
- подсушивание хлеба;
- заправка специями;
- реализация.

4.1.1 Подготовка сырья.

Хлеб из пшеничной муки (или ржаной) выдерживают 1 день на открытом воздухе при температуре +18+20 °С. После чего хлеб нарезают на кубики размером 7х7 мм., соль просеивают, СО₂ экстракты: экстракт зелени и семян укропа и душистого перца соединяют с подсолнечным маслом.

4.1.2 Подсушивание хлеба.

Нарезанный кубиками хлеб подсушивают при температуре 150-155°С в течение 20-25 минут.

4.1.3 Заправка специями.

Готовые сухарики посыпают соль, перемешивают, затем путем распыления вводится подсолнечное масло, соединенное с экстрактами, после чего сухарики вновь перемешиваются.

4.1.4 Реализация.

Готовые изделия порционируются, упаковываются (для розничной сети) и поступают на реализацию.

Срок реализации для предприятий общественного питания 24 часа при температуре от +10 С до +25 °С.

Срок реализации розничной сети 6 месяцев при температуре от +10 С до +25 °С.

АКТ ДЕГУСТАЦИИ
КЕКСА ПЕСОЧНОГО С ТВОРОГОМ И ОБЛЕПИХОЙ

12 июля 2010 года в ФГОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н. И. Вавилова» на кафедре «Технологии и организации общественного питания» членами дегустационной комиссии в составе:

Заведующая кафедрой, канд. техн. наук, доцент кафедры «Технологии и организации общественного питания», инженер по специальности «Технология продукции общественного питания» Симакова И.В.,

Канд. техн. наук, доцент кафедры «Технологии и организации общественного питания» инженер по специальности «Технология переработки мясной продукции» Стрижевская В.Н.,

Канд. биол. наук, старший преподаватель кафедры «Технологии и организации общественного питания», инженер по специальности «Технология продукции общественного питания» Рысмухамбетова Г.Е.,

Канд., тех., наук, доцент кафедры «Технологии и организации общественного питания», Кащенко В.Ф.,

Зам. Директора ООО «Дартс-паб», инженер по специальности «Технология продукции общественного питания» Зубрицкая И.Ю.,

Шеф-повар ООО «Апекс», инженер по специальности «Технология хранения и переработки продукции растениеводства» Щербянов Р.Ш.,

Учебным мастер, инженером по специальности «Технология продукции общественного питания» Назарова Е.А.,

Старший преподаватель кафедры «Технологии и организации общественного питания», Макарова А.Н. произведена дегустация кекса творожного, изготовленного по разработанной нами технологии.

На дегустации были представлены следующие образцы кекса:

№1- контрольный образец.

№2- с добавлением 1,0 % облепихи;

№3- с добавлением 1,5 % облепихи;

№4- с добавлением 2,0 % облепихи;

№5- с добавлением 2,5 % облепихи.

Рецептуры кекса песочного творогом и облепихой:

Сырье	Содержание, г				
	№1	№2	№3	№4	№5
Мука пшеничная хлебопекарная ГОСТ 26574-85;	2886,0	2886,0	2886,0	2886,0	2886,0
Масло сливочное ГОСТ Р 52969-2008;	1546,0	1542,0	1456,0	1413,0	1370,0
Сахар-песок ГОСТ 21-94	3298,0	3259,0	3259,0	3259,0	3259,0
Творог ГОСТ Р 52096-2003;	2574,0	2574,0	2574,0	2574,0	2574,0
Яичный меланж ГОСТ 30363-96;	1649,0	1649,0	1649,0	1649,0	1649,0
Пудра рафинадная ГОСТ 21-94;	102,0	102,0	102,0	102,0	102,0
Натрий двууглекислый (бикарбонат натрия) ГОСТ 2156-76;	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2

Продолжение Приложения Ж

Аммоний углекислый кислый ТУ 2621-006-00207787-02;	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9
Облепиха свежая ГОСТ РСТ РСФСР 29-75		90,3/86,0*	142,0/129,0*	180,6/172,0*	225,8/215,0*
Итого	12070,1	12070,1	12070,1	12070,1	12070,1
Выход	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0

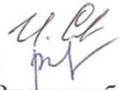
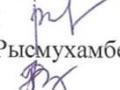
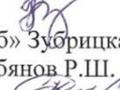
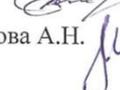
* в числителе указана масса брутто, в знаменателе масса нетто.

Результаты дегустации

Образцы	Средняя оценка, баллы							Итого
	Внешний вид	Цвет	Запах	Вкус	Консистенция	Полнота вкуса	Наличие послевкусия, несвойственного изделию	
№1	5,0	5,0	5,0	4,9	5,0	4,5	4,5	4,8
№2	5,0	5,0	4,9	4,9	5,0	4,5	4,5	4,8
№3	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
№4	4,8	4,8	4,5	4,8	4,2	4,2	4,2	4,5
№5	4,6	4,2	4,3	4,5	4,0	4,0	4,0	4,2

Обработка результатов производилась по ГОСТ Р 53161-2008 с применением метода предпочтений

1. $5,0+5,0+5,0+4,9+5,0+4,5+4,5/7=4,8$
2. $5,0+5,0+4,9+4,9+5,0+4,5+4,5/7=4,8$
3. $5,0+5,0+5,0+5,0+5,0+5,0+5,0/7=5,0$
4. $4,8+4,8+4,5+4,8+4,2+4,2+4,2/7=4,5$
5. $4,6+4,2+4,3+4,5+4,0+4,0+4,0/7=4,2$

К.т.н., доцент Симакова И.В. 
 К.т.н., доцент Стрижевская В.Н. 
 К.б.н., Старший преподаватель Рысмухамбетова Г.Е. 
 К.т.н. доцент Кашенко В.Ф. 
 Зам. директора ООО «Дартс-паб» Зубрицкая И.Ю. 
 Шеф-повар ООО «Апекс» Щербянов Р.Ш. 
 Учебный мастер Назарова Е.А. 
 Старший преподаватель Макарова А.Н. 

АКТ ДЕГУСТАЦИИ

ЧИПСОВ ИЗ НАТУРАЛЬНОГО КАРТОФЕЛЯ С УКРОПОМ И ДУШИСТЫМ ПЕРЦЕМ

12 июля 2010 года в ФГОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н. И. Вавилова» на кафедре «Технологии и организации общественного питания» членами дегустационной комиссии в составе:

Заведующая кафедрой, канд. техн. наук, доцент кафедры «Технологии и организации общественного питания», инженер по специальности «Технология продукции общественного питания» Симакова И.В.,

Канд. техн. наук, доцент кафедры «Технологии и организации общественного питания» инженер по специальности «Технология переработки мясной продукции» Стрижевская В.Н.,

Канд. биол. наук, старший преподаватель кафедры «Технологии и организации общественного питания», инженер по специальности «Технология продукции общественного питания» Рысмухамбетова Г.Е.,

Канд., тех., наук, доцент кафедры «Технологии и организации общественного питания», Кащенко В.Ф.,

Зам. Директора ООО «Дартс-паб», инженер по специальности «Технология продукции общественного питания» Зубрицкая И.Ю.,

Шеф-повар ООО «Апекс», инженер по специальности «Технология хранения и переработки продукции растениеводства» Щербянов Р.Ш.,

Учебным мастер, инженером по специальности «Технология продукции общественного питания» Назарова Е.А.,

Старший преподаватель кафедры «Технологии и организации общественного питания», Макарова А.Н. произведена дегустации чипсов из натурального картофеля с укропом и душистым перцем, изготовленного по разработанной нами технологии.

На дегустации были представлены следующие образцы чипсов:

№1- контрольный образец.

№2- с добавлением СО2 экстракт укропа 0,5 г.

СО2 экстракт душистого перца 0,3 г.;

№3- с добавлением СО2 экстракт укропа 0,6 г.

СО2 экстракт душистого перца 0,4 г.;

№4- с добавлением СО2 экстракт укропа 0,7 г.

СО2 экстракт душистого перца 0,5 г.;

№5- с добавлением СО2 экстракт укропа 0,8 г.

СО2 экстракт душистого перца 0,6 г.

Рецептуры чипсов из натурального картофеля с укропом и душистым перцем:

Сырье	Содержание, г				
	№1	№2	№3	№4	№5
Картофель свежий продовольственный, реализуемый в розничной продовольственной сети ГОСТ Р 51808-2001	2941	2941	2941	2941	2941
Масло подсолнечное ГОСТ Р 52465-2005	350	350	350	350	350
Выход	1000	1000	1000	1000	1000

Продолжение Приложения Ж

Соль поваренная пищевая ГОСТ Р 51574-2000	20	20	20	20	20
СО2 экстракт укропа ТУ 10.048599-076-93		0,5	0,6	0,7	0,8
СО2 экстракт душистого перца ТУ 10.048549-110-93		0,3	0,4	0,5	0,6

Результаты дегустации

Образцы	Средняя оценка, баллы							Итого
	Внешний вид	Цвет	Запах	Вкус	Консистенция	Равномерность распределения соли и специй	Полнота вкуса	
№1	5,0	5,0	5,0	4,9	5,0	4,5	5,0	4,9
№2	5,0	5,0	4,9	4,9	5,0	5,0	4,8	4,9
№3	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
№4	5,0	4,8	4,5	4,8	5,0	5,0	4,9	4,9
№5	5,0	4,2	4,3	4,5	5,0	5,0	4,0	4,6

Обработка результатов производилась по ГОСТ Р 53161-2008 с применением метода предпочтений

- $5,0+5,0+5,0+4,9+5,0+4,5+5,0/7=4,9$
- $5,0+5,0+4,9+4,9+5,0+5,0+4,8/7=4,9$
- $5,0+5,0+5,0+5,0+5,0+5,0+5,0/7=5,0$;
- $5,0+4,8+4,5+4,8+5,0+5,0+4,9/7=4,9$
- $5,0+4,2+4,3+4,5+5,0+5,0+4,0/7=4,6$

К.т.н., доцент Симакова И.В. 
 К.т.н., доцент Стрижевская В.Н. 
 К.б.н., Старший преподаватель Рысмухамбетова Г.Е. 
 К.т.н. доцент Кашенко В.Ф. 
 Зам. директора ООО «Дартс-паб» Зубрицкая И.Ю. 
 Шеф-повар ООО «Апекс» Щербянов Р.Ш. 
 Учебный мастер Назарова Е.А. 
 Старший преподаватель Макарова А.Н. 

**АКТ ДЕГУСТАЦИИ
СУХАРИКОВ С УКРОПОМ И ДУШИСТЫМ ПЕРЦЕМ**

12 июля 2010 года в ФГОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н. И. Вавилова» на кафедре «Технологии и организации общественного питания» членами дегустационной комиссии в составе:

Заведующая кафедрой, канд. техн. наук, доцент кафедры «Технологии и организации общественного питания», инженер по специальности «Технология продукции общественного питания» Симакова И.В.,

Канд. техн. наук, доцент кафедры «Технологии и организации общественного питания» инженер по специальности «Технология переработки мясной продукции» Стрижевская В.Н.,

Канд. биол. наук, старший преподаватель кафедры «Технологии и организации общественного питания», инженер по специальности «Технология продукции общественного питания» Рысмухамбетова Г.Е.,

Канд., тех., наук, доцент кафедры «Технологии и организации общественного питания», Кащенко В.Ф.,

Зам. Директора ООО «Дартс-паб», инженер по специальности «Технология продукции общественного питания» Зубрицкая И.Ю.,

Шеф-повар ООО «Апекс», инженер по специальности «Технология хранения и переработки продукции растениеводства» Щербянов Р.Ш.,

Учебным мастер, инженером по специальности «Технология продукции общественного питания» Назарова Е.А.,

Старший преподаватель кафедры «Технологии и организации общественного питания», Макарова А.Н. произведена дегустации сухариков с укропом и душистым перцем, изготовленного по разработанной нами технологии.

На дегустации были представлены следующие образцы сухариков:

№1- контрольный образец.

№2- с добавлением СО2 экстракт укропа 0,1 г.

СО2 экстракт душистого перца 0,05 г.;

№3- с добавлением СО2 экстракт укропа 0,16 г.

СО2 экстракт душистого перца 0,1 г.;

№4- с добавлением СО2 экстракт укропа 0,2 г.

СО2 экстракт душистого перца 1,5 г.;

№5- с добавлением СО2 экстракт укропа 0,25 г.

СО2 экстракт душистого перца 2,0 г.

Рецептуры сухариков с укропом и душистым перцем:

Сырье	Содержание, г				
	№1	№2	№3	№4	№5
Хлеб из пшеничной муки ГОСТ 27842-88	1790	1790	1790	1790	1790
или Хлеб ржаной	1790	1790	1790	1790	1790
Выход	1000	1000	1000	1000	1000
Масло подсолнечное ГОСТ Р 52465-2005	40	40	40	40	40

Продолжение Приложения Ж

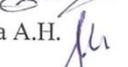
Соль поваренная пищевая ГОСТ Р 51574-2000	30	30	30	30	30
СО2 экстракт укропа ТУ 10.048599-076-93		0,1	0,16	0,2	0,25
СО2 экстракт душистого перца ТУ 10.048549-110-93		0,05	0,1	0,15	0,2

Результаты дегустации

Образцы	Средняя оценка, баллы							Итого
	Внешний вид	Цвет	Запах	Вкус	Консистенция	Равномерность распределения соли и специй	Полнота вкуса	
№1	5,0	5,0	5,0	4,9	5,0	4,2	4,8	4,8
№2	5,0	5,0	4,9	4,9	5,0	5,0	4,2	4,9
№3	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
№4	5,0	5,0	4,5	4,8	5,0	5,0	4,9	4,9
№5	5,0	5,0	4,3	4,5	5,0	5,0	4,7	4,8

Обработка результатов производилась по ГОСТ Р 53161-2008 с применением метода предпочтений

1. $5,0+5,0+5,0+4,9+5,0+4,2+4,8/7=4,8$
2. $5,0+5,0+4,9+4,9+5,0+5,0+4,2/7=4,9$
3. $5,0+5,0+5,0+5,0+5,0+5,0+5,0/7=5,0$
4. $5,0+5,0+4,5+4,8+5,0+5,0+4,9/7=4,9$
5. $5,0+5,0+4,3+4,5+5,0+5,0+4,7/7=4,8$

К.т.н., доцент Симакова И.В. 
 К.т.н., доцент Стрижевская В.Н. 
 К.б.н, Старший преподаватель Рысмухамбетова Г.Е. 
 К.т.н. доцент Кашенко В.Ф. 
 Зам. директора ООО «Дартс-паб» Зубрицкая И.Ю. 
 Шеф-повар ООО «Апекс» Щербянов Р.Ш. 
 Учебный мастер Назарова Е.А. 
 Старший преподаватель Макарова А.Н. 

**АКТ ДЕГУСТАЦИИ
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СУХАРИКОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА И
СУХАРИКОВ С УКРОПОМ И ДУШИСТЫМ ПЕРЦЕМ (ОПЫТНЫЙ ОБРАЗЕЦ С СО₂-
ЭКСТРАКТАМИ)**

12 июля 2010 года в ФГОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н. И. Вавилова» на кафедре «Технологии и организации общественного питания» членами дегустационной комиссии в составе:

Заведующая кафедрой, канд. техн. наук, доцент кафедры «Технологии и организации общественного питания», инженер по специальности «Технология продукции общественного питания» Симакова И.В.,

Канд. техн. наук, доцент кафедры «Технологии и организации общественного питания» инженер по специальности «Технология переработки мясной продукции» Стрижевская В.Н.,

Канд. биол. наук, старший преподаватель кафедры «Технологии и организации общественного питания», инженер по специальности «Технология продукции общественного питания» Рысмухамбетова Г.Е.,

Канд., тех., наук, доцент кафедры «Технологии и организации общественного питания», Кащенко В.Ф.,

Зам. Директора ООО «Дартс-паб», инженер по специальности «Технология продукции общественного питания» Зубрицкая И.Ю.,

Шеф-повар ООО «Апекс», инженер по специальности «Технология хранения и переработки продукции растениеводства» Щербянов Р.Ш.,

Учебным мастер, инженером по специальности «Технология продукции общественного питания» Назарова Е.А.,

Старший преподаватель кафедры «Технологии и организации общественного питания», Макарова А.Н. произведена дегустации сухариков с укропом и душистым перцем, изготовленного по разработанной нами технологии.

На дегустации были представлены следующие образцы:

№1- промышленный образец;

№2- опытный образец с добавлением СО₂ экстракта 0,0 26%.

Результаты дегустации

Образцы	Средняя оценка, баллы							Итого
	Внешний вид	Цвет	Запах	Вкус	Консистенция	Равномерность распределения соли и специй	Наличие послевкуся, несвойственного изделию	
№1	4,9	5,0	4,5	4,0	5,0	4,2	3,0	4,4
№2	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0

Обработка результатов производилась по ГОСТ Р 53161-2008 с применением метода предпочтений

1. $4,9+5,0+4,5+4,0+5,0+4,2+3,0/7=4,4$

2. $5,0+5,0+5,0+5,0+5,0+5,0+5,0/7=5,0$

К.т.н., доцент Симакова И.В. 
 К.т.н., доцент Стрижевская В.Н. 
 К.б.н., Старший преподаватель Рысмухамбетова Г.Е. 
 К.т.н. доцент Кашенко В.Ф. 
 Зам. директора ООО «Дартс-паб» Зубрицкая И.Ю. 
 Шеф-повар ООО «Апекс» Щербянов Р.Ш. 
 Учебный мастер Назарова Е.А. 
 Старший преподаватель Макарова А.Н. 

**АКТ ДЕГУСТАЦИИ
 СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЧИПСОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА И
 ЧИПСОВ ИЗ НАТУРАЛЬНОГО КАРТОФЕЛЯ С УКРОПОМ И ДУШИСТЫМ ПЕРЦЕМ
 (ОПЫТНЫЙ ОБРАЗЕЦ С СО₂-ЭКСТРАКТАМИ)**

12 июля 2010 года в ФГОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н. И. Вавилова» на кафедре «Технологии и организации общественного питания» членами дегустационной комиссии в составе:

Заведующая кафедрой, канд. техн. наук, доцент кафедры «Технологии и организации общественного питания», инженер по специальности «Технология продукции общественного питания» Симакова И.В.,

Канд. техн. наук, доцент кафедры «Технологии и организации общественного питания» инженер по специальности «Технология переработки мясной продукции» Стрижевская В.Н.,

Канд. биол. наук, старший преподаватель кафедры «Технологии и организации общественного питания», инженер по специальности «Технология продукции общественного питания» Рысмухамбетова Г.Е.,

Канд., тех., наук, доцент кафедры «Технологии и организации общественного питания», Кашенко В.Ф.,

Зам. Директора ООО «Дартс-паб», инженер по специальности «Технология продукции общественного питания» Зубрицкая И.Ю.,

Шеф-повар ООО «Апекс», инженер по специальности «Технология хранения и переработки продукции растениеводства» Щербянов Р.Ш.,

Учебным мастер, инженером по специальности «Технология продукции общественного питания» Назарова Е.А.,

Старший преподаватель кафедры «Технологии и организации общественного питания», Макарова А.Н. произведена дегустации сухариков с укропом и душистым перцем, изготовленного по разработанной нами технологии.

На дегустации были представлены следующие образцы:

№1- промышленный образец;

№2- опытный образец с добавлением СО₂ экстракта 0,1%.

Результаты дегустации

Образцы	Средняя оценка, баллы							Итого
	Внешний вид	Цвет	Запах	Вкус	Консистенция	Равномерность распределения соли и специй	Наличие послевкуся, несвойственного изделию	

№1	4,7	5,0	4,0	4,1	5,0	3,9	3,0	4,2
№2	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0

Обработка результатов производилась по ГОСТ Р 53161-2008 с применением метода предпочтений

- $4,7+5,0+4,0+4,1+5,0+3,9+3,0/7=4,2;$
- $5,0+5,0+5,0+5,0+5,0+5,0+5,0/7=5,0$

К.т.н., доцент Симакова И.В. 

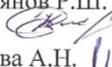
К.т.н., доцент Стрижевская В.Н. 

К.б.н., Старший преподаватель Рысмухамбетова Г.Е. 

К.т.н. доцент Кащенко В.Ф. 

Зам. директора ООО «Дартс-паб» Зубрицкая И.Ю. 

Шеф-повар ООО «Апекс» Щербянов Р.Ш. 

Учебный мастер Назарова Е.А. 

Старший преподаватель Макарова А.Н. 

Шкала критериев оценки

Для изделия «Чипсы из натурального картофеля с CO₂-экстрактами пряных трав»

№, п/п	Наименование показателя	Критерий оценки	Оценка
1	Внешний вид	Изделия сохранили форму, края и поверхность ровные, без трещин.	5
		Изделия сохранили форму, края и поверхность менее ровные, незначительное количество поломанных изделий.	4
		Более 10% изделий не сохранили форму, свойственную данному изделию.	3
		Значительное количество изделий не сохранили форму (более 20%).	2
2	Цвет	Золотисто-желтый, свойственный картофелю, жаренному во фритюре, равномерный по всей поверхности.	5
		Золотисто-желтый с незначительными вкраплениями более темных пятен.	4
		Темно-желтый с преобладанием темных участков.	3
		Коричневый с более темными участками.	2
3	Запах	Свойственный жаренному картофелю с выраженным букетом специй. Без преобладания одного из компонентов.	5
		Свойственный жаренному картофелю с выраженным букетом специй. С незначительным преобладанием одного из компонентов (слабо соленый, незначительно пересоленный, с преобладанием укропа или душистого перца).	4
		Нетипичный с значительным преобладанием одного из компонентов.	3
		Неприятный, с посторонним, с присутствием прогорклого жира.	2
4	Вкус	Свойственный жаренному картофелю с выраженным букетом специй. Без преобладания одного из компонентов.	5

		Свойственный жаренному картофелю с выраженным букетом специй. С незначительным преобладанием одного из компонентов (слабо соленый, незначительно пересоленный, с преобладанием укропа или душистого перца).	4
		Нетипичный со значительным преобладанием одного из компонентов.	3
		Неприятный, с посторонним, с присутствием прогорклого жира.	2
5	Консистенция	Хрустящая, умеренно рассыпчатая.	5
		Менее хрустящая, рассыпчатая.	4
		Жесткая или крошливая.	3
		Очень жесткая или чрезмерно крошливая.	2
6	Равномерность распределения соли и специй	Равномерное, по всей поверхности изделий.	5
		Незначительные участки с более и менее выраженными специями или солью.	4
		Значительные участки с более и менее выраженными специями или солью.	3
		Большое количество участков имеющих концентрированный вкус специй и соли, а также участки без вкуса специй и соли.	2
7	Полнота вкуса	Оптимальное сочетание всех компонентов изделия, с равномерность и выраженность каждого из них.	5
		Незначительное преобладание одного из компонентов, при этом вкус остается приятным.	4
		Значительное преобладание одного из компонентов, при этом вкус изделия ухудшается.	3
		Не сочетаемость компонентов, входящих в состав изделия.	2

Шкала критериев оценки

Для изделия «Сухарики из пшеничного и ржано-пшеничного хлеба с CO₂ экстрактами пряных трав»

№, п/п	Наименование показателя	Критерий оценки	Оценка
1	Внешний вид	Изделия сохранили форму, края и поверхность ровные, без трещин.	5
		Изделия сохранили форму, края и поверхность менее ровные, незначительное количество поломанных изделий.	4
		Более 10% изделий не сохранили форму, свойственную данному изделию.	3
		Значительное количество изделий не сохранили форму (более 20%).	2
2	Цвет	От золотисто-желтого до золотисто-коричневого в зависимости от сорта хлеба, из которого изготовлены изделия, равномерный по всей поверхности.	5
		От золотисто-желтого до золотисто-коричневого, в зависимости от сорта хлеба, из которого изготовлены изделия, с незначительными вкраплениями более темных пятен.	4
		От темно-желтого до темно-коричневого, в зависимости от сорта хлеба, из которого изготовлены изделия, с преобладанием темных участков.	3
		Коричневый, насыщенно коричневый, с более темными участками.	2
3	Запах	Свойственный сорту хлеба, из которого изготовлены изделия, с выраженным букетом специй. Без преобладания одного из компонентов.	5
		Свойственный сорту хлеба, из которого изготовлены изделия, с выраженным букетом специй. С незначительным преобладанием одного из компонентов (слабо соленый, незначительно пересоленный, с преобладанием укропа или душистого перца).	4

		Нетипичный, со значительным преобладанием одного из компонентов.	3
		Неприятный, с посторонним.	2
4	Вкус	Свойственный сорту хлеба, из которого изготовлены изделия, с выраженным букетом специй. Без преобладания одного из компонентов.	5
		Свойственный сорту хлеба, из которого изготовлены изделия, с выраженным букетом специй. С незначительным преобладанием одного из компонентов (слабо соленый, незначительно пересоленный, с преобладанием укропа или душистого перца).	4
		Нетипичный со значительным преобладанием одного из компонентов.	3
		Неприятный, с посторонним.	2
5	Консистенция	Хрустящая, умеренно рассыпчатая.	5
		Менее хрустящая, рассыпчатая.	4
		Жесткая или крошливая.	3
		Очень жесткая или чрезмерно крошливая.	2
6	Равномерность распределения соли и специй	Равномерное, по всей поверхности изделий.	5
		Незначительные участки с более и менее выраженными специями или солью.	4
		Значительные участки с более и менее выраженными специями или солью.	3
		Большое количество участков имеющих концентрированный вкус специй и соли, а также участки без вкуса специй и соли.	2
7	Полнота вкуса	Оптимальное сочетание всех компонентов изделия, с равномерность и выраженность каждого из них.	5
		Незначительное преобладание одного из компонентов, при этом вкус остается приятным.	4
		Значительное преобладание одного из компонентов, при этом вкус изделия ухудшается.	3
		Не сочетаемость компонентов, входящих в состав изделия.	2

Шкала критериев сравнительной оценки

Для изделий «Чипсы из натурального картофеля с CO₂ -экстрактами пряных трав» и «Чипсы из натурального картофеля промышленного производства»

№, п/п	Наименование показателя	Критерий оценки	Оценка
1	Внешний вид	Изделия сохранили форму, края и поверхность ровные, без трещин.	5
		Изделия сохранили форму, края и поверхность менее ровные, незначительное количество поломанных изделий.	4
		Более 10% изделий не сохранили форму, свойственную данному изделию.	3
		Значительное количество изделий не сохранили форму (более 20%).	2
2	Цвет	Золотисто-желтый, свойственный картофелю, жаренному во фритюре, равномерный по всей поверхности.	5
		Золотисто-желтый с незначительными вкраплениями более темных пятен.	4
		Темно- желтый с преобладанием темных участков.	3
		Коричневый с более темными участками.	2
3	Запах	Свойственный жаренному картофелю с выраженным букетом специй. Без преобладания одного из компонентов.	5
		Свойственный жаренному картофелю с выраженным букетом специй. С незначительным преобладанием одного из компонентов (слабо соленый, незначительно пересоленный, с преобладанием укропа или душистого перца).	4
		Нетипичный с значительным преобладанием одного из компонентов.	3
		Неприятный, с посторонним, с присутствием прогорклого жира.	2
4	Вкус	Свойственный жаренному картофелю с выраженным букетом специй. Без преобладания одного из компонентов.	5

Продолжение Приложения 3

		Свойственный жаренному картофелю с выраженным букетом специй. С незначительным преобладанием одного из компонентов (слабо соленый, незначительно пересоленный, с преобладанием укропа или душистого перца).	4
		Нетипичный со значительным преобладанием одного из компонентов.	3
		Неприятный, с посторонним, с присутствием прогорклого жира.	2
5	Консистенция	Хрустящая, умеренно рассыпчатая.	5
		Менее хрустящая, рассыпчатая.	4
		Жесткая или крошливая.	3
		Очень жесткая или чрезмерно крошливая.	2
6	Равномерность распределения соли и специй	Равномерное, по всей поверхности изделий.	5
		Незначительные участки с более и менее выраженными специями или солью.	4
		Значительные участки с более и менее выраженными специями или солью.	3
		Большое количество участков имеющих концентрированный вкус специй и соли, а также участки без вкуса специй и соли.	2
7	Наличие послевкуся, несвойственного изделию	Отсутствует.	5
		Незначительно присутствует.	4
		Неприятное, не значительно устойчивое.	3
		Неприятное, устойчивое.	2

Шкала критериев сравнительной оценки

Для изделий «Сухарики из пшеничного и ржано-пшеничного хлеба с CO₂ - экстрактами пряных трав» и «Сухарики промышленного производства»

№, п/п	Наименование показателя	Критерий оценки	Оценка
1	Внешний вид	Изделия сохранили форму, края и поверхность ровные, без трещин.	5
		Изделия сохранили форму, края и поверхность менее ровные, незначительное количество поломанных изделий.	4
		Более 10% изделий не сохранили форму, свойственную данному изделию.	3
		Значительное количество изделий не сохранили форму (более 20%).	2
2	Цвет	От золотисто-желтого до золотисто-коричневого в зависимости от сорта хлеба, из которого изготовлены изделия, равномерный по всей поверхности.	5
		От золотисто-желтого до золотисто-коричневого, в зависимости от сорта хлеба, из которого изготовлены изделия, с незначительными вкраплениями более темных пятен.	4
		От темно-желтого до темно-коричневого, в зависимости от сорта хлеба, из которого изготовлены изделия, с преобладанием темных участков.	3
		Коричневый, насыщенно коричневый, с более темными участками.	2
3	Запах	Свойственный сорту хлеба, из которого изготовлены изделия, с выраженным букетом специй. Без преобладания одного из компонентов.	5
		Свойственный сорту хлеба, из которого изготовлены изделия, с выраженным букетом специй. С незначительным преобладанием одного из компонентов (слабо соленый, незначительно пересоленный, с преобладанием укропа или душистого перца).	4

		Нетипичный, со значительным преобладанием одного из компонентов.	3
		Неприятный, с посторонним.	2
4	Вкус	Свойственный сорту хлеба, из которого изготовлены изделия, с выраженным букетом специй. Без преобладания одного из компонентов.	5
		Свойственный сорту хлеба, из которого изготовлены изделия, с выраженным букетом специй. С незначительным преобладанием одного из компонентов (слабо соленый, незначительно пересоленный, с преобладанием укропа или душистого перца).	4
		Нетипичный со значительным преобладанием одного из компонентов.	3
		Неприятный, с посторонним.	2
5	Консистенция	Хрустящая, умеренно рассыпчатая.	5
		Менее хрустящая, рассыпчатая.	4
		Жесткая или крошливая.	3
		Очень жесткая или чрезмерно крошливая.	2
6	Равномерность распределения соли и специй	Равномерное, по всей поверхности изделий.	5
		Незначительные участки с более и менее выраженными специями или солью.	4
		Значительные участки с более и менее выраженными специями или солью.	3
		Большое количество участков имеющих концентрированный вкус специй и соли, а также участки без вкуса специй и соли.	2
7	Наличие послевкуся, несвойственного изделию	Отсутствует.	5
		Незначительно присутствует.	4
		Неприятное, не значительно устойчивое.	3
		Неприятное, устойчивое.	2

Шкала критериев оценки
Для изделия «Кекс творожный с облепихой»

№, п/п	Наименование показателя	Критерий оценки	Оценка
1	Внешний вид	Поверхность изделия ровная, без трещин.	5
		Поверхность изделия ровная с незначительными трещинами.	4
		Поверхность изделия неровная, имеет трещины.	3
		Поверхность изделия неровная, с глубокими трещинами.	2
2	Цвет	Золотисто-желтый, равномерный по всей поверхности.	5
		Золотисто-желтый, с незначительным потемнением к краям.	4
		Темно-желтый, с темными краями или неравномерный.	3
		Коричневый, неравномерный, с переходом в более темные цвета.	2
3	Запах	Свойственный данному изделию, без постороннего, с выраженным букетом, без преобладания какого либо компонента.	5
		Свойственный данному изделию, без постороннего, с выраженным букетом, с незначительным преобладанием какого либо компонента (творога, облепихи).	4
		Нетипичный с значительным преобладанием какого либо компонента (творога, облепихи).	3
		Неприятный, кислый, с присутствием постороннего.	2
4	Вкус	Свойственный данному изделию, без постороннего, с приятным оттенком какого либо компонента.	5

		Свойственный данному изделию, без постороннего, с выраженным букетом, с незначительным преобладанием какого либо компонента (творога, облепихи).	4
		Нетипичный с значительным преобладанием какого либо компонента (творога, облепихи).	3
		Неприятный, кислый, с присутствием постороннего.	2
5	Консистенция	Мягкая, пористая, однородная.	5
		Незначительно менее пористая, мягкая, однородная.	4
		Крошливая, со значительными включениями отдельных компонентов.	3
		Плотная (или слишком крошливая), со следами не промесса.	2
6	Полнота вкуса	Оптимальное сочетание всех компонентов изделия, с равномерность и выраженность каждого из них.	5
		Незначительное преобладание одного из компонентов, при этом вкус остается приятным.	4
		Значительное преобладание одного из компонентов, при этом вкус изделия ухудшается.	3
		Не сочетаемость компонентов, входящих в состав изделия.	2
7	Наличие послевкуся, несвойственного изделию	Отсутствует.	5
		Незначительно присутствует.	4
		Неприятное, не значительно устойчивое.	3
		Неприятное, устойчивое.	2

Содержание основных веществ рациона питания лабораторных животных

	Масса нетто, г	Белки, г	Жиры, г	Углеводы г	ЭЦ, ккал	Витамины, мг				Минеральные вещества, мг			
						А	Д	Е	К	Fe	Mg	К	Са
Для контрольной группы													
Смесь зерновая	15	2,1345	3,51	3,0525	147	0,9	3,0	0,6	2,0	0,25	1,0	12,0	40,0
Хлеб	4	0,976	0,488	3,332									
Крупа овсяная	3	0,729	0,147	0,4512									
Молоко	8	0,28	0,28	1									
Мясо	5	1,25	0,75	0									
Корма сочные	20	2,41	0,5	7,5									
Жир рыбный	0,1	0	0,0899	0									
Мука мясо-рыбная	0,7	0,0039	0,00021	0									
Итого		8,68	5,76	15,33									
Для опытных групп крыс													
Для группы, потребляющей картофель фри													
Смесь зерновая	15	2,1345	3,51	3,0525	143	0,9	3,0	0,6	2,0	0,25	1,0	12,0	40,0
Крупа овсяная	3	0,729	0,147	0,4512									
Картофель фри	4	0,15	2,1	0,6									
Молоко	8	0,28	0,28	1									
Мясо	5	1,25	0,75	0									
Корма сочные	20	2,41	0,5	7,5									
Жир рыбный	0,1	0	0,0899	0									
Мука мясо-рыбная	0,7	0,0039	0,00021	0									
Итого		6,9	7,3	12,6									

Для группы, потребляющей чак-чак													
Смесь зерновая	15	2,1345	3,51	3,0525	142	0,9	3,0	0,6	2,0	0,25	1,0	12,0	40,0
Крупа овсяная	3	0,729	0,147	0,4512									
Чак-чак	4	0,47	0,8	2,6									
Молоко	8	0,28	0,28	1									
Мясо	5	1,25	0,75	0									
Корма сочные	20	2,41	0,5	7,5									
Жир рыбный	0,1	0	0,0899	0									
Мука мясо-рыбная	0,7	0,0039	0,00021	0									
Итого		7,2	6,07	14,6									
Для группы, потребляющей жир после жарки во фритюре													
Смесь зерновая	15	2,1345	3,51	3,0525	132	0,9	3,0	0,6	2,0	0,25	1,0	12,0	40,0
Крупа овсяная	3	0,729	0,147	0,4512									
Жир после жарки	2	0	1,95	0									
Молоко	8	0,28	0,28	1									
Мясо	5	1,25	0,75	0									
Корма сочные	10	1,2	0,25	7,5									
Мука мясо-рыбная	0,7	0,0039	0,00021	0									
Итого		5,59	6,8	12,03									
Для группы, потребляющей сухарики промышленного производства													
Смесь зерновая	15	2,1345	3,51	3,0525	140	0,9	3,0	0,6	2,0	0,25	1,0	12,0	40,0
Крупа овсяная	3	0,729	0,147	0,4512									
Сухарики	4	0,48	0,25	3,4									
Молоко	8	0,28	0,28	1									
Мясо	5	1,25	0,75	0									

Корма сочные	20	2,41	0,5	7,5																									
Жир рыбный	0,1	0	0,0899	0																									
Мука мясо-рыбная	0,7	0,0039	0,00021	0																									
Итого		7,2	5,5	15,4																									
Для группы, потребляющей чипсы промышленного производства																													
Смесь зерновая	15	2,1345	3,51	3,0525	140	0,9	3,0	0,6	2,0	0,25	1,0	12,0	40,0																
Крупа овсяная	3	0,729	0,147	0,4512																									
Чипсы	4	0,15	1,4	1,2																									
Молоко	8	0,28	0,28	1																									
Мясо	5	1,25	0,75	0																									
Корма сочные	20	2,41	0,5	7,5																									
Жир рыбный	0,1	0	0,0899	0																									
Мука мясо-рыбная	0,7	0,0039	0,00021	0																									
Итого		6,95	6,6	13																									
Для группы, потребляющей печенье промышленного производства																													
Смесь зерновая	15	2,1345	3,51	3,0525	161	0,9	3,0	0,6	2,0	0,25	1,0	12,0	40,0																
Крупа овсяная	3	0,729	0,147	0,4512																									
Печенье	4	0,49	1,93	5,16																									
Молоко	8	0,28	0,28	1																									
Мясо	5	1,25	0,75	0																									
Корма сочные	20	2,41	0,5	7,5																									
Жир рыбный	0,1	0	0,0899	0																									
Мука мясо-рыбная	0,7	0,0039	0,00021	0																									
Итого		7,29	7,2	17,1																									

Для группы, потребляющей сухарики с антиоксидантами													
Смесь зерновая	15	2,1345	3,51	3,0525	139,9	0,9	3,0	0,76	2,0	0,25	1,0	12,0	40,0
Крупа овсяная	3	0,729	0,147	0,4512									
Сухарики	4	0,48	0,25	3,4									
Молоко	8	0,28	0,28	1									
Мясо	5	1,25	0,75	0									
Корма сочные	20	2,41	0,5	7,5									
Жир рыбный	0,1	0	0,0899	0									
Мука мясо-рыбная	0,7	0,0039	0,00021	0									
Итого		7,2	5,5	15,4									
Для группы, потребляющей чипсы с антиоксидантами													
Смесь зерновая	15	2,1345	3,51	3,0525	140	0,9	3,0	0,76	2,0	0,25	1,0	12,0	40,0
Крупа овсяная	3	0,729	0,147	0,4512									
Чипсы	4	0,15	1,4	1,2									
Молоко	8	0,28	0,28	1									
Мясо	5	1,25	0,75	0									
Корма сочные	20	2,41	0,5	7,5									
Жир рыбный	0,1	0	0,0899	0									
Мука мясо-рыбная	0,7	0,0039	0,00021	0									
Итого		6,95	6,6	13									
Для группы, потребляющей кексы с антиоксидантами													
Смесь зерновая	15	2,1345	3,51	3,0525	139								
Крупа овсяная	3	0,729	0,147	0,4512									
Кексы	4	0,36	0,75	2,15									

Молоко	8	0,28	0,28	1											
Мясо	5	1,25	0,75	0		0,9	3,0	0,65	2,0	0,25	1,0	12,0	40,0		
Корма сочные	20	2,41	0,5	7,5											
Жир рыбный	0,1	0	0,0899	0											
Мука мясо-рыбная	0,7	0,0039	0,00021	0											
Итого		7,16	6,0	14,1											
Для группы, потребляющей жир очищенный после жарки во фритюре															
Смесь зерновая	15	2,1345	3,51	3,0525	132										
Крупа овсяная	3	0,729	0,147	0,4512											
Жир очищенный после жарки	2	0	1,95	0											
Молоко	8	0,28	0,28	1			0,9	3,0	0,6	2,0	0,25	1,0	12,0	40,0	
Мясо	5	1,25	0,75	0											
Корма сочные	10	1,2	0,25	7,5											
Мука мясо-рыбная	0,7	0,0039	0,00021	0											
Итого		5,59	6,8	12,03											

Примечания: витамины и минеральные вещества вносились в корм в виде премикса.

Сравнительная характеристика комплексных показателей качества чипсов

Наименование показателя качества	Коэффициент весомости	Образец 0,8 %		Образец 0,10 %		Образец 0,12 %		Образец 0,14 %	
		Значение относительного показателя качества	Комплексный показатель						
свойства функционального назначения: токоферол-эквивалент, а									
Токоферол-эквивалент	1,0	1,009	1,009	1,012	1,012	1,014	1,014	1,016	1,016
Σ mai Kai			1,009		1,012		1,014		1,016
органолептической оценки (данные рисунка 7.16)									
Гармоничность и полнота аромата	0,2	1,08	0,216	1,35	0,270	1,08	0,216	0,81	0,162
Равномерность распределения соли и специй	0,2	1,66	0,333	1,66	0,333	1,66	0,333	1,66	0,333
Флевор	0,3	1,18	0,354	1,47	0,441	1,18	0,354	0,88	0,264
Хрусткость	0,2	1,00	0,200	1,00	0,200	1,00	0,200	1,00	0,200
Текстура	0,1	1,00	0,100	1,00	0,100	1,00	0,100	1,00	0,100
Σ mbi Kbi			1,203		1,344		1,203		1,059

Сравнительная характеристика комплексных показателей качества сухариков

Наименование показателя качества	Коэффициент весомости	Образец 0,02 %		Образец 0,03 %		Образец 0,04 %		Образец 0,05 %	
		Значение относительного показателя качества	Комплексный показатель						
свойства функционального назначения: токоферол-эквивалент, а (Таблица)									
Токоферол-эквивалент	1,0	1,0030	1,0030	1,0045	1,0045	1,0051	1,0051	1,0076	1,0076
Σ mai Kai			1,0030		1,0045		1,0051		1,0076
органолептической оценки (данные рисунка 7.18)									
Гармоничность и полнота аромата	0,2	1,00	0,200	1,25	0,250	1,00	0,200	1,00	0,200
Равномерность распределения соли и специй	0,2	1,25	0,250	1,25	0,250	1,25	0,250	1,25	0,250
Флевор	0,3	1,25	0,375	1,25	0,375	1,00	0,300	0,75	0,225
Хрусткость	0,2	1,00	0,200	1,00	0,200	1,00	0,200	0,80	0,160
Текстура	0,1	1,00	0,100	1,00	0,100	1,00	0,100	1,00	0,100
Σ mbi Kbi			1,125		1,175		1,050		0,935

Сравнительная характеристика комплексных показателей качества кексов с разной концентрацией облепихи

Наименование показателя качества	Коэффициент весомости m	Образец 1 % облепихи		Образец 1,5 %		Образец 2 %		Образец 2,5 %	
		Значение относительного показателя качества	Комплексный показатель						
свойства функционального назначения: пищевая ценность, энергетическая ценность a									
Содержание белка Ka ₁	0,2	1,00	0,200	1,00	0,200	1,00	0,200	1,00	0,200
Содержание жира Ka ₂	0,3	0,98	0,294	0,97	0,291	0,96	0,288	0,94	0,282
Содержание углеводов Ka ₃	0,2	0,99	0,198	0,99	0,198	0,99	0,198	0,99	0,198
Энергетическая ценность	0,3	0,99	0,297	0,982	0,295	0,980	0,294	0,974	0,292
Σ maі Kaі			0,989		0,984		0,980		0,972
органолептической оценки (данные рисунка 7.25)									
Внешний вид	0,1	1	0,1	1	0,1	1	0,1	1	0,1
Цвет	0,2	1,25	0,25	1,25	0,25	1,25	0,25	1,25	0,25
Текстура	0,1	1,25	0,125	1,25	0,125	1,25	0,125	1,25	0,125
Полнота вкуса	0,3	1,33	0,4	1,66	0,5	1,33	0,4	1,00	0,3
Гармоничность аромата	0,2	1,33	0,266	1,66	0,332	1,33	0,266	1,0	0,2
Σ mbi Kbi			1,141		1,307		1,141		0,975

