



Научная статья/Research Article

УДК 641.14:665.12

DOI: 10.36718/1819-4036-2024-3-179-185

Эльвира Ахатовна Аухадиева^{1✉}, Рустем Аскарлович Даукаев²,
Татьяна Кенсариновна Ларионова³, Дмитрий Эдуардович Мусабилов⁴,
Евгения Евгеньевна Зеленковская⁵, Гузель Римовна Аллаярова⁶

^{1,2,3,4,5,6}Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека, Уфа, Россия

^{1,3,4,5}phytoufa@yandex.ru

²ufa.lab@yandex.ru

ПРОФИЛЬ ТРАНСЖИРНЫХ КИСЛОТ В ОБРАЗЦАХ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

Цель исследования – проведение мониторинга содержания трансизомеров жирных кислот в жиросодержащих пищевых продуктах. Задачи: определить жирнокислотный состав жировой фазы пищевых продуктов различных категорий; рассчитать содержание трансизомеров жирных кислот; дать сравнительную характеристику пищевых продуктов по содержанию трансжиров; дать рекомендации по снижению нагрузки трансжирами на организм человека. Исследование проведено в химико-аналитическом отделе Уфимского НИИ медицины труда и экологии человека. Объекты исследования – жиросодержащие пищевые продукты: кондитерские изделия, молочные продукты, масложировая продукция, чипсы из растительного сырья. Определение массовой доли жирных кислот, в т. ч. их трансизомеров, проведено газохроматографическим методом. Суммарное содержание трансжиров в пробах варьирует от 0,10 до 14,85 %. Доля продуктов с содержанием трансжиров более 2 % составила: для молочных продуктов – 52 %; для кондитерских изделий – 71; для масложировой продукции – 18; для чипсов из растительного сырья – 13 %. Среди исследуемых групп продуктов наибольшее содержание трансжиров установлено в молочных продуктах с заменителем молочного жира и кондитерских изделиях промышленного производства, что связано с наличием в их составе гидрогенизированного масла. Проведенные исследования свидетельствуют о необходимости введения нормативов по содержанию трансизомеров жирных кислот для всех видов жиросодержащих продуктов. Для снижения риска развития заболеваний, связанных с составом жирового компонента рациона, необходимо проведение научно-просветительской работы с населением по вопросам изменения жирового состава диеты и усиление регионального мониторинга качества продукции с целью снижения уровня фальсификации.

Ключевые слова: жиросодержащие продукты, метиловые эфиры жирных кислот, жирнокислотный состав, трансжиры, хроматография, фальсификация

Для цитирования: Профиль трансжирных кислот в образцах пищевой продукции / Э.А. Аухадиева [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2024. № 3. С. 179–185. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-3-179-185.

Elvira Akhatovna Aukhadieva^{1✉}, Rustem Askarovich Daukaev², Tatyana Kensarinovna Larionova³, Dmitry Eduardovich Musabirov⁴, Evgenia Evgenievna Zelenkovskaya⁵, Guzel Rimovna Allayarova⁶

^{1,2,3,4,5,6}Ufa Research Institute of Occupational Medicine and Human Ecology, Ufa, Russia

^{1,3,4,5}phytoufa@yandex.ru

²ufa.lab@yandex.ru

TRANSFATTY ACIDS PROFILE IN FOOD SAMPLES

The purpose of the study is to monitor the content of trans isomers of fatty acids in fat-containing foods. Objectives: to determine the fatty acid composition of the fat phase of food products of various categories; to calculate the content of trans isomers of fatty acids; to give a comparative description of food products based on trans fat content; to give recommendations for reducing the load of trans fats on the human body. The study was carried out in the chemical-analytical department of the Ufa Research Institute of Occupational Medicine and Human Ecology. The objects of research are fat-containing food products: confectionery, dairy products, fat and oil products, chips from vegetable raw materials. Determination of the mass fraction of fatty acids, including their trans isomers, was carried out using the gas chromatographic method. The total content of trans fats in the samples varies from 0.10 to 14.85 %. The share of products containing trans fats more than 2 % was: for dairy products – 52 %; for confectionery products – 71; for fat and oil products – 18; for chips made from vegetable raw materials – 13 %. Among the product groups studied, the highest content of trans fats was found in dairy products with milk fat substitute and industrial confectionery products, which is due to the presence of hydrogenated oil in their composition. The conducted studies indicate the need to introduce standards for the content of trans isomers of fatty acids for all types of fat-containing products. To reduce the risk of developing diseases associated with the composition of the fat component of the diet, it is necessary to carry out scientific and educational work with the population on the issues of changing the fat composition of the diet and strengthening regional monitoring of product quality in order to reduce the level of falsification.

Keywords: fat-containing products, methyl esters of fatty acids, fatty acid composition, trans fats, chromatography, adulteration

For citation: Transfatty acids profile in food samples / E.A. Aukhadieva [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2024;(3): 179–185 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-3-179-185.

Введение. Жиры являются важным незаменимым компонентом питания, источником энергии, жирорастворимых витаминов и других биологически активных соединений, в частности полиненасыщенных жирных кислот (омега), которые содержатся не во всех жиросодержащих продуктах [1]. Суточная потребность человека в жирах составляет около 30 % энергетической ценности рациона [2]. Отдельный интерес представляют трансжиры – ненасыщенные жиры, находящиеся в трансконфигурации. Чрезмерное потребление трансжиров может привести к заболеваниям сердечно-сосудистой, нервной, иммунной систем, желудочно-кишечного тракта, ожирению, овуляторному бесплодию, онкологии [3, 4], в связи с чем на долю трансжиров должно приходиться не более 2 % от общего потребления жиров [5]. Существуют три основных источника поступления трансизомеров жирных кислот (ТЖК) в пищевые продукты: пер-

вый – естественное содержание в мясе и молочных продуктах, второй – высокотемпературная жарка в растительных маслах, третий – образование при частичной гидрогенизации растительных масел. В России допустимый уровень ТЖК регламентируется лишь для продуктов переработки растительных масел и животных жиров. Проблема, связанная с потреблением населением пищевых продуктов, содержащих ТЖК, остается нерешенной.

Цель исследования – провести мониторинг содержания трансизомеров жирных кислот в жиросодержащих пищевых продуктах.

Задачи: определить жирнокислотный состав жировой фазы пищевых продуктов различных категорий; рассчитать содержание трансизомеров жирных кислот; дать сравнительную характеристику пищевых продуктов по содержанию трансжиров; дать рекомендации по снижению нагрузки трансжирами на организм человека.

Объекты и методы. Исследование проведено в химико-аналитическом отделе Уфимского НИИ медицины труда и экологии человека. Объектами исследования являлись жиросодержащие пищевые продукты следующих категорий: кондитерские изделия (кексы, печенье, вафли, бисквит, пирожные), молочные продукты (творог, сливочное масло, сыр, молоко, кефир, ряженка, сметана, творожные сырки, мороженое), масложировая продукция (маргарины, спреды, майонезы), чипсы из растительного сырья (картофельные, кукурузные).

Определение массовой доли жирных кислот (МЭЖК), в т. ч. их трансизомеров, проведено по ГОСТ 31754-2012 [6], с применением хроматографа «Хроматэк-Кристалл 5000». Для идентификации пиков МЭЖК использована 37-компонентная стандартная смесь Supelco, позволяющая идентифицировать в том числе ТЖК (трансизомер олеиновой кислоты C18:1 methyl trans-9 eladiate и трансизомер линолевой кислоты C18:2 methyl linolelaidate). Статистические анализы выполнены с использованием SPSS Statistics, версия 21.0.

Результаты и их обсуждение. В результате исследования жиросодержащей продукции, отобранной в магазинах розничной торговли г. Уфы, определены жирнокислотный состав и массовые доли трансизомеров жирных кислот. Установлено, что суммарное содержание трансжиров в пробах варьирует от 0,10 до 14,85 %. Доля ТЖК во всех проанализированных образцах (n = 107), независимо от категории продуктов, составила по медиане 1,38 %. В целом суммарное содержание трансжиров, распределение транс-C18:1 и транс-C18:2, медианные и средние значения различались во всех категориях продуктов питания (табл. 1). Сравнительный статистический анализ показал, что категории продуктов по содержанию трансжиров имеют значимые отличия (F = 17,042, p < 0,05). Исходя из сравнения по критерию Тамхейна, молочные продукты и кондитерские изделия значительно отличаются от остальных исследованных категорий, а у масложировой продукции и чипсов различия менее значимы (рис. 1).

Таблица 1

Содержание трансизомеров жирных кислот в продуктах

Категория продуктов	Содержание трансжиров в жировой фазе, %				Доля продуктов с содержанием трансжиров более 2 %
	M±SD	Медиана	min	max	
Молочные продукты (n = 48)	2,84±0,37	2,14	1,30	5,93	52
Кондитерские изделия (n = 22)	6,28±1,10	7,20	0,10	14,85	71
Масложировая продукция (n = 21)	0,65±0,24	0,24	0,10	3,53	18
Чипсы из растительного сырья (n = 16)	0,73±0,31	0,12	0,10	3,39	13

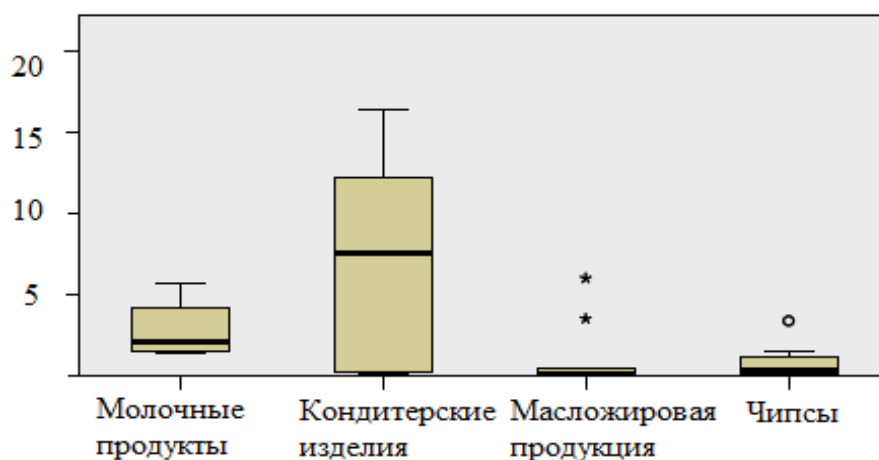


Рис. 1. Содержание трансжиров в исследуемых продуктах, %

Ряд экспериментальных исследований демонстрирует положительную корреляцию между потреблением трансжиров и риском ишемической болезни сердца, но, фактически, лишь в небольшом количестве исследований сравнивались аспекты здоровья при потреблении равно- го количества трансжиров из двух источников – промышленного (гидрированное масло, содержащее элаидиновую кислоту) или природного (жир жвачных животных, содержащий вакценовую кислоту). В литературе есть данные, показывающие, что диета, богатая гидрогенизированной элаидиновой кислотой, стимулирует

атеросклероз, тогда как масло, богатое вакценовой кислотой, защищает от атеросклероза [5]. Выявлено также, что руменовая кислота и ее предшественник вакценовая кислота оказывают эффект против нескольких типов онкологических заболеваний [7]. Таким образом, не все трансжиры представляют опасность для здоровья. Как уже говорилось выше, в образцах было выявлено 2 вида ТЖК – C18:1 methyl trans-9 и C18:2 methyl linolelaidate (рис. 2), и в литературе нет сведений об их положительной биологической активности.

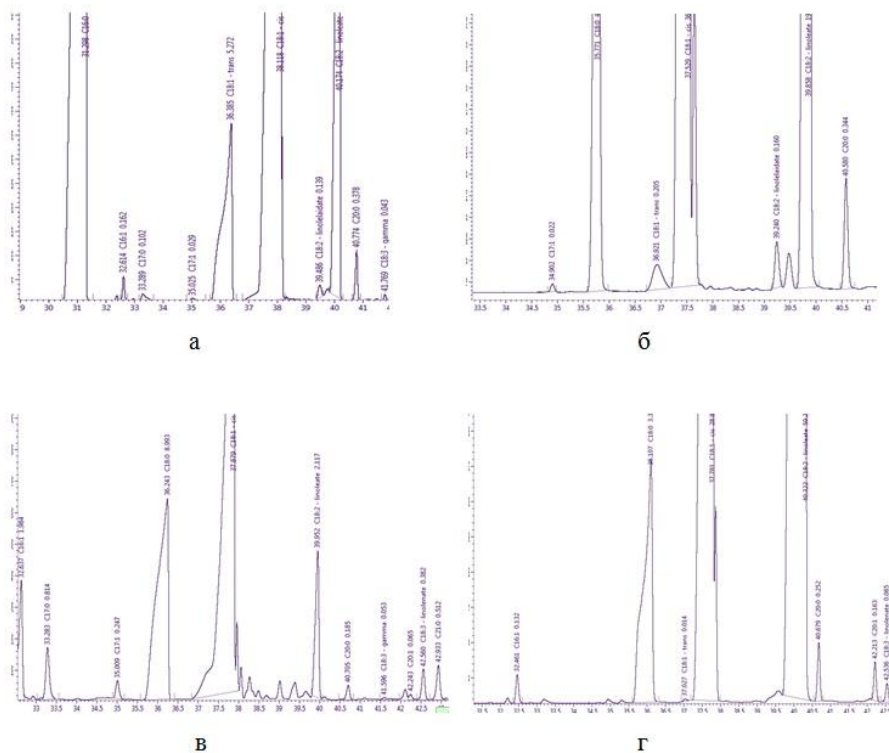


Рис. 2. Хроматограммы метиловых эфиров жирных кислот: а – вафель; б – маргарина; в – сливочного масла; г – чипсов

Для расчета содержания трансжиров необходимо учитывать жирность продукта. Так, из исследованных проб молочных продуктов «глазированный сырок с заменителем молочного жира с творогом» и «мороженое с заменителем молочного жира банановое» имеют сопоставимые уровни трансжиров (5,93 и 5,76 % соответственно), однако из-за разного содержания жира (23 и 4 % соответственно) абсолютное содержание трансжиров на 100 г продукта составляет 1,36 и 0,23 г соответственно.

Из молочных продуктов было проанализировано 2 категории – продукты, содержащие толь-

ко молочный жир, и продукты с заменителем молочного жира. В первой категории содержание ТЖК составило 1,30–2,68 %, в продуктах с заменителем молочного жира их содержание было выше и варьировало от 1,38 до 5,93 %. Около половины исследуемых образцов содержало трансжиров более 2 %. У четверти образцов без указания на этикетке о содержании в составе заменителя молочного жира была выявлена фальсификация по жирнокислотному составу. Наиболее часто фальсификацию наблюдали в образцах сливочного масла, творога, сметаны, сыра. Внесение заменителей молоч-

ного жира отразилось в первую очередь на снижении содержания масляной, капроновой, каприловой, каприновой, миристолеиновой кислот (табл. 2), которые отсутствуют также в гусином, курином, бараньем и говяжьих жирах, что не дает возможности их применять в качестве заменителей при производстве молочных продуктов. В некоторых продуктах наблюдается значительное снижение содержания миристиновой, миристолеиновой и линоленовой кислот и превышение концентрации пальмитиновой, олеиновой и линолевой кислот, что указывает на замену молочного жира пальмоядровым и/или подсолнечным маслом, как более дешевыми. Очевидно, что из-за введения нормативов на трансжиры производители вынуждены были их

заменить без существенной потери органолептических свойств конечного продукта, и единственной альтернативой оказались только насыщенные жирные кислоты – пальмитиновая C16:0 и стеариновая C18:0, применение которых выгоднее также и экономически.

Больше всего трансжиров по отношению к 100 г продукта выявлено в кондитерских изделиях – доля продуктов с содержанием ТЖК более 2 % составила 71 %. В образце шоколадных вафель с жирностью 35 % выявлено 14,89 % трансжиров, что составляет 5,2 г/100 г продукта. Высокое содержание (38,8 %) пальмитиновой кислоты в данном продукте указывает на наличие добавленного пальмового масла.

Таблица 2

Содержание МЭЖК в жировой фазе молочных продуктов

Жирная кислота	Массовая доля жирной кислоты, % от суммы жирных кислот		
	Значение по ГОСТ Р 52253	Натуральные молочные продукты	Несоответствующие по жирнокислотному составу молочные продукты
Масляная (C4:0)	2,0–4,2	2,17–2,50	0,14–1,89
Капроновая (C6:0)	1,5–3,0	1,59–1,88	0–1,30
Каприловая (C8:0)	1,0–2,0	1,01–1,29	0,11–0,86
Каприновая (C10:0)	2,0–3,5	2,18–3,19	0,12–2,14
Лауриновая (C12:0)	2,0–4,0	2,59–3,99	1,46–4,85
Миристиновая (C14:0)	8,0–13,0	10,20–12,38	1,42–9,41
Миристолеиновая (C14:1)	0,6–1,5	0,72–1,06	0–1,05
Пальмитиновая (C16:0)	22,0–33,0	29,68–32,96	30,29–37,85
Пальмитолеиновая (C16:1)	1,5–2,4	1,74–2,04	0,15–2,61
Стеариновая (C18:0)	8,0–14,0	9,38–11,83	4,19–12,85
Олеиновая (C18:1)	22,0–33,0	22,53–27,64	27,78–36,81
Линолевая (C18:2)	2,0–5,5	2,16–2,93	2,74–17,76
Линоленовая (C18:3)	До 1,5	0,80–1,18	0,10–0,81
Арахидовая (C20:1)	До 0,3	0–0,25	0,10–0,17
Бегеновая (C22:0)	До 0,1	Менее 0,10	Менее 0,10
Метилэлаидат – трансизомер олеиновой кислоты (C18:1)	–	1,20–2,47	0,82–5,88
Метиллинолелаидат – трансизомер линолевой кислоты (C18:2)	–	0,10–0,22	0,10–1,22

Из масложировой продукции повышенным содержанием ТЖК (2,21–3,53 %) отличились 3 образца маргарина, а в образцах майонеза были лишь следы исследуемой группы веществ (0,10–0,12 %), что можно объяснить отсутствием процесса гидрогенизации при его производстве.

Также относительно невысокое содержание было в чипсах растительных (0,10–0,73 %), за исключением 2 образцов картофельных, в которых выявлено повышенное (3,10–3,39 %) содержание трансжиров, что может указывать на

многократное использование растительного масла во фритюре при изготовлении.

Заключение. Среди исследуемых групп продуктов наибольшее содержание трансжиров установлено в молочных продуктах с заменителем молочного жира и кондитерских изделиях промышленного производства, что связано с наличием в их составе гидрогенизированного масла. Проведенные исследования свидетельствуют о необходимости введения нормативов по содержанию трансизомеров жирных кислот для всех видов жиросодержащих продуктов. Для снижения риска развития заболеваний, связанных с составом жирового компонента рациона, необходимо проведение научно-просветительской работы с населением по вопросам изменения жирового состава диеты и усиление регионального мониторинга за качеством продукции с целью снижения уровня фальсификации. Рекомендуется ограничить в рационе продукты с избыточным содержанием трансжиров, отдавая предпочтение продуктам с жирами природного происхождения.

Список источников

1. Ермош Л.Г., Присухина Н.В. Определение и анализ жирнокислотного состава конопляной муки // Вестник КрасГАУ. 2023. № 9. С. 207–212. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-9-207-212.
2. Актуальность создания специализированных кондитерских изделий для питания детей старше трех лет / С.Ю. Мистенева [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2020. Т. 50, № 2. С. 282–295. DOI: 10.21603/2074-9414-2020-2-282-295.
3. Зайцева Л.В., Нечаев А.П. Биохимические аспекты потребления трансизомеров жирных кислот // Вопросы диетологии. 2012. Т. 2, № 4. С. 17–23.
4. Dietary Fats in Relation to Total and Cause-Specific Mortality in a Prospective Cohort of 521120 Individuals With 16 Years of Follow-Up / P. Zhuang [et al.] // Circulation Research. 2019. Vol. 124, № 5. P. 757–768.
5. Бессонов В.В., Зайцева Л.В. Трансизомеры жирных кислот: риски для здоровья и пути снижения потребления // Вопросы питания. 2016. Т. 85, № 3. С. 6–17. DOI: 10.24411/0042-8833-2016-00030.
6. ГОСТ 31754-2012. Масла растительные, жиры животные и продукты их переработки. Методы определения массовой доли трансизомеров жирных кислот. М.: Стандартинформ, 2014. 27 с.
7. Kuhnt K., Moeckel P., Jahreis G. Trans-11 18:1 is effectively Δ^9 -desaturated compared with trans-12 18:1 in human // British Journal of Nutrition. 2006. Vol. 95. P. 752–761. DOI: 10.1079/bjn20051680.

References

1. Ermosh L.G., Prisuhina N.V. Opredelenie i analiz zhirnokislотного состава konoplyanoj muki // Vestnik KrasGAU. 2023. № 9. S. 207–212. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-9-207-212.
2. Aktual'nost' sozdaniya specializirovannyh konditerskih izdelij dlya pitaniya detej starshe treh let / S.Yu. Misteneva [i dr.] // Tehnika i tehnologiya pischevyh proizvodstv. 2020. T. 50, № 2. S. 282–295. DOI: 10.21603/2074-9414-2020-2-282-295.
3. Zajceva L.V., Nechaev A.P. Biohimicheskie aspekty potrebleniya transizomerov zhirnyh kislot // Voprosy dietologii. 2012. T. 2, № 4. S. 17–23.
4. Dietary Fats in Relation to Total and Cause-Specific Mortality in a Prospective Cohort of 521120 Individuals With 16 Years of Follow-Up / P. Zhuang [et al.] // Circulation Research. 2019. Vol. 124, № 5. P. 757-768.
5. Bessonov V.V., Zajceva L.V. Transizomery zhirnyh kislot: riski dlya zdorov'ya i puti snizheniya potrebleniya // Voprosy pitaniya. 2016. T. 85, № 3. S. 6–17. DOI: 10.24411/0042-8833-2016-00030.
6. GOST 31754-2012. Masla rastitel'nye, zhiry zhivotnye i produkty ih pererabotki. Metody opredeleniya massovoj doli transizomerov zhirnyh kislot. M.: Standartinform, 2014. 27 s.
7. Kuhnt K., Moeckel P., Jahreis G. Trans-11 18:1 is effectively Δ^9 -desaturated compared with trans-12 18:1 in human // British Journal of Nutrition. 2006. Vol. 95. P. 752–761. DOI: 10.1079/bjn20051680.

Информация об авторах:

Эльвира Ахатовна Аухадиева¹, младший научный сотрудник химико-аналитического отдела
Рустем Аскарлович Даукаев², заведующий химико-аналитическим отделом, кандидат биологических наук

Татьяна Кенсариновна Ларионова³, ведущий научный сотрудник химико-аналитического отдела, кандидат биологических наук

Дмитрий Эдуардович Мусабилов⁴, младший научный сотрудник химико-аналитического отдела

Евгения Евгеньевна Зеленковская⁵, младший научный сотрудник химико-аналитического отдела

Гузель Римовна Аллаярова⁶, старший научный сотрудник химико-аналитического отдела

Information about the authors:

Elvira Akhatovna Aukhadieva¹, Junior Researcher, Chemical Analytical Department

Rustem Askarovich Daukaev², Head of Chemical Analytical Department, Candidate of Biological Sciences

Tatyana Kensarinovna Larionova³, Leading Researcher at the Chemical Analytical Department, Candidate of Biological Sciences

Dmitry Eduardovich Musabirov⁴, Junior Researcher, Chemical Analytical Department

Evgenia Evgenievna Zelenkovskaya⁵, Junior Researcher, Chemical Analytical Department

Guzel Rimovna Allayarova⁶, Senior Researcher, Chemical Analytical Department

