

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана»

На правах рукописи

Самигуллин Динар Ильсирович

Санитарно-гигиенические показатели молочных продуктов с заменителем молочного жира и их влияние на организм белых мышей

06.02.05 – ветеринарная санитария, экология, зоогигиена и ветеринарно-санитарная экспертиза

03.01.04 – биохимия

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель: канд. биол. наук, доцент
Волков Ренат Алиевич

Научный руководитель: доктор биол наук, профессор
Ежкова Асия Мазетдиновна

Казань -2021

2
ОГЛАВЛЕНИЕ

1 Введение.....	4
2 Обзор литературы.....	12
2.1 Стерины.....	12
2.2 Влияние фитостеролов на организм.....	15
2.3 Пальмовое масло.....	17
2.4 Влияние пальмового масла на организм.....	20
2.5 Жирно-кислотный состав.....	23
2.6 Соли тяжёлых металлов	27
3 Собственные исследования.....	31
3.1 Материалы и методы исследований.....	31
3.2 Результаты собственных исследований.....	40
3.2.1 Исследование молочной продукции и анализ состояния потребительского рынка Республики Татарстан на содержание фитостеринов.....	40
3.2.2 Идентификация молочных продуктов на содержание стеринов.....	43
3.2.3 Характеристика пальмового масла.....	55
3.2.4 Влияние пальмового масла для пищевых и технических целей на организм белых мышей.....	63
3.3 Исследование санитарно-гигиенических показателей сметаны с массовой жира 15% и молокосодержащего продукта с заменителем молочного жира, произведённого по технологии сметаны.....	66
3.3.1 Биологическая безопасность, органолептические свойства. Химический состав, пищевая и энергетическая ценность	66
3.3.2 Фито- и зоостериновые и жирнокислотный составы молочных продуктов при их модификации (фальсификации).....	70
3.3.3 Испытания сметаны с массовой долей молочного жира 15% и молокосодержащего продукта с заменителем молочного жира	79

3.3.4 Влияние различных видов и доз молочнокислых продуктов и пальмового масла на организм белых мышей (<i>Mus musculus</i>).....	88
3.3.5 Влияние сметаны,nanoструктурного бентонита и смеси сметаны с наноструктурным бентонитом на содержание свинца в организме белых мышей	99
Заключение	104
Выводы.....	104
Практические предложения.....	107
Список литературы.....	108
Список иллюстрированного материала.....	140
Список сокращений и наименований.....	145
Приложения.....	146

1 ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. На современном этапе большое внимание уделяется обеспечению населения страны качественными и полноценными продуктами питания [210,215,233]. Особое внимание заслуживает сектор по производству молока и молочной продукции, объемы которого ежегодно увеличиваются. В связи с этим одной из основных задач является контроль качества и безопасности продуктов [249].

Значительная доля научных трудов посвящена исследованиям молочных продуктов, комбинированных различными компонентами, улучшающих как их вкусовые свойства, так и насыщающих пищевую ценность. Большой объем исследований направлен на определение качества молочных продуктов обогащённых микронутриентами, а так же изготовленных с применением заменителей молочного жира с содержанием в составе фитостеринов и не молочных жиров животного происхождения [209, 214, 220].

На сегодняшний день отсутствует единое мнение в вопросе замены молочного жира маслами и жирами растительного происхождения, в том числе и пальмовым маслом [232]. Ряд исследователей описывают пагубное влияние фитостеринов на живые организмы, в то же время имеются публикации, где показан положительный биологический эффект растительных масел при комбинировании с молочными продуктами и умеренном их потреблении [236, 257, 262].

Биологическая роль фитостеринов заключается в том, что они являются структурными элементами для строения клеточных оболочек, и служат строительным материалом для образования стероидных гормонов, витаминов

группы D и желчных кислот. В живом организме фитостерины компенсируют гормональный дисбаланс, регулируют продукцию цитокинов, согласуют работу иммунной системы с эндокринной [203].

Насыщение пищевой ценности молочной продукции с применением не молочных жиров животного происхождения ведет к существенному снижению стоимости и качества продукции, что не редко используется не доброкачественными производителями [263]. В то же время исследователи указывают на положительные эффекты комбинации молочных продуктов высоко калорийными жирами, так как они являются источником энергии в организме [208].

Ведение комбинирующих заменителей молочного жира в молочную продукцию оказывается не только на его потребительских свойствах, но и на здоровье населения. В связи с чем, исследования санитарного качества и безопасности молочных продуктов, изготовленных с использованием заменителей молочного жира, изучение их влияния на живые организмы является актуальным.

Степень разработанности темы. В научных публикациях зарубежных авторов Европы и США в последнее десятилетие показано положительное влияние на живые организмы молочных продуктов, растительных масел и маргаринов, обогащенных фитостеринами [29, 51, 69].

В исследованиях авторов показано, что подобные продукты профилактируют болезни органов сердечнососудистой системы, желудочно-кишечного тракта и проявляют противоопухолевые действия в организме.[17, 73, 82, 100, 119].

В исследованиях отечественных авторов показано, что на российском рынке имеет место оборот продуктов, не отвечающих потребностям большинства населения, а также фальсифицированной пищевой продукции до 8% от общего объема продукции [204, 205, 215, 234, 242, 264].

В России с 2016 года действует распоряжение Правительства Российской Федерации №1364-р «Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года», которое является основой для формирования национальной системы управления качеством пищевой продукции [249].

Работы многих авторов посвящены изучению контроля качества молочных продуктов, произведенных с использованием молочных заменителей, а также контролю качества заменителей сырья и количества компонентов [213, 228, 233, 264, 265]. Имеются разрозненные и противоречивые исследования по изучению влияния молочных продуктов с содержанием разных видов заменителей молочного жира, в том числе и пальмовых масел, на живые организмы [170, 184, 212, 217, 222, 243].

Проведенные нами исследования являются частью плановых научно-исследовательских работ федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана» (ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ) кафедр «Биологическая химия, физика и математика» и «Физиология и патологическая физиология» по теме «Безопасность растениеводческой и животноводческой продукции».

Цель и задачи исследований. Цель – исследование свойств молочных продуктов с заменителем молочного жира и изучение их влияния на живые организмы.

Задачи исследований:

- 1) Изучить потребительский рынок молочных продуктов и выявить качественные и количественные показатели нестандартной продукции.
- 2) Провести сравнительную оценку биобезопасности, стеринового и жирно кислотного составов стандартных и нестандартных молочных продуктов, пальмового масла и не молочных жиров животного происхождения.
- 3) Исследовать органолептические, физико-химические свойства, фитостериновый и жирно кислотный составы сметаны с массовой долей молочного жира 15% и молоко содержащего продукта с заменителем молочного жира (ЗМЖ), произведенного по технологии сметаны с заявленной жирностью 15%, в гарантийный и постгарантийный сроки хранения.
- 4) Изучить влияние разных количеств сметаны с содержанием молочного жира, молоко содержащего продукта с ЗМЖ, изготовленного по технологии

сметаны и пальмовых масел для пищевых и технических целей, на морфометрические показатели роста, развития белых мышей, морфологические и биохимические показатели крови.

5) Изучить комплексное действие кисломолочного продукта и агросорбента на организм белых мышей.

Научная новизна исследований. На основании проведенных исследований установлен объем нестандартной молочной продукции на современном потребительском рынке и выделены основные модификаторы-фальсификаторы – растительные масла и не молочные жиры животного происхождения. Впервые установлена возможность и адаптирована методика исследования стеринового состава жидких кисломолочных продуктов методом газожидкостной хроматографии.

Дана сравнительная оценка санитарно-гигиенических показателей и биологического эффекта в организме белых мышей пальмовых масел для пищевых и технических целей.

Впервые изучена динамика и установлены различия фитостеринового и жирно-кислотного составов сметаны с массовой долей молочных жиров 15% и молоко содержащего продукта с ЗМЖ, изготовленного по технологии сметаны в гарантый и постгарантый сроки хранения.

В результате длительного применения в кормлении белых мышей сметаны с массовой долей молочного жира, молоко содержащего продукта с ЗМЖ изготовленного по технологии сметаны, пальмовых масел для пищевых и технических целей получены новые знания об их влиянии на общее состояние, рост и развитие животных и морфо-биохимический состав крови.

Показана синергическая эффективность комплексного применения кисломолочных продуктов с агросорбентами в отношении сорбции солей свинца в организме белых мышей.

Теоретическая и практическая значимость работы. Полученные результаты расширяют теоретические представления о вариабельности составов, количеств и свойств молочных продуктов на основе растительных масел и не

молочных жиров животного происхождения и механизмах их воздействия на живые организмы в условиях длительного поступления с рационом. В теоретическом аспекте обоснована возможность исследования стеринового состава жидких кисломолочных продуктов с применением метода газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием.

Практическая значимость работы представлена разработкой и внедрением в производство методической рекомендации «Определение стеринов в жидкой кисломолочной продукции методом газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием», утвержденных научно-техническим советом ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ, протокол 1 от 11.03.2021 г.

Результаты диссертационной работы рекомендуются к использованию в учебном процессе при преподавании курса ветеринарно-санитарной экспертизы в ветеринарных и сельскохозяйственных высших учебных заведениях РФ, и в государственных лабораториях продовольственных рынков.

Методология и методы исследований. Методологические подходы обоснованы анализом отечественных и зарубежных публикаций по тематике исследований, современности используемых методов и оборудования, анализе полученных результатов. Разработана методическая рекомендация по определению стеринов в жидкой кисломолочной продукции.

В экспериментах и научно-производственных опытах были использованы 252 нелинейные белые мыши. В период с 2018 по 2021 проведено исследование: 1123 проб молока, 32 пробы йогурта, 598 проб кисломолочных продуктов (сметана, творог, твороженная масса, сырки, твороженные продукты), 468 проб жидких кисломолочных продуктов (айран, ацидофилин, кефир, кумыс, простокваша и ряженка), 1338 проб твёрдых молочных продуктов (масло, сыр), 6 проб пальмового масла для пищевых целей и пальмового масла для технических целей, 12 проб куриного, бараньего, гусиного, говяжьего жира.

В работе использовали методы газожидкостной и газовой хромато-масс-спектрометрии, органолептические, физико-химические, биохимические бактериологические, технологические методы исследований молочных продуктов

и пальмового масла, клинико-физиологические методы исследования животных, гематологические, токсикологические, морфологические методы исследований органов и тканей. Часть исследований по определению фитостеринов и жирнокислотного состава продуктов проводили в испытательном лабораторном центре ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан (Татарстан)», г. Казань.

В работе использовано высокотехнологичное аналитическое оборудование: комплекс хроматографический Хромос «ГХ-1000» (*Россия*), газовый хроматограф с масс-селективным детектированием Agilent Technologies Inc 7890B (*США*), атомно-абсорбционный спектрометр «Analyst 400» Perkin Elmer Inc (*США*), атомно-абсорбционный спектрометр «PinAAcle900F» Perkin Elmer Inc (*США*).

Цифровые показатели, полученные при выполнении работы, анализировали по стандартным программам вариационной статистики согласно пакету программ Microsoft Office Excel-2016. Библиографический список использованных литературных источников оформлен в соответствии с ГОСТ Р 7.0.11-2011.

Положения, выносимые на защиту.

1) Анализ потребительского молочного рынка на нестандартную продукцию. В нестандартной молочной продукции присутствуют фитостерины и не молочные жиры животного происхождения.

2) Состав и свойства пальмового масла для пищевых целей отличаются от пальмового масла для технических целей. Введение технического масла в рацион белых мышей способствует снижению массы тела, при увеличении массы паренхиматозных органов.

3) Результаты исследования состава и свойств сметаны с массовой долей молочного жира 15% и молоко содержащего продукта с ЗМЖ произведенного по технологии сметаны с заявленной жирностью 15% в гарантийный и пост гарантийный сроки хранения.

4) Использование пальмового масла для пищевых целей и кисломолочных продуктов с ЗМЖ в кормлении белых мышей не оказывает отрицательного влияния

на общее состояние животных, массу тела и внутренних органов, улучшает морфологические и биохимические показатели крови.

5) Введение в рацион белых мышей кисломолочного продукта и агросорбента способствует уменьшению содержания свинца.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность результатов обусловлена значительным объемом экспериментального материала – 3 687 проб, использованием современных методов и оборудования, постановкой экспериментов с применением животных, подобранных по принципу аналогов. Полученные цифровые данные обработаны биометрически с применением программных комплексов Microsoft Office Excel – 2016, используя методы вариационной статистики.

Основные результаты научных исследований доложены, обсуждены и одобрены на годовых отчетах по итогам НИР на заседаниях кафедры биологическая химия, физика и математика и кафедры физиология и патологическая физиология ФГБОУ ВО «Казанская ГАВМ» в период с 2019 по 2021 гг.; на Международной научной конференции студентов, аспирантов и учащейся молодежи «Молодежные разработки и инновации в решении приоритетных задач АПК» (Казань, 2019); на XVI Всероссийской конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием «Пищевые технологии и биотехнологии», посвященной 150-летию Периодической таблицы химических элементов (Казань, 2019); Международной научно-практической конференции «Инновационные разработки и цифровизация АПК», посвященной 50-летию Татарского НИИАХП - обособленного структурного подразделения ФИЦ КазНЦ РАН и 75-летию Казанского научного центра Российской Академии наук (Казань, 2020); на XVII Всероссийской конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием «Пищевые технологии и биотехнологии» (Казань, 2020); материалах коллективной монографии «Проблемы и основные направления повышения эффективности функционирования АПК региона в условиях глобализации и импортозамещения» (Пенза, 2020-2021).

Личный вклад автора. Планирование, подготовка, проведение экспериментов, статистическая обработка результатов, формулирование выводов, основных положений, выносимых на защиту и оформление диссертации, проведены диссертантом лично. Доля участия автора в выполнении работ составила 85%.

Публикация результатов исследований. По теме диссертации опубликовано 10 работ, из которых 3 в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях в соответствии с перечнем ВАК при Министерстве образования и науки РФ; в международных базах цитирования WoS и Scopus – 1, коллективная монография – 2, методическая рекомендация для внедрения в производство.

Структура и объем диссертации. Диссертация содержит разделы: введение (8 с.), обзор литературы (19 с.), материалы и методы исследований (9 с.), результаты собственных исследований (63 с.), заключение (3 с.), предложение производству (1 с.), список литературы (32 с.), список иллюстративного материала и таблиц (5 с.), список сокращений наименований (1 с.) и приложения (2 с.). Работа изложена на 148 страницах компьютерного текста, содержит 28 таблиц, 33 рисунка. Список литературы включает 268 источника, в том числе 196 зарубежных.

2 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

2.1 Стерины

Стерины относятся к классу полициклических спиртов, которые в своём составе содержат алифатические и циклические фрагменты, и по своей химической природе относятся к изопреноидам. В природе встречаются в виде свободных спиртов, либо в виде эфиров высших жирных кислот [56, 185].

По своим химическим свойствам стерины мало отличаются от свойств алициклических спиртов и алканов. Особенность структуры стеринов проявляется, в их способности образовывать прочные труднорастворимые комплексы с дигитонином, что может использоваться для выделения и очистки холестерина (рис.1).

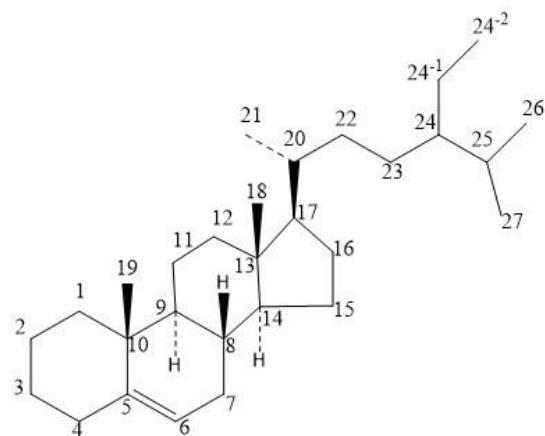


Рисунок 1 - Общая структурная формула стеринов

Стерины встречающиеся в организме животных, называются зоостеринами, из которых наиболее важным является холестерин с брутто-формулой $C_{29}H_{50}O$ (рис.2).

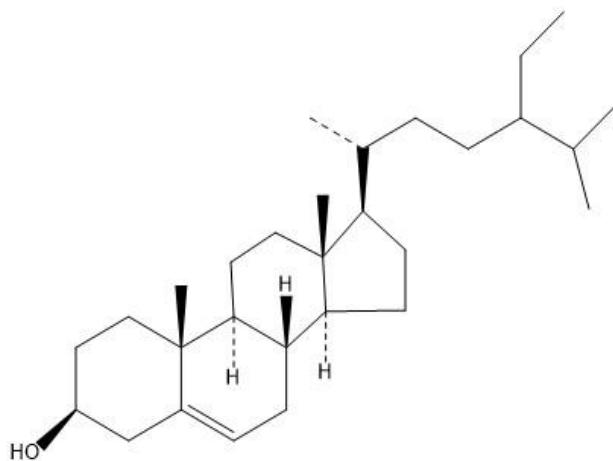


Рисунок 2 - Структурная формула холестерина

Стерины, выделяемые из дрожжей или плесневых грибов, называются микостеринами, из которых наиболее встречаемый в природе-эргостерин (рис.3).

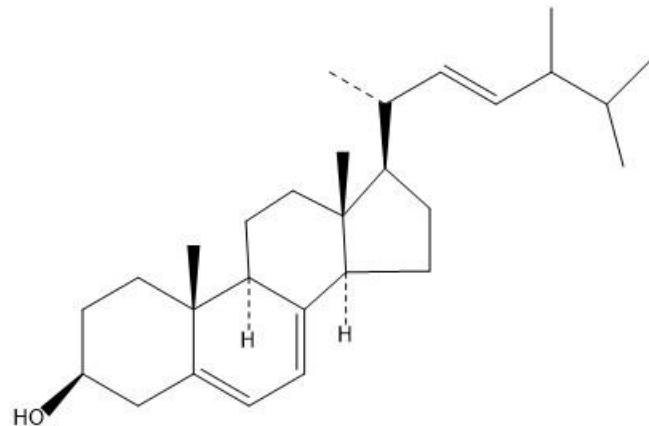


Рисунок 3 - Структурная формула эргостерина

Стерины низших и высших растений называются фитостеринами, выделяемые из растительного сырья, представляют собой, как правило, смесь бета- ситостерина, кампестерина, стигмастерина, бруссикастерина и других видов стеринов в различном количественном соотношении в зависимости от источника происхождения (рис.4).

Отличительной структурной особенностью растительных стеринов от холестерина является наличие метильных или этильных групп при 24-ом атоме углерода боковой цепи [176].

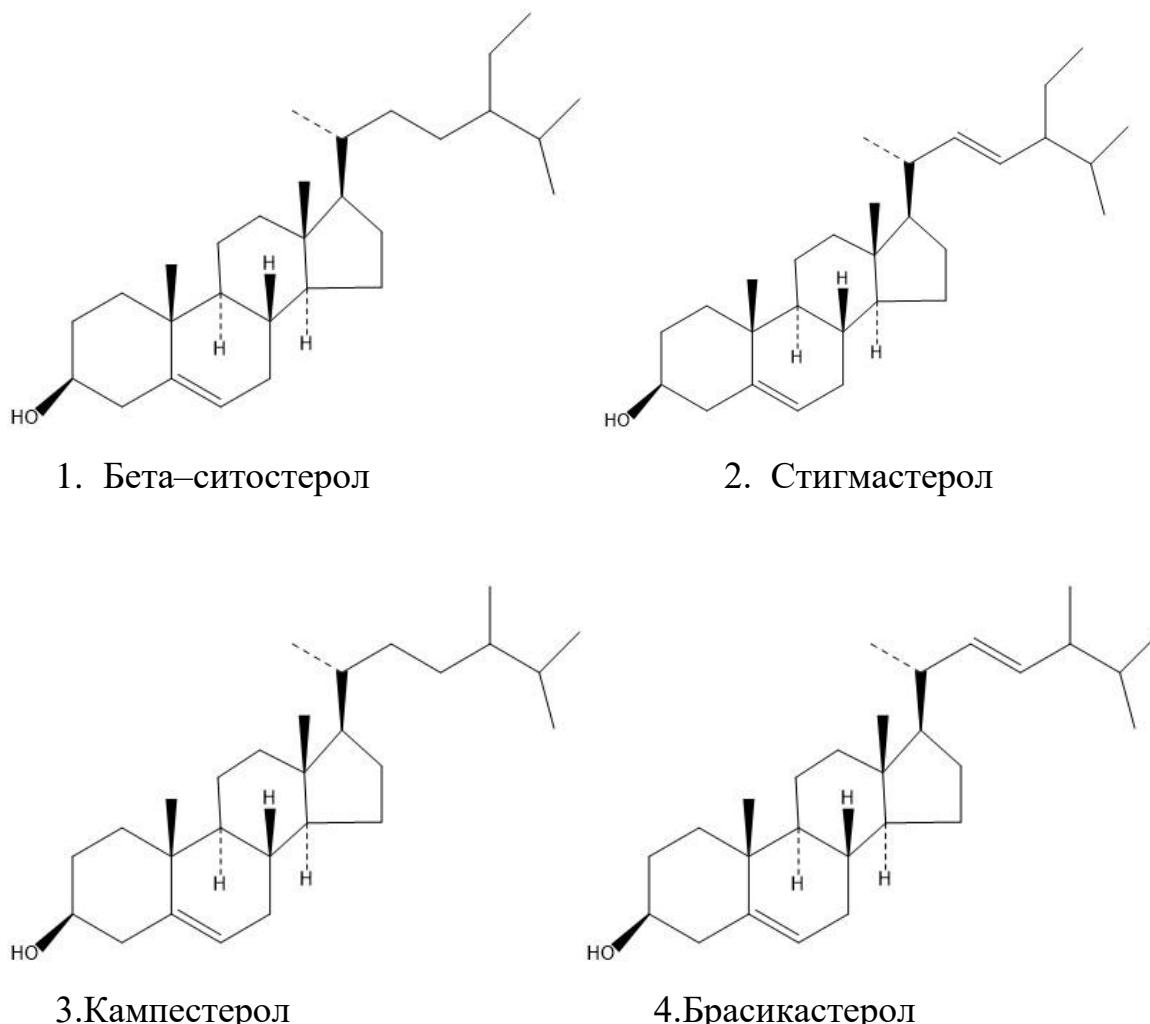


Рисунок 4 - Структурные формулы растительных фитостеринов (1-бета-ситостерол, 2 – стигмастерол, 3 – кампестерол, 4- brasicaстерол)

Источником для промышленного получения фитостеринов служат растения - соя культурная. Именно семена сои содержат большое количество стигмастерина, бета-ситостерина, кампестерина. В качестве источников фитостеринов также могут выступать водоросли, которые находят широкое применение в пищевой и фармацевтической промышленности.

В некоторых странах разрешено обогащать продукты фитостеринами. Так как потребление скомбинированных продуктов позволяет снизить высокое содержание холестерина в организме . Среди обогащённых продуктов широкое применение нашли кондитерские изделия [149].

Для проведения быстрого и точного анализа содержания стеринов в пищевой продукции разработаны методы газовой хроматографии, газовой хромато-масс-

спектрометрии и высокоэффективной жидкостной хроматографии. Методы могут быть использованы как для качественного, так и для количественного анализа, позволяющие проводить идентификацию фитостеринов как в сырье, так и в пищевой продукции [14, 52, 54, 56, 60, 62, 66, 86, 116, 145, 159, 160].

Проведения качественных и количественных испытаний необходимы из-за способности комбинирования продукта с содержанием холестерина и фитостеринов. В некоторых случаях производители могут видоизменять химический состав молочного продукта добавляя в состав фитостерины, что в свою очередь влияет на физико-химические свойства. Полученные продукты при сбалансированном питании могут быть полезными и необходимыми при контроле потребления холестерина, особенно для людей с гиперхолестеринемией [13, 28, 47, 134, 143].

В клинической практике использование функциональных продуктов с растительными стеролами в рекомендуемых дозах может рассматриваться как фармакологический препарат для людей с гиперхолестеринемией (один из наиболее важных факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний) [47, 71, 112, 117, 156].

На сегодняшний день на территории Российской Федерации в нормативных документах прописываются лишь требования по производству продуктов с использованием жиров животного происхождения. Так как производители довольно часто вводят в заблуждение при маркировке пищевых продуктов не указывая на этикетке информации о наличии фитостеринов [238].

2.2 Влияние фитостеролов на организм

Фитостерины - холестериноподобные молекулы, которые содержатся во всех растительных продуктах, при этом самые высокие концентрации встречаются в

растительных маслах. Организмом фитостерины усваиваются в следовых количествах, но позволяют снижать уровень холестерина [239].

По своим свойствах известно, что фитостерины обладают противовоспалительным и жаропонижающим действием, способствуют снижению уровня холестерина в крови и снижению развития сердечно-сосудистых заболеваний [31, 50, 59, 81, 110, 142, 147, 151, 174].

Данные свойства очень важны при нарушении обмена холестерина в организме, так как повышенный уровень холестерина в крови может привести к развитию атеросклероза, болезни Альцгеймера, заболеванию связанного с отложением холестерина на стенках кровеносных сосудов (кальцинированию), развитию сердечно-сосудистых заболеваний [50, 51, 94, 96, 119, 153, 177].

Положительные свойства соединений стеринов природного происхождения позволяют использовать их в медицине при профилактике и лечении рака. Так согласно международных данных потребление стигмастерола показало возможность его использования в качестве противораковых терапевтических средств при лечении раковых клеток молочной железы и печени человека [178].

Бета - ситостерин используют для лечения хронического простатита. На территории Российской Федерации зарегистрировано несколько препаратов на основе экстракта плодов пальмы ползучей: Пермиксон (Франция), Простагут моно (Германия), Палпростес (Швейцария). Основным действующим веществом пальмы ползучей является бета-ситостерин. Он обладает различными фармакологическими действиями: снижает риск возникновения рака толстой кишки, простаты, молочной железы, желудка, лёгких, влияет на состояние иммунной системы. Также стоит отметить, что фитостерины обладают окнопрофилактической активностью [197].

Фитостерины считаются безопасными биологическими добавками. Главным противопоказанием для употребления фитостеринов является болезнь «фитостеролемия», генетическое заболевание, связанное с мутациями белка-переносчика, который играет важную роль в поступлении стеринов в энteroциты и гепатоциты.

Влияние потребления фитостерола на развитие рака также исследовалось и на животных [93]. Исследовали действие фитостеринов на рост эстрогензависимых клеток рака груди человека у мышей. Потребление β -ситостерина не влияло на рост клеток рака груди у мышей, не получавших 17β -эстрадиол, но снижало рост опухоли у мышей, получавших 17β -эстрадиол, на 38,9%. Аналогичным образом определили эффект кампестерина на оплодотворенных куриных яиц, однако, не наблюдали какого-либо влияния приема фитостерола (24 мг на крысу в день) на рак толстой кишки у крыс, получавших диету с нормальными или высокими насыщенными жирными кислотами [48].

Из этих исследований очевидно, что фитостерины облегчают различные виды рака у людей и животных, кроме рака толстой кишки [48].

В литературе встречается информация о проведённых испытаниях после кормления бройлеров с добавлением бета-ситостерина. Добавление фитостерина увеличило массу тела и потребление корма цыплятами-бройлерами. Эти результаты показывают, что кормление цыплят фитостерином является хорошей программой кормления для соответствующего морфологического развития [39].

2.3 Пальмовое масло

С каждым днём ассортимент пищевой продукции увеличивается с геометрической прогрессией, что позволяет расширить выбор и сформировать потребительскую корзину в соответствии со своими финансовыми возможностями. Со стороны государства предпринимаются меры по контролю качества и регулированию оборота пищевых продуктов.

В основе стратегических задач развития Российской Федерации на период до 2024 года – здоровое питание граждан. Одной из задач федеральной программы

«Укрепление общественного здоровья» национального проекта «Демография» - контроль качества, безопасности продукции.

Так в Республике Татарстан в рамках «пилотного проекта» за качеством пищевой продукции и в целях реализации национального проекта «Демография» было отобрано 587 проб 12 групп основных пищевых продуктов. В каждой группе оценивали от 11 до 30 показателей качества и провели 29 610 исследований на базе Испытательного лабораторного центра ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан (Татарстан)». По результатам проведённых испытаний пищевых продуктов было выявлено, что 107 проб (18% от общего числа) не соответствуют требованиям качества по ряду показателей [250].

В поисках баланса между тем что вредит организму и положительно влияет на него нами было принято решение рассмотреть свойства пальмового масла, которые так активно обсуждаются в средствах массовой информации.

Пальмовое масло добывают из листьев и плодов масличной пальмы (древнего тропического растения). Продукт издавна использовался в пище и в медицине. В составе пальмового масла присутствуют пальмитиновая кислота, каротин и витамин Е. В целях расширения возможности применения пальмового масла его делят на жидкий пальмовый олеин и твердый пальмовый стеарин [97, 98, 99, 101, 122, 185, 192, 194].

Пальмовое масло для непищевых целей - это разновидность пальмового масла, не имеющая никаких полезных свойств, кроме своей дешевизны и срока хранения. Из-за низкой степени очистки в нем содержится большое количество окисленных жиров, которые оказывают вредное воздействие на живые организмы. Техническое пальмовое масло предназначено для использования исключительно в производстве бытовой химии [33, 34, 40, 103, 157, 195, 226].

На сегодняшний день пальмовое масло является довольно востребованным сырьём, так как находит применение в пищевой, косметической и энергетической промышленности. Столь востребованное и незаменимое сырьё повсеместно встречающееся в пищевых продуктах и товарах непродовольственного назначения используется ввиду его особенностей: низкой стоимости, длительного срока

хранения сырья, схожести по химическому составу с животными жирами, содержащих мононенасыщенные и насыщенные жирные кислоты [19, 5, 53, 55, 61, 70, 90, 162].

Ввиду востребованности и широкого круга применения фракций пальмового масла на территории Российской Федерации установлены регламентирующие требования к пищевому пальмовому маслу, представленные в Техническом Регламенте Таможенного Союза «О безопасности масложировой продукции» (ТР ТС 024/2011). Требования, по которым пальмовое и другие масла разграничиваются на техническое и пищевое, описаны в действующих технических регламентах Таможенного Союза. Также стоит обратить внимание что на территории Российской Федерации для пальмового масла, используемого в качестве сырья для пищевой промышленности принят и действует ГОСТ 31647-2012 «Масло пальмовое рафинированное дезодорированное для пищевой промышленности. Технические условия» в котором прописаны требования к сырью, маркировке и методам контроля.

Применение пальмового масла обширно, оно используется для изготовления заменителей молочного жира, жира для глазури, топленого масла, спреда, для кондитерских жиров, майонезов. К основной продукции с содержанием пальмового масла относят:

- кондитерские изделия (шоколад, пирожные, шоколадные конфеты, печенье сдобное, пряники, вафли);
- молочные продукты (сыры, йогурты, сметана, сливки, кисломолочные напитки, глазированные сырки, мороженое);
- полуфабрикаты (пельмени, вареники);
- продукты быстрого приготовления (вермишель быстрого приготовления);
- готовые упакованные соусы (майонез, майонезные соусы на основе растительного масла) [23, 25, 27, 37, 57, 68, 80, 105, 165, 207, 244, 260].

Применение пальмового масла в молочной промышленности привело к изменению по содержанию в продуктах холестерина и фракций растительных стеринов (бета-ситостерола, стигмастерола и кампестерола). Процентное

содержание фитостеринов в молокосодержащем продукте увеличивалось пропорционально с увеличением уровня добавления пальмового масла [36, 92, 106, 126, 127, 167].

С целью недопущения случаев фальсификации молочной продукции растительными стеринами применяются спектральные и газохроматографические методы позволяющие идентифицировать наличие фитостеролов, так как в настоящее время актуальна проблема безопасности пищевых продуктов [24, 26, 65, 107, 108, 114, 161, 168, 169].

2.4 Влияние пальмового масла на организм

Столь обширное применение пальмового масла вызывает бурное обсуждение со стороны общества: представляет ли оно потенциальную опасность для здоровья человека и ли всё же полезно. Ведь пальмовое масло представляет собой важный источник насыщенных жирных кислот, которые при чрезмерном употреблении негативно влияют на организм и увеличивают риск развития сердечно-сосудистых заболеваний. Взрослый и молодой организм по-разному реагирует на потребление продуктов, содержащих в своём составе пальмовое масло [64, 109, 118, 121, 124, 129, 131, 181, 182, 183].

Использование пальмового масла в детском питании носит неоднозначный характер. Так как в литературе встречается информация о негативном воздействии, так и возможном его применении. С одной стороны их наличие приводит к дефициту кальция, недостаточной минерализации костей, проблемам с пищеварением и выводу минеральных элементов из организма [111, 135, 229, 260, 266].

С другой стороны известно, что детское питание с высоким содержанием пальмитиновой кислоты по свойствам приближено к грудному молоку [236].

Одна из обсуждаемых причин почему пальмовое масло негативно влияет на организм – глицидиловые эфиры образующиеся при производстве масла. Однако экспериментально установлено и доказано, что температура мало влияет на образование сложных эфиров, и если их содержание меняется, то только после температуры 250 ° С [1, 75, 76, 84, 130, 163, 164, 173, 190].

Считается что каждый килограмм пальмового масла, употребляемый ежегодно увеличивает смертность от ишемической болезни сердца, так как по физическим свойствам пальмовое масло отличается тугоплавкостью, оно перерабатывается организмом и выводится частично, основная часть остаётся в виде шлаков. Высокое количество непереработанных насыщенных жирных кислот способствует увеличению развития сердечно-сосудистых заболеваний [89, 138, 248, 267]. Также в литературе присутствует информация о проведении исследований липидного спектра крови людей, употреблявших в рацион пальмовое масло. Было доказано, что потребление молодыми здоровыми лицами пальмового масла повышает уровень общего холестерина в организме [120, 201, 224].

Довольно часто встречается информация о рекомендованном суточном потреблении насыщенных жирных кислот, которое должно быть меньше 10% от общего числа кислот поступающих в организм. Потребление насыщенных жирных кислот входящих в состав пальмового масла, в пределах 10% не влияет пагубно на здоровье человека, что исключает возможность развития сердечно-сосудистых заболеваний, в том числе рака [58].

Помимо двух основных фракций существует так называемое «техническое» пальмовое масло, являющееся наиболее дешёвым сырьём, в 5 раз дешевле, чем другие виды пальмового масла. Из-за низкой степени очистки в «техническом» пальмовом масле содержится большое количество насыщенных жирных кислот, которые пагубно влияют на организм человека и могут вызывать онкологические заболевания. При проведении сравнительного анализа по процентному содержанию насыщенных и ненасыщенных жирных кислот в пальмовом масле и растительных маслах было установлено, что содержание ненасыщенных жирных кислот минимальное. Так, например линолевой кислоты в техническом пальмовом

масле содержится 5%, что намного меньше в сравнении с содержанием этой же кислоты в растительных маслах, где значение доходит до 71-75% [8, 15, 123, 140, 146, 148, 200].

Среди всей информации о вреде использования пальмового масла встречаются и положительные свойства. Так в развивающихся странах растительные масла заменяют животные жиры из-за их стоимости. Потребление пальмового масла в качестве источника диетического жира в рамках здорового сбалансированного питания, не имеет дополнительного риска сердечно-сосудистых заболеваний. Установлено, что замена пальмового масла другими маслами, богатымиmono- или полиненасыщенными жирными кислотами, не будет получено никакой дополнительной пользы [30, 40, 128, 150, 152, 191].

Благодаря стойкости к окислительным процессам пальмового масла возможно производить продукцию с увеличенным сроком годности [9, 10, 154]. По химическому составу пальмовое масло богато каротиноидами (провитамином А, витамином Е), которые участвуют в предотвращении рака и других хронических заболеваний. Научно подтверждено, что добавление в основной пищевой рацион умеренного количества пальмового масла благоприятно влияет на состоянии сосудов и улучшает деятельность мозга, что в целом оказывает положительный эффект на организм [16, 22].

Стоит отметить, что свойства фитостеринов, которые встречаются в природе во всех растениях и растительном сырье отнюдь не отрицательные. Основными фитостеролами в неочищенном пальмовом масле являются β -ситостерин, кампестерин и стигмастерин. Главный интерес к пальмовым фитостеролам - их способность снижать уровень холестерина. Кроме того, исследования показали, что они обладают противораковыми свойствами и усиливают иммунные функции.

На сегодняшний день обширные исследования питания показали, что пальмовое масло с высокой мононенасыщенностью сравнимо с мононенасыщенными маслами (например, маслами оливкового, арахисового и канолового) по своему влиянию на липидный профиль. В результате этих исследований постепенно появились новые концепции, связанные с гипотезой о

насыщенных холестерином жирах. Взаимодействие жирных кислот и второстепенных компонентов в пальмовом масле также внесло значительный вклад в науку о питании. К этому фактору добавляются хорошо известные свойства пальмового масла по рентабельности и его совместимость с различными пищевыми рецептами. Все это говорит о том, что пальмовое масло продолжит играть ведущую роль на мировом рынке масел и жиров и получит гораздо большее признание среди потребителей [49, 35, 20, 21, 3, 42, 88, 91].

2.5 Жирно-кислотный состав

Базовым критерием пищевой ценности продуктов является их жирно-кислотный состав. Именно жирные кислоты определяют физико-химические свойства продукта: температуру плавления, температуру застывания, пластичность, температуру кипения, плотность жиров, растворимость жиров [137, 225, 230, 253]. По своей структуре жирные кислоты делятся на две группы: насыщенные (предельные) и ненасыщенные (непредельные) содержащие двойные связи [32, 115, 231]. Насыщенные жирные кислоты представляют собой углеродные цепи с числом атомов от 4 до 30 и более, преобладают в жирах животного происхождения. Их роль заключается в насыщении организма энергией. Избыток насыщенные жирных кислот приводит к нарушению обмена жиров и повышению уровня холестерина в крови [46, 45, 133, 136, 219, 239, 240].

Наиболее распространённые насыщенные кислоты: лауриновая (додекановая) ($C_{12:0}$), миристиновая (тетрадекановая) ($C_{14:0}$), пальмитиновая (гексадекановая) ($C_{16:0}$), стеариновая (октадекановая) ($C_{18:0}$) [79, 83]

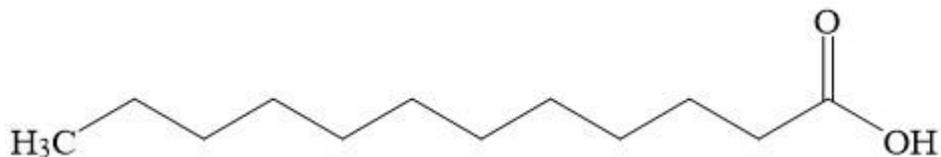


Рисунок 5 - структурная формула лауриновой (додекановой) кислоты (C_{12:0}) Брутто-формула: C₁₂H₂₄O₂

Лауриновая кислота - одноосновная предельная карбоновая кислота, при комнатной температуре имеет вид белого порошка. Растворяется органических растворителях и плохо в воде. Температура плавления - 44°C. Молярная масса - 200,31 г/моль. Содержится в процентном соотношении от 41-55% в масле какао и пальмоядовом масле.

Лауриновая кислота обладает бактерицидной, вирицидной и фунгицидной активностью, приводящей к подавлению развития патогенной микрофлоры и дрожжевых грибков. Она способна потенцировать в кишечнике антибактериальное действие антибиотиков, что позволяет существенно повысить эффективность лечения острых кишечных инфекций бактериальной и вирусно-бактериальной этиологии. Кроме того, лауриновая кислота выступает и как хороший иммунологический стимулятор при взаимодействии с бактериальными или вирусными антигенами.

Лауриновая кислота применяется в качестве антисептической добавки для кремов и средств по уходу за кожей, в качестве катализатора пенообразования в мыловарении. Одним из свойств лауриновой кислоты является подсушивание кожных покровов. Её включают в различные мыла и косметические средства [114].

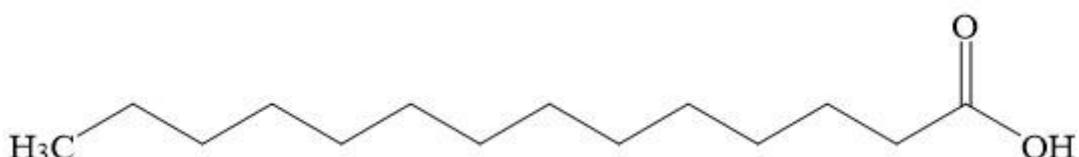


Рисунок 6 - структурная формула миристиновой (тетрадекановой) кислоты (C_{14:0}) Брутто-формула: C₁₄H₂₈O₂

Миристиновая кислота - одноосновная насыщенная (предельная) карбоновая кислота. Температура плавления - 54,4°C. Молярная масса - 228,4 г/моль.

Миристиновая кислота хорошо растворяется в спирте и диэтиловом эфире и не растворяется в воде. Входит в состав подкожного жира человека (по массе примерно 2-4 % от всех жирных кислот).

Миристиновая, как и другие насыщенные жирные кислоты, обладает определённой антимикробной активностью, в особенности в отношении грамположительных бактерий.

Миристиновая кислота является иммунологическим стимулятором при взаимодействии с бактериальными или вирусными антигенами, способствуя повышению иммунного ответа организма на внедрение кишечного патогена. В мыловареной промышленности масла с высоким содержанием миристиновой кислоты используются для приготовления твёрдого мыла. Миристиновая кислота применяется в косметических средствах с целью усилить проникновение в кожу других компонентов. Она способствует восстановлению защитных свойств кожи.

[2, 4]

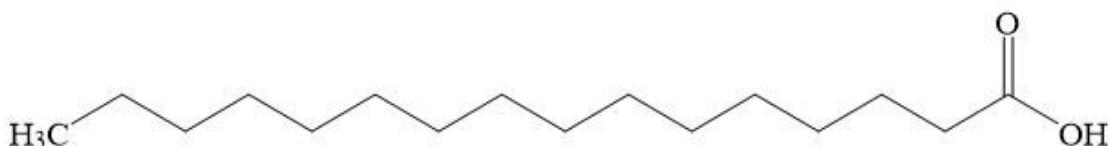


Рисунок 7 - структурная формула пальмитиновой (гексадекановой) кислоты (C_{16:0}) Брутто-формула: C₁₆H₃₂O₂

Пальмитиновая кислота при комнатной температуре имеет вид бесцветных кристаллов. Температура плавления - 63°C. Молярная масса - 256 г/моль.

Среди насыщенных жирных кислот наибольшее значение имеет пальмитиновая кислота. Она является первичным продуктом, образующимся в процессе синтеза жирных кислот и является источником для биосинтеза других насыщенных и мононенасыщенных кислот [18, 43, 172, 175, 208].

В косметике пальмитиновая кислота, пальмитат кальция и пальмитат натрия используются в качестве структурообразователей, эмульгаторов, эмолентов. Пальмитиновая кислота входит в состав различных кремов, моющих средств, мыл твёрдых сортов и косметических и дерматотропных средств для защиты кожи [95, 113, 179, 180].

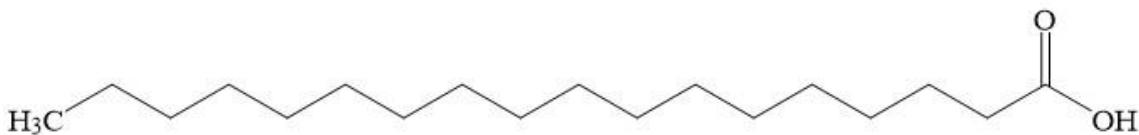


Рисунок 8 - структурная формула стеариновой (октадекановой) кислоты ($C_{18:0}$) Брутто-формула: $C_{18}H_{36}O_2$

Стеариновая кислота при комнатной температуре имеет вид бесцветных кристаллов, хорошо растворимых в диэтиловом эфире и не растворимых в воде. Температура плавления - $70^{\circ}C$. Молярная масса - 284,5 г/моль.

Стеариновая кислота используется в качестве стабилизатора смеси и эмульгатора при изготовлении косметических кремов и лосьонов, а также в мыловарении в качестве загустителя, делая мыло твёрдым и матовым. При производстве мыла часто применяется обладающая хорошим моющим свойством соль стеариновой кислоты.

Употребление продукции с умеренным количеством насыщенных жирных кислот не представляет угрозы для здоровья и благоприятно влияет на организм.

Свойства ненасыщенных жирных кислот зависят от степени ненасыщенности (количества двойных связей в молекуле). Важнейшие значения для организма человека имеют следующие кислоты:

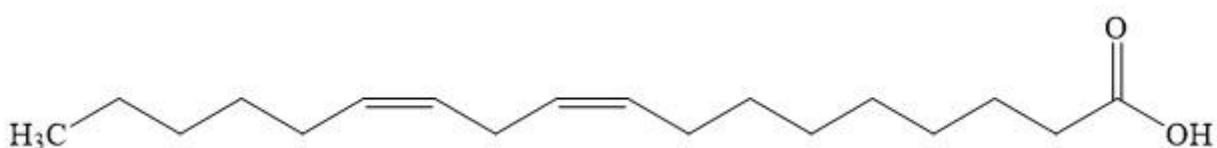


Рисунок 9 - структурная формула линолевой (цис-9,цис-12-октадиеновой) $C_{18:2}$ -9цис,12-цис) кислоты , Брутто-формула: $C_{18}H_{32}O_2$

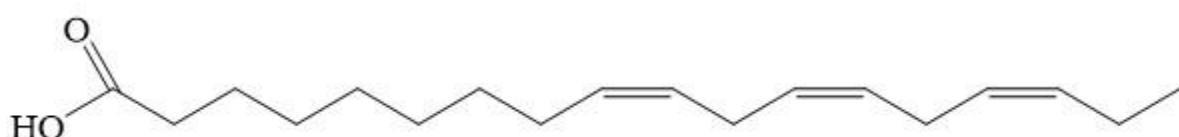


Рисунок 10 - структурная формула линоленовой кислоты, Брутто-формула: $C_{18}H_{30}O_2$

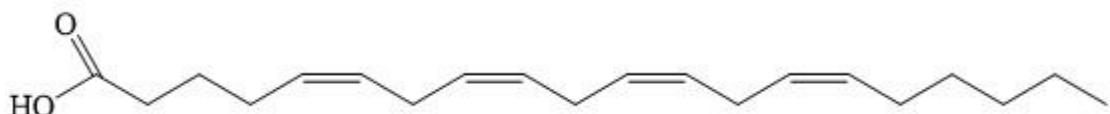


Рисунок 11 - структурная формула арахидоновой (цис-5,цис-8,цис-11,цис-14-эйкозатетраеноой) кислоты ($C_{20:4}$ -5-цис,8-цис,11-цис,14-цис). Брутто-формула: $C_{20}H_{32}O_2$

Ненасыщенные жирные кислоты входят в состав элементов клеток и тканей, обеспечивают рост и обмен веществ, эластичность сосудов [241, 258].

В комплекс ненасыщенных жирных кислот входят омега -3, омега -6 и омега -9. К омега -3 относят одиннадцать полиненасыщенных жирных кислот. Они влияют на функционирование нервной и иммунной системы. Достаточная насыщенность организма Омега-3 полиненасыщенными жирными кислотами является условием для интеллектуального развития детей [211, 236].

Омега-6 полиненасыщенные жирные кислоты поддерживают целостность клеточных мембран, потенцируют синтез гормон подобных веществ.

Кислоты Омега-9 –группа мононенасыщенных триглицеридов, входящих в структуру каждой клетки человеческого организма. Жиры необходимы для профилактики инфарктов мозга и сердца, регулируя уровень холестерина в крови. Главные представители Омега-9: олеиновая (цис-9-октадециновая) ($C_{18:1}$ -9-цис), эруковая (цис-13-доэйкозеновая) ($C_{22:1}$ -13-цис), гадолеиновая (цис-9-эйкозеновая) ($C_{20:1}$ -9-цис), элаидиновая (транс-9-октадециновая) ($C_{18:1}$ -9-транс). Главным представителем Омега -9 является олеиновая кислота[74, 78].

Пищевые продукты содержащие в составе ненасыщенные жиры считаются более полезными по сравнению с продукцией содержащей в составе насыщенные жирные кислоты. [4, 60, 72, 102]

Для поддержания здорового баланса в организме человека необходимо соблюдать рекомендуемые суточные нормы потребления жирных кислот и делать упор на разнообразие своего рациона [44, 139].

2.6 Соли тяжёлых металлов

Микроэлементы необходимы для полноценной жизнедеятельности и

нормального функционирования организма. Избыточное содержание тяжелых металлов наносит вред на организм человека, вызывая ряд заболеваний. В продукты питания микроэлементы могут попасть различными способами: через воздух, почву, воду, или же вследствие нарушений правил технологической обработки пищевых продуктов и сырья. В настоящее время многие продукты питания производятся промышленным способом в больших количествах. Молоко и молочная продукция - одни из самых важных и заметных продуктов, о которых нужно упомянуть [218, 254].

Такие металлы как, Fe, Cu, Mg, Co, Zn необходимы для человеческого организма, но хронические метаболические нарушения могут происходить из-за дефицита или избытка этих металлов. Необходимо сохранять уровень этих элементов в соответствующих диапазонах для поддержания правильных метаболических функций у человека. Металлы, такие как Pb, Cd, Cr, Ni и As считаются токсичными, они способны накапливаться, и образовывать высокотоксичные металлокомплексы, соединения, и вмешиваться в метаболический цикл живых организмов, вызывая у человека и животных ряд заболеваний.[7, 12, 67, 104, 171].

Для идентификации и количественного определения металлов используют следующие аналитические методы: инверсионной вольтамперометрии, атомно-абсорбционной спектрометрии (с пламенной атомизацией, электротермической атомизацией), атомно-эмиссионной спектрометрии (с микроволновой или индуктивно-связанной плазмой). Отличительной особенностью методов является их чувствительность по определению микроколичеств элементов [198, 221, 223].

Регламентирующим документом устанавливающим предельно допустимые концентрации кадмия, свинца, меди и никеля является Технический Регламент Таможенного Союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011). Гигиенические требования к безопасности пищевой продукции по содержанию металлов следующие: допустимый уровень кадмия не более - 0,03 мг/кг для молока, молочного жира и молочных продуктов; допустимый уровень свинца не более - 0,02 мг/кг для молока детского питания; не более 0,1 мг /кг для молока и молочных

продуктов. Содержание меди регламентируется для масла, пасты масляной из коровьего молока, молочного жира со значением не более 0,4 мг/кг. Содержание никеля не более 0,7 мг/кг для сливочно-растительных спредов, сливочно-растительных топлёных смесей. Содержание цинка в молоке не более 5 мг/кг. [216].

Тяжелые металлы поступают в почву и растения из окружающей среды, в которую они попадают в основном от промышленных предприятий, автотранспорта, при использовании пестицидов и удобрений в сельскохозяйственном производстве. Опасность попадания тяжелых металлов в пищевую продукцию возрастает по мере загрязнения окружающей среды химическими веществами. Из поедаемых животными растений по трофическим цепям тяжёлые металлы переходят в организм коров, затем в продукты животноводства (молоко), которые активно потребляются населением и является причиной многих тяжелых заболеваний [11].

Предельно допустимые концентрации металлов в почве регламентируются по гигиеническим нормативам ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве» и для разных типов почв представлены как ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) по гигиеническим нормативам ГН 2.1.7.2511-09 «Ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве».

Свинец обладает высокой токсичностью. В большинстве растительных и животных продуктов естественное его содержание не превышает 0,5-1,0 мг/кг. Попав в организм свинец способен замедлять познавательное и интеллектуальное развитие детей, увеличивать кровяное давление и вызывает сердечно-сосудистые заболевания у взрослых. Возможны изменения нервной системы, головокружения, повышенной утомляемости, раздражительности, ухудшении памяти [256].

Кадмий по химическим свойствам родственен цинку, может замещать цинк в ряде биохимических процессов в организме, нарушая их (например, выступать как псевдоактиватор белков). Особенностью кадмия является большое время удержания: за 1 сутки из организма выводится около 0,1% полученной дозы. Симптомы кадмивого отравления: белок в моче, поражение центральной нервной

системы, острые костные боли. Кадмий влияет на кровяное давление, может служить причиной образования камней в почках [187,189,199].

Медь является важнейшим микроэлементом, необходимым организму для целого ряда функций - от формирования костей и соединительной ткани до причиной болей и колик в животе, тошноты, диареи, рвоты, поражения печени.

Наличие микроэлемента меди в организме обеспечивает человеку нормальную жизнедеятельность и хорошее самочувствие. Напротив, его недостаток может вызвать ряд серьёзных проблем: нарушения репродуктивной функции; сбои в работе иммунной системы; аллергические реакции; дерматит; плохое кровообращение; анемия; замедление процесса заживления; торможение нормального роста, полового созревания; потеря вкусовых качеств и обоняния; потеря волосяного покрова [38, 63, 77, 85, 87, 125, 132, 141, 144, 155, 158, 166, 188, 193, 196].

Таким образом в литературном обзоре представлены противоречивые данные о положительных и отрицательных свойствах фракций пальмового масла, что рекомендует изучение влияния заменителя молочного жира.

3 Собственные исследования

3.1 Материалы и методы исследований

Работа выполнена в ФГБОУ ВО Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана.

Объектами исследований стали: молоко и молочные продукты (кефир, йогурт, сметана, творог, сливочное масло, сыр, молокосодержащий продукт с заменителем молочного жира, произведенный по технологии сметаны с заявленной жирностью 15% (молокосодержащий продукт с ЗМЖ); пальмовое масло для пищевых целей и пальмовое масло для технических целей; белые мыши их органы и ткани.

В работе использовали методы газожидкостной и газовой хромато-масс-спектрометрии, органолептические, физико-химические, биохимические, бактериологические, технологические методы исследований молочных продуктов и пальмового масла, клинико-физиологические методы исследования животных, гематологические, токсикологические, морфологические методы исследований органов и тканей.

Схема направлений исследований представлена на рисунке 1, объем проведенных исследований – в таблице 1.

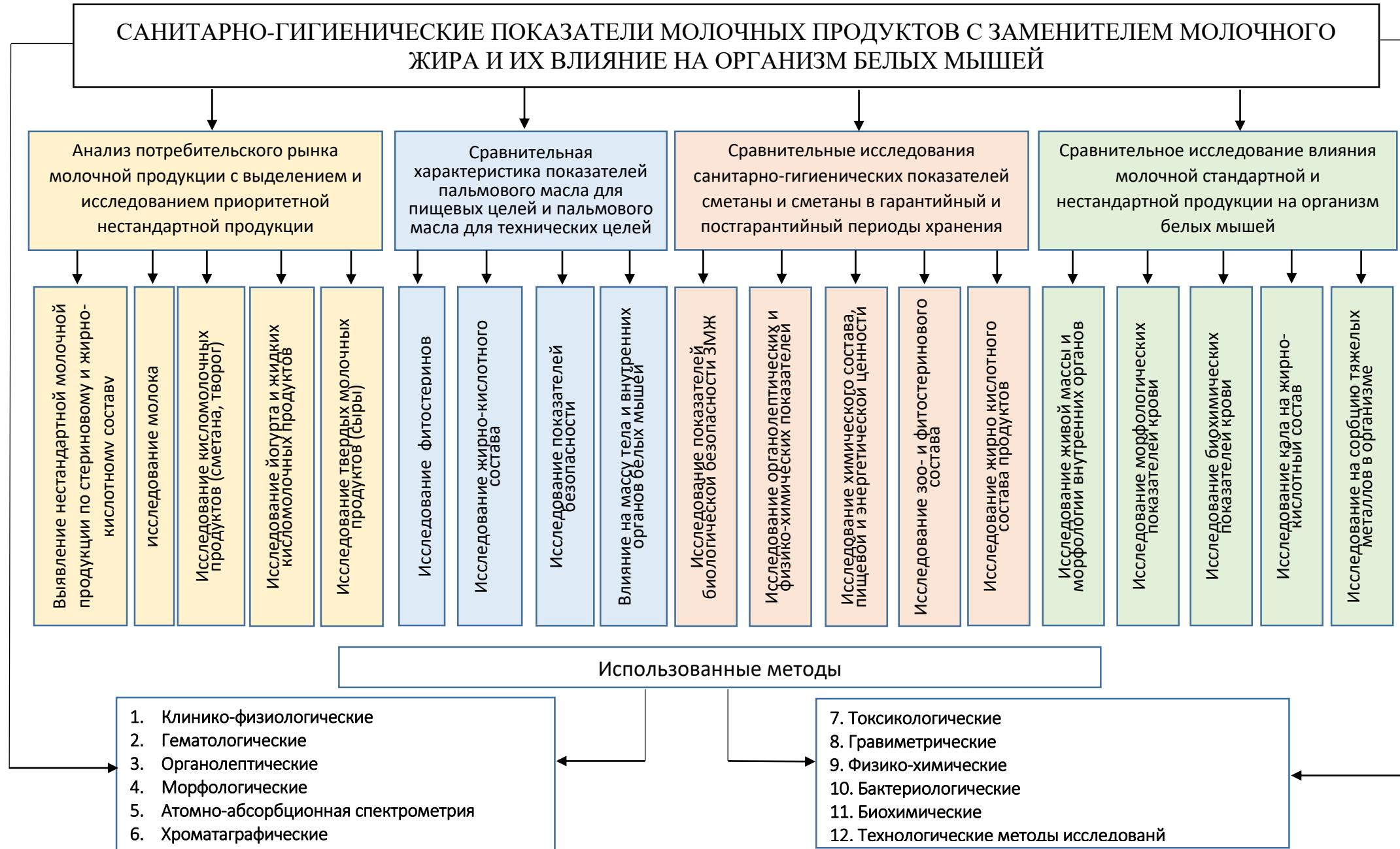


Рис. 12 – Направления и объём исследований

Таблица 1 - Объем проведенных исследований

Наименование исследования	Объект исследования	Количество	
		животных	проб
Хроматографические (Растительные стерины)	Молоко	-	1 123
	Кисломолочные продукты(сметана,творог, твороженные массы,сырок, твороженный продукт)	-	593
	Йогурт	-	32
	Жидкие кисломолочные продукты(айран,ацидофилин, кефир, кумыс и кумысный продукт, простокваша и ряженка)	-	468
	Твердые молочные продукты (масло, сыр)	-	1 338
	Пальмовое масло «пищевое»	-	3
Хроматографические (Жирно-кислотный состав)	Пальмовое масло «для технических целей»	-	3
	Кисломолочные продукты(сметана,творог, твороженные массы,сырок, твороженный продукт)	-	5
	Твердые молочные продукты (масло)	-	5
	Пальмовое масло «пищевое»	-	3
	Пальмовое масло «пищевое»	-	3
	Пальмовое масло «для технических целей»	-	3
	Куриный жир	-	3
	Бараний жир	-	3
	Гусиный жир	-	3
	Говяжий жир	-	3
Спектральные	Белые мыши	96	96
Клинико-физиологические	Белые мыши	24	-
Морфологические	Белые мыши	24	-
	Белые мыши	108	-
Итого		252	3 687

Апробацию результатов научных исследований проводили на базе вивария ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ. В экспериментах использовали 252 белых мышей. Кормление мышей осуществляли согласно рациону для животных под длительным экспериментом. Основной рацион включал в себя следующие нутриенты (грамм в сутки): рыбий жир – 0,1, дрожжи облученные – 0,1, корнеплоды – 1,0, трава – 1,0,

крупа – 2,0, зерновая смесь – 5,0, белый хлеб – 1,5, молоко – 5,0, мясокостная мука – 0,5, соль – 0,1, мел кусковой – 0,3.

Содержание и кормление лабораторных животных осуществляли согласно руководству «Ветеринарная лабораторная практика» (1963) [206]. Эксперименты проводили в соответствии с международным этическим кодексом [237] и приказом Минздравсоцразвития РФ №708н от 23.08.2010 г. «Об утверждении правил лабораторной практики» [247].

Взвешивание мышей и их органов проводили на весах IV класса точности. Диагностическое вскрытие животных проводили методом эвисекции по А.И. Абрикосову и Р.Вирхову, путем извлечения отдельных органов и анатомо-физиологических систем. Морфологические исследования органов и тканей проводили по методике И.Т. Трофимова и Г.З. Идрисова (1986).

Часть исследований по определению фитостеринов и жирно кислотного состава продуктов проводили в испытательном лабораторном центре ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан (Татарстан)», г. Казань.

Определение фитостеринов в продукции проводили по ГОСТ 33490-2015 «Молоко и молочная продукция. Обнаружение растительных масел методом газожидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием». В качестве стандартных образцов использовали смесь фитостеринов: брасикастерин (CAS №474-67-9), кампестерин (CAS №474-62-4), стигмастерин (CAS №83-48-7) (CAS №83-48-7), β -ситостерин (CAS №83-46-5) в хлороформе с суммарной массовой концентрацией 25 мг/см³ и холестерин (CAS № 80-98-9) с массовой долей основного вещества не менее 99,0%.

Определение жирно-кислотного состава и массовой доли трансизомеров жирных кислот проводили методом газожидкостной хроматографии на комплексе хроматографическом Хромос «ГХ-1000» (*Россия*) по ГОСТ 32915-2014 «Молоко и молочная продукция. Определение жирно кислотного состава жировой фазы методом газовой хроматографии», ГОСТ 31754-2012 «Масла растительные, жиры животные и продукты их переработки. Методы определения массовой доли трансизомеров жирных кислот». Стандартным образцом, используемый при

хроматографической идентификации, являлась 37 компонентная смесь метиловых эфиров жирных кислот с чистотой не менее 99,0%, фирмы Supelco.

Испытания на содержание токсичных элементов проводили методом атомно-абсорбционной спектрометрии с пламенной атомизацией на спектрометре Perkin Elmer «PinAAcle900F» (США) по ГОСТ 30178-96 «Сырьё и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов». При проведении испытаний на содержание элементов были использованы следующие стандартные образцы: ГСО 7873-2000 стандартный образец состава водного раствора ионов никеля с массовой концентрацией ионов никеля 1 г/дм³ с границей относительной погрешности аттестованного значения 1%, стандартный образец ГСО 7012-93 состава водного раствора ионов свинца с массовой концентрацией свинца 1,013 г/дм³ с границей относительной погрешности аттестованного значения 0,7 %, стандартный образец ГСО 6690-93 состава водного раствора ионов кадмия с массовой концентрацией ионов кадмия 0,998 г/дм³ с границей относительной погрешности аттестованного значения 0,3%, стандартный образец состава водного раствора ионов меди ГСО 7998-93 с массовой концентрацией ионов меди 1,002 с границей относительной погрешности аттестованного значения 0,3%, стандартный образец состава водного раствора ионов мышьяка (III) ГСО 7143-95 массовой концентрацией ионов мышьяка 0,0999 и с границей относительной погрешности аттестованного значения 0,8%, стандартный образец состава раствора ионов железа (III) ГСО 7766-2000 с границей относительной погрешности аттестованного значения 1%.

Испытания молочных продуктов на содержание ртути проводили методом атомно – абсорбционной спектрометрии «метод холодного пара» по ГОСТ Р 53183-2008 (ЕН 13806:2002) «Продукты пищевые. Определение следовых элементов. Определение ртути методом атомно-абсорбционной спектрометрии холодного пара с предварительной минерализацией пробы под давлением». Стандартный образец используемый при испытаний - ГСО 8004-93 массовой концентрации ионов ртути 0,985 г/дм³ с границей относительной погрешности аттестованного значения 0,5%.

На содержание растительных стеринов были исследованы пальмовое масло (техническое, для пищевых целей) и следующие молочные продукты: молоко, кисломолочные продукты (сметана, творог, твороженные массы, сырок, твороженный продукт), йогурт и жидкие кисломолочные продукты (айран, ацидофилин, кефир, кумыс и кумысный продукт, простокваша и ряженка), твердые молочные продукты (масло, сыр). Испытания проводили методом газовой хроматографии с масс-детектированием на средстве измерения Agilent 7890B (*США*).

Исследования пальмового масла для идентификации фракций были проведены по показателям: органолептические – по ГОСТ 5472-50 (пункт 6), кислотное число – ГОСТ 31933, ГОСТ 33441, ГОСТ Р 50457; перекисное число – ГОСТ ISO 3960, ГОСТ ISO 27107, ГОСТ 26593, ГОСТ 33441, ГОСТ Р 51487; влага – ГОСТ 11812, ГОСТ Р 50456; жир – расчетным методом; фитостерины – ГОСТ 33490; жирно-кислотный состав – ГОСТ 31663-2012; транс-изомеры жирных кислот – ГОСТ 31754-2012. Часть испытаний проводили на газовом хроматографическом комплексе «Хромос ГХ-1000» (*Россия*) и газовом хромато-масс-спектрометре Agilent 7890B (*США*).

При исследовании влияния пальмового масла для пищевых и технических целей на живой организм были сформированы по принципу аналогов по возрасту и массе три группы беспородных белых мышей ($n=8$) в возрасте четырех месяцев и живой массе $29,1\pm1,2$ г. Мыши I группы являлись контрольными и получали основной рацион (ОР). Мыши II и III опытных групп получали к основному рациону по 10% пальмового масла для технических и пищевых целей. Выбор дозы был обусловлен литературными данными, где сообщается о допустимости введения в рацион животных до 13% жиров [245]. Длительность эксперимента составила 15 суток. В динамике эксперимента исследованы клинико-физиологическое состояние мышей, живая масса и макро- морфологические изменения паренхиматозных органов – сердца, печени, почек и селезенки.

При исследовании сметаны с массовой долей молочного жира 15% и молокосодержащего продукта с ЗМЖ, произведенного по технологии сметаны с

заявленной жирностью 15% использовали ГОСТ 976 для определения органолептических показателей, массовой доли жира, влаги и летучих веществ. Перекисное число определяли по ГОСТ 26593, кислотное – ГОСТ 5476; пальмитиновую кислоту – ГОСТ 30418; массовую долю транс-изомеров жирных кислот – ГОСТ 31754-2012; массовую долю насыщенных жирных кислот – ГОСТ 30418. Определение СОМО было проведено расчётным методом.

Изменение органолептических свойств, физико-химических показателей, стеринового и жирнокислотного составов в гарантыйный и постгарантыйный периоды хранения исследовали с применением сметаны с массовой долей молочного жира 15% и молокосодержащего продукта с ЗМЖ. Конечным периодом гарантыйного хранения для сметаны с долевой массой молочного жира 15% стали 14 сутки эксперимента, далее исследования проводили в постгарантыйный период. Для молокосодержащего продукта с ЗМЖ 14 сутки эксперимента стали серединой срока хранения, а завершением гарантыйного срока стали 28 сутки хранения продукта. Далее исследования проводили в постгарантыйный период – на 42 сутки хранения.

Сравнительный анализ качественных показателей сметаны и молокосодержащего продукта с ЗМЖ проводили в сопоставлении с результатами исследования жиров животного происхождения, используемых для фальсификации молочных продуктов. Содержание жирных кислот в жирах животного происхождения определяли по ГОСТ 32261-2013; ГОСТ 31663 и ГОСТ 32915-2014, ГОСТ 31754-2012 методом газовой хроматографии на средстве измерения «Хромос ГХ-1000»(Россия).

При проведении исследований по влиянию на организм животных сметаны с массовой долей жирности 15%; молокосодержащего продукта с заменителем молочного жира, произведенного по технологии сметаны, с заявленной жирностью 15% (молокосодержащий продукт с ЗМЖ); пальмового масла для пищевых и технических целей использовали молодняк белых мышей в возрасте 2-2,5 месяцев средней массой 6,5-7,2 г. Были сформированы 9 групп по 12 мышей. Животные I группы были контрольными и их содержали на основном рационе (ОР). Мыши II,

III и IV опытных групп получали к ОР 2; 7 и 13% сметаны с массовой долей жирности 15%; мыши V, VI и VII опытных групп получали к ОР 2; 7 и 13% молокосодержащего продукта с ЗМЖ; мыши VIII и IX опытных групп к ОР получали по 2% пальмового масла для пищевых и технических целей, соответственно. Длительность введения в рацион мышей вышеназванных продуктов составила 30 суток. В динамике эксперимента на 10, 20 и 30 сутки проведены исследования изменения живой массы. На 30 сутки отобрана кровь мышей и проведены сравнительные исследования морфологического и биохимического составов. Исследования крови проводили на гематологическом анализаторе Chem Well 2902 (+) (США). По окончании эксперимента проведены сравнительные исследования массы внутренних органов мышей – печени, сердца, селезенки, почек (левой и правой).

Проведены сравнительные исследования длительного влияния сметаны в составе рациона на содержание солей свинца в организме белых мышей. В качестве объекта сравнения использованы природный минеральный сорбент – наноструктурный бентонит, содержащий в своем составе частицы нанометрового диапазона 5,0-120,0 нм, и органо-минеральная кормовая добавка на основе наноструктурного бентонита и сметаны, содержащей молочнокислые бактерии *Streptococcus Lactis* и *Streptococcus Cremoris* в количестве молочнокислых микроорганизмов в 1 г продукта не менее 1×10^7 КОЕ. Были сформированы восемь групп по 12 мышей в каждой. Мыши I группы были контрольными и получали основной рацион (ОР). Мыши опытных групп к ОР получали: во II – 2% сметаны с массовой долей жира 15%; в III – 0,6% наноструктурного бентонита; в IV – 2% сметаны с массовой долей жира 15% и 0,6% наноструктурного бентонита; в V – 1 МДУ свинца (0,5 г/кг корма); в VI – 1 МДУ свинца + 2% сметаны с массовой долей жира 15%; VII – 1 МДУ свинца + 0,6% наноструктурного бентонита; VIII – 1 МДУ свинца + 2% сметаны с массовой долей жира 15% + 0,6% наноструктурного бентонита. Длительность эксперимента составила 30 суток. Определение содержания токсичных элементов в органах и тканях проводили на атомно-абсорбционным спектрометре «Analyst 400»(США) с предварительной

минерализацией проб по ГОСТ 26929-94. Исследования проб выполняли согласно ГОСТ 30178-96 и нормативному документу на метод испытания – МУК 4.1.986-00.

Цифровые показатели, полученные при выполнении работы, анализировали по стандартным программам вариационной статистики согласно пакету программ Microsoft Office Excel-2016.

Библиографическое описание, использованных в диссертации литературных источников, осуществляли в соответствии с требованиями действующего ГОСТ Р 7.0.11-2011.

3.2 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.2.1 Исследование молочной продукции и анализ состояния потребительского рынка Республики Татарстан на содержание фитостеринов

В основу государственной программы стратегии развития Российской Федерации (РФ) до 2030 года входит долгосрочное улучшение санитарно-гигиенических, биологических и пищевых характеристик продуктов питания. В последние годы на рынке удельный вес фальсифицированных пищевых продуктов составляет 7-8 % и имеет тенденцию к увеличению [249]. Наибольшее количество нестандартных проб выявлено среди молока и молочных продуктов.

Целью фальсификации является удешевление производства молочного жира путем комбинирования продукции жирами немолочного происхождения. Для этого чаще всего используют дешевые растительные жиры: пальмовое, кокосовое, соевое и другие. В состав этих жиров входят стерины – тетрациклические липидные компоненты, которые присутствуют в живых организмах [261].

В природе стерины представлены тремя группами. Первая –зоостерины, которые содержатся в жирах животного происхождения, вторая группа – фитостерины, содержащиеся в растительных жирах и третья группа – это микостерины, которые встречаются только в грибах. В жирах животного происхождения наиболее распространенный стерин содержащийся, в том числе и в молочных жирах – это холестерин [261].

В природе достаточно широко распространены растительные стерины, объединенные в большую группу фитостеринов. Наиболее распространенными из них являются кампестерин, стигмастерин, β -ситостерин, бруссикастерин, эргостерин [227].

Подлинность молочной продукции стала насущной проблемой для производителей, исследователей и потребителей из-за увеличения доли фальсифицированных продуктов. Наличие фитостеринов в жировой фазе

молочных продуктов свидетельствует о присутствии растительных масел или жиров на растительной основе. Замена в молоке молочного жира на более дешевый растительный жир дает экономическое преимущество недобросовестным товаропроизводителям [36, 261].

Введение фитостериновых заменителей определенным образом сказывается не только на потребительских свойствах продукта, но и на здоровье населения [36]

В последние годы все активнее на потребительском рынке продвигают продукцию с заявленной заменой части животного жира на растительные аналоги. Подобная продукция с содержанием заменителя молочного жира в полном объеме или частично, не является фальсификатом и дает возможность выбора потребителю в зависимости от его предпочтений.

Проведены исследования молочной продукции потребительского рынка Республики Татарстан (РТ) на содержание в ней фитостеринов в период с 2017 по 2019 годы (табл. 2).

Таблица 2 – Исследование молочных продуктов на содержание стеринов

Показатели	Период исследований, гг			Итого за 2017-2019 гг
	2017	2018	2019	
Общее количество проб	868	868	1018	2754
Количество нестандартных проб	71	69	70	210
<i>% нестандартных проб</i>	<i>8,17</i>	<i>7,94</i>	<i>6,88</i>	<i>7,63</i>

При анализе табличных данных установлена положительная динамика снижения фальсифицированной молочной продукции на территории РТ. В 2017 году объёмная доля нестандартной молочной продукции составила 8,17%. В 2018 году объёмная доля нестандартной молочной продукции снизилась и составила 7,94%. По состоянию на 2019 год объёмная доля нестандартной молочной продукции уменьшилась до 6,88%. В разрезе за три года в период 2017-2019 годов в среднем выявлено 7,63% нестандартной продукции, содержащей незаявленные фитостерины. По этому показателю молочная продукция в республике сопоставима с показателями по РФ и не превышает 8,0 % [249].

Особый интерес представляли исследования долевого содержания нестандартных проб по видам молочных продуктов (табл. 3).

Таблица 3 - Сравнительные исследования нестандартных проб молочных продуктов

Показатели	Группы молочных продуктов				
	молоко	творог	сметана	масло	сыр
2017 год					
Количество проб	126	36	62	586	58
Количество нестандартных проб	8	2	7	48	6
% нестандартных	6,3	5,5	11,3	8,2	10,3
2018 год					
Количество проб	660	36	26	88	58
Количество нестандартных проб	54	2	4	3	6
% нестандартных	8,1	5,5	15,4	3,4	10,3
2019 год					
Количество проб	337	61	72	237	311
Количество нестандартных проб	22	4	6	22	16
% нестандартных	6,53	6,55	8,33	9,2	5,14
Итого за 2017-2019					
Количество проб	1123	133	160	911	427
Количество нестандартных проб	84	8	17	73	28
% нестандартных	7,48	6,02	10,63	8,01	6,56

В исследованные периоды количество нестандартных проб по содержанию фитостеринов в период с 2017 по 2019 годы колебалось в пределах: по молоку – 6,3-8,1%, творогу – 5,5-6,55%, сметане – 8,33-15,4%, маслу – 3,4-9,2% и сыру – 5,14-10,3%.

Доля нестандартных проб молока была наибольшей в общей массе фальсифицированных молочных продуктов и составила в среднем за три года 44,7%. Значительная доля 33,1% была при фальсификации масла. В общем объеме нестандартных проб по фитостеринам доля сыров составила 15,5%, сметаны 5,8 и творога – 4,8% (рис. 13).

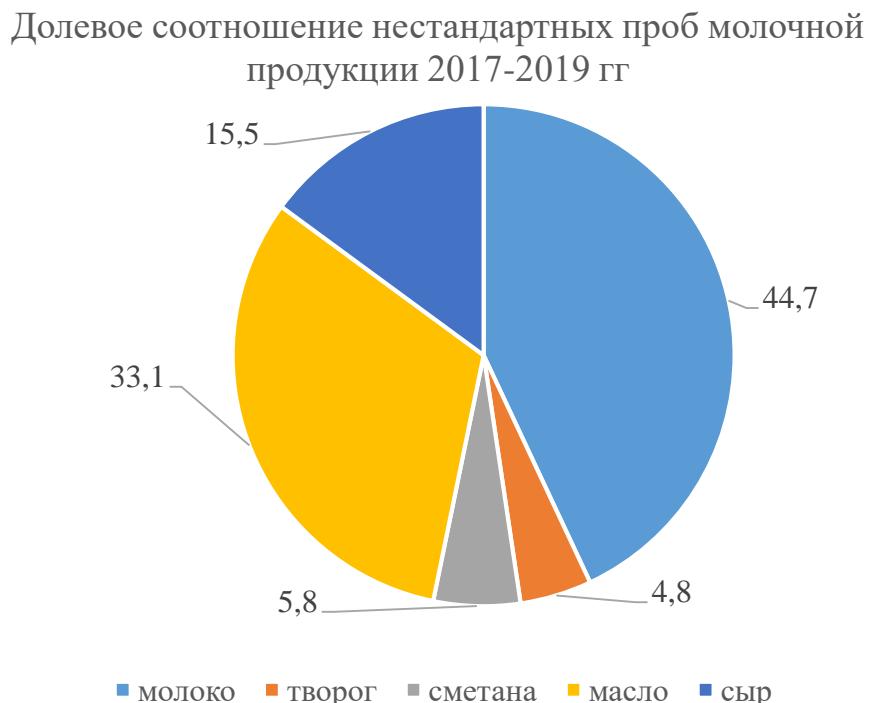


Рисунок 13 - Долевое соотношение нестандартных проб молочной продукции

Таким образом, установлено, что в период с 2017 по 2019 годы удельный объем нестандартных проб молочной продукции потребительского рынка РТ уменьшился с 8,17 до 6,88 %. При этом, среди фальсифицированной продукции отмечали некоторое повышение доли нестандартных проб молока, творога, масла и существенное снижение фальсификатов сметаны и сыра.

4.2.2 Идентификация молочных продуктов на содержание стеринов

Одним из основных, высокоточных методов выявления фальсификации молочной продукции является метод газожидкостной хроматографии, который позволяет определить в них содержание стеролов и дифференцировать их фракций на жировые и растительные. Метод газовой хроматографии с масс-детектированием позволяет проводить качественную идентификацию

фитостеринов по библиотеке данных с последующим количественным определением.

Наличие жировых стеринов указывает на качественные показатели натуральности молока и молочных продуктов. Наличие фитостериновых фракций, при отсутствии заявленного замещения животного жира на растительный, дает основание сделать заключение о фальсификации молочной продукции более дешевым растительным сырьем.

Исследования хроматограмм молока стандартной пробы ($n=1039$) в период 2017-2019 годы показали наличие единственного пика, характерного для натуральной молочной продукции. Этот пик на хроматограмме располагался во времени удерживания 19,2 мин и идентифицировал 100% содержание холестерина (рис. 14).

Исследование нестандартных проб молока ($n= 84$) в период 2017-2019 гг показало, что содержание в них холестериновой фракции составляло $78,3 \pm 3,4 \%$, а фитостеринов: кампестерина – $4,1 \pm 0,6 \%$, стигмастерина – $3,1 \pm 0,5 \%$, бета-ситостерина – $12,9 \pm 1,2 \%$. На хроматограмме стериновой фракции молочного жира выявляли, кроме пика холестерина, еще три дополнительных пика с различной интенсивностью отклика сигнала (рис. 15).

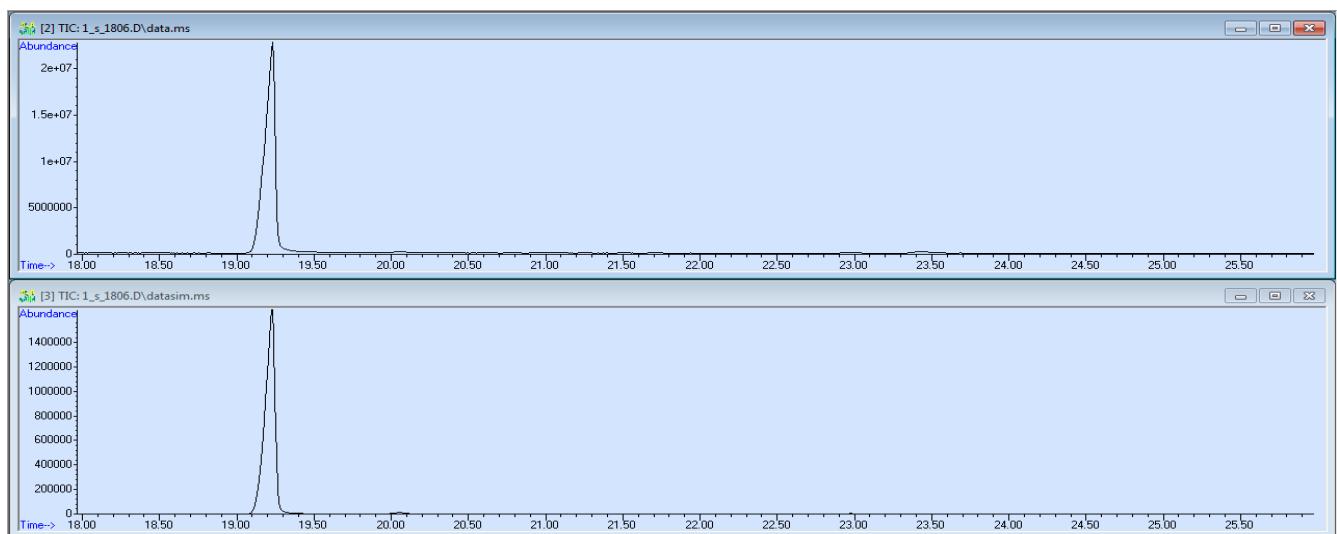


Рисунок 14 - Хроматограмма стериновой фракции молочного жира пробы молока, пик холестерина, характерный для стандартной продукции (код образца 1806).

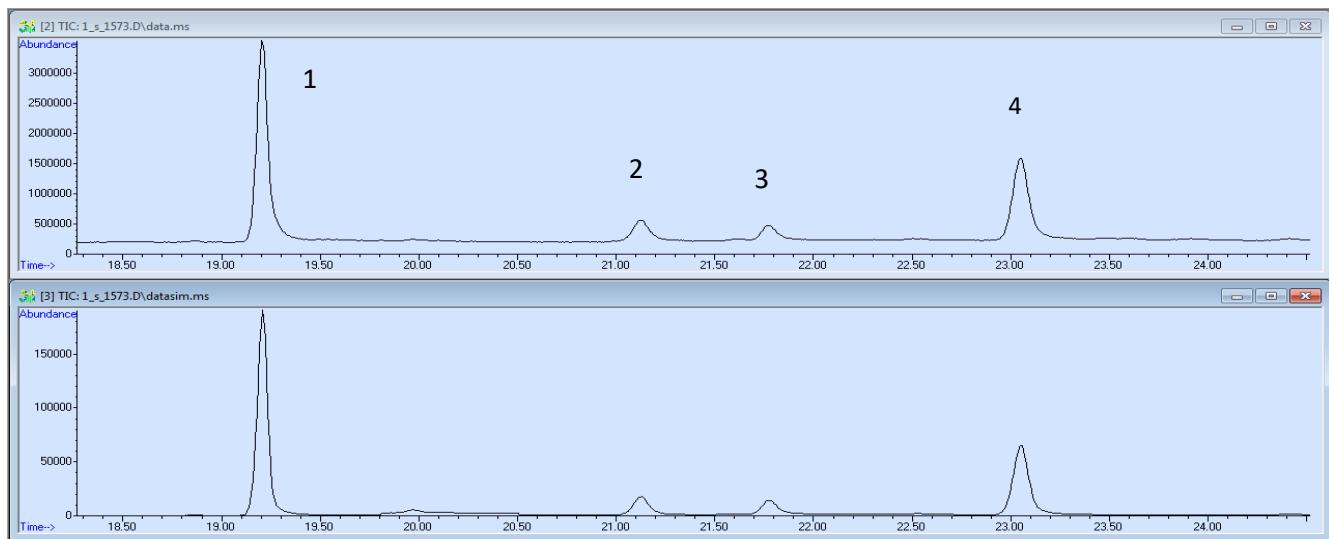


Рисунок 15 - Хроматограмма стериновой фракции молочного жира нестандартной пробы молока. Основной пик 1 – холестерин; дополнительные пики: 2 – кампестерин, 3 – стигмастерин, 4 – бета-ситостерин (код образца 1573).

Первый пик со временем удерживания 19,2 мин определял наличие холестерина с его содержанием 79,0 %. Второй пик со временем удерживания 21,1 мин идентифицировал наличие кампестерина и его доли 4,4%. Третий пик со временем удерживания 21,8 мин показывал наличие стигмастерина и его содержание 2,9%. Четвёртый пик со временем удерживания 23,0 мин идентифицировал наличие бета-ситостерина в долевом содержании 13,6 %.

Кисломолочная продукция исторически пользуется большим спросом у населения, и занимает достаточно значительный объем потребительского рынка молочной продукции в РТ. Объем исследований кисломолочной продукции на содержание растительных стеринов в жировой фазе за период с 2016 по 2019 годы представлен в таблице 4.

Молочнокислые продукты, такие как айран, ацидофилин, кефир, кумыс и кумысный продукт, простокваша и ряженка были объединены в группу «жидкие кисломолочные продукты». В группу «сметана» объединили собственно сметану и продукты на ее основе, в группе «творог» исследованы творог, твороженная масса, зернёный творог, сырок и творожный продукт.

Таблица 4 – Количество исследованной кисломолочной продукции

Показатели	Группы молочнокислых продуктов			
	Жидкие кисломолочные продукты	Йогурт	Сметана, продукты на её основе	Творог, твороженная масса, зернёный творог, сырок, творожный продукт
2016 год				
Количество проб	-	-	62	12
Количество нестандартных проб	-	-	7	2
% нестандартных	-	-	11,3	16,6
2017 год				
Количество проб	14	-	62	36
Количество нестандартных проб	0	-	7	2
% нестандартных	0	-	11,3	5,5
2018 год				
Количество проб	230	16	26	36
Количество нестандартных проб	0	0	4	2
% нестандартных	0	0	15,4	5,5
2019 год				
Количество проб	224	16	150	84
Количество нестандартных проб	0	0	18	6
% нестандартных	0	0	12,00	7,14
Итого за 2016-2019 гг				
Количество проб	468	32	300	168
Количество нестандартных проб	0	0	36	12
% нестандартных	0	0	12,00	7,14

При анализе молочной продукции в период с 2016 по 2019 год установлено, что йогурт (n=32) и продукты из группы «жидкие кисломолочные продукты» (n=486) в жировой фазе содержали только стерин животного происхождения – холестерин, и не содержали в составе фитостерины (рис. 16, 17).

Проведен анализ сметаны и продуктов на ее основе за период 2016-2019 годы. При идентификации сметаны на содержание стеринов, хроматограммы стандартных проб (n=264) характеризовались наличием единственного

графического пика холестерина со временем удерживания 19,2 мин и обнаружением холестерина с его 100% содержанием (рис. 18).

Исследование нестандартных проб сметаны и продуктов на ее основе (n=36) показало, что содержание в них холестериновой фракции составляло $70,4 \pm 4,6$ %, фитостеринов: кампестерина – $3,9 \pm 0,9$ %, стигмастерина – $2,4 \pm 0,8$ %, бета-ситостерина – $17,9 \pm 2,1$ %. При исследовании хроматограмм нестандартных проб сметаны наблюдали четыре графических пика различной интенсивности (рис. 19). На хроматограмме стериновой фракции молочного жира сметаны отмечали первый пик со временем удерживания 19,2 мин, который характеризовал наличие холестерина с долевым содержанием 73,0 %. Второй пик со временем удерживания 21,1 мин идентифицировал наличие кампестерина с его содержанием 4,5 %. Третий пик со временем удерживания 21,8 мин характеризовал наличие стигмастерина, а четвёртый пик со временем удерживания 22,1 мин – наличие бета-ситостерина с содержанием 2,9 и 19,6 %, соответственно.

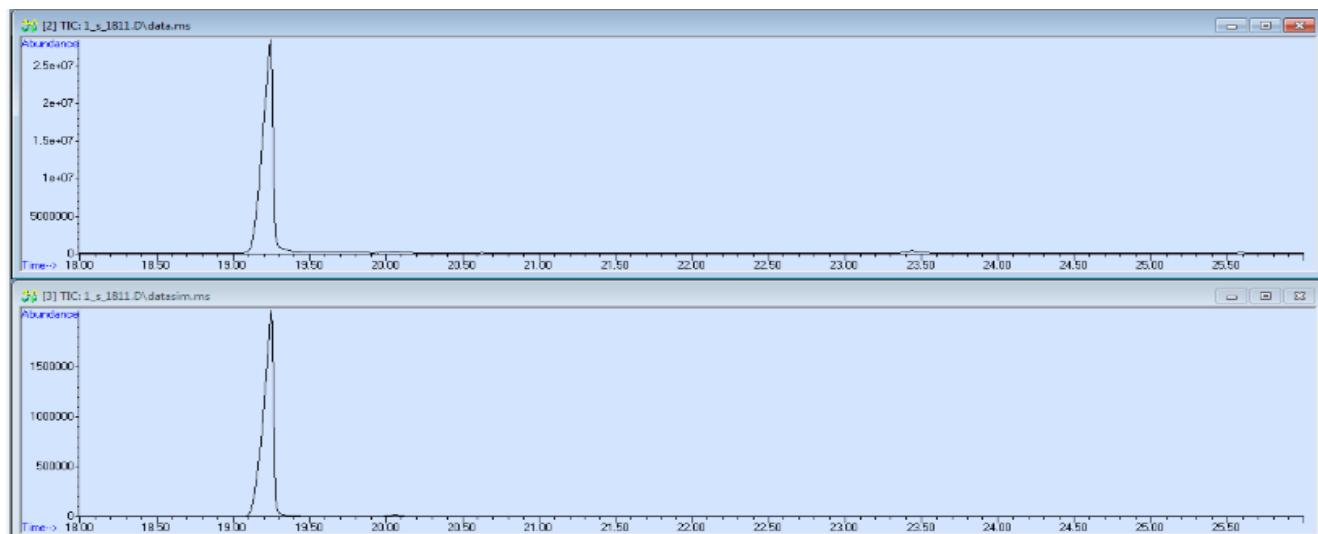


Рисунок 16 - Хроматограмма стериновой фракции молочного жира пробы кефира, пик холестерина, характерный для стандартной продукции (код образца 1811)



Рисунок 17 - Хроматограмма стериновой фракции молочного жира стандартной пробы йогурта. Пик холестерина, характерный для стандартной продукции (код образца 1849)

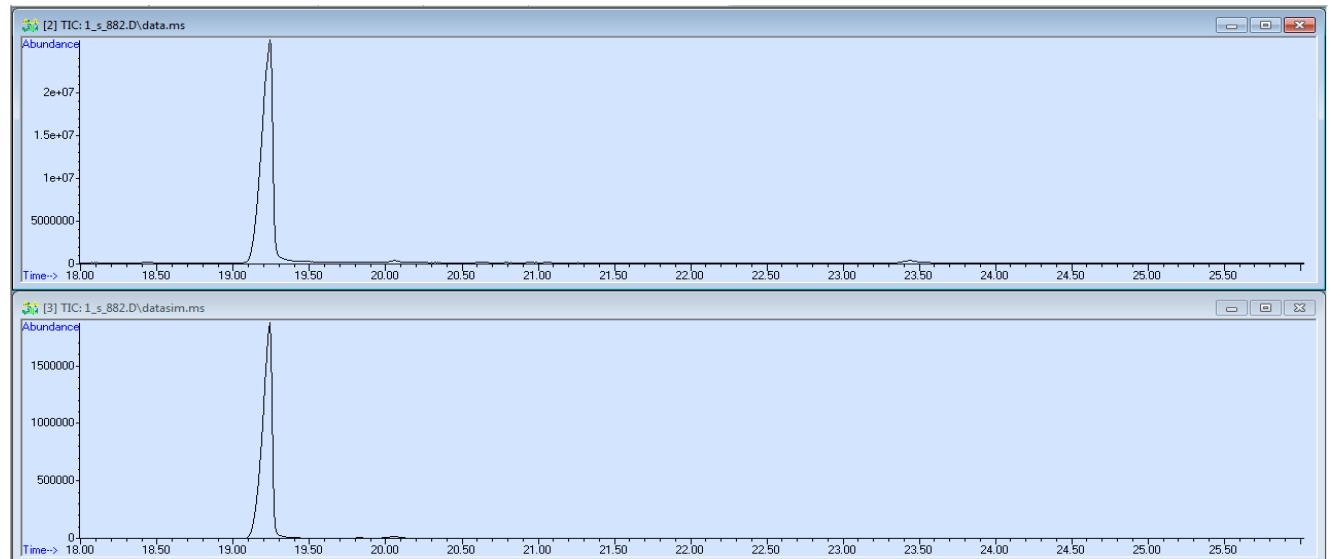


Рисунок 18 - Хроматограмма стериновой фракции молочного жира стандартной пробы сметаны. Пик холестерина, характерный для стандартной продукции (код образца 882)

При проведении испытаний творога, твороженной массы, зернёного творога, сырков и творожных продуктов в период 2016-2019 годы на хроматограммах стандартных проб ($n=168$) идентифицировали наличие единственного пика холестерина со временем удерживания 19,2 мин и содержанием этой стериновой фракции 100% (рис. 20).

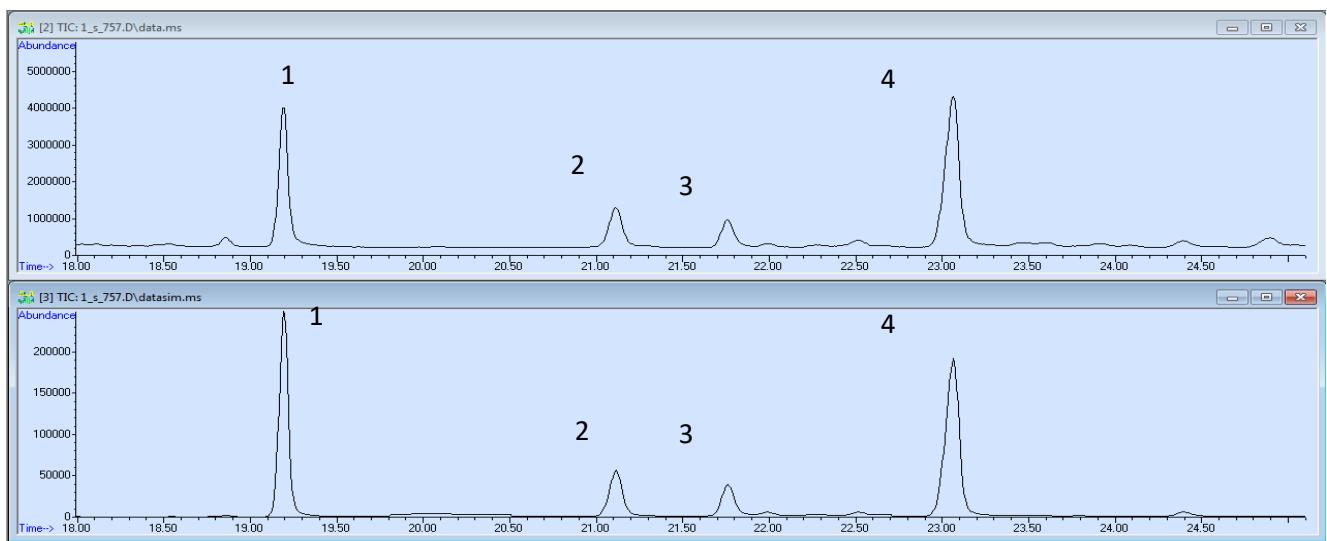


Рисунок 19 - Хроматограмма стериновой фракции молочного жира нестандартной пробы сметаны. Основной пик 1 – холестерин; дополнительные пики: 2 – кампестерин, 3 – стигмастерин, 4 – бета-ситостерин (код образца 757).

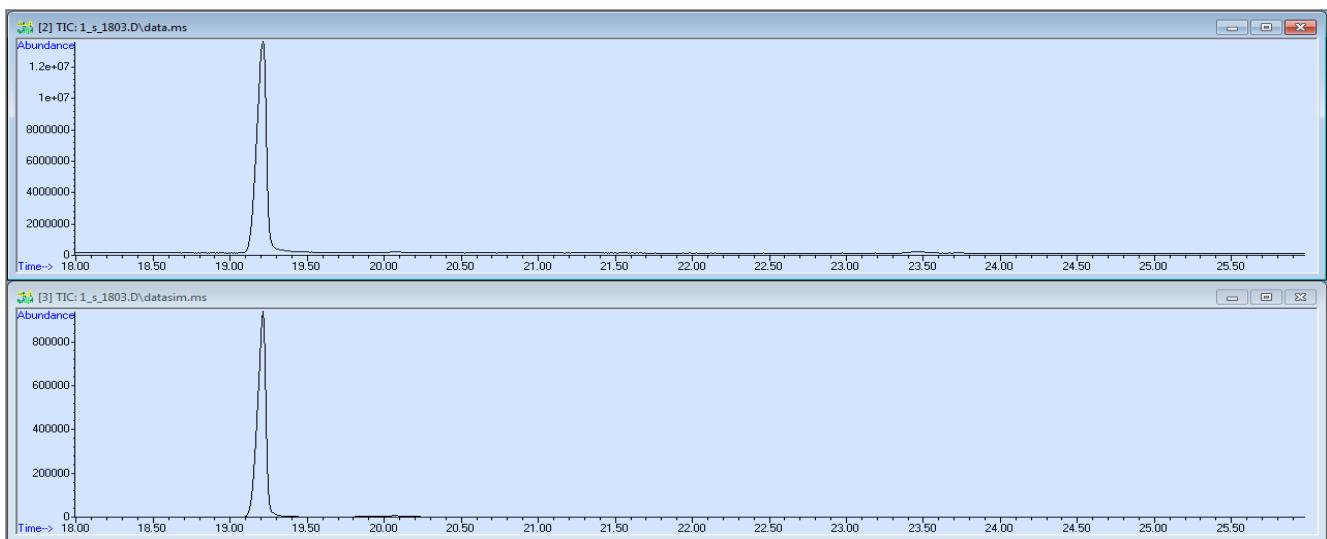


Рисунок 20 - Хроматограмма стериновой фракции молочного жира стандартной пробы творога. Пик холестерина, характерный для стандартной продукции (код образца 1803)

Исследование нестандартных проб творога, твороженной массы, зернёного творога, сырков и творожных продуктов ($n=12$) показало, что содержание в них холестериновой фракции составляло $2,1 \pm 0,8 \%$, а фитостеринов: кампестерина – $15,8 \pm 2,4 \%$, стигмастерина – $2,5 \pm 0,7 \%$, бета-ситостерина – $72,4 \pm 5,6 \%$. На хроматограмме нестандартной пробы творога отмечали, что первый пик со временем удерживания 19,2 мин характеризовал холестерин и его содержание 2,9 %. Второй пик с временем удерживания 21,1 мин идентифицировал наличие

кампестерина и его содержание 17,9 %. Третий пик со временем удерживания 21,8 мин идентифицировал стигмстерин и его содержание 2,6%, четвёртый пик со временем удерживания 23 мин идентифицировал наличие 76,4 % бета-ситостерина (рис. 21).

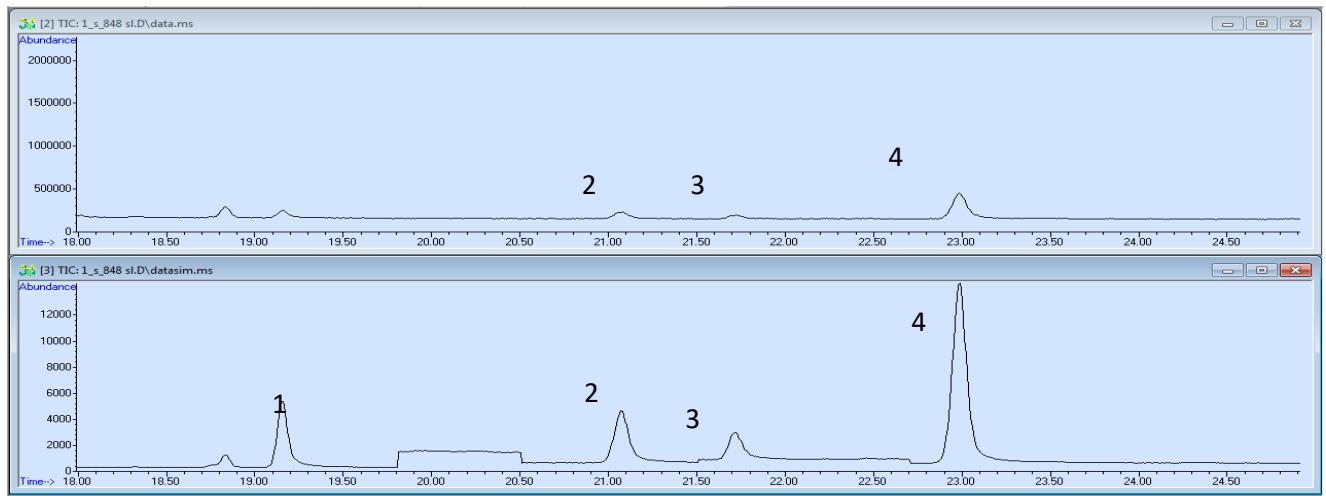


Рисунок 21 - Хроматограмма стериновой фракции молочного жира нестандартной пробы творога. Основной пик 1 – холестерин; дополнительные пики: 2 – кампестерин, 3 – стигмстерин, 4 – бета-ситостерин (код образца 848)

При проведении исследования твердых молочных продуктов масла и сыра было установлено, что эти виды подлежат наибольшей фальсификации, что обусловлено, по всей вероятности, стоимостными показателями.

При изучении стандартных проб сливочного масла ($n=838$) в период 2016-2019 годы на хроматограмме отмечали наличие одного пика холестерина, характерного для масла, со временем удерживания 19,2 мин и долевым содержанием 100% (рис. 22).

При исследовании нестандартной пробы масла на хроматограмме выявляли, кроме пика холестерина, еще четыре дополнительных пика с различной интенсивностью отклика сигнала (рис. 23).



Рисунок 22 - Хроматограмма стериновой фракции молочного жира стандартной пробы сливочного масла. Пик холестерина, характерный для стандартной продукции (код образца 1832)

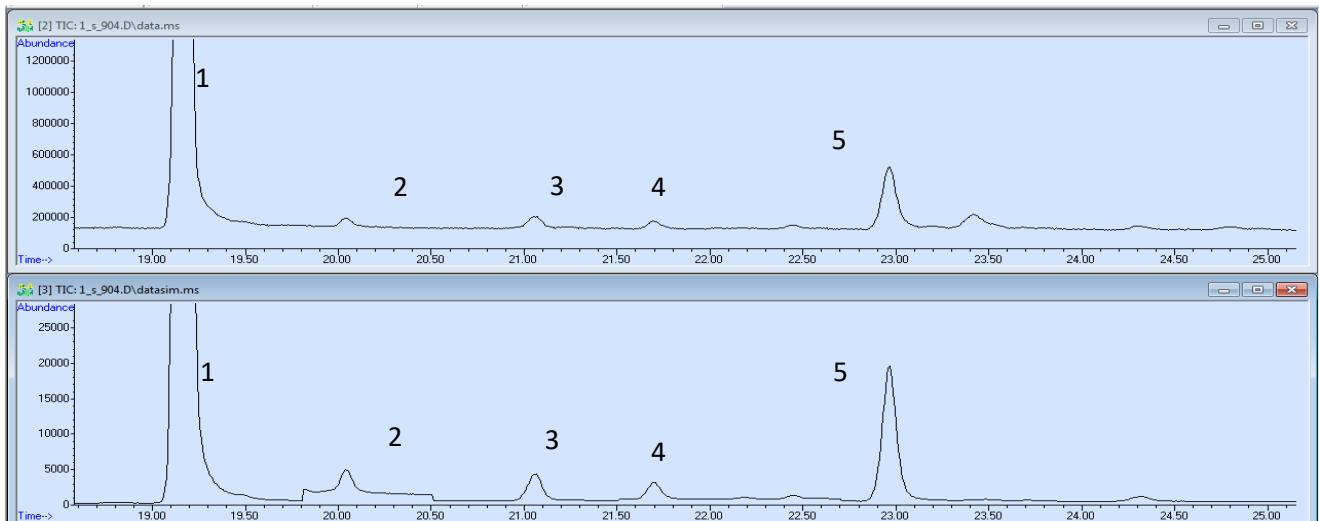


Рисунок 23 - Хроматограмма стериновой фракции молочного жира нестандартной пробы сливочного масла. Основной пик 1 – холестерин; дополнительные пики: 2 – бруссикастерин, 3 – кампестерин, 4 – стигмастерин, 5 – бета-ситостерин (код образца 904)

Исследование нестандартных проб масла ($n= 73$) в период 2017-2019 гг показало, что содержание в них холестериновой фракции составляло $59,6 \pm 5,1 \%$, а фитостеринов: кампестерина – $0,8 \pm 0,1 \%$, стигмастерина – $9,1 \pm 1,7 \%$, бета-ситостерина – $24,1 \pm 3,2 \%$, бруссикастера – $0,4 \pm 0,1 \%$. Первый пик со временем удерживания 19,2 мин идентифицировал наличие холестерина, с содержанием его 63,9%. Второй пик со временем удерживания 20 мин идентифицировал наличие бруссикастера и его содержание 0,4%, третий пик со временем удерживания 21,1

мин идентифицировал наличие кампестерина с процентным содержанием 0,7 %. Четвёртый пик со временем удерживания 21,8 мин характеризовал наличие стигмастерина с его содержанием 10,1%, пятый пик с временем удерживания 23 мин идентифицировал наличие бета-ситостерина и его содержание 24,9%. Бруссикостерин обычно обнаруживается в рапсовом масле, что дает возможность предположить замещение стериновой фракции молочного жира сливочного масла рапсовым маслом. В последние годы внимание сельхозтоваропроизводителей обращено на производство рапсового масла, пользующегося спросом в качестве заменителя молочного жира в продуктах питания. Рапсовое масло становится конкурентным продуктом с пальмовым пищевым маслом, используемым в производственных пищевых продуктах. Содержание стеролов в рапсовом масле составляет от 0,5-1,0 %. Бета-ситостерол в рапсовом масле является основной фракцией и обладает свойством образовывать с холестерином нерастворимые соединения, что положительно влияет на организм млекопитающих путем снижения уровня холестерина в крови [241].

При проведении исследований стандартных проб сыра (n=399) на хроматограмме отмечали наличие одного пика холестерина со временем удерживания 19,2 мин (рис. 24).

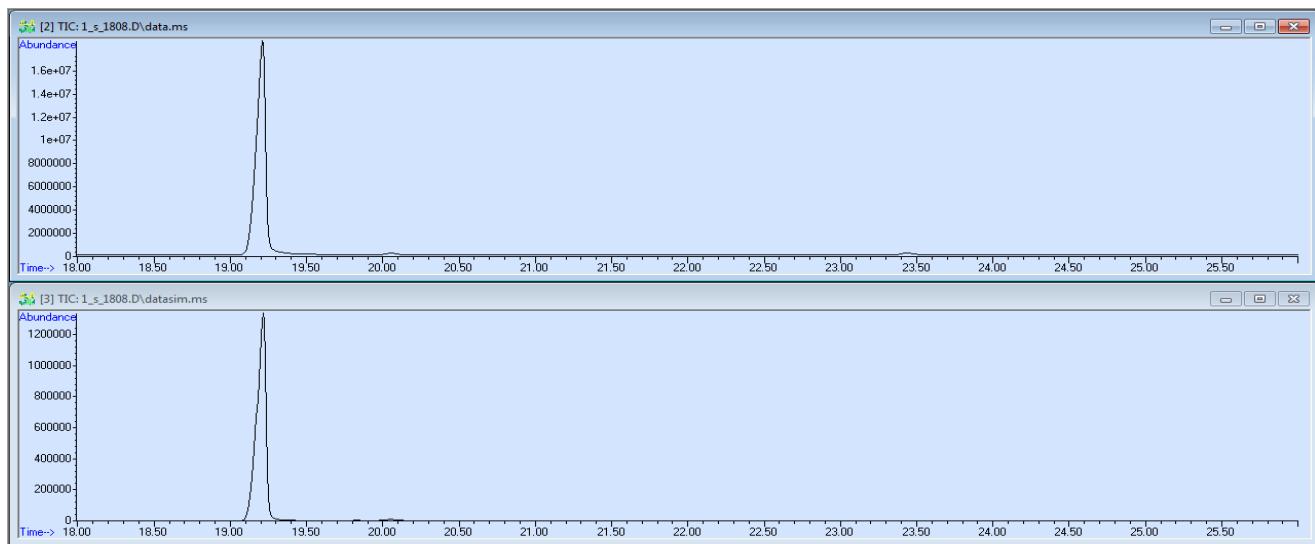


Рисунок 24 - Хроматограмма стериновой фракции молочного жира стандартной пробы сыра. Пик холестерина, характерный для стандартной продукции (код образца 1808)

Исследование нестандартных проб сыра (n= 28) в период 2017-2019 гг показало, что содержание в них холестериновой фракции составляло $3,1 \pm 0,7\%$, а фитостеринов: кампестерина – $17,4 \pm 2,8\%$ %, стигмастерина – $2,4 \pm 1,1\%$ %, бета-ситостерина – $74,3 \pm 5,4\%$ %. Хроматограмма нестандартной пробы сыра характеризовалась тем, что наблюдали кроме пика холестерина, еще три дополнительных пика высотой различной интенсивности (рис. 25).

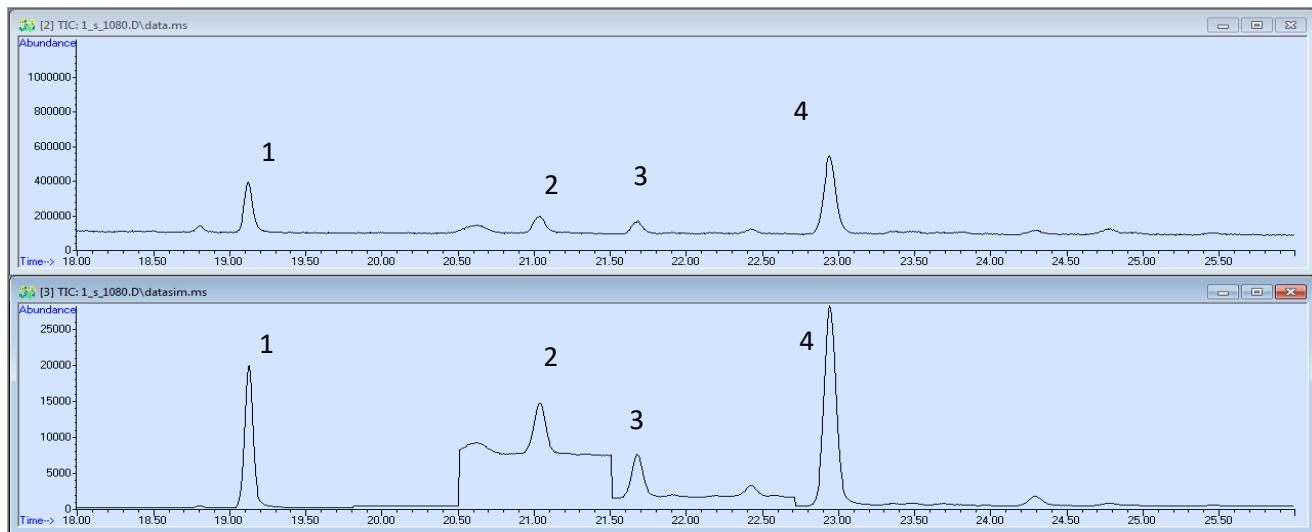


Рисунок 25 - Хроматограмма стериновой фракции молочного жира нестандартной пробы сыра. Основной пик 1 – холестерин; дополнительные пики: 2 – кампестерин, 3 – стигмастерин, 4 – бета-ситостерин (код образца 1080)

Первый пик с временем удерживания 19,2 мин идентифицировал наличие холестерина и его содержание 2,9%. Второй пик со временем удерживания 21,1 мин идентифицировал наличие кампестерина и содержание его 17,9%, третий пик со временем удерживания 21,8 мин отражал наличие стигмастерина и его содержание 2,6%, четвёртый пик со временем удерживания 23 мин идентифицировал наличие бета-ситостерина с содержанием его 76,6%.

Таким образом, в период с 2017 по 2019 годы доля нестандартных проб молока на потребительском рынке РТ составила – 7,48%. В хроматограммах нестандартных проб молока кроме содержания зоостерина – холестерина в доле $78,3 \pm 3,4\%$ %, были обнаружены фитостерины: кампестерин, стигмастерин и бета-ситостерин с долевым их содержанием $4,1 \pm 0,6$; $3,1 \pm 0,5$ и $12,9 \pm 1,2\%$ %, соответственно.

На потребительском рынке кисломолочных продуктов доля нестандартных проб, содержащих фитостерины, составила 4,95%. В жидких кисломолочных продуктах (айран, ацидофиллин, кефир, простокваша, ряженка, кумыс и кумысный продукт), а также в йогурте за исследованный период не обнаружены фитостерины. Наибольшей модификации растительными стеринами подверглись сметана и продукты на ее основе, что составило 3,71% от общей доли кисломолочных продуктов. В хроматограммах нестандартных проб сметаны и продуктах на ее основе кроме холестерина в доле $70,4\pm4,6$ %, были обнаружены фитостерины: кампестерин – $3,9\pm0,9$ %, стигмастерин – $2,4\pm0,8$ % и бета-ситостерин – $17,9\pm2,1$ %. В меньшей доле отмечали фитостерины в твороге и творожной продукции, что составило 1,24 % от общего количества модифицированной кисломолочной продукции. В хроматограммах нестандартных проб творога, твороженной массы, зернёного творога, сырков и творожных продуктов кроме холестериновой фракции в доле $2,1\pm0,8$ %, были обнаружены фитостерины: кампестерин – $15,8\pm2,4$ %, стигмастерин – $2,5\pm0,7$ % и бета-ситостерин – $72,4\pm5,6$ %.

На потребительском рынке твердых молочных продуктов – масла и сыра – доля нестандартных проб, содержащих фитостерины, составила 8,01 и 6,56 %. В масле – единственном продукте, кроме холестерина в доле $59,6\pm5,1$ % присутствовали четыре вида фитостеринов: браssикостерин, кампестерин, стигмастерин и бета-ситостерин в среднем долевом соотношении – $0,4\pm0,1$ %; $0,8\pm0,1$ %; $9,1\pm1,7$ % и $24,1\pm3,2$ % соответственно. В хроматограммах нестандартных проб сыра кроме холестерина в доле $3,1\pm0,7$ %, были обнаружены фитостерины: кампестерин, стигмастерин и бета-ситостерин с долевым соотношением $17,4\pm2,8$ %; $2,4\pm1,1$ и $74,3\pm5,4$ %, соответственно.

3.2.3 Характеристика пальмового масла

Одним из самых распространенных видов растительного сырья, которое широко используется в пищевой промышленности во всем мире, является пальмовое масло. Из общего количества мирового потребления растительных масел объем пальмового масла составляет 75% [53].

Пальмовое масло - это растительное масло, извлекаемое из мясистого мезокарпа плодов масличной пальмы, с массовой долей жира не менее 99,9%, не подвергавшееся модификации, прошедшее очистку по полному циклу стадий рафинации и дезодорацию. Полный цикл стадий рафинации и дезодорация – это процесс очистки от сопутствующих примесей, в том числе от фосфорсодержащих веществ, восков, свободных жирных кислот, красящих веществ и веществ, обуславливающих вкус и запах [246].

Пальмовое масло для пищевых целей должно изготавливаться и соответствовать двум направлениям [246]:

- *пальмовое масло и его фракции для промышленной переработки в качестве продовольственного (пищевого) масложирового сырья;*
- *пальмовое масло и его фракции для производства пищевой продукции в качестве масложирового ингредиента (компонента) пищевой продукции.*

Кроме продуктов питания, пальмовое масло используется для производства биотоплива, косметики, шампуней и других продуктов:

- *пальмовое масло и его фракции для производства непищевой продукции (хозяйственного мыла, твердого туалетного мыла на жировой основе).*

Пальмовое масло для непищевых целей – это разновидность пальмового масла, не имеющая никаких полезных свойств, кроме своей дешевизны и срока хранения. Из-за низкой степени очистки в нем содержится большое количество окисленных жиров, которые оказывают вредное воздействие на живые организмы.

Техническое пальмовое масло предназначено для использования исключительно в производстве бытовой химии [243].

Согласно информационных данных «Центра Агроаналитики», за последнее десятилетие (с 2011 по 2020 годы) мировое производство пальмового масла увеличивалось в среднем на 4,2%, а мировая торговля — на 3,0%. В сезоне-2019/20 мировое производство пальмового масла составило почти 72,3 млн т, а в 2020/21 году прогнозируется его увеличение до 74,6 млн т. Для сравнения: производство соевого масла ожидается на уровне 59 млн т, рапсового — 27,3 млн т, подсолнечного — 21,5 млн т. За последние пять лет среднегодовое производство пальмового масла превысило выпуск соевого масла на 27%, рапсового — в 2,6 раза, подсолнечного — в 3,6 раза. Основные импортеры пальмового масла — Индия (в среднем около 19% мирового импорта в натуральном выражении), ЕС (13,5%), Китай (13%). Крупными импортерами являются также Пакистан (6,9%), Бангладеш (3,3%) и США (3,1%). В десятку крупнейших импортеров с долей импорта от 2,4 до 1,9% входят также Филиппины, Египет, Бирма и Кения. Вьетнам и Россия делят одиннадцатое место с долей импорта примерно в 1,8% [226].

Основными странами экспортерами пальмового масла в Россию в 2018 году стали Индонезия с объемом более 890 тыс. тонн, Малайзия — 86,7, Нидерланды — 48,4 и Швеция — 9,7 тыс. тонн. Основные регионы заказчики пальмового масла и объемы его импорта в Россию представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Регионы-заказчики пальмового масла, объем импорта, т*

Регион	Годы			
	2015	2016	2017	2018
Краснодарский край	572798,0	530104,9	510777,4	570283,5
Саратовская область	67802,1	64775,9	101896,6	159803,7
Тульская область	66452,5	100970,6	80419,8	96091,0
Нижегородская область	49954,3	46216,5	57499,0	68712,5
Санкт-Петербург	33387,9	37831,6	36726,1	45221,5
Москва	14164,6	14979,9	22026,1	20266,8
Республика Татарстан	474,5	—	—	81,0

Весь объем пальмового масла, который импортирован в Российскую Федерацию соответствует международным стандартам, 99% от общего количества используется на пищевые цели, менее 1 % – на технические [259].

Согласно данных Федеральной службы государственной статистики за пять лет общий объём импортируемого пальмового масла на территорию Российской Федерации составил 4770,9 тыс. тонн. При анализе объемов поступления пальмового масла на территорию Российской Федерации можно проследить тенденцию увеличения импорта в период с 2014 по 2019 годы (рис. 26).



Рисунок 26 - Количество импортированного в Россию пальмового масла

В период с 2014 года по 2015 год увеличение объемов импорта пальмового масла составило 8,9%. Период с 2015 по 2016 годы характеризовался повышением на 15,6%. В 2017 году в сравнении с предыдущим годом импорт пальмового масла увеличился незначительно – на 5,2%. Тенденция увеличения импорта пальмового масла сохранилась и в 2018 году, превышение в сравнении с 2017 годом составило 15,0%. В целом с 2014 года по 2018 год объемы поступления пальмового масла в Российскую Федерацию увеличилось на 52,4%. Импорт пальмового масла и его фракций в Россию к концу 2019 года уменьшился на 17,9%, в годовом сопоставлении до 93,3 тыс. тонн. В целом за 2019 год в страну было ввезено 1,061

млн. тонн пальмового масла, что на 0,1 % превысило объем за аналогичный период предшествующего года (2018) [521].

В Республику Татарстан в период с 2015 по 2018 годы было ввезено 555,5 тонн, что составило 0,016 % от общего импортированного объема пальмового масла в Россию в эти годы (табл. 5). Особый интерес представляло качество ввезенного сырья. Сравнительная оценка органолептических показателей пальмового масла для применения в различных целях выявила, что свойства масел для пищевых и технических нужд были схожи по отсутствию посторонних вкусов и запахов, но существенно отличались по цвету и прозрачности в расплавленном состоянии. Пальмовое масло для пищевых целей в расплавленном состоянии имело желтый цвет, а прозрачности достигало при температуре плавления 52,5°C. Цвет пальмового масла для технических целей был интенсивно оранжевый, а полной прозрачности в расплавленном состоянии оно достигало при температуре выше пищевого аналога на 0,5 °C (табл. 6).

Таблица 6 – Органолептические исследования пальмового масла

Показатели	Пальмовое масло (n=5)	
	для пищевых целей	для технических целей
Вкус	Отсутствие посторонних вкусов	
Запах	Отсутствие посторонних запахов	
Прозрачность в расплавленном состоянии	При температуре 52,5 °C	При температуре 53 °C
Цвет в расплавленном состоянии	Жёлтого цвета	Оранжевого цвета

При исследовании физико-химических показателей установлено, что по показателям кислотного числа, содержания влаги и жира пальмовые масла для пищевых и технических целей существенно не различались. Выявлена значительная разница показателей перекисного числа – в масле для технических целей его значение превышало аналог для пищевых пальмовых масел в 3 раза (табл. 7).

Таблица 7 - Физико-химические свойства разных видов пальмового масла

Показатели (n=5)	Пальмовое масло (n=5)	
	для пищевых целей	для технических целей
Кислотное число мгКОН/г	0,4±0,08	0,3±0,08
Перекисное число, мэквО ² /кг	1,3±0,10	3,9±0,20
Влага, %	0,43±0,05	0,40±0,03
Жир, %	99,57±0,03	99,60±0,11

Исследование пальмового масла на содержание фитостеринов показало наличие в его составе кампестеринов, бета-ситостеринов и стигмастеринов (табл. 8).

Таблица 8 - Сравнительное содержание фитостеринов в продукции растительного происхождения

Показатели	Наименование продукта (n=5)		
	рапсовое масло (объект сравнения)	пальмовое масло для пищевых целей	пальмовое масло для технических целей
Брассикастерин	8,1	0	0
Кампестерин	55,9	29,8	32
Стигмастерин	0	28,9	21,3
Бета-ситостерин	36	41,3	46,7

По содержанию кампестерина масла для пищевых и технических целей существенно не различались. Содержание стигмастерина в масле для пищевого использования было больше на 26,3 %, чем в масле для технических целей. Количество бета-ситостерина в масле для пищевых целей было меньше, чем в техническом аналоге на 13,1 %.

Исследование пальмового масла на содержание фитостеринов показало отсутствие в его составе растительного стерина – брассикостерина. При сравнительной оценке составов рапсового и пальмового масла установлено, что в рапсовом масле отсутствуют стигмастерин, а фитостерины представлены брассикостерином – 8,1%, бета-ситостерином – 36,0% и кампестерином – 55,9%. Содержание последнего в рапсовом масле превышает содержание его в пальмовом

масле в 1,9 раза, а содержание бета-ситостерина ниже на 12,8%, чем в пищевом масле.

Жирные кислоты в организме животных оказывают различное влияние на уровень холестерина в крови. Холестерол повышающее действие оказывает миристиновая кислота, содержание которой колеблется в переделах 0,5-2% от общего состава жирных кислот. Лауриновая кислота оказывает на холестерин крови повышающее или нейтральное действие; стеариновая и олеиновая кислоты – понижающее; пальмитиновая, пальмитолеиновая и линолевая имеют нейтральное действие. Согласно рекомендаций Института питания РАН оптимальное для питания человека масло должно содержать около 10% полиненасыщенных жирных кислот, около 30% насыщенных и 60% мононенасыщенных жирных кислот [241].

Провели сравнительное изучение содержания жирных кислот в составе пальмового масла для пищевых и технических целей (табл. 9).

Жирно-кислотный состав пальмового масла содержит равные части насыщенных и ненасыщенных жирных кислот. Основной насыщенной жирной кислотой является пальмитиновая кислота, основной ненасыщенной жирной кислотой – линолевая кислота.

Таблица 9 - Содержание жирных кислот в пальмовом масле, %

Показатель	Допустимое количество*				Пальмовое масло (n=5)	
	масло	олеин	супер-олеин	стеарин	для пищевых целей	для технических целей
Додекановая (лауриновая кислота) (C _{12:0})	не более 0,5	0,1-0,5	0,1-0,5	0,1-0,5	0,2±0,1	0,2±0,1
Тетрадекановая (миристиновая кислота) (C _{14:0})	0,5-2,0	0,5-1,5	0,5-1,5	1,0,-2,0	0,9±0,2	1,1±0,2
Гексадекановая (пальмитиновая кислота) (C _{16:0})	39,3-47,5	38,0-43,5	30,0-39,0	48,0-74,0	40,1±1,2	44,8±1,3
Гексадециновая (пальмитолеиновая кислота) (C _{16:1})	не более 0,6	0,6	0,5	0,2	0,1±0,06	0,1±0,05
Октацадекановая (стеариновая кислота) (C _{18:0})	3,5-6,0	3,5-5,0	2,8-4,5	3,9-6,0	5,3±0,15	4,3±0,2
Октацеденновая – (олеиновая кислота) (C _{18:1})	36,0-44,0	39,8-46,0	43,0-49,5	15,5-36,0	37,6±1,13	39,4±1,17
Октацадекадиеновая (линолевая кислота) (C _{18:2})	9,0-12,0	10,0-13,5	10,5-15,0	3,0-10,0	14,3±0,43	9,5±0,29
Октацадекатриеновая (линоленовая кислота) (C _{18:3})	не более 0,5	не более 0,6	0,2-1,0	не более 0,5	1,1±0,2	0,3±0,15
Эйкозановая (арахиновая кислота) (C _{20:0})	не более 1,0	0,6	0,4	1,0	0,3±0,2	0,3±0,15
Эйкозеновая (гондоиновая кислота) (C _{20:1})	не более 0,4	0,4	0,2	0,2	0	0
Докозановая (бегеновая кислота) (C _{22:0})	не более 0,2				0,1±0,05	0,1±0,05
Транс-изомеры жирных кислот**	не более 1,5%				0,57±0,12	0,55±0,17
Соотношение	C ₁₆ /C ₁₂	5,8-14,5			200,5	224,0
	C ₁₈ /C ₁₂	1,9-5,9			26,3	21,5
	C _{18:1} /C ₁₄	1,6-3,6			41,7	35,6
	C _{18:2} /C ₁₄	0,1-0,5			15,9	8,6
	(C _{18:1} +C _{18:2})/ Σ (C ₁₂ , C ₁₄ , C ₁₆ ,C ₁₈)	0,4-0,7			1,1	1,0

* ГОСТ 31663-2012

** ГОСТ 31754-2012

Установлено, что пальмовое масло для пищевых целей имело низкие значения в сравнении с пальмовым маслом для технических целей по содержанию пальмитиновой кислоты на 11,7% миристиновой – на 22,2% и олеиновой – на 4,8%. Пальмовое масло для пищевых целей превышало показатели технического аналога по содержанию линолевой кислоты на 33,6%, стеариновой – на 18,9%, линоленовой – в 3,6 раза. При этом содержание трансизомеров в пальмовом масле для пищевых целей было незначительно выше (3,5%) технического аналога.

При проведении сравнительного анализа полученных данных жирнокислотного состава масла и его фракций согласно ПНСТ 355-2019, пальмовое масло, применяемое в пищевой промышленности, по содержанию насыщенных жирных кислот (пальмитиновой кислоты с содержанием $40,1\pm1,2$) отнесено к фракции олеина. По содержанию ненасыщенных жирных кислот (линолевой кислоты со значением $14,3\pm0,43\%$), пищевое пальмовое масло отнесено к суперолеиновой фракции. Испытанное техническое пальмовое масло по содержанию в нем насыщенных жирных кислот (пальмитиновой кислоты $44,8\pm1,3$) и ненасыщенных жирных (линолевой кислоты со значением $9,5\pm0,29\%$) отнесено к фракции масла.

Проведённые исследования пальмового масла позволяют их соотнести с фракциями. Пищевое пальмовое масло соотносится с характеристиками суперолеина, что подтверждено процентным содержанием пальмитиновой и линолевой кислотой. Техническое пальмовое масло сопоставимо по процентному содержанию с фракцией масла. Сравнительный анализ показал, что по содержанию насыщенных жирных кислот пальмовые масла для пищевых и технических целей находятся в одном диапазоне. Содержание ненасыщенных жирных кислот повышенено в пальмовом масле для пищевых целей, что в целом характерно для масел растительного происхождения, применяемых в пищевой промышленности.

3.2.4 Влияние пальмового масла для пищевых и технических целей на организм белых мышей

В последние годы появились научные публикации зарубежных и отечественных авторов, которые утверждают о положительном влиянии функциональных молочных продуктов, где часть молочных жиров замещена растительными жирами. В работах этих ученых показано положительное влияние подобных продуктов на профилактику болезней органов сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта [17].

Однако в тоже время имеется большое количество научных исследований, в которых показано отрицательное действие на живые организмы молочных продуктов с содержанием добавок растительных жиров (пальмового, кокосового, соевого и др.) низкого качества или использование жиров для технических целей. Введение в продукцию заменителей молочного жира оказывается не только на потребительских свойствах продукта, но и на здоровье населения. Отсутствие единого мнения в этом вопросе требует определенных исследований.

Для изучения влияния пальмового масла на организм были сформированы по принципу аналогов по возрасту и массе три группы беспородных белых мышей ($n=8$) в возрасте четырех месяцев и живой массе $29,1\pm1,2$ г. Мыши I группы являлись контрольными и получали основной рацион (ОР). Мыши II и III опытных групп к ОР получали к основному рациону по 10% пальмового масла для технических и пищевых целей. Выбор этой дозы был обусловлен литературными данными, где сообщается о допустимости введения в рацион животных до 13% жиров [206]. Длительность эксперимента составила 15 суток.

При изучении влияния пальмового масла на организм белых мышей были исследованы клинико-физиологическое состояние мышей, динамика живой массы и морфологические исследования паренхиматозных органов.

На динамике эксперимента у мышей всех групп видимые слизистые оболочки, морда, уши и хвосты сохраняли розовый оттенок, присущий здоровым

животным. Шерстный покров у мышей I контрольной и III опытной групп имел шелковистый блеск, был гладкий, без повреждений. У мышей II опытной группы шерстный покров не имел блеска, в единичных местах был взъерошен. У мышей опытных групп на 8-9 сутки эксперимента отмечали разжижение кала, с большим проявлением симптомов диспепсии у мышей II опытной группы и нарастанием клинических проявлений к окончанию эксперимента. Мыши опытных групп были активны. Животные проявляли интерес к изменению окружающей среды и друг другу. Этология животных опытных групп была сопоставима с контрольным животным. У мышей I контрольной и III опытной групп кормовая и водная возбудимость сохранялись, у мышей II опытной группы, получавших пальмовое масло для технических целей, кормовая возбудимость была снижена, при повышении водной возбудимости.

В ходе эксперимента живая масса животных изменялась следующим образом (табл. 10).

Таблица 10 - Динамика живой массы мышей, г

Показатели, сутки опыта	Группы мышей (n=8)		
	I	II	III
1	27,9±1,9	29,4±3,9	30,2±1,6
10	28,2±3,2	29,5±2,7	30,8±3,0
14	29,5±2,4	28,3±4,4	31,2±4,3
Абсолютный прирост (+ или -)	+ 1,6±0,3	- 1,1±0,2	+ 1,4±0,1
Относительный прирост	100,0	95,9	105,7

Введение в рацион мышей пальмового масла для пищевых целей способствовало повышению живой массы на 5,7% в сравнении с контрольными аналогами. У мышей, получавших в рационе пальмовое масло для технических целей, отмечали снижение живой массы, в сравнении с контрольными животными. На 14 сутки проведено послеубойное определение массы паренхиматозных органов мышей (табл. 11).

Таблица 11 - Масса органов мышей, г

Орган	Группы мышей (n=8)		
	I	II	III
Сердце	0,15±0,01	0,17±0,02	0,15±0,01
Печень (с желчным пузырем)	1,55±0,15	2,12±0,26*	1,63±0,91
Селезенка	0,10±0,01	0,12±0,02	0,11±0,02
Почки	0,21±0,02	0,58±0,04*	0,61±0,10*

* $P \leq 0,05$

Введение в кормление мышей пальмового масла для технических целей обусловило увеличение массы печени у животных на 36,7 %, для пищевых целей - на 5,1%, в сравнении с контрольными аналогами. Наблюдали реакцию со стороны органов системы выделения: масса почек опытных мышей увеличилась в 2,7-2,9 раза, с более ярко выраженной тенденцией у мышей III опытной группы. Предполагаем, что этот процесс отражает повышение их функциональной активности в связи с высококалорийным рационом. При анализе данных таблицы установлено, что масса сердца мышей II группы была на 13,7 % больше, чем у контрольных и опытных сверстников. Масса селезенки опытных мышей увеличилась на 10 и 20 % в сравнении с контрольными, при этом наибольшие значения установлены у животных, получавших в рационе пальмовое масло для технических целей.

Таким образом, по клинико-физиологическому состоянию и этиологии белые мыши, получавшие в рационе пальмовое масло в течение 14 суток, существенно не отличались от контрольных животных. Исключением стали нарастающая диспепсия у опытных мышей во второй половине эксперимента и изменение шерстного покрова, выразившееся у мышей, потреблявших пальмовое масло для технических целей, в отсутствие шелковистого блеска и некоторой взъерошенности шерстного покрова. Введение пальмового масла для пищевых целей в рационы белых мышей способствовало повышению их живой массы на 5,7 %, у мышей, потреблявших техническое масло - на 4,1 %, в сравнении с

контрольными аналогами. Масса внутренних органов у мышей, получавших в кормлении пальмовое пищевое масло, повысилась на 5,1-10,0 %, в сравнении с контролем. У мышей, получавших пальмовое техническое масло – на 13,7-36,7 %. При этом масса почек у мышей обеих опытных групп увеличилась в 2,7-2,9 раза.

3.3 Исследование санитарно-гигиенических показателей сметаны с массовой долей молочного жира 15% и молокосодержащего продукта с заменителем молочного жира, произведенного по технологии сметаны

3.3.1 Биологическая безопасность, органолептические свойства, химический состав, пищевая и энергетическая ценности

Проведены сравнительные исследования показателей качества и безопасности сметаны с массовой долей молочного жира 15% и молоко содержащего продукта с заменителем молочного жира, произведенного по технологии сметаны с заявленной жирностью 15% (молокосодержащий продукт с ЗМЖ). Исследования проведены согласно схеме эксперимента в гарантийный и пост гарантийный периоды хранения продуктов (табл. 12).

Таблица 12 - Схема эксперимента

Сутки исследования	Период хранения продукта	
	сметана с массовой долей молочного жира 15%	молоко-содержащий продукт с ЗМЖ
0-7	начало	начало
14	окончание	середина
28	пост гарантийный период	окончание
42		пост гарантийный период

В первые сутки гарантийного периода хранения продуктов исследовали химический состав, пищевую и энергетическую ценность, органолептические

свойства, стериновый и жирнокислотный составы сметаны с массовой долей молочного жира 15% и молокосодержащего продукта с ЗМЖ.

Установлено, что состав сметаны с массовой долей жира 15% представлен нормализованными сливками и закваской молочнокислых микроорганизмов. Пищевая ценность в 100 г продукции: белки 2,6 г, жир – 15 г, углеводы – 3,6 г. Энергетическая ценность в 100 г продукта – 669 кДж/160 ккал. Количество молочнокислых микроорганизмов в 1 г продукта в течение срока годности составляло не менее 1×10^7 КОЕ. Гарантийный срок годности продукта составлял 15 суток при условии его хранения при температуре $(4\pm2)^\circ\text{C}$, в том числе и после вскрытия упаковки.

При исследовании молокосодержащего продукта с ЗМЖ в первые сутки гарантийного периода установлено, что он имел массовую долю жира 15%, в том числе растительного жира 7,5%. Состав продукта представлен восстановленным молоком из сухого молока, сливочным маслом, заменителем молочного жира, молочно-белковым концентратом (пастеризованное обезжиренное молоко), закваской молочнокислых микроорганизмов. Количество молочнокислых микроорганизмов в 1 г продукта в течение срока годности составляло не менее 1×10^7 КОЕ. Пищевая ценность молокосодержащего продукта с ЗМЖ составляла в 100 г продукта: белков – 2,3 г, жиров – 15 г и углеводов – 3,5 г. Энергетическая ценность/калорийность в 100 г продукта: 650 кДж/160 ккал. Гарантийный срок годности продукта составлял 30 суток при условии его хранения при температуре $(4\pm2)^\circ\text{C}$. После вскрытия упаковки по условиям гарантийного хранения продукт хранится не более 24 часов при температуре $(4\pm2)^\circ\text{C}$.

Заменитель молочного жира в составе молокосодержащего продукта с ЗМЖ представлен следующим составом: масла растительные рафинированные дезодорированные, в т.ч. переэтерифицированные, пальмовое и подсолнечное; пищевые добавки эмульгаторы Е471 и Е322 (лецитин соевый), краситель Е160а (натуальный бета-каротин). Показатели качества и безопасности заменителя молочного жира представлены в таблице 13.

Таблица 13 - Показатели качества заменителя молочного жира

Показатели	Нормативы*	Результаты
1	2	3
Органолептические показатели		
Вкус и запах	Чистый, свойственный обезличенному жиру. Не допускаются посторонние привкусы и запахи.	Чистый, свойственный обезличенному жиру
Консистенция	Однородная, плотная, пластичная	При 12°C однородная, плотная, пластичная
Прозрачность в расплавленном состоянии	Прозрачный в расплавленном состоянии	Прозрачный без осадков
Качественные показатели		
Массовая доля жира, %	Не менее 99,5	99,98
Массовая доля влаги и летучих веществ, %	Не более 0,5	0,02
Температура плавления, °C	27-36	35,6
Перекисное число, ммоль активного кислорода/кг	Не более 2,0	0,40
Кислотное число, мг КОН/г	Не более 0,3	0,12
Массовая доля транс-изомеров жирных кислот, %	Не более 5,0	0,28
Токсичные элементы		
Свинец	не более 0,1 мг/кг	менее 0,1 мг/кг
Мышьяк	не более 0,1 мг/кг	менее 0,1 мг/кг
Кадмий	не более 0,03 мг/кг	менее 0,03 мг/кг
Ртуть	не более 0,03 мг/кг	менее 0,03 мг/кг
Железо	не более 1,5 мг/кг	менее 1,5 мг/кг
Медь	не более 0,1 мг/кг	менее 0,1 мг/кг
Микотоксины		
Афлатоксин B ₁	не более 0,005 мг/кг	менее 0,005 мг/кг
Пестициды		
Гексахлорциклогексан (α , β , γ -изомеры)	не более 0,05 мг/кг	менее 0,05 мг/кг
ДДТ и его метаболиты	не более 0,1 мг/кг	менее 0,1 мг/кг
Радионуклиды		
Стронций 90	не более 80 Бк/кг	менее 80 Бк/кг
Цезий 137	не более 60 Бк/кг	менее 60 Бк/кг
Микробиологические показатели		
БГКП (coliформы)	не допускается в 0,001 г продукта	Не обнаружено
Патогенные, в т.ч. сальмонеллы	не допускаются в 25 г продукта	Не обнаружено
Дрожжи, КОЕ/г	не более 1×10^3	менее 1×10^3
Плесени, КОЕ/г	не более 1×10^2	менее 1×10^2

*не содержит продуктов животного происхождения и генетически модифицированных источников. Соответствует требованиям ТР ТС 024/2011 «Технический регламент на масложировую продукцию», ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», ТР ТС

022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки». Содержание глицидиловых эфиров (GE) не превышает 1 мг/кг (рекомендации EFSA и FEDIOL)

Сметана с долевым содержанием молочного жира 15% имела гарантийный срок хранения 14 суток при рекомендованной температуре $4\pm2^{\circ}\text{C}$, при этом вскрытие пакета не влияло на качество продуктов. Молокосодержащий продукт с ЗМЖ имел гарантийный срок хранения 30 суток при рекомендованной температуре $4\pm2^{\circ}\text{C}$, при этом после вскрытия упаковки срок хранения продукта составлял 24 часа.

Проведена сравнительная оценка органолептических показателей сметаны с долевым содержанием молочного жира 15% и молокосодержащего продукта с ЗМЖ в первые сутки гарантийного срока хранения (табл. 14).

Установлена сопоставимость исследованных образцов по органолептическим показателям и их соответствие требованиям Технического Регламента Таможенного Союза «О безопасности молока и молочной продукции» [255].

Таблица 14 - Органолептические исследования сметаны с натуральным молочным жиром и молокосодержащего продукта с ЗМЖ

Показатель	Норматив*	Группы продуктов (n=3)	
		сметана с содержанием 15% молочного жира	молоко-содержащий продукт с ЗМЖ
Внешний вид и консистенция	однородная масса с глянцевой поверхностью	однородная масса с глянцевой поверхностью	
Цвет	белый с кремовым оттенком, равномерный	белый с кремовым оттенком, равномерный	
Вкус и запах	чистый кисломолочный; допускается привкус топленого масла	чистый кисломолочный без посторонних привкусов	

* ГОСТ 22935-2-2011

3.3.2 Фито- и зоостериновые и жирнокислотный составы молочных продуктов при их модификации (фальсификации)

В связи с тем, что в заявлном составе молокосодержащего продукта с ЗМЖ присутствовали растительные жиры, были проведены в первые сутки гарантийного срока хранения исследования продуктов на содержание стеринов с их дифференциацией по животному и растительному происхождению. В сметане с массовой долей молочного жира 15% содержание зоостеринов (холестерина) составило 100 %. Следует особенно отметить, что фитостеринов в этой сметане не обнаружено (табл. 15).

Согласно Технического Регламента Таможенного Союза «О безопасности молока и молочной продукции» недопустимо содержание жиров немолочного происхождения в продукции на этикетке которой отсутствует информация о вводимых в состав ингредиентов [255].

Таблица 15 - Содержание стеринов в сметане и молокосодержащем продукте с ЗМЖ, %

Показатели (n=3)	Стерины, %			
	холестерин	кампестерин	стигмастерин	бета-ситостерин
Сметана с содержанием 15% молочного жира				
Нормативные значения*	наличие	отсутствие	отсутствие	отсутствие
Сметана с массовой долей молочного жира 15%	100,0	0	0	0
Молокосодержащий продукт с ЗМЖ				
Нормативные значения*	наличие	наличие	наличие	наличие
Молокосодержащий продукт с ЗМЖ	8,2±1,2	21,7±2,2	17,9±1,4	52,2±3,1

* ГОСТ 33490-2015

В заявлном составе в молокосодержащем продукте с ЗМЖ из 15% молочного жира половина – 7,5% должна быть представлена растительными стеринами, то есть в их долевом соотношении $\frac{1}{2}$ часть зоостерина и $\frac{1}{2}$ часть фитостеринов. Исследование молокосодержащего продукта с ЗМЖ показало, что содержание стерина животного происхождения составило 8,2%, вместо заявленной

доли 50%. Общее содержание фитостеринов составило 91,8 %, из них дифференцированы: кампестерин – 21,7%, ситостерин – 17,9% и бета-ситостерин – 52,2%.

Анализ результатов стериновых фракций показал, что сметана с долевым содержанием молочного жира 15% содержала только холестерин, что косвенно подтверждало натуральность происхождения продукта. При этом в молокосодержащем продукте с ЗМЖ выявлены, как зоостерины, так и фитостерины в соотношении 1:10.

Проведено сравнение состава фитостеринов молокосодержащего продукта в сопоставлении с распространенными растительными продуктами (табл. 16).

Таблица 16 - Содержание растительных стеринов в продукции

Показатели (n=5)	Стерины, %				
	холе- стерин	брассика- стерин	кампе- стерин	стигма- стерин	бета- ситостерин
Молокосодержащий продукт с ЗМЖ	8,2±1,2	0	21,7±2,2	17,9±1,4	52,2±3,1
Пальмовое масло пищевое	0	0	29,8±1,4	28,9±2,3	41,3±3,4
Пальмовое масло техническое	0	0	32,0±4,1	21,3±1,8	46,7±2,6
Рапсовое масло	0	8,1±1,3	55,9±4,0	0	36,0±3,4

Установлено, что содержание фитостеринов в составе молокосодержащего продукта с ЗМЖ варьируется между значениями пальмового масла для технических и пищевых целей. Что указывает на возможность использования обеих фракций пальмового масла. Отсутствие брассикастерина позволяет сделать вывод, что в производстве молокосодержащего продукта с ЗМЖ не использовали рапсовое масло.

Для удешевления или фальсификации молочной продукции путем замены молочного жира на более дешевые и менее ценные жиры животного происхождения используют говяжий, бараний, птичий жиры. При исследовании

подобной продукции отмечают отсутствие в их составе фитостеринов и наличие холестерина, подтверждающего животное происхождение. При исследовании жирно-кислотного состава идентифицируются фальсификаты молочной продукции. В животном жире не содержатся масляная, капроновая, капроловая, каприновая, деценовая, лауриновая и миристолеиновая кислоты. Это позволяет сделать вывод, что в жирах не молочного происхождения отсутствуют кислоты от C₄ до C₁₂.

На рисунке 27 представлен жирно-кислотный состав фракции куриного жира с 7 основными пиками, характеризующими наличие определенных жирных кислот. Первый небольшой пик со временем удерживания 27,5 минут характеризует миристиновую кислоту (C_{14:0}), второй пик со временем удерживания 34,5 минут – пальмитиновую кислоту (C_{16:0}), третий пик со временем удерживания 37,6 минут определяет наличие пальмитолеиновой кислоты (C_{16:1}), четвёртый пик со временем удерживания 43,3 минуты – олеиновую кислоту (C_{18:1}). Наибольшее содержание показывает пятый пик со временем удерживания 45,3 минут, характеризующий цис-олеиновую кислоту (C_{18:1}), несколько ниже шестой пик со временем удерживания 48,0 минут визуализирует цис-линолевую кислоту (C_{18:2}) и седьмой пик со временем удерживания 50,8 минут характеризует альфа-линолевую кислоту (C_{18:3c2}).

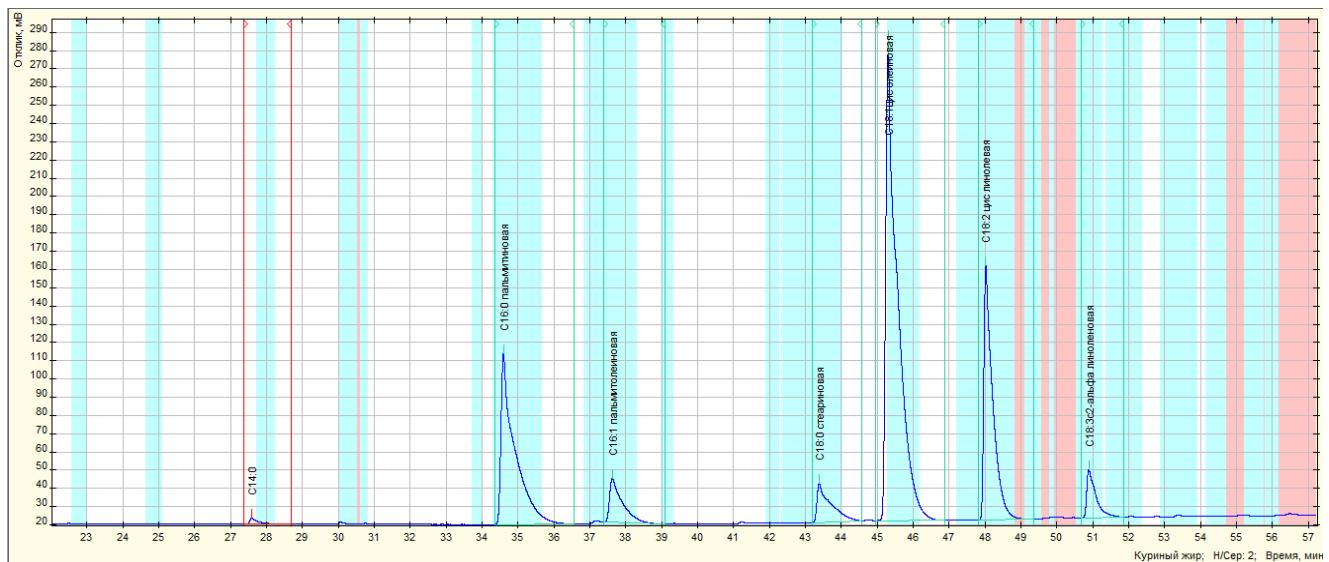


Рисунок 27 – Хроматограмма жирно-кислотного состава фракции куриного жира

На рисунке 28 представлена хроматограмма жирно-кислотного состава фракции гусиного жира с 7 основными пиками. Первый пик со временем удерживания 27,8 минут характеризует миристиновую кислоту ($C_{14:0}$), второй пик со временем удерживания 35,1 минута – пальмитиновую кислоту ($C_{16:0}$), третий пик со временем удерживания 37,9 минут – пальмитолеиновую кислоту ($C_{16:1}$), четвёртый пик с временем удерживания 43,7 минут – стеариновую кислоту ($C_{18:0}$). Пятый пик со временем удерживания 45,9 минут визуализирует цис-олеиновую кислоту ($C_{18:1}$), шестой пик со временем удерживания 48,2 минут – цис-линолевую кислоту ($C_{18:2}$), седьмой пик с временем удерживания 51,0 минут – альфа-линолевую кислоту ($C_{18:3c2}$).

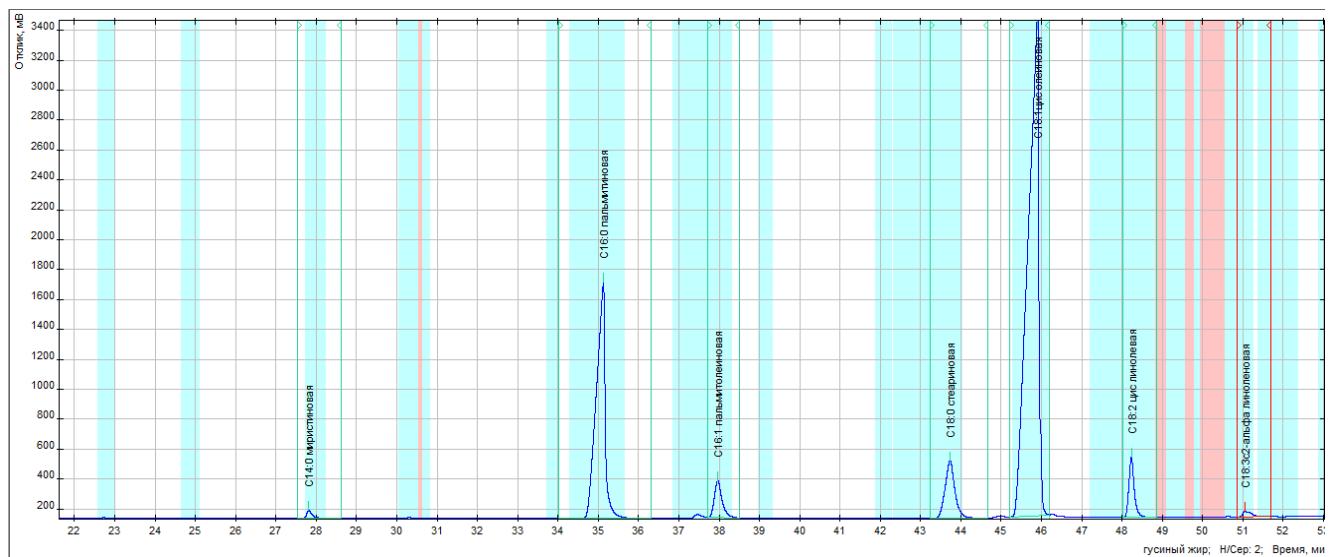


Рисунок 28 – Хроматограмма жирно-кислотного состава фракции гусиного жира

На рисунке 29 представлена хроматограмма жирно-кислотного состава бараньего жира, со 8 основными пиками и множеством небольших. Значительный размер первого пика со временем удерживания 27,7 минут характеризует миристиновую кислоту ($C_{14:0}$), второй пик со временем удерживания 34,9 минут – пальмитиновую кислоту ($C_{16:0}$), третий пик со временем удерживания 43,7 минут – стеариновую кислоту ($C_{18:0}$), четвёртый пик с временем удерживания 45,0 минут – транс-олеиновую кислоту ($C_{18:1}$). Наибольшее содержание цис-олеиновой кислоты ($C_{18:1}$) показывает пятый пик со временем удерживания 45,5 минут, шестой пик с временем удерживания 48,1 минут визуализирует цис-линолевую кислоту ($C_{18:2}$),

седьмой пик с временем удерживания 51,0 минут – гондоиновую кислоту ($C_{20:1}$), и восьмой пик со временем удерживания 51,5 минут – указывает на наличие небольшого количества альфа-линолевой кислоты ($C_{18:3c2}$) в составе бараньего жира.

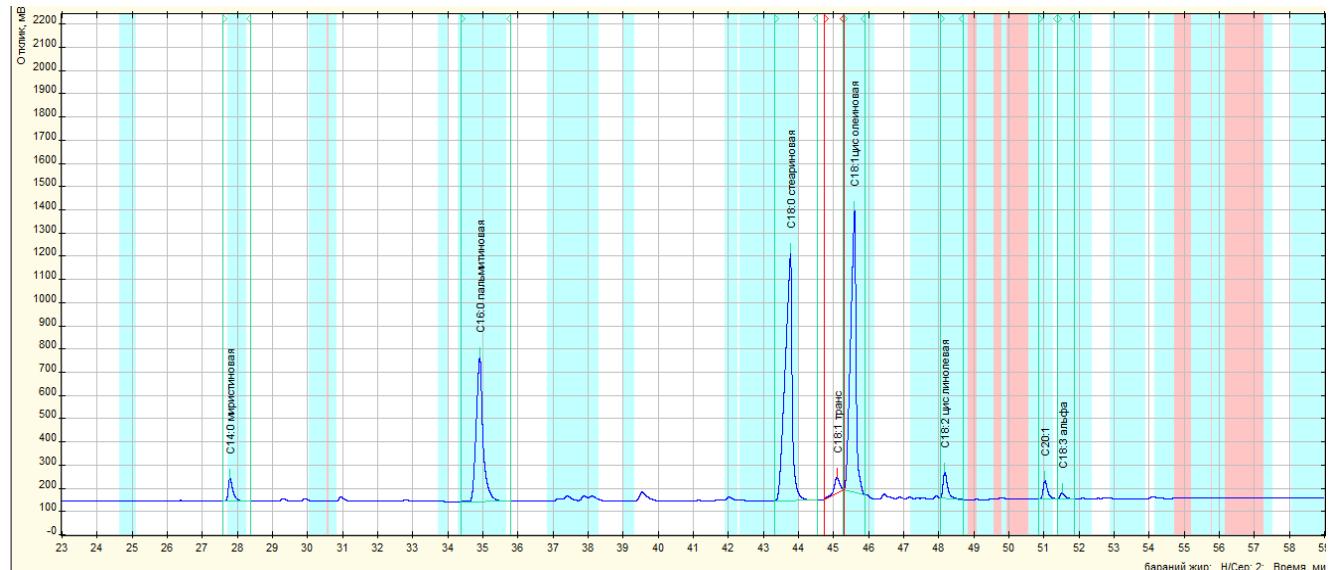


Рисунок 29 – Хроматограмма жирно-кислотного состава фракции бараньего жира

На рисунке 30 представлена хроматограмма жирно-кислотного состава говяжьего жира с 9 основными пиками. Первый пик со временем удерживания 27,8 минут характеризует наличие миристиновой кислоты ($C_{14:0}$), второй пик со временем удерживания 34,9 минут – пальмитиновую кислоту ($C_{16:0}$), третий пик со временем удерживания 43,6 минут – стеариновую кислоту ($C_{18:0}$), четвёртый пик со временем удерживания 45,0 минут – транс-олеиновую кислоту ($C_{18:1}$). Наибольшую концентрацию показывает цис-олеиновая кислота ($C_{18:1}$) на пятом пике со временем удерживания 45,4 минут, шестой пик со временем удерживания 48,1 минут определяет цис-линовую кислоту ($C_{18:2}$), седьмой пик с временем удерживания 49,7 минут визуализирует арахиновую кислоту ($C_{20:0}$), восьмой пик с временем удерживания 51,0 минута – гондоиновую кислоту ($C_{20:1}$), девятый небольшой пик с временем удерживания 51,5 минут характеризует альфа-линолевую кислоту ($C_{18:3c2}$) в составе говяжьего жира.

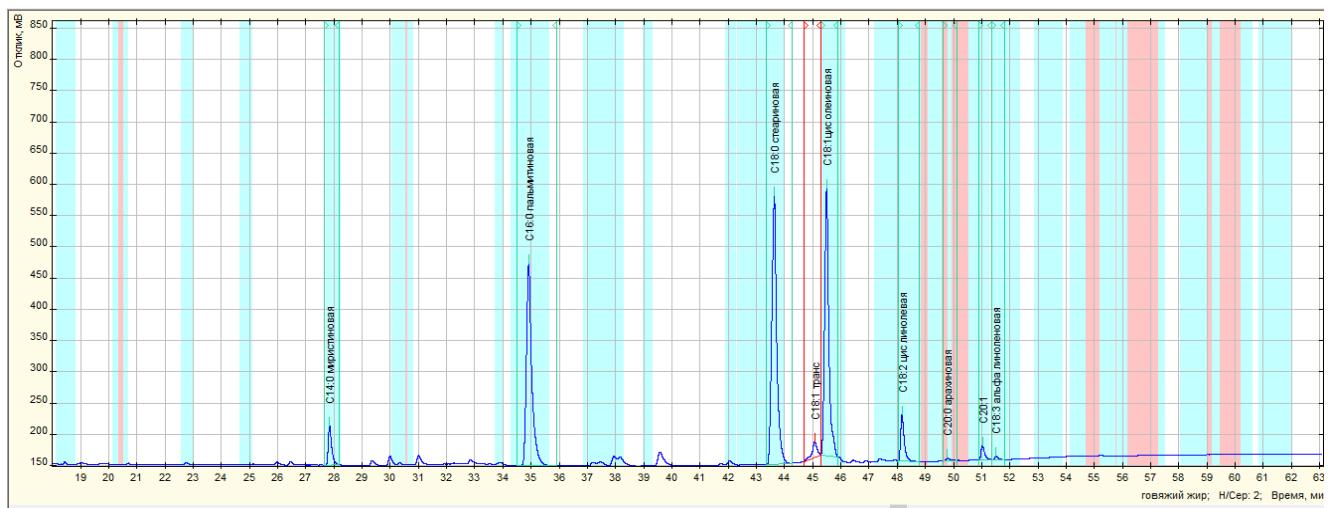


Рисунок 30 – Хроматограмма жирно-кислотного состава фракции говяжьего жира

Результаты исследований масел и жиров животного происхождения на содержание жирных кислот представлены в таблице 17.

В здоровом организме животных жирные кислоты находятся в определенном балансовом соотношении. Их замещение или колебание концентрации, как в большую, так и в меньшую сторону оказывают влияние на функциональное состояние организма, повышая или понижая содержание холестерина, что ведёт к развитию патологических процессов.

Одним из критериев подлинности молочной продукции может служить низкое содержание масляной кислоты. При исследовании молокосодержащего продукта с ЗМЖ установлено, что в его составе отсутствовали масляная, капроновая, каприловая, каприновая, деценовая и миристолеиновая (цис-9-тетрадеценовая) кислоты (табл. 18).

Таблица 17 - Содержание жирных кислот в продуктах животного происхождения

Наименование	Норма*	Группы продуктов (n=3)					
		станд. сливоч. масло	нестан. сливоч. масло	куриный жир	гусиный жир	бараний жир	говяжий жир
Масляная кислота (C _{4:0})	2,4 -4,2	4,0±0,2	5,9±0,2	—	—	—	—
Капроновая кислота (C _{6:0})	1,5-3,0	2,6±0,2	3,6±0,2	—	—	—	—
Каприловая кислота (C _{8:0})	1,0-2,0	1,5±0,2	2,0±0,2	—	—	—	—
Каприновая кислота (C _{10:0})	2,0-3,8	3,4±0,2	4,1±0,2	—	—	—	—
Деценовая кислота (C _{10:1})	0,2-0,4	0,3±0,2	0,4±0,2	—	—	—	—
Лауриновая кислота (C _{12:0})	2,0-4,4	4,0±0,2	4,4±0,2	—	—	—	—
Миристиновая кислота (C _{14:0})	8,0-13,0	12,4±0,4	13,8±0,4	0,4±0,2	0,4±0,2	2,2±0,2	3,4±0,2
Миристолеиновая кислота (C _{14:1})	0,6-1,5	1,1±0,2	1,1±0,2	—	—	—	—
Пальмитиновая кислота (C _{16:0})	21,0-33,0	32,9±0,9	30,9±0,9	20,0±0,6	23,9±0,7	21,0±0,6	27,3±0,8
Пальмитолеиновая кислота (C _{16:1})	1,5-2,4	1,9±0,1	2,0±0,2	4,7±0,3	3,2±0,2	—	—
Стеариновая кислота (C _{18:0})	8,0-13,5	9,5±0,3	8,9±0,3	—	6,3±0,2	37,1±1,1	33,4±1,0
Транс-олеиновая кислота (C _{18:1})	20,0-32,0	22,7±0,7	19,8±0,6	47,5±1,4	61,8±1,9	32,9±0,9	28,0±0,8
Цис-олеиновая кислота (C _{18:1})	—	—	—	—	—	1,8±0,2	1,8±0,2
Цис-линовая кислота (C _{18:2})	2,2-5,5	2,9±0,2	2,5±0,2	19,1±0,5	3,6±0,2	2,6±0,3	4,2±0,2
Линоленовая кислота (C _{18:3})	До 1,5	0,6±0,2	0,5±0,2	—	—	—	—
Альфа-линовая кислота (C _{18:3c2})	—	—	—	3,6±0,2	0,6±0,1	0,6±0,2	0,3±0,2
Арахиновая кислота (C _{20:0})	До 0,3	0,2±0,1	0,1±0,05	—	—	—	0,3±0,2
Гондоиновая кислота (C _{20:1})	—	—	—	—	—	1,7±0,2	1,3±0,2
Бегеновая кислота (C _{22:0})	До 0,1	0,1±0,05	0,1±0,05	—	—	—	—

*ГОСТ 32261-2013; ГОСТ 31663

Таблица 18 - Содержание жирных кислот в продукции, %

Наименование жирной кислоты по тривиальной номенклатуре	Допустимое содержание*	Группы продуктов (n=3)	
		Сметана	Молокосодержащий продукт с ЗМЖ
Масляная кислота (C _{4:0})	2,0-4,2	3,6±0,4	—
Капроновая кислота (C _{6:0})	1,5-3,0	3,0±0,4	—
Каприловая кислота (C _{8:0})	1,0-2,0	1,6±0,4	—
Каприновая кислота (C _{10:0})	2,0-3,5	3,5±0,4	—
Деценовая кислота (C _{10:1})	0,2-0,4	0,4±0,2	—
Лауриновая кислота (C _{12:0})	2,0-4,0	3,8±0,4	0,2±0,1
Миристиновая кислота (C _{14:0})	8,0-13,0	11,2±2,2	1,0±0,2
Миристолеиновая кислота (C _{14:1})	0,6-1,5	1,0±0,4	—
Пальмитиновая кислота (C _{16:0})	22,0-33,0	33,0±2,2	35,8±2,2
Пальмитолеиновая кислота (C _{16:1})	1,5-2,0	1,9±0,4	0,1±0,05
Стеариновая кислота (C _{18:0})	9,0-14,0	10,6±2,2	4,4±0,4
Олеиновая кислота (C _{18:1})	22,0-33,0	22,1±2,2	38,4±2,2
Линолевая кислота (C _{18:2})	2,0-4,5	2,8±0,4	19,2±2,2
Линоленовая кислота (C _{18:3})	0-1,5	1,2±0,4	0,3±0,15
Арахиновая кислота (C _{20:0})	0-0,3	0,2±0,1	0,3±0,15
Бегеновая кислота (C _{22:0})	0-0,1	0,1±0,05	0,1±0,05
Трансизомеры жирных кислот**	не более 2	0,075±0,01	0,48±0,14
C ₁₆ /C ₁₂	5,8-14,4	8,68	179
C ₁₈ /C ₁₂	1,9-5,9	2,79	22

* ГОСТ 32915-2014

** ГОСТ 31754-2012

Прослеживается тенденция отсутствия в составе молокосодержащего продукта с ЗМЖ масляной, капроновой, каприновой, каприловой, деценовой кислот. Жирные кислоты также отсутствуют в курином, бараньем, говяжьем и гусином жирах, что позволяет исключить применение данных жирных кислот при производстве молокосодержащего продукта.

Существенно ниже нормы и ниже в сравнении со сметаной с массовой долей молочного жира 15% выявлено содержание лауриновой, миристиновой, пальмитолеиновой, стеариновой и линоленовой кислот. Установлено значительное превышение показателей в содержании пальмитиновой, олеиновой, линолевой кислот в сравнении с нормативными значениями и показателями сметаны с массовой долей молочного жира 15%. Содержание трансизомеров в молокосодержащем продукте с ЗМЖ не превышало показателей нормы, но было в 6,4 раза больше значений сметаны с массовой долей молочного жира 15%.

Анализ полученных данных позволил заключить, что в молокосодержащем продукте с заявленной жирностью 15% и содержанием, в том числе, заменителя молочного жира до 7,5 г нарушен состав. Стериновые фракции представлены на 8,5% холестерином и на 91,5% – фитостеринами, вместо заявленного соотношения молочного жира и заменителя молочного жира – 50/50. Кроме этого при дополнительном исследовании жировой фракции на жирно-кислотный состав установлено отсутствие основных кислот, содержащихся в молочном жире - масляная, капроновая, капроловая, каприновая, деценовая и миристолеиновая (цис-9-тетрадеценовая) кислоты, что указывает на замену в молокосодержащем продукте молочного жира на менее дешевое сырье животного происхождения - говяжий, бараний, птичий жиры.

Жирно-кислотный состав сметаны с массовой долей молочного жира 15% соответствовал нормативным значениям по всем представленным кислотам, характерным для натурального молочного жира. Кроме этого стериновая фракция этого продукта была представлена холестерином, что в совокупности стало подтверждающим фактором натуральности продукта.

Таким образом, молокосодержащий продукт с ЗМЖ по органолептическим свойствам: внешнему виду, консистенции, цвету, вкусу и запаху не отличался от сметаны с массовой долей молочного жира 15%. Молокосодержащий продукт с ЗМЖ по составу, пищевой и энергетической ценности, по содержанию стериновых фракций и жирных кислот существенно отличался от сметаны с массовой долей молочного жира 15%.

3.3.3 Испытания сметаны с массовой долей молочного жира 15% и молокосодержащего продукта с заменителем молочного жира

Сметану с массовой долей молочного жира 15% и молокосодержащий продукт с ЗМЖ исследовали на изменение органолептических свойств, физико-химических показателей, стеринового и жирнокислотного составов в гарантийный и постгарантийный периоды хранения.

Конечным периодом гарантийного хранения для сметаны с долевой массой молочного жира 15% стали 14 сутки эксперимента, далее исследования проводили в постгарантийный период.

Для молокосодержащего продукта с ЗМЖ 14 сутки эксперимента стали серединой срока хранения, а завершением гарантийного срока стали 28 сутки хранения продукта. Далее исследования проводили в постгарантийный период – на 42 сутки хранения.

Органолептические показатели молочнокислых продуктов по срокам хранения представлены в таблице 19.

Таблица 19 - Органолептические показатели молочнокислых продуктов

Показатель	Норматив*	Группы продуктов (n=3)	
		сметана с массовой долей молочного жира 15%	молоко-содержащий продукт с ЗМЖ
1	2	3	4
14 сутки хранения			
Внешний вид, цвет	однородная масса; белый равномерный с кремовым оттенком	однородная масса с глянцевой поверхностью	однородная масса с глянцевой поверхностью

Продолжение таблицы 17

1	2	3	4
Запах и аромат	чистый кисломолочный; допускается привкус топленого масла	чистый кисломолочный без посторонних привкусов	чистый кисломолочный без посторонних привкусов
Консистенция	однородная масса с глянцевой поверхностью	однородная густая вязкая масса	однородная густая вязкая масса
28 сутки хранения			
Внешний вид, цвет	—	с признаками газообразования	однородная масса с глянцевой поверхностью
Запах и аромат	—	запах неприятный испорченного продукта	чистый кисломолочный без посторонних привкусов
Консистенция	—	неоднородная, с наличием хлопьев	однородная густая вязкая масса
42 сутки хранения			
Внешний вид, цвет	—	с признаками газообразования	с признаками газообразования
Запах и аромат	—	неприятный, с дрожжевым запахом	неприятный, испорченного продукта
Консистенция	—	неоднородная	неоднородная, с наличием хлопьев

* ГОСТ 22935-2-2011

При анализе органолептических показателей отмечали достаточно сильное изменение консистенции продуктов в постгарантийный период хранения. Сметана натуральная к 28 суткам хранения по внешнему виду приобретала признаки газообразования, по консистенции расслаивалась с образованием хлопьев и водяной фракции, с усилением показателей к 42 суткам эксперимента. В течение постгарантийного периода усиливался неприятный запах испорченного продукта, переходящий в неприятный с дрожжевым запахом. Отмечали единичные колонии микроорганизмов.

Сметана с ЗМЖ сохранила внешний вид, консистенцию, запах и аромат до конца гарантийного периода – до 28 суток, что обусловлено, по всей видимости, наличием в составе растительных и животных жиров, сохраняющих свою структуру. Однако в постгарантийный период к 42 суткам хранения так же

отмечали признаки изменения, проявляющиеся в газообразовании в продукте, неоднородности консистенции с наличием хлопьев и неприятный запах испорченного продукта.

Таким образом, сметана с массовой долей молочного жира 15% и молокосодержащий продукт с ЗМЖ, изготовленный по технологии сметаны, сохраняли регламентируемые органолептические свойства в гарантийный период хранения, и их показатели соответствовали нормативным требованиям к качеству молочнокислых продуктов. В постгарантийные периоды исследования качество продуктов существенно ухудшилось.

При исследовании физико-химических свойств молочнокислых продуктов установлено, что массовая доля жира в сметане с содержанием молочного жира 15% соответствовала заявленным показателям и в динамике эксперимента в гарантийный и постгарантийный сроки хранения не изменялась (табл. 20).

В молокосодержащем продукте с ЗМЖ массовая доля жира была выше на 2,7% в сравнении с заявленной жирностью и со сметаной с массовой долей молочного жира 15%. В динамике гарантийного и постгарантийного сроков хранения жирность в молокосодержащем продукте с ЗМЖ достоверно не изменялась.

Отмечали существенное изменение кислотности продуктов в период хранения. К концу гарантийного периода хранения кислотность сметаны с массовой долей жира 15% увеличилась на 7,6%, но оставалось в пределах нормативных значений. К 42 суткам хранения кислотность увеличилась на 64,2 %, в сравнении с показателем периода гарантийного хранения. Полученные данные хорошо согласуются с органолептическими показателями сметаны в эти же сроки исследований.

Таблица 20 - Физико-химические показатели молочнокислых продуктов

Показатели	Допустимое содержание*	Группы продуктов (n=3)	
		сметана с массовой долей молочного жира 15%	молокосодержащий продукт с ЗМЖ
0-7 сутки срока хранения			
Массовая доля жира, %	не менее 15,0	15,0±0,1	15,4±0,2
Кислотность, Т	65-100	67,0±2,4	73,0±2,3
Белок, %	не менее 2,6	2,6±0,1	2,2±0,2
СОМО, %	не менее 3,6	6,8±0,6	4,8±0,4
Перекисное число, ммоль/кг	не нормируется	менее 0,1	менее 0,1
14 сутки срока хранения			
Массовая доля жира, %	не менее 15,0	15,0±0,3	15,5±0,2
Кислотность, Т	65-100	72,1±2,9	85,0±3,2
Белок, %	не менее 2,6	2,6±0,2	2,3±0,1
СОМО, %	не менее 3,6	6,7±0,2	4,7±0,3
Перекисное число, ммоль/кг	не нормируется	менее 0,1	менее 0,1
28 сутки срока хранения			
Массовая доля жира, %	не менее 15,0	15,0±0,2	15,5±0,3
Кислотность, Т	65-100	95,0±3,0	109,1±4,0
Белок, %	не менее 2,6	2,6±0,1	2,3±0,1
СОМО, %	не менее 3,6	6,7±0,3	4,7±0,5
Перекисное число, ммоль/кг	не нормируется	менее 0,1	менее 0,1
42 сутки срока хранения			
Массовая доля жира, %	не менее 15,0	15,0±0,2	15,5±0,1
Кислотность, Т	65-100	110,0±4,1	120,0±4,6*
Белок, %	не менее 2,6	2,6±0,2	2,3±0,2
СОМО, %	не менее 3,6	6,6±0,4	4,7±0,2
Перекисное число, ммоль/кг	не нормируется	0,5±0,1	0,6±0,1

*ГОСТ 31452-2012. Технический Регламент Таможенного Союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013)

При исследовании молокосодержащего продукта с ЗМЖ установлено, что к середине гарантийного периода хранения кислотность повысилась на 16,4%, к концу – на 49,5%, что было выше нормативных значений. К 42 суткам хранения кислотность увеличилась на 64,4 %. Кислотность молокосодержащего продукта к концу гарантийного периода на 51,3 % была выше показателя сметаны с массовой долей молочного жира 15%.

Содержание белка и СОМО в молочнокислых продуктах в гарантийный и постгарантийный периоды хранения достоверно не изменялось и соответствовало нормативным значениям для этих продуктов. Однако показатели белка и СОМО в сметане с массовой долей молочного жира 15% были выше на 13,0-18,1% и 40,4-41,7%, соответственно, в сравнении с молокосодержащим продуктом с ЗМЖ в гарантийный и постгарантийный периоды хранения.

В динамике хранения молочнокислых продуктов перекисное число до 28 суток не изменялось, колебалось в значениях менее 0,1%. Однако к концу эксперимента на 42 сутки показатель увеличился до 0,5% для сметаны с массовой долей молочного жира и с большей интенсивностью – до 0,6% для молокосодержащего продукта с ЗМЖ.

Таким образом, по физико-химическим свойствам сметана с массовой долей молочного жира 15% имела лучшие показатели в сравнении с молокосодержащим продуктом по показателям кислотности, содержанию белка, СОМО и перекисному числу. Оба молочнокислых продукта соответствовали показателям нормы в период гарантийного срока хранения.

Исследование в молочнокислых продуктах содержания стеринов выявили отсутствие изменений их в сметане 15% изготовленной из жиров молочного происхождения на всех сроках хранения (табл. 21). В сметане с заменителем молочного жира процентное содержание холестерина варьировалось в диапазоне от 8,0 % до 8,4% с некоторым увеличением показателя к концу периода хранения, однако, полученные данные не имели достоверности. Содержание различных видов фитостеринов колебалось в пределах 17,6-53,2%, с тенденцией

незначительного увеличения к 42 суткам хранения содержания стигмастерина при снижении бета-ситостерина.

Таблица 21 - Содержание стеринов в молочнокислых продуктах, %

Показатели	Группы продуктов (n=3)	
	сметана с массовой долей молочного жира 15%	молоко- содержащий продукт с ЗМЖ
0-7 сутки срока хранения		
Холестерин	100%	8,0±1,3
Кампестерин	не обнаружено	21,2±2,0
Стигмастерин	не обнаружено	17,6±1,3
Бета-ситостерин	не обнаружено	53,2±2,4
14 сутки срока хранения		
Холестерин	100%	8,4±1,2
Кампестерин	не обнаружено	22,2±1,4
Стигмастерин	не обнаружено	18,3±1,5
Бета-ситостерин	не обнаружено	51,3±1,8
28 сутки срока хранения		
Холестерин	100%	8,3±1,0
Кампестерин	не обнаружено	22,0±1,8
Стигмастерин	не обнаружено	18,2±1,1
Бета-ситостерин	не обнаружено	51,5±1,6
42 сутки срока хранения		
Холестерин	100%	8,3±1,2
Кампестерин	не обнаружено	22,2±2,0
Стигмастерин	не обнаружено	18,0±1,5
Бета-ситостерин	не обнаружено	51,5±2,2

* ГОСТ 33490-2015

Таким образом, в сметане с массовой долей молочного жира 15% содержание холестерина составляло 100% и оставалось неизменным во все периоды хранения. В молокосодержащем продукте содержание холестерина было 8,0-8,4% и зоостеринов в сумме – 91,6-92,0% и их количество существенно не изменилось в зависимости от периодов хранения.

Жирные кислоты представляют из себя органические соединения, подразделяющиеся на насыщенные и ненасыщенные. Насыщенные жирные кислоты участвуют в строении клеток и насыщают организм энергией, необходимы организму в небольших количествах и не должны превышать 6-10% от состава рациона. Их избыток повышает содержание холестерина в крови, способствует развитию болезней сердца. В умеренном количестве насыщенные жирные кислоты благоприятно влияют на функции внутренних органов, участвуют в

терморегуляторных процессах организма, улучшают функциональное состояние волос и кожи [208].

При исследовании наиболее распространенных насыщенных кислот в составе молочнокислых продуктов установлено, что в период хранения показатели большинства жирных кислот варьировали в пределах нормы (табл. 22).

Значения масляной кислоты ($C_{4:0}$) были в диапазоне от 3,1% до 3,5%, капроновой кислоты ($C_{6:0}$) – 1,85-2,5%, каприловой кислоты ($C_{8:0}$) – 1,26-1,58%, каприновой кислоты ($C_{10:0}$) – 3,13-3,64%, деценовой кислоты ($C_{10:1}$) – 0,2-0,34%, лауриновой кислоты ($C_{12:0}$) – 3,7-4,14%, миристиновой кислоты ($C_{14:0}$) – 11,7-12,8%, миристолеиновой кислоты ($C_{14:1}$) – 0,9-1,29%, пальмитолеиновой кислоты ($C_{16:1}$) – 1,8-2,36%, стеариновой кислоты ($C_{18:0}$) – 8,42-10,1%.

Лишь диапазон пальмитиновой кислоты ($C_{16:0}$) составил от 32,4 % до 36,2 %. В период с 14 суток по 42 сутки хранения продукта значения пальмитиновой кислоты увеличились и были выше показателей нормы на 8,8%.

Наиболее значимыми для организма являются ненасыщенные (моно-, ди-, три-) жирные кислоты [252].

Таблица 22 - Жирно-кислотный состав молочнокислых продуктов в гарантийный и постгарантийный периоды хранения

Наименование	Норматив *	Период эксперимента, сутки							
		Сметана, срок хранения				Молокосодержащий продукт с ЗМЖ			
		гарантийный		постгарантийный		гарантийный		постгарантийный	
		7 сут.	14 сут.	28 сут.	42 сут.	7 сут.	14 сут.	28 сут.	42 сут.
Масляная кислота (C _{4:0})	2,0-4,2	3,1±0,4	3,2±0,4	3,3±0,4	3,5±0,4	3,09±0,4	2,88±0,4	2,47±0,4	2,88±0,4
Капроновая кислота (C _{6:0})	1,5-3,0	2,5±0,4	2,2±0,4	2,4±0,4	2,4±0,4	2,37±0,4	2,10±0,4	1,85±0,4	2,18±0,4
Каприловая кислота (C _{8:0})	1,0-2,0	1,2±0,4	1,4±0,3	1,5±0,4	1,5±0,4	1,58±0,4	1,40±0,4	1,26±0,4	1,46±0,4
Каприновая кислота (C _{10:0})	2,0-3,5	3,2±0,4	3,3±0,4	3,4±0,4	3,3±0,4	3,64±0,4	3,41±0,4	3,13±0,4	3,62±0,4
Деценовая кислота (C _{10:1})	0,2-0,4	0,2±0,4	0,3±0,4	0,3±0,15	0,3±0,15	0,34±0,17	0,29±0,14	0,28±0,14	0,3±0,15
Лауриновая кислота (C _{12:0})	2,0-4,0	3,7±0,4	3,9±0,4	4,0±0,4	3,9±0,4	4,09±0,4	4,04±0,4	3,81±0,4	4,17±0,4
Миристиновая кислота (C _{14:0})	8,0-13,0	11,9±2,2	11,9±2,2	12,0±2,2	11,7±2,2	11,96±2,2	12,34±2,2	11,94±2,2	12,8±2,2
Миристолеиновая кислота (C _{14:1})	0,6-1,5	0,8±0,4	0,9±0,4	0,9±0,4	1,0±0,4	1,29±0,4	1,15±0,4	1,14±0,4	1,19±0,4
Пальмитиновая кислота (C _{16:0})	22,0-33,0	32,5±2,2	32,9±2,2	32,7±2,2	32,4±2,2	33,49±2,2	35,69±2,2	35,58±2,2	36,2±2,2
Пальмитолеиновая кислота (C _{16:1})	1,5-2,0	1,8±0,4	1,9±0,4	1,9±0,4	1,9±0,4	2,36±0,4	2,19±0,4	2,31±0,4	2,16±0,4
Стеариновая кислота (C _{18:0})	9,0-14,0	10,1±2,2	9,0±2,2	9,8±2,2	9,9±2,2	8,42±2,2	8,90±2,2	9,21±2,2	8,51±2,2
Олеиновая кислота (C _{18:1})	22,0-33,0	25,4±2,2	25,9±2,2	24,5±2,2	24,6±2,2	22,81±2,2	21,77±2,2	22,62±2,2	20,96±2,2
Линолевая кислота (C _{18:2})	2,0-4,5	3,1±0,4	2,9±0,4	2,9±0,4	3,0±0,4	3,33±0,4	3,05±0,4	3,16±0,4	2,87±0,4
Арахиновая кислота (C _{20:0})	До 0,3	0,2±0,1	0,1±0,05	0	0	0,09±0,04	0,11±0,05	0,11±0,05	0,09±0,04
Линоленовая кислота (C _{18:3})	До 1,5	0,3±0,15	0,2±0,1	0,4±0,4	0,6±0,2	0,99±0,4	0,50±0,3	0,94±0,4	0,46±0,2
Бегеновая кислота (C _{22:0})	До 0,1	0	0	0	0	0,15±0,07	0,17±0,08	0,19±0,09	0,14±0,07

*ГОСТ 31452-2012

Они предотвращают отложение жировых бляшек, увеличивают количество хороших липидов, улучшают синтез белка, функциональность клеточных мембран, повышают чувствительность к инсулину. Организм животных не вырабатывает ненасыщенные жиры, поэтому они должны поступать с кормом регулярно.

При исследовании состава ненасыщенных кислот в различные периоды хранения молочнокислых продуктов установлено их соответствие требуемым нормам: олеиновой кислоты ($C_{18:1}$) 20,96-25,9%, линолевой кислоты ($C_{18:2}$) – 2,87-3,3%, арахиновой кислоты ($C_{20:0}$) – 0,09-0,11%, линоленовой кислоты ($C_{18:3}$) – 0,2-0,99%, бегеновой кислоты – ($C_{22:0}$) 0,14-0,19%.

Таким образом, проведённые исследования жирнокислотного состава в пальмовом масле, жирах животного происхождения и молокосодержащем продукте изготовленном по технологии сметаны позволили выявить тенденцию отсутствия в жировой фазе следующих кислот: масляной кислоты ($C_{4:0}$), капроновой кислоты ($C_{6:0}$), каприловой кислоты ($C_{8:0}$), каприновой кислоты ($C_{10:0}$), деценовой кислоты ($C_{10:1}$). В молоко содержащем продукте первая жирная кислота, идентифицируемая на хроматограмме – лауриновая кислота ($C_{12:0}$). Лауриновая кислота отсутствует в составе животных жиров, что позволяет исключить возможное применение данных жиров при производстве молокосодержащего продукта с ЗМЖ. На это указывают проведённые исследования органолептических показателей и содержание растительных стеринов. При проведении сравнительного анализа молоко содержащего продукта с ЗМЖ и пальмового масла применяемого в пищевой промышленности прослеживается сопоставимость состава жирных кислот, что позволяет сделать вывод о применении пальмового масла при производстве молокосодержащего продукта.

3.3.4. Влияние различных видов и доз молочнокислых продуктов и пальмового масла на организм белых мышей (*Mus musculus*)

На современном рынке молочных продуктов появились продукты, содержащие в своем составе заменители молочного жира, как правило, растительного происхождения (подсолнечниковое, пальмовое, рапсовое, соевое и другие масла). Пальмовое масло для пищевых целей достаточно широко используется в молочном производстве с целью замены в молочных продуктах жиров животного происхождения на растительные жиры. В этих случаях производимая продукция является менее калорийной, что соответствует современной мировой тенденции профилактики ожирения и болезней сердечно-сосудистой системы.

Проведены исследования влияния сметаны с массовой долей жирности 15%; молокосодержащего продукта с заменителем молочного жира, произведенного по технологии сметаны, с заявленной жирностью 15% (молокосодержащий продукт с ЗМЖ); пальмового масла для пищевых и технических целей на организм белых мышей. Группы животных и условия кормления представлены в таблице 23.

Таблица 23 - Группы животных и условия кормления

Группы животных (n=12)	Условия кормления
I – контр.	OP – основной рацион
II – опыт	OP + сметаны (15% жирности) в количестве 2 %
III – опыт	OP + сметаны (15% жирности) в количестве 7 %
IV – опыт	OP + сметана (15% жирности) в количестве 13 %
V – опыт	OP + молокосодержащий продукт с ЗМЖ в количестве 2 %
VI – опыт	OP + молокосодержащий продукт с ЗМЖ в количестве 7 %
VII – опыт	OP + молокосодержащий продукт с ЗМЖ в количестве 13 %
VIII – опыт	OP + пальмовое масло для пищевых целей в количестве 2 %
IX – опыт	OP + пальмовое масло для технических целей в количестве 2 %

Проведенные ранее исследования показали, что в составе пальмового масла и молокосодержащего продукта не выявлено масляной, капроновой, каприловой, каприновой и деценовой кислот. По допустимому количеству содержания жирных кислот в пальмовом масле отмечали превышение концентрации миристиновой кислоты в 2,2 раза. В молокосодержащем продукте превышение допустимых количеств жирных кислот отмечали при исследовании содержания пальмитиновой кислоты – на 8,5%, олеиновой – на 16,4% и линолевой – в 4,2 раза. Кроме этого на верхней границе допустимого количества наблюдали содержание арахиновой и бегеновой кислот. Содержание транс-изомеров жирных кислот в пальмовом масле и молокосодержащем продукте было в пределах допустимых количеств для этих продуктов.

В период эксперимента внешний вид и поведение мышей в II-VIII опытных группах не отличались от контрольных аналогов. Мыши IX опытной группы, получавшей в рационе пальмовое масло для технических целей, по визуализируемым размерам были меньше сверстников контрольной и II-VIII опытных групп, а по состоянию шерстного покрова существенно отличались. Волосы животных IX группы имели сальный вид и сероватый оттенок, реакция на внешние раздражители была менее выражена в отличие от сверстников.

Показатели приростов живой массы молодняка мышей при применении в их рационах молочнокислых продуктов и пальмового масла представлены в таблице 24.

Установлено, что молодняк белых мышей II, V и VIII опытных групп, получивших по 2% к основному рациону сметану с массовой долей молочного жира 15%, молокосодержащий продукт с ЗМЖ и пальмовое масло для пищевых целей, имел массу тела на 6,1; 3,5 и 5,2% больше контрольных аналогов.

Таблица 24 - Динамика живой массы и внутренних органов молодняка белых мышей при применении в кормлении молочнокислых продуктов и пальмового масла, г

Возраст животных, сут.	Группы животных (n=12)								
	I – контр. Основ. Рацион (OP)	II OP + 2 % сметаны	III OP + 7 % сметаны	IV OP + 13 % сметаны	V OP + 2% молоко содержащий продукт с ЗМЖ	VI OP + 7% молоко содержащий продукт с ЗМЖ	VII OP + 13% молоко содержащий продукт с ЗМЖ	VIII OP + 2% пальмовое масло для пищевых целей	IX OP + 2% пальмовое масло для технических целей
60	7,1±0,5	7,0±0,9	7,0±1,1	7,1±0,8	6,5±0,7	6,8±1,2	7,2±0,5	7,0±0,9	6,7±0,6
Прирост за 10 суток, г	5,6±0,3	5,8±0,2	5,6±0,1	5,4±0,2	6,4±0,4	6,3±0,3	5,8±0,3	5,8±0,2	3,9±0,1
70	12,7±1,2	12,8±1,1	12,6±0,6	12,5±0,8	12,9±1,3	13,1±1,2	13,0±1,1	12,8±1,3	10,6±0,9
Прирост за 10 суток, г	6,0±0,2	6,6±0,4	6,3±0,1	6,0±0,3	6,7±0,2	6,6±0,4	5,8±0,5	6,5±0,4	4,4±0,1
80	18,8±1,5	19,4±1,3	18,9±2,0	18,5±1,2	19,6±2,1	19,7±1,0	18,8±2,2	19,3±1,8	15,0±2,4
Прирост за 10 суток, г	4,2±0,7	4,9±0,6	4,7±1,2	4,6±1,1	4,1±0,5	3,0±1,3	2,4±0,8	4,8±1,0	1,3±0,4
90	22,9±1,6	24,3±1,4	23,6±2,1	23,1±2,3	23,7±2,6	22,7±1,8	21,2±2,0	24,1±2,1	16,3±2,0
Абсолютный прирост, г	15,8±1,4	17,3±2,0	16,6±2,1	16,0±1,8	17,2±2,2	15,9±2,0	14,0±1,5	17,1±2,0	9,6±1,1
Относительный прирост, %	100,0	106,1	103,1	100,1	103,5	– 99,1	– 92,6	105,2	– 70,9
Печень	1,1±0,1	1,1±0,2	1,2±0,2	1,3±0,1	1,0±0,3	1,1±0,2	1,2±0,1	1,1±0,2	1,4±0,1*
Почки:									
правая	0,15±0,1	0,14±0,2	0,14±0,1	0,16±0,1	0,15±0,2	0,15±0,2	0,17±0,1	0,15±0,1	0,17±0,1
левая	0,16±0,1	0,16±0,1	0,16±0,1	0,17±0,2	0,15±0,1	0,16±0,1	0,17±0,2	0,16±0,2	0,18±0,2
Сердце	0,35±0,2	0,36±0,1	0,37±0,2	0,36±0,2	0,34±0,1	0,36±0,4	0,37±0,3	0,35±0,2	0,38±0,1
Селезенка	0,45±0,1	0,48±0,2	0,47±0,3	0,50±0,2*	0,46±0,3	0,48±0,4	0,49±0,1*	0,46±0,2	0,51±0,3*

*P≤0,05

Дополнительный прирост живой массы на 3,1% получен у белых мышей III опытной группы в сравнении с контрольными аналогами. Масса животных IV группы, получивших к основному рациону 13% сметаны, существенно не отличалась от показателей контроля. Длительное введение в рацион мышам VI и VII опытных групп повышенного количества молокосодержащего продукта с ЗМЖ, обусловило снижение их живой массы на 0,8 и 7,4%, в сравнении с контрольными аналогами. Существенное снижение на 29,1% прироста живой массы выявлено у молодняка мышей IX опытной группы, длительно получавших в рационе 2% пальмового масла для технических целей.

Увеличение количества сметаны до 13% в рационе мышей обусловило увеличение массы печени на 18,2% и селезёнки на 11,1% ($P \leq 0,05$). При увеличении молокосодержащего продукта с ЗМЖ до 13% в рационе мышей наблюдали увеличение массы селезёнки на 6,6% ($P \leq 0,05$). Использование в рационе технического пальмового масла привело к увеличению массы всех внутренних органов: печени – на 27,3%, почки правой – на 13,3, почки левой – на 12,5, сердца – на 8,6 и селезенки – на 13,3%, в сравнении с контрольными аналогами.

Увеличение массы органов на фоне снижения живой массы мышей, по нашему мнению, свидетельствует о развитии патологического процесса при длительном применении в кормлении животных пальмового масла для технических целей.

Таким образом, применение в кормлении животных пальмового масла для технических целей и избыточное поступление молочнокислых продуктов, содержащих натуральный молочный жир и ЗМЖ, обусловили снижение среднесуточного прироста массы мышей и патологическое увеличение массы некоторых внутренних органов.

Проведен анализ морфологического состава крови мышей, в кормлении которых использовали разные количества молочнокислого продукта и пальмовое масло. Показатели представлены в таблице 25.

Таблица 25 - Морфологические показатели крови молодняка белых мышей при применении в кормлении молочнокислых продуктов и пальмового масла

Показатели	Референсные значения #	Группы животных (n=12)								
		I – контр. Основной рацион (OP)	II OP + 2 % сметаны	III OP + 7 % сметаны	IV OP + 13 % сметаны	V OP + 2% молоко содержащий продукт с ЗМЖ	VI OP + 7% молоко содержащий продукт с ЗМЖ	VII OP + 13% молоко содержащий продукт с ЗМЖ	VIII OP + 2% пальмовое масло для пищевых целей	IX OP + 2% пальмовое масло для технических целей
Лейкоциты, $10^9/L$	3,5-9,7	4,44±0,75	4,56±0,63	4,58±0,39	8,98±1,89*	5,04±0,29	5,76±0,33	6,27±0,43*	4,59±0,69	7,27±0,54*
Лимфоциты, %		46,83±12,87	63,78±10,05	73,77±8,67	82,53±8,66	71,8±8,64	81,8±6,63	79,93±4,52	72,9±3,15	81,9±8,81
Сумма: нейтрофилы, моноциты, эозинофилы, базофилы, %		5,14±2,18	7,10±2,26	4,90±3,35	2,57±1,58	4,78±2,33	3,47±2,58	2,13±1,15	6,27±4,37	4,07±2,75
Гранулоциты, %		48,08±4,29	29,1±9,47	21,33±5,35	14,87±7,43	23,42±6,40	19,3±5,28	17,93±4,47	20,77±6,37	14,03±7,6
Эритроциты, $10^{12}/L$	8-10	7,60±0,48	8,76±0,64*	8,70±1,02	8,32±1,26	8,77±1,1	8,85±0,32*	8,57±0,90	8,45±0,42	7,84±1,06
Гемоглобин, g/L	110-168	101,6±8,43	113,4±6,88	108,3±9,22	104,67±4,05	109,4±10,57	103,33±3,21	99,33±9,059	101,67±5,69	98,00±12,08

<https://vetunion.ru/analysis/>

* $P \leq 0,05$

Лейкоциты являются специализированными клетками крови, которые обеспечивают защитные свойства в организме. Благодаря фагоцитарной активности, участию в клеточном и гуморальном иммунитете, обмене гистамина, гепарина обеспечиваются антимикробные, антитоксические, антителообразующие и другие компоненты иммунологических реакций в организме животных [235].

Количество лейкоцитов в крови белых мышей при длительном применении в их кормлении молочнокислых продуктов и пальмового масла колебалось в пределах нормативных показателей (3,5-9,7), и составило от $3,76 \pm 0,03$ до $8,98 \pm 1,89$ $10^9/L$, при показателях контрольной группы – $4,44 \pm 0,75$ $10^9/L$.

К концу эксперимента наибольшее достоверное увеличение количества лейкоцитов в крови – в 2,02 раза установлено у мышей, получавших ежедневно к основному рациону 13% сметаны, содержащий молочный жир. Длительное введение молокосодержащего продукта с заменителем молочного жира в количестве 13% к рациону обусловило повышение лейкоцитов в 1,4 раза в сравнении с контрольными показателями. Применение пальмового масла для технических целей в кормлении белых мышей в дозе 2% способствовало увеличению количества лейкоцитов в 1,6 раза в сравнении с контрольными аналогами. При этом особенно следует отметить, что количество лейкоцитов в крови не превышало показателей физиологической нормы для этого вида и возраста животных.

Анализ лейкоцитарной формулы крови мышей, позволил сделать заключение, что долевое содержание лимфоцитов увеличивалось по мере увеличения количества молочнокислых продуктов в рационе. В сравнении с контрольными значениями установлено увеличение лимфоцитов у мышей, получавших сметану с содержанием молочного жира на – 36,2%, 57,5 и 76,2%, соответственно количествам введения продукта – 2; 7 и 13 % к рациону. Применение молокосодержащего продукта к рациону мышей в этих же количествах обеспечило повышение долевого содержания лимфоцитов на – 53,3; 74,7 и 70,7% к показателям контроля. Длительное введение пальмового масла для

пищевых и технических целей в дозе 2% к рациону обусловило повышение лимфоцитов на 55,7 и 74,9% в сравнении с контрольными показателями.

Сумма нейтрофилов, моноцитов, эозинофилов и базофилов в лейкоформуле имела тенденцию к снижению в зависимости от увеличения количества продуктов в рационе, как в группах, получавших сметану с молочным жиром (от $7,1\pm2,26$ до $2,57\pm1,58\%$), так молокосодержащий продукт с ЗМЖ (от $4,78\pm2,33$ до $2,13\pm1,15\%$), при показателе контрольных мышей – $5,14\pm2,18\%$. В крови мышей, получавших в рационе пальмовое масло для пищевых целей, отмечали повышение нейтрофилов, моноцитов, эозинофилов и базофилов на 22,0 и их снижение на 20,8% отмечали в крови мышей, получавших в кормлении пальмовое масло для технических целей. Установлено, что только адекватное поступление сметаны с молочным жиром и пальмового масла для пищевых целей (2% к ОР), обеспечило долевое повышение нейтрофилов, моноцитов, эозинофилов и базофилов в лейкоформуле крови мышей. В лейкоформуле мышей остальных опытных групп отмечали тенденцию к уменьшению доли этих форм лейкоцитов.

Долевое содержание гранулоцитов в крови мышей всех опытных групп было ниже в сравнении с контрольными значениями. При этом отмечали дозозависимую тенденцию от количества введенного продукта: чем больше было количество продукта в рационе, тем меньше было долевое содержание гранулоцитов. Анализ показателей крови мышей, получавших пальмовые масла для пищевых и технических целей, выявил лучшие значения у животных, потреблявших масло для пищевых целей.

Таким образом, анализ лейкоцитов крови мышей, получивших в кормлении разные количества молочнокислых продуктов и разные виды пальмового масла, показал достоверное увеличение их общего количества в пределах физиологических значений нормы. В лейкоформуле наблюдали долевое увеличение лимфоцитов в сравнении с контрольными значениями. Лейкоцитарная картина крови, по нашему мнению, отражала усиление неспецифической защиты на введение молочнокислых микроорганизмов и пальмового масла.

Показатели содержания эритроцитов в крови мышей всех групп было в пределах границ физиологической нормы для данного вида и возраста животных. Однако количество эритроцитов у мышей II-VIII опытных групп в сравнении с контрольными аналогами было больше на 9,5-16,4%, а у мышей IX контрольной группы отмечали некоторое снижение этого показателя к контролю. Достоверное увеличение количества эритроцитов на 15,2% ($P \leq 0,05$) установлено в крови мышей, получавших в кормлении 2% сметаны, и на 16,4% ($P \leq 0,05$) у мышей, получавших 7% молокосодержащего продукта с содержанием ЗМЖ. При анализе данных этого показателя отмечали тенденцию: чем выше концентрация молочных продуктов в рационе, тем менее выражено повышение количества эритроцитов.

При анализе показателей гемоглобина установлено, что его содержание у мышей всех групп было на уровне низких или несколько ниже значений границ физиологической нормы для данного вида и возраста животных. Наибольшее недостоверное повышение содержания гемоглобина на 11,6% отмечали у мышей во II группе (OP+2% сметаны), на 7,7% у животных V группы (OP+ 2% молокосодержащего продукта с ЗМЖ) и на 6,6% у мышей III группы (OP+7% сметаны) в сравнении с контрольными аналогами. У мышей VII группы (OP+ 13% молокосодержащего продукта с ЗМЖ) и IX группы (OP+2% пальмового масла) наблюдали снижение содержания гемоглобина на 2,2 и 3,5% соответственно.

Показатели биохимического исследования крови мышей представлены в таблице 26.

Таблица 26 - Биохимические показатели крови молодняка белых мышей при применении в кормлении молочноисых продуктов и пальмового масла

Показатели	Референсные значения #	Группы животных (n=12)								
		I – контр. Основной рацион (OP)	II OP + 2 % сметаны	III OP + 7 % сметаны	IV OP + 13 % сметаны	V OP + 2% молоко содержащий продукт с ЗМЖ	VI OP + 7% молоко содержащий продукт с ЗМЖ	VII OP + 13% молоко содержащий продукт с ЗМЖ	VIII OP + 2% пальмовое масло для пищевых целей	IX OP + 2% пальмовое масло для технических целей
Общий белок, г/дл	35-72	47,8±3,6	50,1±5,4	52,7±4,2	54,3±4,0	40,2±3,6	41,7±1,5	44,0±1,1	39,7±3,1	38,4±2,3
ALT, ед.л	26-77	127,0±21,9	96,1±11,9	64,3±12,7	60,4±10,1	76,4±8,4	79,3±14,0	82,0±13,4	71,2±11,9	60,3±5,7
AST, ед.л	54-269	407,3±31,4	364,3±38,3	207,7±28,3	162,9±28,1	275,7±23,5	251,6±12,2	279,1±23,7	293,1±18,9	268,6±20,5
Холестерин, мг/дл	-	276,5±23,7	299,6±31,1	358,8±39,8	372,6±28,3	223,5±33,2	236,3±39,2	243,1±54,9	254,9±14,2	292,8±36,4
Триглицериды, мг/дл	-	109,4±9,7	121,4±14,7	101,7±17,6	96,2±14,4	98,6±12,7	109,7±5,2	81,2±16,7	89,7±13,6	106,3±6,7
Билирубин, мг/дл	<17 мкмоль/л.	0,5±0,4	1,5±0,3	1,1±0,1	1,4±0,3	1,6±0,3	1,4±0,4	0,8±0,2	1,6±0,4	1,2±0,2

<https://vetunion.ru/analysis/>

*P≤0,05

Применение в рационах мышей разных видов и количеств молочных продуктов и пальмового масла для пищевых и технических целей по-разному повлияли на содержание общего белка крови, показатель которого был у мышей в пределах границ физиологической нормы. Использование разных доз сметаны обусловило повышение общего белка на 4,8%; 10,2 и 13,6% согласно увеличивающимся дозам применения продукта. Введение в рацион 2%; 7 и 13% молокосодержащего продукта с ЗМЖ снизило содержание в крови общего белка на 15,9%; 12,8 и 7,9% в сравнении с контрольными значениями. Длительное введение в рацион мышей 2% пищевого и технического пальмовых масел, так же уменьшило содержание общего белка в крови мышей на 16,9 и 19,7%, соответственно, к контрольным аналогам.

Уровень сывороточной активности АЛТ обычно не рассматривается как значительный, если он в 2–3 раза не превышает верхнюю границу нормы [202]. Показатель сывороточной активности АЛТ у мышей контрольной группы превышал верхнюю границу нормы в 1,6 раза. Длительное введение в кормление мышей разных видов и доз молочных продуктов и пальмового масла обусловило снижение содержания этого показателя в 1,3-2,1 раза в сравнении с контрольными аналогами, доведя его до показателей верхних референсных значений. На основании чего можно сделать заключение о положительном влиянии вводимых продуктов на метаболизм белых мышей.

Подобную тенденцию отмечали при исследовании показателей АСТ. Применение молочных продуктов и пальмовых масел в рационах животных снизили сывороточную активность АСТ до верхних границ референсных значений.

При анализе показателей холестерина в сыворотке крови белых мышей установлено, что при увеличении дозы сметаны с долевым содержанием молочного жира 15%, повышается уровень холестерина на 8,3; 29,7 и 34,7% в сравнении с контрольными аналогами. Длительное введение в рацион молокосодержащего продукта с ЗМЖ обусловило снижение холестерина в сыворотке крови мышей на 19,1; 14,5 и 12,1%, в сравнении с контрольными значениями. Введение в рацион

пальмового пищевого масла обусловило снижение холестерина на 7,8%, а введение технического – повышение этого показателя на 5,9% к контрольным аналогам.

Содержание билирубина у животных всех групп находилось в пределах нормативных значений. Однако в сравнении с контрольными животными аналогичные показатели опытных мышей были выше в 1,6-3,2 раза, с тенденцией наивысших значений у мышей, получавших к ОР по 2% сметаны, молокосодержащего продукта и пищевого пальмового масла.

Содержание триглицеридов в сыворотке крови мышей III-IX опытных групп было ниже контрольных значений на 2,8-25,8%. У мышей II опытной группы содержание триглицеридов повысилось на 10,9%, однако показатели не имели достоверности.

В течение эксперимента сохранность поголовья мышей контрольной и опытных групп составила 100%. При диагностическом вскрытии мышей, получивших в рационе сметану, молокосодержащий продукт с ЗМЖ и пищевое пальмовое масло визуальных изменений на слизистой органов желудочно-кишечного тракта не наблюдали. Кровеносные сосуды пищеварительной трубы были умеренно кровенаполнены. Паренхиматозные органы по цвету, консистенции, форме и целостности соответствовали видовым и возрастным показателям мышей. Картина вскрытия была сопоставима с подобной у контрольных животных.

При вскрытии мышей, получивших пальмовое техническое масло в рационе, визуальных изменений слизистой органов желудочно-кишечного тракта не отмечали. В печени наблюдали незначительную напряженность капсулы, отмечали сглаженность краев и рыхлость паренхимы органа. В почках визуализировали некоторую напряженность капсулы, граница между корковым и мозговым слоями хорошо выражена.

3.3.5 Влияние сметаны, наноструктурного бентонита и смеси сметаны с наноструктурным бентонитом на содержание свинца в организме белых мышей

Общеизвестно, что тяжелые металлы обладают способностью кумулироваться в живых организмах до значительных пределов и провоцировать развитие патологических процессов вплоть до гибели животных [254]. Одним из опасных химических элементов, подлежащих нормированию по Техническим Регламентам Таможенного Союза и СанПин 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» в продуктах растительного и животного происхождения является свинец [118, 254]. В Республике Татарстан в 2020 году нестандартных проб молочной продукции, содержащей превышение показателей по тяжелым металлам (свинцу) не выявлено.

В литературных источниках имеются данные о том, что молочнокислые бактерии обладают свойствами нейтрализующего действия тяжелых металлов в живых организмах. В производстве сметаны используют закваску из комбинации культур молочнокислых бактерий *Streptococcus Lactis* и *Streptococcus Cremoris*. В связи с чем, проведены сравнительные исследования длительного влияния сметаны в составе рациона на содержание солей свинца в организме белых мышей.

В качестве объекта сравнения использованы минеральный сорбент – наноструктурный бентонит, содержащий в своем составе частицы нанометрового диапазона 5,0-120,0 нм, и органо-минеральная кормовая добавка на основе наноструктурного бентонита и сметаны, содержащей молочнокислые бактерии *Streptococcus Lactis* и *Streptococcus Cremoris* в количестве молочнокислых микроорганизмов в 1 г продукта не менее 1×10^7 КОЕ. Длительность эксперимента составила 30 суток.

Схема и условия эксперимента представлены в таблице 27.

Таблица 27 - Группы животных и условия кормления

Группы животных (n=12)	Условия кормления
I – контр.	OP – основной рацион
II – опыт	OP + 2% сметаны с массовой долей жира 15%
III – опыт	OP + 0,6% наноструктурного бентонита
IV – опыт	OP + 2% сметаны с массовой долей жира 15% + 0,6% наноструктурного бентонита
V – опыт	OP + 1 МДУ свинца
VI – опыт	OP + 1 МДУ свинца + 2% сметаны с массовой долей жира 15%
VII – опыт	OP + 1 МДУ свинца + 0,6% наноструктурного бентонита
VIII - опыт	OP + 1 МДУ свинца + 2% сметаны с массовой долей жира 15% + 0,6% наноструктурного бентонита

При исследовании рациона кормления было установлено, что в суточной дозе содержание свинца было 0,47 мг/кг массы корма, что составляло 94% от МДУ. То есть ежедневное поступление свинца в организм животных было несколько ниже допустимых концентраций. В воде содержание свинца составляло менее 0,003 мл/л, и было существенно ниже допустимых концентраций.

Содержание свинца в мышечной ткани, печени и почках белых мышей II, III и IV опытных групп имело тенденцию к снижению показателей (табл. 28). Достоверная разница достигнута в показателях почек при применении 2% сметаны с массовой долей жира 15% и 0,6% наноструктурного бентонита, где снижение концентрации свинца составило 66,7% ($P \leq 0,05$) в сравнении с контрольными значениями.

Введение в корма мышей 1 МДУ свинца обусловило повышение его количества в мышечной ткани, печени и почках в 1,3 раза от допустимой концентрации ($P \leq 0,05$). Применение сметаны обусловило незначительное снижение уровня свинца в мышечной ткани на 3,3%, в печени – на 25,0% и почках – 27,7%, в сравнении с затравленными аналогами.

Таблица 28 - Содержание солей свинца в органах и тканях белых мышей при применении в их рационах молочноисых продуктов и сорбентов

Показатель	Группы животных (n=3)							
	I OP – основной рацион	II OP + 2% сметаны с массовой долей жира 15%	III OP + 0,6% нано- структурного бентонита	IV OP + 2% сметаны с массовой долей жира 15% + 0,6% нано- структурного бентонита	V OP + 1 МДУ свинца	VI OP + 1 МДУ свинца + 2% сметаны с массовой долей жира 15%	VII OP + 1 МДУ свинца + 0,6% нано- структурного бентонита	VIII OP + 1 МДУ свинца + 2% сметаны с массовой долей жира 15% + 0,6% нано- структурного бентонита
<i>Мышечная ткань</i>								
ПДК*	0,5							
Фактическое содержание	0,02±0,01	0,02±0,02	<0,02	<0,02	0,60±0,08	0,58±0,12	0,50±0,11	0,45±0,21
% к ПДК	4,0	4,0	<4,0	<4,0	120,0	116,0	100,0	90,0
<i>Печень</i>								
ПДК*	0,6							
Фактическое содержание	0,40±0,10	0,40±0,21	<0,02	<0,02	0,80±0,20*	0,60±0,12	0,40±0,20	0,40±0,10
% к ПДК	66,7	66,7	<3,3	<3,3	133,3	100,0	66,7	66,7
<i>Почки</i>								
ПДК*	1,0							
Фактическое содержание	0,60±0,10	0,60±0,20	0,30±0,20	0,20±0,15*	1,30±0,20*	0,94±0,10	0,60±0,10	0,50±0,15
% к ПДК	60,0	60,0	30,0	20,0	130,0	94,0	60,0	50,0

Примечание: * СанПин 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов»



Рисунок – 31 Содержание солей свинца в мышечных тканях



Рисунок – 32 Содержание солей свинца в печени

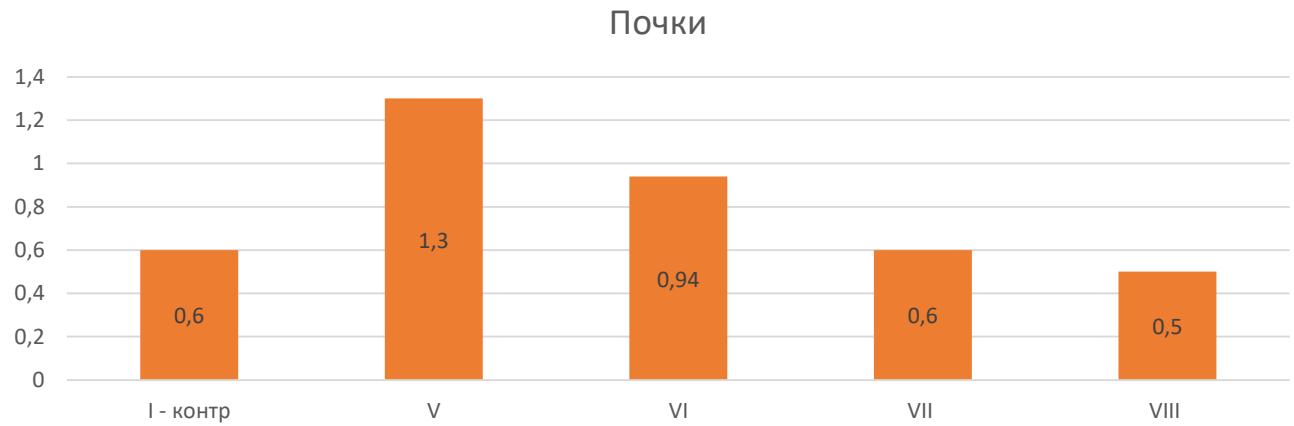


Рисунок – 33 Содержание солей свинца в почках

Введение в рацион наноструктурного сорбента обусловило снижение концентрации свинца в мышечной ткани на 16,7%, печени – на 50,0 и почках – на 53,8% в сравнении с показателями мышей, получивших в корма свинец в 1 МДУ. Существенное снижение отмечали у мышей при комбинированном использовании сметаны и наноструктурного бентонита: в мышечной ткани – на 25,0%, в печени – на 50,0 и почках – на 61,5% в сравнении с затравленными мышами.

Таким образом, введение в кормление животных молочнокислого продукта в сочетании с наноструктурным бентонитом позволяет снизить содержание свинца в организме животных и сохранить в границах допустимых концентраций при производстве качественной экологически безопасной продукции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ВЫВОДЫ

На основании проведенных исследований были сделаны следующие выводы:

1. Анализ данных потребительского рынка показал, что объемная доля нестандартной молочной продукции в 2016-2019 годы оставила 6,8-8,1%, из которых молока – 5,2-8,1%, творога – 5,5-16,6%, сметаны – 11,3-15,4%, масла – 3,4-12,6% и сыра – 9,3-10,3%. В нестандартных пробах установлены основные фитостериновые фракции – кампестерин, стигмастерин, бета-ситостерин и бруссикостерин, и не выявлены жирные кислоты молочного жира.
2. Пальмовое масло для пищевых целей отличалось от пальмового масла для технических целей по органолептическим, физико-химическим свойствам и содержанию фитостеринов. В долевом соотношении в пальмовом масле для пищевых целей было больше линолевой кислоты на 33,6%, стеариновой – на 18,9%, линоленовой – в 3,6 раза и меньше пальмитиновой кислоты на 11,7%, миристиновой – на 22,2% и олеиновой – на 4,8%, содержание трансизомеров было выше на 3,5% в сравнении с пальмовым маслом для технических целей. Введение в рацион мышей 10% пальмового масла для пищевых целей способствовало увеличению массы тела на 5,7%, для технических целей – снижению на 4,1%. Масса печени, селезенки и сердца у мышей, получивших пищевое пальмовое масло, увеличилась на 5,1-10,0 %, получавших пальмовое техническое масло – на 13,7-36,7 %, в сравнении с контролем. Масса почек у мышей обеих опытных групп увеличилась в 2,7-2,9 раза.
3. Сметана с долевым содержанием молочного жира 15% и молокосодержащий продукт с ЗМЖ, изготовленный по технологии сметаны по органолептическим, физико-химическим показателям, фито-, зоостериновому и жирно - кислотному составам в гарантийный период хранения соответствовали показателям нормы.

В постгарантийный период хранения продуктов увеличилось содержание лауриновой кислоты на 4,25% в обоих продуктах и пальмитиновой – на 9,69% в молокосодержащем продукте с содержанием ЗМЖ.

4. Применение в кормлении белых мышей сметаны с долевым содержанием молочного жира, молоко содержащего продукта с ЗМЖ изготовленного по технологии сметаны и пальмового масла для пищевых целей в количестве 2% к рациону обусловило повышение их живой массы на 6,1; 3,5 и 5,2% и массы внутренних органов на 2,9-6,6; 2,2-9,1 и 2,2%, соответственно. Введение в рацион 7 и 13% молоко содержащего продукта с ЗМЖ изготовленного по технологии сметаны и 2% пальмового масла для технических целей снизило живую массу молодняка белых мышей на 0,9; 7,4 и 29,1% с увеличением массы внутренних органов на 2,8-6,6; 5,7-13,3 и 8,6-27,3%, соответственно.

В крови мышей, получивших в кормлении разные количества молочнокислых продуктов и разные виды пальмового масла морфологические показатели крови, находились в пределах физиологических значений нормы. Установлено достоверное увеличение количества лейкоцитов на 2,7; 13,5 и 3,4%, лимфоцитов, на 36,2; 53,3 и 55,17% эритроцитов на 15,3; 15,4 и 11,2%, содержание гемоглобина на 11,6; 7,7 и 0,07% и суммы (нейтрофилов, моноцитов, эозинофилов, базофилов) на 38,1; 7 и 21,9% у мышей получавших в кормление сметану с долевым содержанием молочного жира, молоко содержащего продукта с ЗМЖ изготовленного по технологии сметаны и пальмового масла для пищевых целей в количестве 2%. В лейкоформуле наблюдали долевое увеличение лимфоцитов в сравнении с контрольными значениями. Введение в рацион 7 и 13% молоко содержащего продукта с ЗМЖ изготовленного по технологии сметаны и 2% пальмового масла для технических целей снизило содержание гемоглобина на 2,3-3,5%, суммы (нейтрофилов, моноцитов, эозинофилов, базофилов) на 32,5; 58,6 и 20,8%, но увеличено содержание лейкоцитов на 29,7; 41,2 и 63,7%, лимфоцитов на 74,7; 70,7 и 74,9%,

5. У мышей, экспериментально затравленных 1 МДУ свинца, длительное введение в рацион сметаны (содержание молочного жира 15%) в количестве 2%

в сочетании сnanoструктурным бентонитом в количестве 0,6% снизило содержание свинца в мышечной ткани на 8,3%, почках – на 7,7% больше в сравнении с использованием наносорбента. Показатели уменьшения концентрации свинца в печени оставались идентичными в обеих группах мышей.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. На основании проведенных исследований разработаны методические рекомендации «Определение стеринов в кисломолочной продукции методом газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием» для определения содержания фитостеринов в йогурте и жидких молочнокислых продуктах (кефире, ряженке, ацидофилине, простокваше, айране, кумысе и кумысном продукте).
2. Научные положения, вывлды диссертационной работы предлагаются к использованию в учебном процессе высших учебных заведеитй биологического и ветеринарного профиля, а также при написании учебников и учебных пособий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Abd Razak, R.A. Verification and evaluation of monochloropropanediol (MCPD) esters and glycidyl esters in palm oil products of different regions in Malaysia / R.A Abd Razak, A.H.A. Tarmizi, A.N.A. Hammid, A.Kuntom, I.S. Ismail, M. Sanny // Food additives and contaminants part a-chemistry analysis control exposure & risk assessment.-2019.-V.36.-N.11.-P.1626-1636.
2. Abd-Rabo, Fawzia H. R. Different dietary fats impact on biochemical and histological parameters and gene expression of lipogenesis-related genes in rats / Fawzia H. R. Abd-Rabo, Fouad M. F. Elshaghabee, S. S. Sally, I. El-Arabi Nagwa, Abu El-Maaty Shereen // Food Bioscience.-2020. –V.34.-P.1-8.
3. Abubakar, A. Crude palm oil prices and default risk: an analysis of Indonesia's listed agricultural firms / A. Abubakar, A.B. Purwoko, H. Werdaningtyas, S.K. Ardiyono, F.Y. Sinurat // Studies In Economics And Finance.-2019.-P.1-6.
4. Adeyemi, K.D. Fatty acid composition, cholesterol and antioxidant status of infraspinatus muscle, liver and kidney of goats fed blend of palm oil and canola oil/ K.D. Adeyemi, A.B. Sabow, M. Ebrahimi, A.A. Samsudin, A.Q. Sazili // Italian Journal Of Animal Science.-2016.-V.15.-N.2.-P.181-190.
5. Aguiar, L.K. Consumer Awareness of Palm Oil as an Ingredient in Food and Non-Food Products/ L.K. Aguiar, D.C. Martinez, S.M.Q. Caleman // Journal Of Food Products Marketing.-2018.-V.24.-N.3.-P.297-310.
6. Ahmad, N.F.Y Khalid K. Rusiman M.S. Kamardan M.G. Roslan R. Che-Him N. Analysis Monthly Import of Palm Oil Products Using Box-Jenkins Model / N.F.Y Ahmad, K.Khalid, M.S. Rusiman, M.G. Kamardan, R. Roslan, N. Che-Him // International seminar on mathematics and physics in sciences and technology 2017 (ismap 2017). -2018.-V.995.-P.1-11.
7. Ahsan, Kabir. A study of heavy metal presence in cow milk of different dairy farms near Karnafuli paper mills, Chittagong, Bangladesh / Kabir Ahsan , Khan Kamruzzaman , Md. Istiaq Habib Khan , Talha Jubair , Jhahan Eshita // American Journal of Engineering Research (AJER).-2017.-V.6.-N.9.-P.329-333.

8. Aini, I.N. Palm oil and sunflower oil: Effect of blend composition and stirrer types during fractionation on the yield and physicochemical properties of the oleins / I.N. Aini, M. Hasmadi, S. Mamot, J. Radzuan // Journal Of Food Lipids.-2005.-V.12.-N.1.-P.48-61.
9. Akinola, S.A. Effect of storage on the quality of processed palm oil collected from local milling points within Ile-Ife, Osun State, Nigeria / S.A. Akinola, B.O. Omafuvbe, R.O. Adeyemo, I. Ntulume, A.A. Ailero // Journal of food science and technology-mysore. -2020.-V.57.-N.3.-P.858-865.
10. Alan, D.F. Production of Trans-free fats by chemical interesterified blends of palm stearin and sunflower oil / D.F. Alan, M.H. Naeli, M. Naderi, S.M. Jafari, H.R. Tavakoli // Food Science & Nutrition.-2019.-V.7.-N.11.-P.3722-3730.
11. Ali, Nazish Mazhar. Effect of medicinal plants, Heavy metals and antibiotics against pathogenic bacteria isolated from raw, Boiled and pasteurized milk / Nazish Mazhar Ali, Khadija Sarwar, Syed Abdullah Mazhar, Iram Liaqat, Saiqa Andleeb, Bushra Mazhar, Bushra Kalim // Pakistan journal of pharmaceutical sciences.-2017.-V.30.-N.6.-P.2173-2182.
12. Ali, Shaukat. Cardiac toxicity of heavy metals (cadmium and mercury) and pharmacological intervention by vitamin C in rabbits / Shaukat Ali, Zubia Awan, Shumaila Mumtaz, Hafiz Abdullah Shakir, Farooq Ahmad, Mazhar Ulhaq, Hafiz Muhammad Tahir, Muhammad Siddique Awan, Saima Sharif, Muhammad Irfan // Environmental science and pollution research international.-2020.-V.27.-N.23.-P.29266-29279.
13. Alonso, L. Effect of Beta Cyclodextrin on the Reduction ofCholesterol in Ewe's Milk Manchego Cheese / L. Alonso, F.Fox Patrick, M.V.Calvo, J. Fontecha // Molecules -2018.-V.23.-N.1789.-P.1-12.
14. Alonso, L. Determination of Mixtures in Vegetable Oils and Milk Fat by Analysis of Sterol Fraction by Gas Chromatography / L.Alonso, J. Fontecha, L. Lozada, M. Juárez // Journal of the American Oil Chemists' Society. -1997.-V.74. –P.131-135.

15. Andoh, S.S. Qualitative analysis of Sudan IV in edible palm oil / S.S. Andoh, T. Nuutinen, C. Mingle, M. Roussey // Journal of the european optical society-rapid publications.-2019.-V.15.-N.1.-P.1-5.
16. Andreu-Sevilla, A.J. Health Benefits of Using Red Palm Oil in Deep-frying Potatoes: Low Acrolein Emissions and High Intake of Carotenoids / A.J. Andreu-Sevilla, A. Hartmann, F. Burlo, N. Poquet, A.A. Carbonell-Barrachina // Food Science And Technology International.2009.-V.15.-N.1.-P.15-22.
17. Angela Oliveira Godoy, Ilha. Phytosterols Supplementation Reduces Endothelin-1 Plasma Concentration in Moderately Hypercholesterolemic Individuals Independently of Their Cholesterol-Lowering Properties / Ilha Angela Oliveira Godoy, V.S. Nunes, M. S. Afonso, E. R. Nakandakare, G.S. Ferreira, R.P. Assis Bonbo, R.R. Giorgi, R.M. Marchado, E.C. Rocha Quintao // Nutrients/-2020.-V.12.-N.5.-P.1507.
18. Annamaria, Mancini. Biological and Nutritional Properties of Palm Oil and Palmitic Acid: Effects on Health / Mancini Annamaria, Imperlini Esther, Nigro Ersilia, Montagnese Concetta, Daniele Aurora, Orrù Stefania, Buono Pasqualina // Molecules.-2015.-V.20.-P.17339-17361.
19. Anushree, S. Stearic sunflower oil as a sustainable and healthy alternative to palm oil. A review / S. Anushree, M. Andre, D. Guillaume, F. Frederic // Agronomy For Sustainable Development.-2017.-V.37.-N.3.-P.1-10.
20. Astrup, Arne. Saturated Fats and Health: A Reassessment and Proposal for Food-Based Recommendations JACC State-of-the-Art Review / Arne Astrup, Magkos, Faidon Bier, M . Dennis // Journal Of The American College Of Cardiology.-2020.-V.76.-N.7.-P.844-857.
21. Atinmo, T. Palm fruit in traditional African food, culture / T. Atinmo, A.T. Bakre // Asia Pacific Journal Of Clinical Nutrition.-2003.-V.12.-N.2.-P.350-354.
22. Augustin, N. Zeba. The positive impact of red palm oil in school meals on vitamin A status: study in Burkina Faso/ Augustin N Zeba, Yves Martin Prével, Issa T Somé, Hélène F Delisle // Nutrition Journal.-2006.-V.17.-N.5.-P.1-10.

23. Awan, S.D. Elasticity and competitiveness of Indonesia's palm oil export in India market / S.D. Awan, N.A.Riza, Erfita // Economic Journal of Emerging Markets/- 2016.-V.8.-N.2.-P.148-158.
24. Awogbemi, O. Comparative study of properties and fatty acid composition of some neat vegetable oils and waste cooking oils / O. Awogbemi, E.I. Onuh, F.L. Inambao // International Journal Of Low-Carbon Technologies.-2019.-V.14.-N.3.-P.417-425.
25. Azad-Shahraki, M. Palmitic acid supplementation does not improve performance of pre-ruminant calves / M. Azad-Shahraki, M. Khani, F. Ahmadi // Animal Feed Science And Technology.-2019.-V.255.-P.1144220.
26. Azizian, H. Factors influencing the fatty acid determination in fats and oils using Fourier transform near-infrared spectroscopy / H. Azizian, J.K.G. Kramer, S. Winsborough // European Journal Of Lipid Science And Technology.-2007.-V.109.-N.9.-P.960-968.
27. Bansal, G. Performance of palm olein in repeated deep frying and controlled heating processes / G. Bansal, W.B. Zhou, P.J. Barlow, H.L. Lo, F.L. Neo // Food Chemistry.-2010.-V.121.-N.2.-P.338-347.
28. Banuls, C. Serum lipid responses to phytosterol-enriched milk in a moderate hypercholesterolemic population is not affected by apolipoprotein E polymorphism or diameter of low-density lipoprotein particles / C. Banuls, M.L. Martinez-Triguero, A. Lopez-Ruiz // European Journal Of Clinical Nutrition.-2-11.-V.65.-N.2.-P.255-261.
29. Bard, J.M. Effect of phytosterols/stanols on LDL concentration and other surrogate markers of cardiovascular risk / J.M. Bard, F. Paillard, J.M. Lecerf // Diabetes & Metabolism.-2015.-V.41.-N.1.-P.69-75
30. Benade A.J.S. A place for palm fruit oil to eliminate vitamin A deficiency / A.J.S Benade // Asia Pacific Journal Of Clinical Nutrition.-2003.-V.12.-N.3.-P.369-372.
31. Berger, S. Dietary cholesterol and cardiovascular disease: a systematic review and meta-analysis / S. Berger, G. Raman, R. Vishwanathan, P.F. Jacques, E.J. Johnson // American Journal Of Clinical Nutrition.-2015.-V.102.-N.2. –P.276-294.
32. Bhatnagar, A. S. Fatty Acid Composition, Oxidative Stability, and Radical Scavenging Activity of Vegetable Oil Blends with Coconut Oil / A.S. Bhatnagar, P. K.

Prasanth Kumar, J. Hemavathy, A. G. Gopala Krishna // Journal Of The American Oil Chemists Society.-2009.-V.-86.-N.10.-P.991-999.

33. Bianchi, Anderson E. Effect of adding palm oil to the diet of dairy sheep on milk production and composition, function of liver and kidney, and the concentration of cholesterol, triglycerides and progesterone in blood serum / Anderson E. Bianchi, Vicente P. Macedo, Raquel T. Franca // Small Ruminant Research .-2014.-V.117.-N.1.-P.78-83.

34. Bianchi, Anderson Elias. Addition of Palm Oil in Diet of Dairy Ewes Reduces Saturates Fatty Acid and Increases Unsaturated Fatty Acids in Milk / Anderson Elias Bianchi, Talyta Zortea, Chrystian Jassana Cazzarotto, // Acta Scientiae Veterinariae.-2018.-V.46.-P.1608.

35. Bielecka, Marika. The effect of milk fat replacement and the addition of *Lactobacillus paracasei* LPC-37 on the sensory properties of cheeses / Marika Bielecka, Grazyna Cichosz // Mljekarstvo.-2020.-V.70.-N.1.-P.28-39.

36. Bigdelifam, D. Sensitive magnetic dispersive solid-phase extraction using hydrophobic magnetic nanoparticles and GC-MS analysis for the determination of sterol composition in milk samples for the detection of palmoil / D. Bigdelifam, M.Hashemi, P.Zohrabi, M. Sadeghpour, E. Radaee // Analytical Methods.-2017.-V.9.-N.14.-P.2211-2219.

37. Borrello, M. Sustainability of Palm Oil: Drivers of Consumers' Preferences / M.Borrello, A.Annunziata, R.Vecchio // Sustainability.-2019.-V.11.-N.18.-P.4818

38. Boudebouz, Ali. Heavy metals levels in raw cow milk and health risk assessment across the globe: A systematic review/ Ali Boudebouz, Sofiane Boudalia, Aissam Bousbia, SafiaH abila, Meriem Imen, Boussadia, Meriem Imen Yassine Gueroui // The Science of the total environment.- 2021. –V.751.-P.141840.

39. Bouic, PJD. Beta-sitosterol and beta-sitosterol glucoside stimulate human peripheral blood lymphocyte proliferation: Implications for their use as an immunomodulatory vitamin combination / PJD. Bouic, S. Etsebeth, RW. Liebenberg, CF. Albrecht, K. Pegel, PP. VanJaarsveld // International Journal Of Immunopharmacology.-1996.-V.18.-N.12.-P.693-700.

40. Bouton, Yvette. Effect of a diet supplemented with fat from pressed-cooked cheese, butter or palm oil on blood lipids, faecal fat excretion and body composition of rats / Yvette Bouton, Raymond Berges, Stephanie Cabaret // International dairy journal.-2019.-V.95.-P.44-49.
41. Bronsky, Jiri. Palm Oil and Beta-palmitate in Infant Formula: A Position Paper by the European Society for Paediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition (ESPGHAN) Committee on Nutrition / Jiri Bronsky, Cristina Campoy, Nicholas Embleton // Journal Of Pediatric Gastroenterology And Nutrition.-2019.-V.68.-N.5.-P.742-760.
42. Capecchi, S. Understanding beliefs and concerns towards palm oil: Empirical evidence and policy implications / S. Capecchi, M. Amato, V. Sodano, F. Verneau // Food Policy.-2019.-V.89.-P.101785.
43. Carta, G. Palmitic Acid: Physiological Role, Metabolism and Nutritional Implications / G. Carta, E. Murru, S. Banni, C. Manca // Frontiers In Physiology.-2017.-V.8.-P.902
44. Chatuphonprasert, W. Continuous Consumption of Reused Palm Oil Induced Hepatic Injury, Depletion of Glutathione Stores, and Modulation of Cytochrome P450 Profiles in Mice / W. Chatuphonprasert, Y. Sriset, K. Jarukamjorn // Polish Journal Of Food And Nutrition Sciences.-2019.-V.69.N.1.-P.53-61.
45. Chen, Bainian. Dietary Fatty Acids Alter Lipid Profiles and Induce Myocardial Dysfunction without Causing Metabolic Disorders in Mice / Bainian Chen, Yifan Huang, Dong Zheng // Nutrients.-2018.-V.10.-N.1.-106.
46. Chen, Y. The analysis of trans fatty acid profiles in deep frying palm oil and chicken fillets with an improved gas chromatography method / Y. Chen, Y. Yang, S.P. Nie, X. Yang, Y.T. Wang, M.Y. Yang, C. Li, M.Y. Xie // Food Control.-2014.-V.44.-P.191-197.
47. Cheong, S. H. Spirulina prevents atherosclerosis by reducing hypercholesterolemia in rabbits fed a high-cholesterol diet / S. H. Cheong, M. Y. Kim, D. E. Sok, S. Y. Hwang, J. H. Kim, H. R. Kim, J. H. Lee, Y. B. Kim / Journal of Nutritional Science and Vitaminology. -2010.-V56(1). -P.34-40.

48. Choi, J, Identification of campesterol from Chrysanthemum coronarium L and its antiangiogenic activities/ J. Choi, E. Lee, H. Lee, K. Kim, K. Ahn, B. Shim // Phytother Res. -2007. -V.21. -P.954–959.
49. Choo, Y. M. Research advancements in palm oil nutrition / Y. M. Choo, Kalanithi Nesaretnam // European Journal of Lipid Science and Technology.-2014.-T.116.-P.1301-1315.
50. Clifton, Peter Lowering cholesterol A review on the role of plant sterols/ Peter Clifton // Australian Family Physician.-2009.-V.38.-N.4.-P.218-221.
51. Cofan, M. Clinical Application of Plant Sterol and Stanol Products / M. Cofan, R. Emilio // Journal of Aoac International. -2015. –V.-98.-N.3.-P.701-706.
52. Contarini, G. Quantitative analysis of sterols in dairy products: experiences and remarks / G. Contarini, M. Povolo, E. Bonfitto, S. Berardi // International Dairy Journal.-2002.-V.12.-N.7.-P.573-578.
53. Corciolani, M. Legitimacy struggles in palm oil controversies: An institutional perspective / M. Corciolani, G. Gistri, S. Pace // Journal Of Cleaner Production.-2019.-V.212.-P.1117-1131.
54. Couvreur, S. The linear relationship between the proportion of fresh grass in the cow diet, milk fatty acid composition, and butter properties / S. Couvreur, C. Hurtaud, C. Lopez, L. Delaby, J.L. Peyraud // Journal Of Dairy Science. -2006.-V.89.-N.6.-P.1956-1969.
55. Cova, B. Brand Iconicity vs. Anti-Consumption Well-Being Concerns: The Nutella Palm Oil Conflict / B.Cova, S. D'Antone // Journal Of Consumer Affairs.-2016. –V.50.-N.1.-P.166-192.
56. Cruz, R. Direct analysis of vitamin A, vitamin E, carotenoids, chlorophylls and free sterols in animal and vegetable fats in a single normal-phase liquid chromatographic run/ R. Cruz, S. Casal // Journal Of Chromatography A.-2018.-V.1565.-P.81-88.
57. da Silva, C.M. Quality and composition of three palm oils isolated by clean and sustainable process / C.M. da Silva, A.B. Zanqui, J.V. Visentainer, L Cardozo, P.R.S. Bittencourt, D.R. Morais, J.M. Santos, M.N. Eberlin, M. Matsushita // Journal Of Cleaner Production.-2020.-V.259.

58. Dayrit F.M. The Properties of Lauric Acid and Their Significance in Coconut Oil / F.M. Dayrit // Journal Of The American Oil Chemists Society.-2015.-V.92.-N.1.-P.1-15.
59. Demonty, I. Continuous Dose-Response Relationship of the LDL-Cholesterol-Lowering Effect of Phytosterol Intake / I. Demonty, R.T. Ras, H.C.M. van der Knaap, G.S.M.J.F. Duchateau, L. Meijer, P.L. Zock, J.M. Geleijnse, E.A. Trautwein // Journal Of Nutrition.-2009.-V.-139.-N.2.-P.271-284.
60. Destaillats, F. Authenticity of milk fat by fast analysis of triacylglycerols - Application to the detection of partially hydrogenated vegetable oils / F. Destaillats, M. de Wispelaere, F. Joffre. P.A. Golay, B. Hug, F. Giuffrida, L. Fauconnot, F. Dionisi // Journal Of Chromatographya.-.2006.-V.1131. N.1-2.-P.227-234.
61. Dewanta, A.S. Elasticity and competitiveness of Indonesia's palm oil export in India market / A.S. Dewanta, R.N. Erfita, Arfani // Economic Journal Of Emerging Markets.-2016. –V.8. -N.2. -P.148-158.
62. Dhankhar, J. A comparative study of sterols in milk fat of different Indian dairy animals based on chemometric analysis / J. Dhankhar, R. Sharma, K.P. Indumathi // Journal Of Food Measurement And Characterization.-2020.-V.14.-N.5.-P.2538-2548.
63. Di Bella, Calogero. Heavy Metals and PAHs in Meat, Milk, and Seafood From Augusta Area (Southern Italy): Contamination Levels, Dietary Intake, and Human Exposure Assessment / Calogero Di Bella, Anna Traina, Cristina Giosue, Davide Carpintieri, Gianluigi Maria Lo Dico, Antonio Bellante, Marianna Del Core, Francesca Falco, Serena Gherardi, Maria Michela Uccello // Frontiers in public health.-2020.-V.8.-P.273.
64. Di Genova, L. Pediatric Age Palm Oil Consumption / L. Di Genova, L. Cerquiglini, L. Penta, A. Biscarini, S. Esposito // International Journal Of Environmental Research And Public Health.-2018.-V.15.-N.4.-P.651.
65. Dollah, S. Comparative Study of Table Margarine Prepared from Moringa oleifera Seed Oil-Palm Stearin Blend and Commercial Margarines: Composition, Thermal, and Textural Properties / S. Dollah, K.F. Chai, S.M. Abdulkarim, H.M. Ghazali // European Journal Of Lipid Science And Technology.-2020.-V.122.-N.4.

66. Elgersma, A. Quick changes in milk fat composition from cows after transition from fresh grass to a silage diet A. Elgersma, G. Ellen, H. van der Horst, H. Boer, P.R. Dekker, S. Tamminga // Animal Feed Science And Technology.-2004.-V.117.-N.1-2.-P.13-27.
67. Enb, A. Chemical Composition of Raw Milk and Heavy Metals Behavior During Processing of Milk Products / A. Enb, M.A. Abou Donia, N.S. Abd-Rabou, A.A.K. Abou-Arab, M.H. El-Senait // Global Veterinaria.-2009.-V.3(3).-P. 268-275.
68. Espert, Maria. Use of Milk Fat/Cellulose Ether Emulsions in Spreadable Creams and the Effect of In Vitro Digestion on Texture and Fat Digestibility / Maria Espert, Teresa Sanz, Ana Salvador // Foods.-2020.-V.9.-N.6.-P.796.
69. Feng, S.M. Phytosterols and their derivatives: Potential health-promoting uses against lipid metabolism and associated diseases, mechanism, and safety issues /S.M. Feng, T. Belwal, L. Li, J. Limwachiranon, XQ. Liu, ZS. Luo // Comprehensive Reviews In Food Science And Food.-2020.-V.19.-N.4.-P.1243-1267.
70. Firdausi, K.S. The Relationship Between Electro-Optics Gradient and Fatty Acids Composition in a New Investigation on Palm Oil Quality / K.S. Firdausi, H. E. Sugito, A.B. Putranto // Advanced Science Letters.-2017.-V.23.-N.7.-P.6579-6581.
71. Fuster V.P. Usefulness of plant sterols in the treatment of hypercholesterolemia / V.P. Fuster // Nutricion Hospitalaria.-2017.-V.34.-P.62-67.
72. Gavrilova, V. The Diversity Of Fatty Acid Composition In Traditional And Rare Oil Crops Cultivated In Russia / V. Gavrilova, T.Shelenga, E. Porokhovinova, A. Dubovskaya, N. Kon'kova, S.Grigoryev, L.Podolnaya, A. Konarev, T.Yakusheva, N. Kishlyan, A.Pavlov, N.Brutch // Biological Communications.-2020.-V.65.-N.1.-P.68-81.
73. Ghaedi, Ehsan. Effects of phytosterols supplementation on blood pressure: A systematic review and meta-analysis / Ehsan Ghaedi, Foshati Sahar, Ziae Rahele // Clinical Nutrition. -2020.-V.39.-N.39.-P.2702-2710.
74. Ghasemi, E. Effect of different fat supplements on performance of dairy calves during cold season / E. Ghasemi, M. Azad-Shahraki, M. Khorvash // Journal Of Dairy Science.-2017.-V.100.-N.7.-P.5319-5328.
75. Giuffre, A.M. Effect Of Heating On Chemical Parameters Of Extra Virgin Olive Oil, Pomace Olive Oil, Soybean Oil And Palm Oil / A.M. Giuffre, M.Capocasale, R.

Macri, M. Caracciolo, C. Zappia, M. Poiana // Lwt-Food Science And Technology.-2018.-V.30.-P.715-739.

76. Goh, K.M. Rapid assessment of total MCPD esters in palm-based cooking oil using ATR-FTIR application and chemometric analysis / K.M. Goh, M. Maulidiani, R. Rudiyanto, Y.H. Wong, M.Y. Ang, W.M. Yew, F. Abas, O.M. Lai, Y.H. Wang, C.P.Tan // Talanta. -2019.-V.198.-P.215-223.

77. Gonzalez-Montana, Jose-Ramiro. Some toxic metals (Al, As, Mo, Hg) from cow's milk raised in a possibly contaminated area by different sources / Jose-Ramiro Gonzalez-Montana, Enrique Senis, Angel-Javier Alonso, Marta-Elena Alonso, Maria-Pilar Alonso, Juan-Carlos Dominguez // Environmental science and pollution research international.-2019.-V.26.-N.28.-P.28909-28918.

78. Gorban, A.M.S. Study on cholesteryl ester fatty acids in camel and cow milk lipid / A.M.S. Gorban, O.M. Izzeldin // International Journal Of Food Science And Technology.-1999.-V.34.-N.3.-P.229-234.

79. Goriainov, S. V. Detection of the Adulteration of Milk and Dairy Products by Gas Chromatography/Electron Ionization Mass Spectrometry // S. V. Goriainov, C. Esparza, A. R Borisova // Journal Of Analytical Chemistry.-2020.-V.75.-N.14.-P.1774-1780.

80. Guadalupe, G.A. Presence of palm oil in foodstuffs: consumers' perception / G.A. Guadalupe, M.J. Lerma-Garcia, A. Fuentes, J.M. Barat, M.D. Bas, I. Fernandez-Segovia // British Food Journal.-2019.-V.121.-N.9.- P.2148-2162.

81. Gylling, H. Long-term consumption of plant stanol and sterol esters, vascular function and genetic regulation / H. Gylling, M. Hallikainen, O.T. Raitakari, M. Laakso, E. Vartiainen, P. Salo, V. Korpelainen, J. Sundvall, T.A. Miettinen // British Journal Of Nutrition.-2009.-V.101.-N.11.-P.1688-1695.

82. He, W.S. Plant Sterols: Chemical and Enzymatic Structural Modifications and Effects on Their Cholesterol-Lowering Activity / W.S. He, H.Y. Zhu, Z.Y. Chen // Journal Of Agricultural And Food Chemistry.-2018.-V.66.-N.12.-P.3047-3062.

83. Hervas, A. Commercial agriculture for food security? The case of oil palm development in northern Guatemala / A. Hervas, S.R. Isakson // Food Security.-2020. – V.12.-N.3.-P.517-535.

84. Hew, K.S. Revising degumming and bleaching processes of palm oil refining for the mitigation of 3-monochloropropane-1,2-diol esters (3-MCPDE) and glycidyl esters (GE) contents in refined palm oil / K.S. Hew, A.J. Asis, T.B. Tan, M.M. Yusoff, O.M. Lai, I.A. Nehdi, C.P. Tan // Food Chemistry.-2020.-V.307.-P.125545.
85. Homayonibezi, Nasrin. Toxic heavy metals and nutrient concentration in the milk of goat herds in two Iranian industrial and non-industrial zones / Nasrin Homayonibezi, Sina Dobaradaran, Hossein Arfaeinia, Marzieh Mahmoodi, Ali Mohammad Sanati, Mohammad Reza Farzaneh, Raheleh Kafaei, Maryam Afsari, Moradali Fouladvand, Bahman Ramavandi// Environmental science and pollution research international.-2020.-V.28.-P.14882-14892.
86. Inchingolo, R. Analysis of phytosterols and phytostanols in enriched dairy products by Fast gas chromatography with mass spectrometry / R. Inchingolo, V. Cardenia, M.T. Rodriguez-Estrada // Journal Of Separation Science.-2014.-V.37.-N.20.-P.2911-2919.
87. Iqbal, Zafar. Human health risk assessment of heavy metals in raw milk of buffalo feeding at wastewater-irrigated agricultural farms in Pakistan / Zafar Iqbal, Farhat Abbas, Muhammad Ibrahim, Tahir Imran Qureshi, Matin Gul, Abid Mahmood.-2020.-V.27.-N.23.-P.29567-29579.
88. Ismail, M. Correlation of Mortality Burdens of Cerebrovascular Disease and Diabetes Mellitus with Domestic Consumption of Soya and Palm Oils / M. Ismail, A. Alsalahi, H. Khaza'ai, M.U. Imam, D.J. Ooi, M.N. Samsudin, Z. Idrus, M.H.M. Sokhini, M.A. Aljaberi // International Journal Of Environmental Research And Public Health.T.2020.-V.17.-N.15.-P.5410.
89. Ismail, S.R. Systematic review of palm oil consumption and the risk of cardiovascular disease / S.R. Ismail, S.K. Maarof, S.S. Ali, A. Ali // Plos One.-2018.-V.13.-N.2.-P.1-16.
90. Iwasa K. Agribusiness, Overdevelopment, and Palm Oil Industrial Restructuring in Malaysia / K. Iwasa // Environmental resources use and challenges in contemporary southeast asia: tropical ecosystems in transition.-2018.-V.7.-P.139-168.
91. Jaapar, M.S. Effect of Feeding Prilled Palm fat with Lyso-Lecithin on Broiler Growth Performance, Nutrient Digestibility, Lipid Profile, Carcass, and Meat Quality / M.S.

Jaapar, M.I. Alshelmani, A. M. Humam, T.C. Loh, H.L. Foo, H. Akit // Poultry Science Journal.-2020.-V.8.-.N.1.-P.43-50.

92. Jin, J. Characteristics of palm mid-fractions produced from different fractionation paths and their potential usages / J. Jin, L. Jie, L.Y. Zheng, M. Cheng, D. Xie, Q.Z Jin, X.G. Wang // International Journal Of Food Properties.-2018.-V.21.-N.1.-P.73-84.

93. Ju, Y.H β -Sitosterol, β -sitosterol glucoside, and a mixture of β -sitosterol and β -sitosterol glucoside modulate the growth of estrogen-responsive breast cancer cells in vitro and ovariectomized athymic mice / Y.H. Ju, L.M. Clausen, K.F. Allred, A.L. Almada, W.G. Helferich // European Journal of Clinical Nutrition. -2004. -V.134. -P. 1145–1151.

94. Judd, J.T. Dietary trans-fatty-acids - effects on plasma-lipids and lipoproteins of healthy-men and women / J.T. Judd, B.A. Clevidence, R.A. Muesing, J.Wittes, M.E. Sunkin, J.J. Podczasy // American journal of clinical nutrition.-1994.-V.59.-N.4.-P.861-868.

95. Jun Cao, Effect of Fatty Acid and Tocopherol on Oxidative Stability of Vegetable Oils with Limited Air / Jun Cao, Hongyan Li, Xin Xia, Xian-Guo Zou, Jing Li, Xue-Mei Zhu, and Ze-Yuan Deng // International Journal of Food Properties.-2015.-V.18.-4.-P.808-820.

96. Jung-Ah, Shin. Physicochemical characteristics of fat blend from hydrogenated coconut oil and acyl migrated palm mid-fraction / Shin. Jung-Ah, Heo. Yoon-Ji, Lee. Ki-Teak // Food Chemistry.-2019.-V.275.-P. 739-745.

97. Jusoh, N. Valorization of palm oil mill sterilization condensate via synergistic green reactive extraction of bioactive compounds / N. Jusoh, M.B. Rosly, N. Othman, R.N.R. Sulaiman, N.F.M. Noah, K.S.N. Kamarudin // Food And Bioproducts Processing.-2020.-V.122.-P.205-213.

98. Kaczynski, L.K. Cholesterol oxidation products in kefir from goats' milk during storage / L.K. Kaczynski, C.D.Dorota, R.Magdalena // International Dairy Journal.-2018.-V.85.-P.35-40.

99. Karupaiah, T. Comparing effects of soybean oil- and palm olein-based mayonnaise consumption on the plasma lipid and lipoprotein profiles in human subjects: a double-

blind randomized controlled trial with cross-over design / T. Karupaiah, K.A. Chuah, K. Chinna, R. Matsuoka, Y. Masuda, K. Sundram, M. Sugano // *Lipids In Health And Disease*.-2016.-V.15.-N.1.-P.1-11.

100. Kaur, R. Association of Dietary Phytosterols with Cardiovascular Disease Biomarkers in Humans / R. Kaur, S.B. Myrie // *Lipids*.-2020.-V.55.-N.6.-P.569-584
101. Kavak, D.D. Quality evaluation of kashar cheese: influence of palm oil and ripening period / D.D.Kavak, H. Karabiyik // *Food Science And Technology*.-2020.-V.40.-N.2.-P.354-360.
102. Kazeem, D. A. Fatty acid composition, cholesterol and antioxidant status of infraspinatus muscle, liver and kidney of goats fed blend of palm oil and canola oil / D. A. Kazeem, B. S. Azad, Mahdi Ebrahimid , Anjas Asmara Samsudina, Awis Qurni Sazilia // *Italian Journal of Animal Science*.-2016. Vol.15.-N.2-P.181-190.
103. Keogh-Brown, M.R. Evidence on the magnitude of the economic, health and population effects of palm cooking oil consumption: an integrated modelling approach with Thailand as a case study / M.R. Keogh-Brown, H.T. Jensen, S.Basu, W. Aekplakorn, S.Cuevas, A.D. Dangour, S.H. Gheewala, R.Green, E.J.M.Joy, N.Rojroongwasinkul // *Population Health Metrics*.-2019.-V.17.-N.1.-P.1-14.
104. Khalil, H.M. Determination of Heavy Metals (Pb, Cd) and some Trace Elements in Milk and Milk Products Collected from Najran Region in K.S.A. / H.M. Khalil, A.F.Seliem // *Life Science Journal*. -2013.-V.10.-P.648-652.
105. Khatun, R. Sustainable oil palm industry: The possibilities /R. Khatun, R.I.H. Reza, M. Moniruzzaman, Z. Yaakob // *Renewable & Sustainable Energy Reviews*.-2017.-V.76.-P.608-619.
106. Khir, M.F.A. Detecting Beef Tallow adulteration in Palm Oil with NIR Spectroscopy and Chemometrics Analysis / M.F.A Khir, N.Z.S. Marzuki, N.A. Tuhaime, K.N. Basri, M.N. Hussain // *International Journal Of Integrated Engineering*.-2018.-V.10.N.1.-P.157-160.
107. Khorsandmanesh, S. Sterol and Squalene as Indicators of Adulteration of Milk Fat with Palm Oil and Its Fractions / S. Khorsandmanesh, M. Gharachorloo, M. Bahmaie // *Journal Of Agricultural Science And Technology*.-2020.-V.22.-N.5.-P.1257-1266.

108. Kozlowska, M. Fatty acids and sterols composition, and antioxidant activity of oils extracted from plant seeds / M. Kozlowska, E. Gruczynska, I. Scibisz, M. Rudzinska // Food Chemistry.- 2016.-V.213.-P.450-456.
109. Laws, J. Supplementing sow diets with palm oil during late gestation and lactation: effects on milk production, sow hormonal profiles and growth and development of her offspring / J. Laws, D. T. Juniper, I. J. Lean // Animal.-2018.-V.12.-N.12.-P.2578-2586.
110. Lecerf J.M. Role of phytosterols in cardiovascular prevention / J.M. Lecerf // Correspondances en metabolismes hormones diabetes et nutrition.-2017.-V.21.-N.8.-P.204-207.
111. Leite, M. E. Calcium and fat metabolic balance, and gastrointestinal tolerance in term infants fed milk-based formulas with and without palm olein and palm kernel oils: randomized blinded crossover study/ M.E. Leite, J. Lasekan, G. Bagges // BMC Pediatr. - 2013. – V. 13. – P. 215.
112. Leroy, J. L. M. R. Dietary Fat Supplementation and the Consequences for Oocyte and Embryo Quality: Hype or Significant Benefit for Dairy Cow Reproduction? / J. L. M. R. Leroy, R. G. Sturmey, V. Van Hoeck // Reproduction In Domestic Animals.-2014.-V.49.-N.3.-P.353-361.
113. Li, Y.D. Effects of polar compounds in fried palm oil on liver lipid metabolism in C57 mice / Y.D. Li, X.Y. Yu, Y.J. Xu, J.W. Li, L.Y. Du, Q.F. Su, P.R. Cao, Y.F. Liu // Journal Of Food Science.-2020.-V.85.-N.6.-P.1915-1923.
114. Lim, S.Y. Detection of fresh palm oil adulteration with recycled cooking oil using fatty acid composition and FTIR spectral analysis / S.Y. Lim, M.S.A. Mutalib, H. Khaza'ai, S.K. Chang // International Journal Of Food Properties.-2018.-V.21.N-1.-P.2428-2451.
115. Lisitsyn, A.B. Fatty acid composition of meat from various animal species and the role of technological factors in trans-isomerization of fatty acids / A.B. Lisitsyn, I.M. Chernukha, O.I. Lunina // Foods and Raw Materials.-2017.-V.5.-N.2.-P.54-61.
116. Liu, C.H. Comparative analysis of graded blends of palm kernel oil, palm kernel stearin and palm stearin / C.H. Liu, Z. Meng, X.H. Chai, X.Y. Liang, M. Piatko, S. Campbell, Y.F. Liu // Food Chemistry.-2019.-V.286.-P.636-643.

117. Liu, YW. Serum phytosterols associate with T helper 1 cytokine concentration in pregnant women / YW. Liu, WY. Li, LY. Qian, M. Wu, HY. Du, LI. Xu, SP. Liu, JP. Yi, GS. He // Food Science & Nutrition.-02020.-V.8.-N.7.-P.3893-3899.
118. Llull, Rosa. Adequacy to the food labelling regulation of esterol or estanol rich foods / Rosa Llull, Josep A.Tur // Revista espanola de nutricion comunitaria-spanish journal of community nutrition.-2009.-V.15.-N.1.-P.37-44.
119. Lopez-Garcia, G. Effect of a Milk-Based Fruit Beverage Enriched with Plant Sterols and/or Galactooligosaccharides in a Murine Chronic Colitis Model / G. Lopez-Garcia, A. Cilla, R. Barbera, A. Alegria, M.C. Recio // Foods.-2019.-V.8.-N.4.-P.114.
120. Marangoni, F. Palm oil and human health. Meeting report of NFI: Nutrition Foundation of Italy symposium / F. Marangoni, C. Galli, A. Ghiselli, G. Lercker, C. La Vecchia, C. Maffeis, C. Agostoni, D. Ballardini, O. Brignoli, P. Faggiano // International Journal Of Food Sciences And Nutrition.-2017.-V.68.-N. 6.-P.643-655.
121. Maria, M.C. Validation of a gas chromatography–mass spectrometry method for the analysis of sterol oxidation products in serum / M.C.Maria, G.H. Cecilia, A.Iciar, D.Anshorena // Journal of Chromatography B.-2008.-V.864.-N.1-2.-P.61-68.
122. Mba, O.I. Palm oil: Processing, characterization and utilization in the food industry - A review / O.I. Mba, M. J. Dumont, M. Ngadi // Food Bioscience.-2015.-V.26-41.-P.26-41.
123. Mellenthin L. Association between serum vitamin D concentrations and inflammatory markers in the general adult population / L. Mellenthin // Metabolism. - 2014. - V. 63. -N 8. - P.1056-1062.
124. Meng, X.Y. L-ascorbyl palmitate modify the crystallization behavior of palm oil: Mechanism and application / X.Y. Meng, C.H. Liu, C. Cao, Z.J. Zheng, Q. Su, Y.F. Liu // Lwt-Food Science And Technology.-2020.-V.122.-P.1-7.
125. Miclean, Mirela. Metal (Pb, Cu, Cd, and Zn) Transfer along Food Chain and Health Risk Assessment through Raw Milk Consumption from Free-Range Cows / Mirela Miclean, Oana Cadar, Erika Andrea Levei, Radu Roman, Alexandru Ozunu, Levente Levei // International journal of environmental research and public health.-2019.-V.16.N.21.-P.4064.

126. Mishra P. Modelling and Forecasting of Palm Oil Production, Import, Export, Domestic Supply and Waste in Major Courtiers of the World / P.Mishra, K.P. Vishwajith, K. Padmanaban, P.K. Sahu // Indian Journal Of Economics And Development. 2017. -V 13.-N.2 -P.243-256.
127. Moelants, K.R.N. Development and Application of a Rheological Method to Investigate Crystallization of Palm Oil / K.R.N. Moelants, P.R. Smith, T.E. Lipkie, A.J Steinbach, G. Leyva, F.C.H. Suverkrup, J.R. Wallecan// Journal Of The American Oil Chemists Society.-2019.-V.96.-N.8.-P.865-876.
128. Monde, Ake Absalome. Biochemical properties, nutritional values, health benefits and sustainability of palm oil / Ake Absalome Monde, Cisse-Camara Massara, Ake Ake Alexandre, KoffiG ervais, Gauze Gnagne-Agnero Chantal, Djohan Ferdinand, Abodo Jacko Rhedoor, Iklo Coulibaly, Tiahou G George, Thomasset Brigitte // Biochimie.-2020.-V.178.-P.81-95.
129. Montoya, C. Genetic Architecture of Palm Oil Fatty Acid Composition in Cultivated Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). Compared to Its Wild Relative *E. oleifera* (HBK) Cortes / C. Montoya, B. Cochard, A. Flori and other//Plos One. -2014. -V. 9. -N 5. -P.1-13.
130. Mozzon, M. Current Knowledge on Interspecific Hybrid Palm Oils as Food and Food Ingredient / M. Mozzon, R. Foligni, C. Mannozzi // Foods.-2020.-V.9.-N.5.-P.631.
131. Naphatthalung, J. Effects of six-week consumption of lard or palm oil on blood pressure and blood vessel H2S in middle-aged male rats / J. Naphatthalung, L.S.Cing, K. Kanokwiroom, N. Radenahmad, C. Jansakul // Functional Foods In Health And Disease.-2018.-V.8-N.6.-P.307-322.
132. Nastasescu, Valentin. Heavy metal and pesticide levels in dairy products: Evaluation of human health risk / Valentin Nastasescu, Magdalena Mititelu, Marina Goumenou, Anca Oana Docea, Elisavet Renieri, Denisa Ioana Udeanu, Eliza Oprea, Andreea Letitia Arsene, Cristina Elena Dinu-Pirvu, Manuela Ghica// Food and chemical toxicology : an international journal published for the British Industrial Biological Research Association. -2020.-V.146.-P.111844.

133. Nurseitova, M. A. Comparative study of fatty acid and sterol profiles for the investigation of potential milk fat adulteration / M.A. Nurseitova, F.B. Amutova, A.A. Zhakupbekova // Journal of dairy science.-2019.-V.102.-N.9.-P.7723-7733.
134. Oakenfull, D.G. Low-cholesterol dairy-products/ D.G. Oakenfull, R.J. Pearce, G.S. Sidhu // australian journal of dairy technology. -1991.-V.46.-N.2.-P.110-112.
135. Obaideen, K. Analysis of the human health damage and ecosystem quality impact of the palm oil plantation using the life cycle assessment approach / K.Obaideen, Y.C. Tan, P.S. Yap, M. Awang, A.A. Abd Ghani, V. Subramaniam, V.C.Tai // International conference on sustainable energy and green technology 2018.-2019.-V.268.-P.1-6.
136. Oliveira, Ronaldo. Fatty Acid Profile of Milk and Cheese from Dairy Cows Supplemented a Diet with Palm Kernel Cake / Ronaldo Oliveira, Mario Faria, Raimundo Silva // Molecules.-2015.-V.20.-N.8.-P.15434-15448.
137. Omojola, A. Comparative study of properties and fatty acid composition of some neat vegetable oils and waste cooking oils / A. Omojola, E. I. Onuh, L. F. Inambao // International Journal of Low-Carbon Technologies. -2019.-V.14.-P.417-425.
138. Opric, D. Fractal analysis tools for early assessment of liver inflammation induced by chronic consumption of linseed, palm and sunflower oils / D. Opric, A.D. Stankovich, A.Nenadovic, S. Kovacevic, D.D. Obradovic, S. de Luka, J. Nesovic-Ostojict, J. Milasin, A.Z. Ilic, A.M. Trbovich // Biomedical Signal Processing And Control.-2020. -V.61.-P.101959.
139. Ostfeld, R. Peeling back the label-exploring sustainable palm oil ecolabelling and consumption in the United Kingdom / R. Ostfeld, D. Howarth, D. Reiner, P. Krasny// Environmental Research Letters.-2019.-V.14.-N.1.-P.1-10.
140. Padial-Jaudenes, Maria. Physiological Impact of Palm Olein or Palm Oil in Infant Formulas: A Review of Clinical Evidence / Maria Padial-Jaudenes, Esther Castanys-Munoz, Maria Ramirez // Nutrients.-2020.-V.12.-N.12.-P.3676.
141. Parisa, Z. An Overview of the Heavy Metal Contamination in Milk and Dairy Products / Z. Parisa, S. Faezeh, M. Mahdиеh, M.T.Zahedi // Acta Scientific Pharmaceutical Sciences.-2018.-V.2.-N.7.-P.8-21.

142. Parodi P.W. Milk fat in human nutrition / P.W. Parodi // Australian Journal Of Dairy Technology.-2004.-V.59.-N.1.-P.3-59.
143. Priyanka, M. Chemical Changes in Dairy Products Resulting from Cholesterol Removal Using Beta Cyclodextrins / M. Priyanka, B.Christophe // Current Nutrition & Food Science.-2017.-V.13. -N.4.-P.309-318.
144. Psenkova, M. Concentrations of toxic metals and essential elements in raw cow milk from areas with potentially undisturbed and highly disturbed environment in Slovakia / M. Psenkova, R.Toman, V. Tancin // Environmental science and pollution research international.-2020.-V.27.-N.21.-P.26763-26772.
145. Purcaro, G. Characterisation of minor components in vegetable oil by comprehensive gas chromatography with dual detection / G. Purcaro, L. Barp, M. Beccaria, L.S. Conte // Food Chemistry.-2016.-V.212.-P.730-738.
146. Ramadhani, T.N. Competitiveness analyses of Indonesian and Malaysian palm oil exports / T.N. Ramadhani, R.P. Santoso // Economic Journal Of Emerging Markets.-2019.-V.11.-N.1.-P.46-58.
147. Ramos, F. Plant Sterols and Plant Stanols in Milk Products Used as Functional Foods: Effects on Cardiovascular Risk Diseases Prevention / F. Ramos, D.Saraiva // Milk Consumption and Health.-2009.-P.1-42.
148. Ravi Subbiah, M.T. Ergosterol (Major Sterol of Baker's and Brewer's Yeast Extracts) Inhibits the Growth of Human Breast Cancer Cells in vitro and the Potential Role of its Oxidation Products / M. T. Ravi Subbiah, W. Abplanalp // International Journal for Vitamin and Nutrition Research. -2013.-V.73.-P.19-23.
149. Roberta, T. Fortification of dark chocolate with microencapsulated phytosterols: chemical and sensory evaluation /T. Roberta, N.Condelli. M.C. Caruso. D. Barletta. F.F. Fernanda Galgano //Food and function. -2018. V.9.-P.1265-1273.
150. Rohmah, M. Palm stearin and olein binary mixture incorporated into nanostructured lipids carrier: Improvement food functionality for micronutrient delivery / M.Rohmah, S. Choiiri, S.Raharjo, C.Hidayat, R.Martien // Journal Of Food Processing and Preservation.-2020.-V.44.-N.10.-P.14761.

151. Rondanelli, M. Key points for maximum effectiveness and safety for cholesterol-lowering properties of plant sterols and use in the treatment of metabolic syndrome / M. Rondanelli, F. Monteferrario, M.A. Faliva, S. Perna, N. Antoniello // Journal Of The Science Of Food and Agriculture. -2013.-V.93.-N.11.-P.2605-2610.
152. Rovellini, P. Determination of the palm oil addition in food / P. Rovellini, R. Berneri, E.C. Piccinelli, R. Piro, B. Miano, E. Sangiorgi // RIVISTA ITALIANA DELLE SOSTANZE GRASSE.-2019.-V.96.-N.4.-P.215-222.
153. Roy, S.J. High dietary intake of whole milk and full-fat dairy products does not exert hypotensive effects in adults with elevated blood pressure / S.J. Roy, S.S. Lapierre, B.D. Baker, L.A. Delfausse, D.R. Machin, H. Tanaka // Nutrition Research.-2019.-V.64.-P.72-81.
154. Salvi, V.R. Nanostructured lipid carriers (NLC) system: A novel drug targeting carrier / V.R. Salvi, P. Pawar // Journal Of Drug Delivery Science and Technology.-2019.-V.51.-P.255-267.
155. Samiee, F. Exposure to heavy metals released to the environment through breastfeeding: A probabilistic risk estimation / F. Samiee, A. Vahidinia, M.T. Javad, M. Leili // The Science of the total environment.-2018. -V.650.-N. Pt 2.-P.3075-3083.
156. San Mauro-Martin, I. Effect of plant sterols in reducing plasma cholesterol: crossover double-blind randomized clinical trial / I. San Mauro-Martin, L. Collado-Yurrita, J.A. Blumenfeld-Olivares, M.A. Cuadrado-Cenzual, M.E. Calle-Puron, M. Hernandez-Cabria, E. Garicano-Vilar, E. Perez-Arruche, E. Arce-Delgado, M.J. Ciudad-Cabanas // Nutricion Hospitalaria.-2016.-V.33.-N.3.-P.685-691.
157. Sandoval-Cuellar, C.E. In-vitro digestion of whey protein- and soy lecithin-stabilized High Oleic Palm Oil emulsions / C.E. Sandoval-Cuellar, E. Camilo, M.D. Perea-Flores, M.X. Quintanilla-Carvajal // Journal Of Food Engineering.-2020.-V.278.-P.1-8.
158. Sarsembayeva, N. B. Heavy metal levels in milk and fermented milk products produced in the Almaty region, Kazakhstan / N. B. Sarsembayeva, T. B. Abdigaliyeva, Z. A. Utepova, A. N. Biltebay, S. Zh. Zhumagulova // Veterinary world.-2020. -V.13.-N.4.-P.609-613.

159. Sawalha, H. Effects of Oil Type on Sterol-Based Organogels and Emulsions / H. Sawalha, P. Venema, A. Bot, E. Floter, Y.Q. Lan, E. Van der Linden // Food Biophysics.-2021.-V.16.-N.1.-P.109-118.
160. Serbancea, F. Risk Factors in the Assessment of the Conformity of Falsified Dairy Products / F.Serbancea, N. Belc, A.Stanescu // Quality-Access To Success.-2018.-V.19.-N.163.-P.133-139.
161. Shih, Y. L. Detection of fresh palm oil adulteration with recycled cooking oil using fatty acid composition and FTIR spectral analysis / Y.L. Shih, M. S.A. Mutalib, K. Huzwah, S.K. Chang // International Journal of Food Properties.-2018.-V.21.-N.1.-P.2428-2451.
162. Silvia, V. Bioaccessibility study of plant sterol-enriched fermented milks / V. Silvia, C. Antonio, G.L. Guadalupe, M.G.Lagarda // Journal of Functional Foods.-2016.-V.7-P.110-117.
163. Sim, B.I. 3-MCPD and Glycidyl Esters in Palm Oil / B.I.Sim, Y.H. Wong, C.P. Tan // Mitigating contamination from food processing.-2020.-V.19.-P.152-190.
164. Sim, B.I. Mitigation of 3-MCPD esters and glycidyl esters during the physical refining process of palm oil by micro and macro laboratory scale refining / B.I.Sim, Y.P. Khor, O.M. Lai, C.B. Yeoh, Y. Wang, Y.F. Liu, I.A. Nehdi, C.P. Tan // Food Chemistry.-2020.-V.328.-152-190.
165. Siyuan, T. Development of a GC-MS/SIM method for the determination of phytosteryl esters / T. Siyuan, N.Yongjie, L. Lian, S. Anping, H. Chingyuan, M. Yonghong // Food Chemistry.-2019.-V.281.-P.236-241.
166. Su, C. Heavy Metals in Raw Milk and Dietary Exposure Assessment in the Vicinity of Leather-Processing Plants / C. Su, L. Huimin, Q. Xueyin, Z. Xuewei, G.Yanan, Y. Hongjian, Z.Nan, W.Jiaqi // Biological trace element research.-2020. -P.1-9.
167. Sulistianingsih, E. Analysis of Palm Oil Production, Export, and Government Consumption to Gross Domestic Product of Five Districts in West Kalimantan by Panel Regression / E. Sulistianingsih, M. Kiftiah, D. Rosadi, H. Wahyuni //3rd International conference on mathematics, science and education 2016. -2017.-V.824. -P.148-158.

168. Syarifah-Noratiqah, Syed-Badrul. The Effects of Palm Oil on Plasma and Serum Lipid Parameters: A Systematic Review on Animal Intervention Studies / Syed-Badrul Syarifah-Noratiqah, Syed Fairus, Mohamed S. Zulfarina // *Frontiers In Veterinary Science*.-2020.-V.7.-P.303.
169. Tangsanthatkun, J. Crystallisation of palm olein under the influence of sucrose esters / J. Tangsanthatkun, S. Sonwai // *International Journal Of Food Science and Technology*.-2019.-V.54.-N.11.-P.3032-3041.
170. Thani, NSIA. Palm Oil Consumption and Risk of Atherosclerosis: A Systematic Review, Meta-Analysis and Quality of Evidence Analysis / NSIA. Thani, D.A. Zamri, I.F. Ahmad, Z.F. Annual // *International Journal Of Cardiology*.-2017.-V.249.-P.s9-s9.
171. Tian, S. Ecological security and health risk assessment of soil heavy metals on a village-level scale, based on different land use types / S. Tian, S. Wang, X. Bai, D. Zhou, G. Luo, Y. Yang, Z. Hu, C. Li, Y. Deng, Q. Lu // *Environmental geochemistry and health*.-2020.-V.42.-N.10.-P.3393-3413.
172. Ting-wei, Z. Storage stability studies on interesterified blend-based fast-frozen special fats for oxidative stability, crystallization characteristics and physical properties / Z. Ting-wei, Z.B. Xia, Z. Min-hua, J.L. Robert, W.B. Hong, L.B. Bing // *Food Chemistry*.-2020-V.306.-P.1-8.
173. Tivanello, R. Effects of deodorization temperature and time on the formation of 3-MCPD, 2-MCPD, and glycidyl esters and physicochemical changes of palm oil / R. Tivanello, M. Capristo, E. Vicente, R. Ferrari, K. Sampaio, A. Arissetto // *Journal Of Food Science*.-2020.-V.85.-N.7-P.2255-2260.
174. Tosuni, Y.K. Relationship between plant sterols (b-sitositerol, campesterol, stigmasterol) and nutrients of bread wheat cultivars / Y.K. Tosuni, H. Erdem, Y. Tutus, M. Akbikk, F. Ozkutlu // *Fresenius environmental bulletin*. -2019.-V.28.-N.3.- P.1707-1714.
175. Tudisco, R. Effect of hydrogenated palm oil dietary supplementation on milk yield and composition, fatty acids profile and Stearoyl-CoA desaturase expression in goat milk / R. Tudisco, B. Chiofalo, L. Addi // *Small Ruminant Research*.-2015.-V.132.-P.72-78.

176. Valitova, J.N. Plant sterols: Diversity, biosynthesis, and physiological functions / J.N. Valitova, A.G. Sulkarnayeva, F.V. Minibayeva // Biochemistry-Moscow.-2016.-V.81.-N.8.-P.819-834.
177. Vanmierlo, T. Plant sterols: Friend or foe in CNS disorders? / T. Vanmierlo, J.F.J. Bogie, J. Mailleux, J. Vanmol, D. Lutjohann, M. Mulder, J.J.A. Hendriks // Progress In Lipid Research.-2015.-V.58.-P.26-39.
178. Vanmierlo, T. Pettersson H. Lutjohann D. Plant sterol oxidation products - Analogs to cholesterol oxidation products from plant origin? / T. Vanmierlo, C. Husche, H.F. Schott // Biochimie.-2013. -V.95.-N.3.-P.464-472.
179. Vergura, D.T. Palm oil free" vs "sustainable palm oil": the impact of claims on consumer perception / D.T. Vergura, C. Zerbini, B. Luceri // British Food Journal.-2019.-V.121. N.9. -P.2027-2035.
180. Verneau, F. Consumers' concern towards palm oil consumption An empirical study on attitudes and intention in Italy / F. Verneau, F. La Barbera, M. Amato, V. Sodano // British Food Journal.-2019.-V.121.-N.9.-P.1982-1997.
181. Viet, N. Granular Crystals in Palm Oil Based Shortening/Margarine: A Review / N. Viet, T. Rimaux, T. Vinh // Crystal Growth & Design.-2020.-V.20.-N.2.-P.1363-1372.
182. Viet, N. Fat crystallization of blends of palm oil and anhydrous milk fat: A comparison between static and dynamic-crystallization / N. Viet, T. Rimaux, T. Vinh // Food Research International. -2020.-V.137.-P.109412.
183. Wan, L.T. In Vitro Gastrointestinal Digestion of Palm Olein and Palm Stearin-in-Water Emulsions with Different Physical States and Fat Contents/ L.T. Wan, L. Li , J.M. Harro, S.W. Hoag, B. Li, X.Zhang, M.E. Shirtliff // Journal Of Agricultural And Food Chemistry.-2020.-V.68.-N.26.-P.7062-7071.
184. Wang, F.L. Effect of palm oil consumption on plasma lipid concentrations related to cardiovascular disease: a systematic review and meta-analysis / F.L. Wang, D.C. Zhao, Y.X. Yang, L.S. Zhang // Asia Pacific Journal Of Clinical Nutrition.-2019.-V.28.-N.3.-P.495-506.

185. Willems, J.I. Results from a post-launch monitoring survey on consumer purchases of foods with added phytosterols in five European countries / J. I. Willems, M.A.E. Blommaert, E.A. Trautwein // Food And Chemical Toxicology.-2013.-V.62.-P.48-53.
186. Xu, P. Body burdens of heavy metals associated with epigenetic damage in children living in the vicinity of a municipal waste incinerator/ P. Xu, Z. Chen, Y. Chen, L. Feng, L. Wu, D. Xu, X. Wang; X. Lou, J.Lou // Chemosphere.-2019.-V.229.-P.160-168.
187. Xu, Z.Y. Comparative Study of the Oxidation Stability of High Oleic Oils and Palm Oil during Thermal Treatment / Z.Y. Xu, Z. Ye, Y.D. Li, J.W. Li, Y.F. Liu // Journal Of Oleo Science.-2020.-V.69.-N.6.-P.573-584.
188. Yasotha, A. Risk assessment of heavy metals in milk from cows reared around industrial areas in India. A. Yasotha, D. S. Dabade, V. P. Singh, T. Sivakumar // Environmental geochemistry and health.-2020.-P.1-17.
189. Younus, M. Assessment of heavy metal contamination in raw milk for human consumption / M. Younus, T. Abbas, M.Zafar, S. Raza, A. Khan, A.H. Saleem, M.A. Idrees, Q.U. Nisa, R. Akhtar, G. Saleem // South African Journal of Animal Science.-2016.-V.46.-N.2.-P.166-169.
190. Yuan, L. Y. Metabolomics reveals the toxicological effects of polar compounds from frying palm oil / L. Y. Yuan, F. Jiang, X.Y. Cao, Y.F. Liu, Y.J. Xu // Food & Function. -2020.-V.11.-N.2.-P.1611-1623.
191. Zagre, N.M. Red palm oil as a source of vitamin A for mothers and children: impact of a pilot project in Burkina Faso / N.M Zagré, F Delpéuch, P Traissac and H Delisle // Public Health Nutrition. -2002. –V.6(8).-P.733-742.
192. Zhang, Z. Effects of chemical interesterification on the triacylglycerols, solid fat contents and crystallization kinetics of palm oil-based fats / Z. Zhang, W.J. Lee, H.Y. Zhou, Y. Wang // Food & Function.-2019.-V.10.-N.11.-P.7553-7564.
193. Zhou, Xuewei. Relationships between Pb, As, Cr, and Cd in individual cows' milk and milk composition and heavy metal contents in water, silage, and soil / Xuewei Zhou, Nan Zheng, Chuanyou Su, Jiaqi Wang, Helene Soyeurt // Environmental pollution.-2019.-V.255.-N. Pt 2.-P. 113322.

194. Zhu, L. A comparison of particulate emission for rapeseed oil methyl ester, palm oil methyl ester and soybean oil methyl ester in perspective of their fatty ester composition / L. Zhu, C.S. Cheung, Z. Huang // Applied Thermal Engineering.-2016.-V.94.-P.249-255.
195. Zulkiply, S.H. Effects of palm oil consumption on biomarkers of glucose metabolism: A systematic review / S.H. Zulkiply, V. Balasubramaniam, N.A. Abu Bakar, A. Abd Rashed, S.R. Ismail // Plos One.2019.-V.14.-N.8.-P.1-14.
196. Zwierzchowski, G. Minerals and Heavy Metals in the Whole Raw Milk of Dairy Cows from Different Management Systems and Countries of Origin: A Meta-Analytical Study / G. Zwierzchowski, N.A. Burim // Journal of agricultural and food chemistry. - 2018. -V.66.-N.26.-P.6877-6888.
197. Азаров, В.И. Химия древесины и синтетических полимеров: Учебник для вузов. / В.И. Азаров, А.В. Буров, А.В. Оболенская // -СПб.:СПбЛТА, -1999.- С.628.
198. Андрианова, Т.Г. Методы определения соединений тяжелых металлов / Т.Г. Андрианова, И.П. Полякова, В.А. Мейлихов // Журнал Мясная индустрия. -2010.- Т.2—С.55-57.
199. Арутюнян, О.М. Влияние соединений кадмия на организм человека / О.М. Арутюнян, В.С. Ткачишин, А.Ю. Алексейчук // Медицина неотложных состояний. -2016.-Т.7.-Вып.78.-С.109-114.
200. Белоус, Ю.И. Состав липидов плазмы крови при избыточном потреблении пальмового и сливочного масла / Ю.И. Белоус, Л.В. Якубова, Л.В. Кежун, Т.П. Степпень // Материалы республиканской с международным участием научно-практической конференции, посвященной 60-летию гродненского Государственного Медицинского Университета.-2018.-С.79-81.
201. Бибик, Е.Ю. Исследование показателей глюкозы и холестерина при избыточном потреблении пальмового масла / Е.Ю. Бибик, Д.В. Романенко // Украинский морфологический альманах.-2015.-Т.13.-Вып.1.-С.3-6.
202. Биохимический анализ крови [Электронный ресурс]: [<https://vetunion.ru/analysis/bioximicheskie-issledovaniya-krovi/#search-container>].

203. Болдырева Т. Фитостерины - эффективная профилактика сердечнососудистых заболеваний и атеросклероза /Т.Болдырева // Сыроделие и маслоделие. -2012. –Вып.2.-С.41-44.
204. Буданина, Л.Н. Определение состава спредов сливочного масла с пальмовым методами термического анализа / Л.Н. Буданина, А.Л. Верещагин, Н.В. Бычин // Техника и технология пищевых производств. -2015. -Т.38.-Вып.3.-С.133-138.
205. Валитова, Ю.Н. Растительные стерины: многообразие, биосинтез, физиологические функции / Ю.Н. Валитова, А.Г. Сулкарнаева, Ф.В. Минибаева // Биохимия.-2016.-Т.81.-Вып.8.-С.1050-1068.
206. Ветеринарная лабораторная практика. Т.П. М.: Сельхозиздат. 1963.
207. Витрищак, С.В. Гигиенические требования в пальмовому маслу при использовании в питании населения промышленного центра (литературный обзор)/ С.В. Витрищак, Е.Л. Савина, Е.В. Сиканова, Е.В. Санина, А.К. Клименко, Т.А. Исакова // Научный вестник государственного образовательного учреждения луганской народной республики "Луганский Национальный Аграрный Университет".-2019.-Вып.6-2.-С.312-323.
208. Воловик, В.Т. Сравнение жирнокислотного состава различных пищевых масел / В.Т. Воловик, Т.В. Леонидова, Л.М. Коровина, Н.А. Блохина, Н.П. Касарина // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований..-2019.- №5.-С.147-152.
209. Гончаров, Н.В. Проблема безопасности применения нутрицевтиков Н.В. Гончаров, М.А. Терпиловский, В.Е. Соболев, Е.А. Корф, Д.А. Белинская // Журнал успехи современной биологии.-2019.-Т.130.-Вып.5.-С.487-499.
210. Горбатов, А.В. Качество сельскохозяйственной продукции, сырья, продуктов питания и обеспечение продовольственной безопасности России / А.В. Горбатов, О.А. Криошина, Д.В. Тютин // Журнал аллея науки.-2018.-Т.2-Вып.10(26).-С.458-467.
211. Громова, О.А. Омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты и когнитивное развитие детей / О.А. Громова, И.Ю. Торшин, Е.Ю. Егорова // Вопросы современной педиатрии.-2011.-Вып.1.-Т.10.-С.66-72.

212. Давыдова Р. Непереносимость пищевых продуктов и маркировка аллергенов в странах ЕС / Р. Давыдова // Журнал переработка молока.-2015.-Вып.3(185).-С.94-97.
213. Долголюк, И.В. Растительные масла - функциональные продукты питания / И.В. Долголюк, Л.В. Терещук, М.А.Трубникова, К.В. Старовойтова // Техника и технология пищевых производств. -2014.-Вып.2(33).-С.122-125.
214. Дунин, С.А. Определение растительных стеринов в молочной продукции / С.А. Дунин, А.А, Запонова, О.В. Вьюнковская, Ю.В. Пивоваров // Журнал контроль качества продукции.-2016.-Вып.1.-С.29-34.
215. Дунченко, Н.И. Анализ российского рынка сливочного масла и обеспечение его безопасности / Н.И. Дунченко Н.И, С.В. Денисов // Журнал вестник государственного социально-гуманитарного университета.-2018. –Вып.2(30).- С.72-82.
216. Жидкин, В.И., Основные загрязнители продовольственного сырья и пищевых продуктов / В.И. Жидкин, А.М. Семушев // Вторые чтения памяти профессора О.А. Зауралова: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Саранск, 12 мая 2010 г.). – Саранск, 2010. - С. 28-31.
217. Жижин, Н.А. Разработка метода оценки состава жировой фазы молока и молочных продуктов по соотношению стеринов / Н.А. Жижин, Е.А. Юрова, О.С Полякова // Научное обеспечение молочной промышленности микробиология, биотехнология, технология, контроль качества и безопасности.-2015.-С.49-54.
218. Житарь, С.В. Определение содержания кадмия и свинца в молоке / С.В. Житарь, Н.Н. Ященко, А.Н. Лыщиков, Е.Г. Зиновьева // Журнал Бутлеровские сообщения.-2020.-Т.62.-Вып.4.-С.140-143.
219. Зайцева Л.В. Роль различных жирных кислот в питании человека и при производстве пищевых продуктов / Л.В.Зайцева // Пищевая промышленность .-2010.-Вып.10.-С.60-63.
220. Зайцева Л.В. Современные решения при производстве молокосодержащих продуктов / Л.В. Зайцева // Журнал переработка молока. -2015.-Вып.6(188).-С.24-25.

221. Захаров, Ю.А. Прямое атомно-абсорбционное определение свинца и кадмия в питьевых молочных продуктах с помощью двухстадийной зондовой атомизации в графитовой печи / Ю.А. Захаров, О.Б. Кокорина, С.И. Хасанова, Д.С. Ирисов, Р.Р. Хайбуллин // Аналитика и контроль.-2013.-Т.17.-Вып.3.-С.275-280.
222. Ильина, С.В. Обзор областей применения пальмового масла / С.В. Ильина, Д.П. Абрамов // Современные научноемкие технологии. -2013. -С.119-120.
223. Ильясова, Р.Р. Определение тяжелых металлов в минерализатах биологических объектов методом атомно-абсорбционной спектроскопии / Р.Р. Ильясова, Л.М. Саптарова, Э.Н. Когина, Ю.Н. Саптаров, А.Д. Насибуллин, Г.И. Каримова, А.Ю. Юрсов // Журнал Вестник Башкирского Университета.-2019.-Т.24.-Вып.1.-С.76-80.
224. Кадолич, Ж.В. Взаимосвязь жирнокислотного состава и электрофизических свойств пальмовых масел / Ж.В. Кадолич, С.В. Зотов, В.А. Гольдаде, Е.А. Цветкова, К.В. Овчинников, И.А. Каримов // Вестник технологического университета. -2015.-Т.18.-Вып.6.-С.7-10.
225. Кадолич, Ж.В. Экспериментальное обоснование выбора идентификационного признака пальмовых масел / Ж.В. Кадолич, С.В. Зотов, В.А. Гольдаде, Е.А. Цветкова, К.В. Овчинников, И.Ю. Ухарцева // Приборы и методы измерений. - 2015.-Т.1.-Вып.10.-С.99-104.
226. Как и почему пальмовое масло стало лидером мировой торговли растительными маслами [Электронный ресурс] <https://specagro.ru/news/202007/kak-i-pochemu-palmovoe-maslo-stalo-liderom-mirovoy-torgovli-rastitelnykh-masel>].
227. Карпова Н.В. Экспериментальный подход к получению базовых соединений для синтеза фармацевтических стероидов из стеринов. Дисс.кандидат биологических наук
228. Круглякова, А.А. Бета-ситостерин: свойства, подходы к количественному определению / А.А. Круглякова, Г.В.Раменская // Журнал вестник национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова.-2016.-Т.11.-Вып.4.-С.35-38.

229. Кузнецова, Е.М. Определение пальмового масла в молочных продуктах / Е.М. Кузнецова, Т.И. Купина, Е.В. Рогова // Химия и жизнь Сборник XVIII Международной научно-практической студенческой конференции. -2019, -С.133-137
230. Куликова, А.Ю. Идентификация рисков при производстве спредов функционального назначения / А.Ю. Куликова, С.А. Шеламова, Н.М. Дерканосова // Журнал технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. -2020.- Вып.1(14).-С.46-51.
231. Лепилкина, О.В. В сыре обнаружен растительный жир! Так ли это? / О.В. Лепилкина, Е.В. Топникова // Журнал сыроделие и маслоделие. -2015.-Вып.3.-С.16-17.
232. Лобач, Е.Ю. Клиническая апробация специализированного продукта для диетического питания / Е.Ю. Лобач, А.А. Вековцев, П.В. Фесикова, В.М. Позняковский // Журнал техника и технология пищевых производств. -2015.- Вып.3(38).-С.110-115.
233. Ловкис, З.В. Мониторинг качества и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов / З.В. Ловкис, И.М. Почицкая // Журнал пищевая промышленность: наука и технологии. -2016.-Вып.14.-С.565-572.
234. Лозоватская К.Ю. Контроль качества сливочного масла разных производителей приобретенных в магазинах г.Омска / К.Ю. Лозоватская // Журнал наука через призму времени. -2019.-Вып.1(22).-С.54-56.
235. Лысов, В.Ф. Практикум по физиологии и этиологии животных /В.Ф. Лысов, Т.В. Ипполитова, В.И. Максимов, Н.С. Шевелев/ Под ред. В.И. Максимова. – М.: КолоС, 2005. – 256 с.
236. Медведев, О.С. Научное обоснованием использования растительных масел (включая пальмовое) в детском питании - результаты последних международных исследований / О.С. Медведев, З.О. Медведева // Педиатр.-2017.-Т.8.-Вып.S1.-С.214-215.

237. Международные рекомендации по проведению медико-биологических исследований с использованием животных (разработаны и опубликованы в 1985 г. Советом международных научных организаций)
238. Методические указания МУ 4.1./4.2.2484-09 Оценка подлинности и выявление фальсификации молочной продукции
239. Мехтиев, А.Р. Биологическая активность фитостеринов и их производных / А.Р. Мехтиев, А.Ю. Мишарин // Биомедицинская химия.-2007.-Т.53.-Вып.5.- С.497-521.
240. Мусабекова Г. Ш. Перспективы использование грецкого ореха в производстве спредов / Г.Ш. Мусабекова // Журнал новая наука: от идеи к результату.-2016.- Вып.6-2(90).-С.147-150.
241. Мхитарьянц, Л.А. Особенности химического состава семян рапса современных селекционных сортов / Л.А. Мхитарьянц, Г.А. Мхитарьянц, А.Н. Марашева, Т.И. Тимофеенко // Известия вузов. Пищевая технология. -2012.-№4.- С.33-36.
242. Нестерова Е.А. Вопросы технического регулирования масложировой отрасли / Е.А. Нестерова // Журнал молочная промышленность.-2015.-Вып.8. - С.53-54.
243. Пальмовое масло [Электронный ресурс]: [<https://ru.wikipedia.org/wiki/>].
244. Панфилова, Н.И. Анализ безопасности пальмового масла. / Н.И. Панфилова, Ю.А. Лапшин // Проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса россии. Материалы всероссийской научно-практической конференции. В 8-ми томах.-2017.-С.99-102.
245. Петрова, Т.А. Влияние обезжиренного кисломолочного напитка, полученного при сбраживании штаммами *Lactobacillus Fermentum* AG8 и *Lactobacillus Plantarum* AG9 на продуктивные показатели крыс / Т.А. Петрова, Е.В. Никитина, А.О. Синельникова, Л.Р. Каюмова, А.М. Ежкова, В.О. Ежков // Учёные записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана.- 2020.-Т.244.-Вып.4.-С.144-147.

246. Предварительный национальный стандарт Российской Федерации ПНСТ 355-2019 «Масло пальмовое и его фракции. Общие технические условия». М.: Стандартинформ. -2019.
247. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации №708н от 23 августа 2010 г. «Об утверждении правил лабораторной практики» [Электронный ресурс] URL: <http://www.consultpharma.ru/index.php/ru/documents/drugs/299--708-23-2010-> (дата обращения: 04.08.2014)
248. Разоренова, Н.А. Пальмовое масло – мифы и реальность / Н.А. Разоренова, Б.Б. Тихонов // Качество и экологическая безопасность пищевых продуктов и производств Материалы IV Международной научной конференции с элементами научной школы для молодежи. -2016.-С.19-22.
249. Распоряжение Правительства Российской Федерации «Об утверждении Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года» от 29 июня 2016 года №1364-р [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201607050014?index=8&rangeSize=1>.
250. Расширенное заседание коллегии Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Татарстан [[Электронный ресурс] <https://tatarstan.ru/press/video.htm/video/7016439.htm>
251. Росстат отчитался об импорте пальмового масла в РФ [Электронный ресурс]: <https://www.rosbalt.ru/business/2020/02/26/1829791.html>.
252. Самигуллин, Д.И. Влияние молокосодержащего продукта с заменителем молочного жира на организм белых мышей / Д.И. Самигуллин, А.О. Синельникова, Р.А. Волков, А.М. Ежкова, В.О. Ежков // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2020. Т. 243 (III). С. 219-224.

253. Степычева, Н.В. Купажированные растительные масла с оптимизированным жирно-кислотным составом // Н.В. Степычёва, А.А. Фудько // химия растительного сырья.-2011.-Вып.2.-С.27-33.
254. Сульдина Т.И. Содержание тяжелых металлов в продуктах питания и их влияние на организм / Т.И. Сульдина // Рациональное питание, пищевые добавки и биостимуляторы. – 2016. – № 1. – С. 136-140.
255. Технический регламент таможенного Союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013) утверждён решением Совета ЕЭК от 09.10.2013 N 67.
256. Титов, А.Ф. Влияние свинца на живые организмы / А.Ф. Титов А.Ф. Н.М. Казнина, Т.А. Карапетян, Н.В. Доршакова // Журнал общей биологии.-2020.-Т.81.- Вып.2.-С.142-160.
257. Тринеева О.В. Особенности оценки качества и перспективы стандартизации жирных растительных масел и масляных экстрактов фармацевтического назначения (обзор) / О.В. Тринеева // Журнал разработка и регистрация лекарственных средств -2016.-Вып.2(15).-С114-134.
258. Тринеева, О.В. Изучение жирнокислотного состава растительных масел и масляных экстрактов фармацевтического назначения методами ГЖХ И ИКС / О.В.Тринеева, А.И. Сливкин // Сорбционные и хроматографические процессы.-2016.-Т.16.-Вып.2.-С.212-219.
259. Удовенко, А. Что такое техническое пальмовое масло, и существует ли оно вообще? [Электронный ресурс]: <https://roscontrol.com/community/article/tekhnicheskoe-maslo/>.
260. Чимонина, И.В. Влияние пальмового масла на здоровье человека (критический анализ) / И.В. Чимонина, А.А. Жукавина // Мир науки, культуры, образования. -2015,-Вып.2(51). -С.321-324.
261. Школьникова, М.Н. Обзор современных методов идентификации цельномолочных продуктов / М.Н. школьникова // ВЕСТНИК КРАСГАУ. - 2017. Вып.7(130). –с.90-97.

262. Юрова Е.А. Фальсификация жировой фазы молочных продуктов жирами немолочного происхождения / Е.А. Юрова // Молочная промышленность.-2015. – Вып.11.-С.24-26.
263. Юрова Е.А. // Методы контроля молока-сырья по показателям качества и безопасности: принципы и подходы / Е.А. Юрова // Журнал молочная промышленность.-2010.-Вып.2.-С.5-8.
264. Юрова Е.А. Контроль молочного сырья современные требования, принципы и подходы / Е.А. Юрова // Журнал молочная промышленность.-2015.-Вып.4. –С.11-12.
265. Юрова, Е.А. Подтверждение соответствия продукции требованиям технических регламентов таможенного союза / Е.А. Юрова, Т.В. Кобзева // Журнал переработка молока -2015.-Вып.7(189).-С.14-17.
266. Яйленко А.А. Некоторые дискуссионные вопросы педиатрической диетологии / А.А. Яйленко // Смоленский медицинский альманах.-2016,-Вып.3.-С.19-31.
267. Янковская, Л.В. Влияние пальмового масла на риск развития сердечно-сосудистых заболеваний / Л.В. Янковская, Л.В. Кежун, Н.С.Слободская, Ю.И. Белоус, Е.М. Моргунова // Журнал Гродненского государственного медицинского университета.-2016.-Вып.4.-С.6-11.

СПИСОК ИЛЛЮСТРИРОВАННОГО МАТЕРИАЛА

№ п/п	Название	Страница
1. Список таблиц		
1	Объем проведенных исследований	33
2	Исследование молочных продуктов на содержание стеринов	41
3	Сравнительные исследования нестандартных проб молочных продуктов	42
4	Количество исследованной кисломолочной продукции	46
5	Регионы-заказчики пальмового масла, объем импорта	56
6	Органолептические исследования пальмового масла	58
7	Физико-химические свойства разных видов пальмового масла	59
8	Сравнительное содержание фитостеринов в продукции растительного происхождения	59
9	Содержание жирных кислот в пальмовом масле	61
10	Динамика живой массы мышей	64
11	Масса органов мышей	65
12	Схема эксперимента	66
13	Показатели качества заменителя молочного жира	68
14	Органолептические исследования сметаны с натуральным молочным жиром и молокосодержащего продукта с ЗМЖ	69
15	Содержание стеринов в сметане и молокосодержащем продукте с ЗМЖ	70
16	Содержание растительных стеринов в продукции	71

17	Содержание жирных кислот в продуктах животного происхождения	76
18	Содержание жирных кислот в продукции, %	77
19	Органолептические показатели молочнокислых продуктов	79
20	Физико-химические показатели молочнокислых продуктов	82
21	Содержание стеринов в молочнокислых продуктах, %	84
22	Жирно-кислотный состав молочнокислых продуктов в гарантыйный и постгарантыйный периоды хранения	86
23	Группы животных и условия кормления	88
24	Динамика живой массы и внутренних органов молодняка белых мышей при применении в кормлении молочнокислых продуктов и пальмового масла, г	90
25	Морфологические показатели крови молодняка белых мышей при применении в кормлении молочнокислых продуктов и пальмового масла	92
26	Биохимические показатели крови молодняка белых мышей при применении в кормлении молочнокислых продуктов и пальмового масла	96
27	Группы животных и условия кормления	100
28	Содержание солей свинца в органах и тканях белых мышей при применении в их рационах молочнокислых продуктов и сорбентов	101

2. Список рисунков

1	Общая структурная формула стеринов	12
2	Структурная формула холестерина	13
3	Структурная формула эргостерина	13

4	Структурные формулы растительных фитостеринов (1-бета- ситостерол, 2 – стигмастерол, 3 – кампестерол, 4- брасикастерол)	14
5	структурная формула лауриновой (додекановой) кислоты (C _{12:0}) Брутто-формула: C ₁₂ H ₂₄ O ₂	24
6	структурная формула миристиновой (тетрадекановой) кислоты (C _{14:0}) Брутто-формула: C ₁₄ H ₂₈ O ₂	24
7	структурная формула пальмитиновой (гексадекановой) кислоты (C _{16:0}) Брутто-формула: C ₁₆ H ₃₂ O ₂	25
8	структурная формула стеариновой (октадекановой) кислоты (C _{18:0}) Брутто-формула: C ₁₈ H ₃₆ O ₂	26
9	структурная формула линолевой (цис-9,цис-12- октадиеновой) C _{18:2} -9цис,12-цис) кислоты , Брутто-формула: C ₁₈ H ₃₂ O ₂	26
10	структурная формула линоленовой кислоты , Брутто-формула: C ₁₈ H ₃₀ O ₂	26
11	структурная формула арахидоновой (цис-5,цис-8,цис- 11,цис-14-эйкозатетраеноой) кислоты (C _{20:4} -5-цис,8-цис,11- цис,14-цис). Брутто-формула: C ₂₀ H ₃₂ O ₂	26
12	Направления и объём исследований	32
13	Долевое соотношение нестандартных проб молочной продукции	43
14	Хроматограмма стериновой фракции молочного жира пробы молока, пик холестерина, характерный для стандартной продукции (код образца 1806).	44
15	Хроматограмма стериновой фракции молочного жира нестандартной пробы молока. Основной пик 1 – холестерин; дополнительные пики: 2 – кампестерин, 3 – стигмастерин, 4 – бета-ситостерин (код образца 1573).	45

16	Хроматограмма стериновой фракции молочного жира пробы кефира, пик холестерина, характерный для стандартной продукции (код образца 1811)	47
17	Хроматограмма стериновой фракции молочного жира стандартной пробы йогурта. Пик холестерина, характерный для стандартной продукции (код образца 1849)	48
18	Хроматограмма стериновой фракции молочного жира стандартной пробы сметаны. Пик холестерина, характерный для стандартной продукции (код образца 882)	48
19	Хроматограмма стериновой фракции молочного жира нестандартной пробы сметаны. Основной пик 1 – холестерин; дополнительные пики: 2 – кампестерин, 3 – стигмастерин, 4 – бета-ситостерин (код образца 757).	49
20	Хроматограмма стериновой фракции молочного жира стандартной пробы творога. Пик холестерина, характерный для стандартной продукции (код образца 1803)	49
21	Хроматограмма стериновой фракции молочного жира нестандартной пробы творога. Основной пик 1 – холестерин; дополнительные пики: 2 – кампестерин, 3 – стигмастерин, 4 – бета-ситостерин (код образца 848)	50
22	Хроматограмма стериновой фракции молочного жира стандартной пробы сливочного масла. Пик холестерина, характерный для стандартной продукции (код образца 1832)	51
23	Хроматограмма стериновой фракции молочного жира нестандартной пробы сливочного масла. Основной пик 1 – холестерин; дополнительные пики: 2 – брассикастерин, 3 – кампестерин, 4 – стигмастерин, 5 – бета-ситостерин (код образца 904)	51

24	Хроматограмма стериновой фракции молочного жира стандартной пробы сыра. Пик холестерина, характерный для стандартной продукции (код образца 1808)	52
25	Хроматограмма стериновой фракции молочного жира нестандартной пробы сыра. Основной пик 1 – холестерин; дополнительные пики: 2 – кампестерин, 3 – стигмастерин, 4 – бета-ситостерин (код образца 1080)	53
26	Количество импортированного в Россию пальмового масла	57
27	Хроматограмма жирно-кислотного состава фракции куриного жира	72
28	Хроматограмма жирно-кислотного состава фракции гусиного жира	73
29	Хроматограмма жирно-кислотного состава фракции бараньего жира	74
30	Хроматограмма жирно-кислотного состава фракции говяжьего жира	75
31	Содержание солей свинца в мышечных тканях	102
32	Содержание солей свинца в печени	102
33	Содержание солей свинца в почках	102

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ НАИМЕНОВАНИЙ

АЛТ - аланинаминотрансфераза

АСТ - Аспартатаминотрансфераза

ГН - гигиенический норматив

ГСО – государственный стандартный образец

ЗМЖ - заменитель молочного жира

МДУ – максимальный допустимый уровень

ОР – основной рацион

РТ - Республика Татарстан (Татарстан)

РФ - Российская Федерация

СанПин – санитарно-эпидемиологические правила и нормативы

СОМО - сухой обезжиренный молочный остаток

США - Соединенные Штаты Америки

ТР ТС - Технический Регламент Таможенного Союза

ФГБОУ ВО «Казанская ГАВМ» - Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана»

ПРИЛОЖЕНИЯ



