

<https://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-4-2398>
<https://elibrary.ru/AHNQVD>

Оригинальная статья
<https://fptt.ru>

К вопросу идентификации состава жировой фазы масложировой продукции



М. С. Сериков^{1,*}, М. Т. Нургалиева², К. А. Мырзабек¹,
М. Р. Тойшиманов¹, Ф. К. Бактыбаева¹

¹ Казахский национальный аграрный исследовательский университет^{ROR}, Алматы, Республика Казахстан

² Казахский научно-исследовательский ветеринарный институт^{ROR}, Алматы, Республика Казахстан

Поступила в редакцию: 18.03.2022

Принята после рецензирования: 25.05.2022

Принята к публикации: 07.06.2022

*М. С. Сериков: maksat.serikov@kaznaru.edu.kz,
<https://orcid.org/0000-0003-4145-1775>

М. Т. Нургалиева: <https://orcid.org/0000-0002-2392-640X>

К. А. Мырзабек: <https://orcid.org/0000-0003-0588-6659>

М. Р. Тойшиманов: <https://orcid.org/0000-0002-6070-4574>

Ф. К. Бактыбаева: <https://orcid.org/0000-0002-6279-2731>

© М. С. Сериков, М. Т. Нургалиева, К. А. Мырзабек,
М. Р. Тойшиманов, Ф. К. Бактыбаева, 2022



Аннотация.

Основное поступление транс-изомеров жирных кислот в организм человека происходит из-за потребления гидрогенизированных жиров. Для информирования потребителей масложировая отрасль взяла на себя обязательства по маркировке сведений о жирнокислотном составе своей продукции, в том числе о содержании насыщенных жирных кислот и транс-изомеров. Цель данного исследования заключалась в определении жирнокислотного профиля и содержания транс-изомеров жирных кислот в масложировой продукции с использованием инструментального метода анализа на примере маргарина.

Объектами исследования являлись 10 коммерческих образцов маргариновой продукции. Жирнокислотный состав изучали методом газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием. Для построения градуировочного графика применяли стандартные смеси метиловых эфиров индивидуальных жирных кислот. Идентификацию результатов проводили в соответствии со стандартными методами.

Анализ полученных спектров жирных кислот и их соотношений показал присутствие масел с массовой долей пальмитиновой кислоты более 17 %. Содержание насыщенных жирных кислот по сумме составило от 20,04 до 38,84 %, мононенасыщенных – от 27,92 до 36,81 %, полиненасыщенных – от 14,51 до 28,99 %. В исследованных образцах маргарина установлено отсутствие сливочного (молочного) жира. Во всех образцах отмечено присутствие транс-изомеров жирных кислот (от 0,01 до 23,06 %). Содержание трансжиров в количестве более 2 %, превышающем допустимые требования технического регламента, может свидетельствовать о введении в рецептуры данных образцов маргарина гидрированных масел.

Применение высокоспецифичных масс-спектрометрических подходов позволяет детектировать следовые количества транс-изомеров жирных кислот и исключает получение недостоверных или ложноположительных результатов. Данные методы анализа являются информативными и эффективными при проведении идентификации соответствия масложировой продукции нормативным требованиям регламентирующих документов и выявления фальсификации.

Ключевые слова. Жирные кислоты, гидрогенизация, трансжирная кислота, безопасность, фальсификация, газохроматография, масс-спектрометрия, маргарин

Для цитирования: К вопросу идентификации состава жировой фазы масложировой продукции / М. С. Сериков [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2022. Т. 52. № 4. С. 685–693. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-4-2398>

Defining the Composition of Fat Phase in Foods



Maksat S. Serikov^{1,*}, **Meruyet T. Nurgaliyeva²**,
Karima A. Myrzabek¹, **Maxat R. Toishimanov¹**,
Farida K. Baktybayeva¹

¹ Kazakh National Agrarian University^{ROR}, Almaty, Republic of Kazakhstan

² Kazakh Scientific Research Veterinary Institute^{ROR}, Almaty, Republic of Kazakhstan

Received: 18.03.2022

Revised: 25.05.2022

Accepted: 07.06.2022

*Maksat S. Serikov: maksat.serikov@kaznaru.edu.kz,

<https://orcid.org/0000-0003-4145-1775>

Meruyet T. Nurgaliyeva: <https://orcid.org/0000-0002-2392-640X>

Karima A. Myrzabek: <https://orcid.org/0000-0003-0588-6659>

Maxat R. Toishimanov: <https://orcid.org/0000-0002-6070-4574>

Farida K. Baktybayeva: <https://orcid.org/0000-0002-6279-2731>

© M.S. Serikov, M.T. Nurgaliyeva, K.A. Myrzabek,
M.R. Toishimanov, F.K. Baktybayeva, 2022



Abstract.

Trans-fatty acids enter the human body with hydrogenated fats. The oil and fat industry must inform consumers about the fatty acid composition of food products, including the content of saturated fatty acids and trans-isomers. This study used the method of instrumental analysis to determine the fatty-acid profile and the content of trans-fatty acids in margarine.

The research involved ten commercial samples of margarine. The fatty acid composition was studied by gas chromatography and mass spectrometry. The calibration graphs were based on standard mixes of methyl esters of individual fatty acids.

Some oils appeared to contain $\geq 17\%$ of palmitic acid. The total content of saturated fatty acids was 20.04–38.84%; the content of monounsaturated acids ranged from 27.92 to 36.81%, while that of polyunsaturated acids was between 14.51 and 28.99%. The margarine samples contained no butter (dairy) fat. All the samples contained 0.01–23.06% of trans-fatty acids. If the share of trans-fats exceeded 2%, it meant that the technical regulations had been violated, and hydrogenated oils had been introduced into the formulations.

The highly specific mass spectrometric approach made it possible to detect trace trans-fatty acids, thus eliminating the chance of unreliable or false positive results. These methods proved to be an effective means of regulatory compliance and counterfeit prevention.

Keywords. Fatty acids, hydrogenation, trans-fatty acid, safety, falsification, gas chromatography, mass spectrometry, margarine

For citation: Serikov MS, Nurgaliyeva MT, Myrzabek KA, Toishimanov MR, Baktybayeva FK. Defining the Composition of Fat Phase in Foods. Food Processing: Techniques and Technology. 2022;52(4):685–693. (In Russ.). <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-4-2398>

Введение

Поиск биологически полноценного жира привел к созданию комбинированной масложировой продукции (маргаринов, спредов, жировых смесей для кулинарных целей и т. д.). Маргарин – это эмульсионный продукт, приготовленный на основе растительных масел и животных жиров в натуральном и гидрогенизированном виде с добавлением сливочного масла, молока, соли, сахара и других компонентов. Жировые продукты с комбинированной жировой основой могут объединять в своем составе натуральные и модифицированные растительные масла (частично гидрогенизированные и фракционированные) [1, 2].

Всемирная организация здравоохранения призывает все страны полностью отказаться от трансжиров промышленного производства к 2023 г. По данным организации, ежегодно от них погибает 500 000 человек в мире [3]. Для Казахстана это особенно актуально. Если США и ряд стран Европы отказались от этих опасных жиров, то в Казахстане их продолжают использовать. С 1 января 2018 г. в Казахстане были приняты первые меры по снижению трансжиров в масложировой продукции: присутствие не более 2 % этих жиров. Такие меры соответствовали рекомендациям ВОЗ и применялись во многих странах мира [3].

За последние несколько лет на казахстанском рынке маргариновой продукции увеличился объем фальсифицированного сырья и несоответствующей готовой продукции. Любая фальсификация преследует следующие цели: выдать дешевый товар за дорогой либо скрыть его низкое качество [4, 5].

Трансжирные кислоты представляют собой ненасыщенные жирные кислоты с одной метиленовой группой и двойной углерод-углеродной связью в транс-конфигурации, а не в типичной цис-конфигурации. Трансжиры образуются в природе. Бактерии, способные превращать цис-двойные связи в транс-двойные, обитают в пищеварительной системе жвачных животных. В результате этого мясной и молочный жир может содержать трансжиры. Также трансжирные кислоты образуются искусственно (промышленные трансжирные кислоты) в растительных маслах путем частичного гидрирования [6]. Частично гидрогенизированные растительные масла являются основным источником трансжирных кислот промышленного производства, которые считаются серьезной проблемой для здоровья [7]. Трансжиры называли более здоровой заменой насыщенных жирных кислот, пока не стали известны побочные эффекты насыщенных жирных кислот, включая повышение уровня холестерина в крови и риск сердечно-сосудистых заболеваний [8].

Трансжиры используются в пищевой промышленности с 1960-х гг. благодаря таким своим функциональным свойствам, как пластичность, стабильность эмульсии и низкая стоимость. Это делает их ключевым компонентом коммерчески производимых продуктов питания, таких как маргарин, овощные полуфабрикаты, хлебобулочные изделия, другие закуски и фаст-фуд [9].

Наиболее распространенными транс-изомерами С18:1 (октадеценовая кислота) при промышленном гидрировании являются транс-изомеры с ненасыщенностью в положениях 9, 10 и 11. Так как трансжиры образуются в жире, мясе и молоке жвачных животных в результате бактериального гидрогениза пищевых ненасыщенных жирных кислот в кишечнике, то преобладает изомер С18:1 с транс-связью в положении 11 [10–12]. Гидрогенизированные жиры либо трансжиры отрицательно влияют на работу любых клеток, нарушая нормальные процессы поглощения ими полезных веществ и вывода токсинов. При употреблении трансжиров даже в небольших количествах человек начинает набирать лишний вес, у него ухудшается самочувствие и начинают развиваться различные заболевания (вплоть до возникновения злокачественных опухолей) [13–15]. Анализ экспериментальных данных свидетельствует о том, что содержание трансжирных кислот во многих промышленно выпускаемых жирах может достигать 40 % [16–18].

Маргарин является одними из основных источников трансжиров в рационе питания ряда государств-членов Евразийского экономического союза [19]. Исследованиями доказано, что потребление лишь трансжиров приводит к дефициту незаменимых жирных кислот. Это говорит о неполноценности транс-изомеров жирных кислот. Различия в потреблении трансжиров в государствах-членах Евразийского экономического союза обусловлены различиями в составе маргаринов и других промышленных гидрогенизированных жиров, а также в структуре потребления жира.

Основное поступление в организм человека пространственных изомеров происходит из-за потребления гидрогенизированных жиров, получаемых промышленной переработкой растительных масел. Результатом гидрогенизации являются подтвержденные растительные жиры – саломасы, содержащие, в зависимости от условий гидрогенизации, тот или иной уровень транс-изомеров. Поэтому исключение трансжирных кислот из продуктов питания в Евразийском экономическом союзе является одной из наиболее эффективных медико-санитарных мер по снижению риска неинфекционных заболеваний. Государства-члены ЕАЭС предприняли важные шаги по снижению содержания трансжиров в масложировой продукции до < 2 % от общего содержания жира. В Казахстане политики выявляют трудности в реализации рекомендаций ВОЗ и предлагают меры по усилению регулирования для их достижения. Государствам-членам ЕАЭС следует реализовать меры по замене трансжиров более полезными жирами, разработать стандартизированные методы надзора и расширить стратегические коммуникации для обеспечения соблюдения пищевой промышленностью и населением рекомендаций общественного здравоохранения для защиты здоровья жителей [19, 20].

Наиболее эффективный и последовательный путь исключения промышленно производимых трансжиров из пищевой продукции в общемировом масштабе – это принятие законодательных или нормативных мер, запрещающих или строго ограничивающих их использование в любых продуктах питания. В законодательстве и нормативных актах по трансжирам не указано, какими видами масел или жиров следует замещать промышленно производимые трансжиры.

Целью настоящего исследования является установление методом газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектором подлинности жировых продуктов, наличия и содержания транс-изомеров жирных кислот и насыщенных жирных кислот, а также соответствия вида жирового продукта нормативным требованиям.

Объекты и методы исследования.

Образцы и реагенты. Для анализа и сравнения в супермаркетах г. Алматы были приобретены 10 образцов маргариновой продукции, включая национальные и импортные бренды.

Стандарты метиловых эфиров транс- и цис-жирных кислот 37-компонентной смеси метиловых эфиров жирных кислот Supelco (Supelco, США) (чистота $\geq 99\%$ (GC); Sigma-Aldrich, Германия) были приобретены у ЛаборФарма (г. Алматы, Казахстан). Все химические вещества (метанол, толуол, ледяная уксусная кислота, соляная кислота гидроксид калия и гидроксид натрия, н-гексан) отвечали высоким требованиям для аналитических анализов широкого спектра с высокой степенью чистоты (производитель – System, Малайзия (GC $\geq 99\%$), поставщик – ЛаборФарма, Казахстан).

Для установления подлинности жировых продуктов, наличия и содержания транс-изомеров жирных кислот, а также соответствия вида жирового продукта нормативным требованиям методом газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектором изучен состав жирных кислот. Анализ состава жирных кислот, включая транс-изомеры, проведен в соответствии со стандартными методами по ГОСТ 32188-2013, ГОСТ 31754-2012 и ГОСТ 30623-2018.

Получение метиловых эфиров жирных кислот.

Примерно 1 г образцов маргариновой продукции плавил в печи (термостат Binder BD115, Германия) при 40–50 °С для получения жировой фазы. Верхнюю жировую фазу удаляли после центрифугирования при 500 г в течение 4 мин (Sigma 2-16P, Германия) и затем сушили, добавляя безводный сульфат натрия для удаления влаги из маргаринов [21]. Жир, полученный

из образцов масложировой продукции, переносили в стеклянные флаконы на 5 мл.

Два миллилитра гексана добавляли к 20 мкл жира, полученного из образцов масложировой продукции. После этого добавляли 100 мкл раствора метилат натрия (2,7 г натрия металлического Na в 25 мл метанола CH_3OH) и встряхивали смесь в течение 30 с (Ika, Vortex Genius 3, Германия). Инкубировали при комнатной температуре в течение 10 мин для отделения раствора прозрачного слоя, содержащего метиловые эфиры жирных кислот, от непрозрачного водного слоя. Затем раствор центрифугировали при 3000 об/мин в течение 5 мин [22].

Газовая хроматография с масс-спектрометрическим детектированием (ГХ-МС). Все измерения были выполнены с использованием тройной квадрупольной системы ГХ-МС/МС Thermo Scientific™ TSQ 8000™, оснащенной газовым хроматографом Thermo Scientific™ TRACE™ 1310 с модулем SSL Instant Connect™ SSL и автосамплером Thermo Scientific™ TriPlus™ RSH. Подробности метода приведены в таблице 1.

Результаты и их обсуждение

Маргарин представляет собой высокодисперсную эмульсию жира и воды. Биологическая ценность маргарина обуславливается содержанием полиненасыщенных жирных кислот, фосфолипидов и витаминов.

Маргарины, приготовленные из натуральных растительных масел, в целях повышения биологической активности содержат ненасыщенные жирные кислоты. В качестве жидкой жировой фазы маргарина используют различные рафинированные растительные масла, обезличенные по вкусу и запаху. Сбалансированность жирных кислот с использова-

Таблица 1. Условия метода газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием

Table 1. Gas chromatography with mass spectrometry: test conditions

Параметры	Условия
Газовый хроматограф TRACE 1310 GC	
Литье под давлением	split, split ratio 1:40
Разделенное Время	1,0 мин
Колонка GC	Thermo Scientific TR-FAME, 60 м×0,25 мм×0,25 мк
Газ-носитель	He (99,999 %)
Поток	1,5 мл/мин, постоянный поток
Температурная программа	50 °С 5 мин, 5 °С/мин до 220 °С, 20 мин
Температура линии передачи	230 °С
Общее время анализа	60 мин
Автосамплер Thermo Scientific AI/AS 1310	
Объем впрыска	2 мкл
Масс-спектрометрический детектор TSQ 8000 MS/MS	
Режим ионизации	EI, 70 eV
Температура источника ионов	285 °С
Режим сканирования	SRM 41-550 m/z

Таблица 2. Жирнокислотный состав образцов маргарина (ненасыщенные жирные кислоты)

Table 2. Fatty-acid profile of margarine samples: unsaturated fatty acids

Компонент	Rt	M-A	M-B	M-C	M-D	M-E	M-F	M-G	M-H	M-J	M-K
Пальмитиновая кислота C16:0	31,82	32,55	15,94	6,90	28,52	30,20	32,05	30,30	19,85	28,55	33,52
Стеариновая кислота C18:0	34,72	5,41	12,19	6,40	4,92	6,15	4,72	6,70	13,19	7,89	4,54
Элаидиновая кислота C18:1_n9t	34,99	0	12,19	0,27	0,19	0,23	0,07	0,38	8,89	0	0,19
Олеиновая кислота C18:1_n9c	35,20	23,45	24,62	15,32	25,65	28,02	28,65	27,98	22,62	25,45	23,65
Линолеидиновая кислота C18:2_n6t	35,57	0,01	10,87	8,65	0,47	0,06	0,56	0,11	8,87	0,01	0,47
Линолевая кислота C18:2_n6c	36,06	19,12	9,58	6,35	26,04	24,77	25,54	27,03	10,58	21,12	23,04
Гондоиновая кислота C20:1_n9c	37,34	1,23	1,33	3,26	1,07	0,79	0,78	0,82	1,33	3,33	1,07
Эйкозатриеновая кислота C20:3_n3	39,57	2,32	2,29	0,16	0	1,20	0,76	0,94	3,58	3,32	0
Эруковая кислота C22:1_n9	39,64	2,32	2,29	12,64	3,90	1,22	0,77	0,95	3,60	3,32	2,53
Эйкозатриеновая кислота C20:3_n3	39,77	2,32	2,29	12,64	3,90	1,22	0,77	0,95	3,99	2,32	2,53
Трикозиловая кислота C23:0	40,27	0,88	0,13	6,74	0,77	0,09	0,01	0,03	0,13	0,88	0,77
Докозодиеновая кислота C22:2	41,03	1,89	0,35	5,94	1,64	0,36	0,08	0,06	0,35	1,89	1,94
Селахолевая кислота C24:1_n9c	43,22	2,06	0,37	5,59	1,78	0,39	0,06	0,04	0,37	2,06	1,78
Докозагексаеновая кислота C22:6	44,49	0,18	0	2,15	0,18	0,02	0,01	0,01	0	0,18	0,18

Rt – время выхода хроматографического пика.

Rt – migration time.

нием растительного и животного жиров, которые взаимно дополняют друг друга недостающими компонентами, создает благоприятное воздействие на организм человека.

В таблице 2 представлен жирнокислотный состав образцов маргариновой продукции – М-А, М-В, М-С, М-Д, М-Е, М-Ф, М-Г, М-Н, М-Ж и М-К.

Особенностью жирнокислотного состава молочного жира является наличие низкомолекулярных короткоцепочечных жирных кислот. Анализ жирнокислотного состава показал отсутствие низкомолекулярных жирных кислот (масляная С4:0, капроновая С6:0, каприловая С8:0, каприновая С10:0, лауриновая С12:0 и миристиновая С14:0). Пентадекановая С15:1, пальмитолеиновая С16:1 и маргариновая С17:1 жирные кислоты также отсутствуют в исследуемых образцах. Это позволяет говорить об полном отсутствии сливочного (молочного) жира в продукте.

Исходя из приведенных данных анализа жирнокислотного состава, наблюдается отсутствие низкомолекулярных жирных кислот С6–С14.

Содержание эруковой кислоты С22:1 в образце М-С составляет 12,64 %, в остальных образцах – до 4 %.

Масла с высоким содержанием линоленовой кислоты С18:3 не идентифицированы в образцах.

Низкое содержание пальмитиновой кислоты С16:0 обнаружено в следующих образцах: М-В (15,94 %), М-С (6,90 %) и М-Н (19,85 %). В остальных образцах содержание жирной кислоты С16:0 составляет от 28,52 до 33,52 %.

Полученные данные по олеиновой жирной кислоте С18:1 позволяют говорить об отсутствии в образцах маргарина масел с максимальной долей данной кислоты. Содержание олеиновой кислоты в образцах присутствует в количестве от 15,30 до 28,65 %.

Низкое содержание линолевой кислоты C18:2 в исследуемых образцах находится в пределах от 6,35 до 27,03 %. Это позволяет говорить об отсутствии масел с максимальной массовой долей данной кислоты. Присутствие линоленовой кислоты C18:3 в образцах маргарина не идентифицировано.

В исследуемых образцах маргарина идентифицированы следующие жирные кислоты: стеариновая C18:0 – от 4,54 до 13,19 %, гондоиновая C20:1 – от 0,78 до 3,33 %, эйкозатриеновая C20:3 – до 3,32 %, докозодиеновая C22:2 – от 0,06 до 5,94 %, селажолевая C24:1 – от 0,04 до 5,59 %.

В испытуемых пробах маргарина обнаружены изомеры жирных кислот C18:1_n9t в малом количестве (до 0,40 %): M-C – 0,27 %, M-D – 0,19 %, M-E – 0,23 %, M-F – 0,07 %, M-G – 0,38 % и M-K – 0,19 %. В образцах M-A и M-J данные изомеры отсутствуют. В образце маргарина M-B содержание изомеров жирных кислот C18:1_n9t оказалось в количестве 12,19 %, а в образце M-H – 8,89 %. Это значительно превышает нормированный предел, свидетельствующий о наличии гидрогенизированных жиров в составе продукта.

В образцах маргарина обнаружены изомеры жирных кислот C18:2_n6t в незначительном количестве (до 0,60 %): M-A – 0,01 %, M-D – 0,47 %, M-E – 0,06 %, M-F – 0,56 %, M-G – 0,11 %, M-J – 0,01 % и M-K – 0,47 %. В образце маргарина M-B содержание изомеров оказалось в количестве 10,87 %, а в образце M-H – 8,87 %. Это значительно превышает допустимый предел.

На хроматограмме образца M-B, представленного на рисунке 1, определены 6 пиков, которые соответствуют (в порядке выхода) метиловым эфирам C16:0 (15,94 %), C18:0 (12,19 %), C18:1_n9t (12,19 %), C18:1_n9c (24,62 %), C18:2_n6t (10,87 %) и C18:2_n6c (9,58 %).

Выводы

Главной составной частью пищевых жиров являются жирные кислоты, которые подразделяются на насыщенные (предельные) и ненасыщенные (непредельные). По своим биологическим свойствам наиболее ценны ненасыщенные жирные кислоты, представленные в растительных маслах. Они полезны для организма, т. к. оказывают противотеросклеротическое действие, нормализуя жировой и холестериновый обмен.

Необходимая для организма сбалансированность жирных кислот может быть в одном виде жира при его соответствующей рецептуре. Таким пищевым жиром, в котором сконцентрированы лучшие свойства животных жиров и растительных масел, является маргарин.

Наиболее благоприятна сбалансированность жирных кислот в жировых продуктах – соотношение 20–30 % насыщенных и 60–70% ненасыщенных жирных кислот [17].

Полученные при определении жирнокислотного состава данные позволяют сделать вывод о соотношении масел, использованных при производстве маргарина. Согласно данным таблицы 2 спектр жирных кислот и соотношение их содержания показывают присутствие масел с массовой долей пальмитиновой кислоты более 17 % (ГОСТ 30623-2018).

Наблюдается динамика расширения использования в казахстанской пищевой промышленности пальмового масла из-за его низкой стоимости по сравнению с жидкими растительными маслами. Это делает пальмовое масло привлекательным для производителя, но оно имеет низкое содержание полиненасыщенных жирных кислот – незаменимых факторов питания для человека. Стало поступать

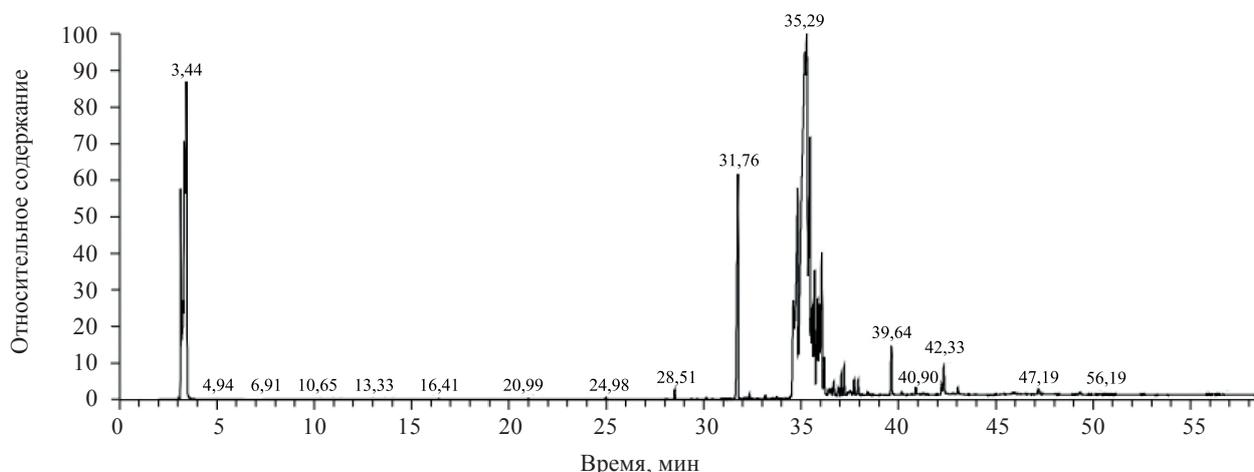


Рисунок 1. Хроматограмма образца маргарина

Figure 1. Chromatography of margarine samples

Таблица 3. Содержание жирных кислот в образцах маргарина

Table 3. Fatty-acid profile of margarine samples

№	Наименование образца	Содержание жирных кислот, % от суммы жирных кислот			
		Насыщенные жирные кислоты	Мононенасыщенные жирные кислоты (включая изомеры)	Полиненасыщенные жирные кислоты (включая изомеры)	Сумма транс-изомеров жирных кислот
1	М-А	38,84	29,06	25,83	0,01
2	М-В	28,26	28,61	14,51	23,06
3	М-С	20,04	36,81	27,24	8,92
4	М-Д	34,21	32,40	31,76	0,66
5	М-Е	36,44	30,42	27,57	0,29
6	М-Ф	36,78	30,26	27,16	0,63
7	М-Г	37,03	29,79	28,99	0,49
8	М-Н	33,17	27,92	18,50	17,76
9	М-Ж	37,32	34,16	28,83	0,01
10	М-К	38,83	29,03	27,69	0,66

все больше информации о возрастании доли насыщенных кислот в питании, что связывают с увеличением потребления жиров пальмового ряда. Вытеснение из пищевой промышленности традиционных для Казахстана растительных масел (настоящих молочных продуктов), помимо снижения полезности, приводит к угнетению сельхозтоваропроизводителей молока и растительных масел на внутреннем рынке.

В таблице 3 приведены данные о содержании жирных кислот в исследуемых образцах маргарина. Количество насыщенных жирных кислот в образцах маргарина составляет от 20,04 до 38,84 %, мононенасыщенных – от 27,92 до 36,81 %, полиненасыщенных – от 14,51 до 28,99 %.

Основой нормативно-законодательного обеспечения обращения жировых продуктов на территории Евразийского экономического союза является технический регламент Таможенного союза ТР ТС 024/2011. В техническом регламенте приведены идентификационные признаки масложировой продукции, правила идентификации, содержание вредных для здоровья транс-изомеров жирных кислот в продуктах переработки растительных масел и животных жиров (маргаринах, заменителях молочного жира, жирах специального назначения, растительно-сливочных и растительно-жировых спредах, топленых растительно-сливочных и растительно-жировых смесях) [18].

В межгосударственном стандарте ГОСТ 30623-2018 приведены диапазоны содержания жирных кислот в конкретных растительных маслах и маргаринах. Данный ГОСТ устанавливает метод обнаружения фальсификации растительных масел и продуктов со смешанным составом жировой фазы, содержащей масла и жиры немолочного происхождения и молочный жир. ГОСТ 31754-2012

устанавливает требования на методы определения массовой доли транс-изомеров жирных кислот в растительных маслах, животных жирах и жировых продуктах.

Содержание транс-изомеров в продуктах переработки растительных масел и животных жиров должно быть не более 2 % от содержания жира. Наблюдается незначительное содержание транс-изомеров жирных кислот во всех образцах (не более 1 %). Исключение составляют образцы М-В, М-С и М-Н, которые содержат трансжиры в количестве, выше допустимого требованиями технического регламента. Это позволяет сделать предположение о добавлении в рецептуру маргаринов гидрированных масел.

Полученные данные о негативном влиянии транс-изомеров на здоровье человека обуславливают необходимость контроля содержания транс-изомеров жирных кислот и обязательного указания его содержания на упаковке для всей масложировой продукции. Это соответствует рекомендациям Всемирной организации здравоохранения.

Государствами-членами ЕАЭС обсуждается вопрос о дополнительной маркировке пищевой продукции по принципу «светофора», где цвета указывают насколько компоненты, входящие в состав продукта, соответствуют принципам здорового питания и помогают потребителям сделать правильный выбор, принимая во внимание уровень содержания вредных для здоровья веществ (растительные жиры, в том числе пальмовое масло и углеводы). Правительством Республики Казахстан принимаются меры по обеспечению надежного контроля за качеством ввозимого пальмового масла из-за рубежа, не допущению ввоза его фальсификатов и ужесточению требований к маркировке пищевых товаров, включающих в своем составе пальмовое масло.

Таким образом, определение жирнокислотного состава позволяет не только проводить идентификацию масложировой продукции высокоспецифичным и информативным методом газохроматографической масс-спектрометрии, но и выявлять фальсификацию жиросодержащей продукции.

Критерии авторства

М. С. Сериков – анализ литературы по проблеме, проведение экспериментальной части и статистической обработки результатов, написание статьи. М. Т. Нургалиева – анализ полученных результатов, формулирование выводов и написание статьи. К. А. Мырзабек – редактирование рукописи. М. Р. Тойшиманов и Ф. К. Бактыбаева – проведение экспериментальной части.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution

M.S. Serikov reviewed scientific publications, participated in the experimental part, processed the statistics, and wrote the article. M.T. Nurgaliyeva analyzed the results, formulated the conclusions, and wrote the article. K.A. Myrzabek edited the manuscript. M.R. Toishimanov and F.K. Baktybayeva performed the experiments.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

References/Список литературы

1. Patel AR, Nicholson RA, Marangoni AG. Applications of fat mimetics for the replacement of saturated and hydrogenated fat in food products. *Current Opinion in Food Science*. 2020;33:61–68. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2019.12.008>
2. Rafiev AAO, Shalamov VYu, Zubareva EA. Examination of margarine, product identification and falsification. *Generation of the Future: Collection of Selected Papers of the International Student Scientific Conference*; 2019; St. Petersburg. St. Petersburg: NATSRAZVITIE; 2019. p. 19–21. (In Russ.). [Рафиев А. А. О., Шаламов В. Ю., Зубарева Е. А. Экспертиза маргарина, идентификация и фальсификация продукта // Поколение будущего: Сборник избранных статей Международной студенческой научной конференции. СПб, 2019. Р. 19–21.].
3. WHO plans to eliminate industrially produced trans-fatty acids from food [Internet]. [cited 2022 Feb 15]. Available from: <https://www.who.int/ru/news/item/14-05-2018-who-plan-to-eliminate-industrially-produced-trans-fatty-acids-from-global-food-supply> [План ВОЗ по исключению промышленно производимых трансжирных кислот из пищи. URL: <https://www.who.int/ru/news/item/14-05-2018-who-plan-to-eliminate-industrially-produced-trans-fatty-acids-from-global-food-supply> (дата обращения: 15.02.2022).].
4. The margarine market in Kazakhstan in 2021. Indicators and forecasts [Internet]. [cited 2022 Feb 15]. Available from: <https://tebiz.ru/mi/analiz-rynka-margarina-v-kazakhstan> [Анализ рынка маргарина в Казахстане – 2021. Показатели и прогнозы. URL: <https://www.who.int/ru/news/item/14-05-2018-who-plan-to-eliminate-industrially-produced-trans-fatty-acids-from-global-food-supply> (дата обращения: 15.02.2022).].
5. Stender S. Trans fat in foods in Iran, South-Eastern Europe, Caucasia and Central Asia: A market basket investigation. *Food Policy*. 2020;96. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2020.101877>
6. Delmonte P, Milani A, Bhangle S. Structural determination and occurrence in ahiflower oil of stearidonic acid *trans* fatty acids. *Lipids*. 2018;53(2):255–266. <https://doi.org/10.1002/lipd.12009>
7. Madhujith T, Sivakanthan S. Taking *trans* fats out of the food supply. In: De Silva RP, Pushpakumara G, Prasada P, Weerahewa J, editors. *Agricultural research for sustainable food systems in Sri Lanka*. Singapore: Springer; 2020. pp. 277–299. https://doi.org/10.1007/978-981-15-3673-1_13
8. Misteneva SYu, Savenkova TV, Demchenko EA, Shcherbakova NA, Gerasimov TV. Rationale for targeted confectionery products for children over three years old. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2020;50(2):282–295. (In Russ.). <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-2-282-295>
9. Chopra S, Arora C, Malhotra A, Khurana SC. Industrially produced trans fat: Usage, health implications, global and indian regulations. *Indian Journal of Public Health*. 2021;65(1):71–75.
10. Yoshinaga-Kiriake A, Yoshinaga K, Gotoh N. Effect of *trans*-octadecenoic acid positional isomers on tumor necrosis factor- α secretion in RAW264.7 cells. *Journal of Oleo Science*. 2020;69(9):1139–1143. <https://doi.org/10.5650/jos.ess20141>
11. Negoita M, Mihai AL, Adascalului AC, Iorga E. Development of a performance method for determination of *cis/trans* isomers of oleic, linoleic and linolenic acids from potato chips by GC-MS. *Bulletin UASVM Food Science and Technology*. 2019;76(2):114–124. <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-fst:2019.0021>
12. Indu B, Jayaprakasha HM. Conjugated linoleic acid – the natural trans fat: A review. *Asian Journal of Dairy and Food Research*. 2021;40(4):351–357. <https://doi.org/10.18805/ajdfr.DR-1634>

13. Abramovič H, Vidrih R, Zlatič E, Kokalj D, Schreiner M, Žmitek K, *et al.* *Trans* fatty acids in margarines and shortenings in the food supply in Slovenia. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2018;74:53–61. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2018.08.007>
14. Chen Z, Herting MM, Chatzi L, Belcher BR, Alderete TL, McConnell R, *et al.* Regional and traffic-related air pollutants are associated with higher consumption of fast food and *trans* fat among adolescents. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2019;109(1):99–108. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqy232>
15. Mahjoob R, Mohammadi Nafchi A, Omidbakhsh Amiri E, Farmani J. An investigation on the physicochemical characterization of interesterified blends of fully hydrogenated palm olein and soybean oil. *Food Science and Biotechnology*. 2018;27(2):343–352. <https://doi.org/10.1007/s10068-017-0262-4>
16. López-Pedrouso M, Lorenzo JM, Gullón B, Campagnol PCB, Franco D. Novel strategy for developing healthy meat products replacing saturated fat with oleogels. *Current Opinion in Food Science* 2021;40:40–45. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.06.003>
17. Stahl MA, Buscato MHM, Grimaldi R, Cardoso LP, Ribeiro APB. Structuration of lipid bases with fully hydrogenated crambe oil and sorbitan monostearate for obtaining zero-trans/low sat fats. *Food Research International*. 2018;107:61–72. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.02.012>
18. de Lima EE, Castro LSEPW, de S. Grinevicius VMA, Hilbig J, Mota NSRS, Zeferino RC, *et al.* Effect of a diet rich in interesterified, non-interesterified and *trans* fats on biochemical parameters and oxidative status of Balb-c mice. *Food and Nutrition Sciences*. 2020;11(11):1032–1052. <https://doi.org/10.4236/fns.2020.1111073>
19. Demin A, Løge B, Zhiteneva O, Nishida C, Whiting S, Rippin H, *et al.* *Trans* fatty acid elimination policy in member states of the Eurasian Economic Union: Implementation challenges and capacity for enforcement. *Journal of Clinical Hypertension*. 2020;22(8):1328–1337. <https://doi.org/10.1111/jch.13945>
20. Kiselev SV, Romashkin RA. The state and prospects of russia's agri-food export to the countries of the Eurasian Economic Union. *Studies on Russian Economic Development*. 2021;32(2):221–228. <https://doi.org/10.1134/S1075700721020064>
21. Çetin M, Yıldırım A, Şahin AM. Determination of fatty acids and some undesirable fatty acid isomers in selected Turkish margarines. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2003;105(11):683–687. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200300837>
22. Nurgaliyeva MT, Toishimanov MR, Serikov MS, Myrzabayeva NE, Hastayeva AZh. Calibration of gas chromatographic device for determination of fatty acid composition of food products. *Research, Results*. 2019;81(1):79–85. (In Russ.). [Калибровка газохроматографического прибора для определения жирнокислотного состава пищевых продуктов / М. Т. Нурғалиева [и др.] // Издәністер, нәтижелер – Исследования, результаты. 2019. Т. 81. № 1. С. 79–85.]