

# ТРАНС-ІЗОМЕРИ ЖИРНИХ КИСЛОТ У СКЛАДІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ТА ЇХНІЙ ВПЛИВ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

Шкварковська К. І.

здобувач освіти І медичного факультету

Чаленко Н. М.

к.фарм.н., ст. викладач кафедри медичної та  
біоорганічної хімії

Харківський національний медичний університет,  
Харків, Україна

**Анотація.** Статтю присвячено транс-ізомерам жирних кислот як компоненту харчового раціону, що поєднує технологічну зручність із доведеною шкідливістю. Розглянуто геометричну природу транс-подвійного зв'язку, промисловий і природний шляхи утворення транс-жирів, їхню присутність у різних групах продуктів та біохімічні механізми негативного впливу на ліпідний обмін і серцево-судинну систему. Окремо проаналізовано регуляторні підходи й стан їх упровадження в Україні.

**Ключові слова** – транс-ізомери жирних кислот, гідрогенізація, елаїдинова кислота, ліпопротеїни, серцево-судинні захворювання, харчові продукти, пакет REPLACE.

Серед компонентів сучасного харчового раціону транс-ізомери жирних кислот посідають окреме місце. Більшість поживних речовин, навіть потенційно небезпечних у надлишку, виконують певну фізіологічну функцію, тоді як штучні транс-жири не мають жодної. Організм людини не потребує їх для метаболічних процесів, не використовує як обов'язковий будівельний матеріал і не отримує від них енергетичної переваги порівняно з іншими жирами. Попри це впродовж понад століття вони залишалися звичною складовою промислово виробленої їжі. Парадокс пояснюється однією хімічною деталлю – просторовою конфігурацією подвійного зв'язку, яка водночас робить транс-жири технологічно вигідними та біологічно агресивними.

Інтерес наукової спільноти до проблеми не згасає, а навпаки – зміщується від простої констатації шкоди до тонших питань диференціації та контролю. А. Кобиш зі співавторами, узагальнивши понад двісті першоджерел, наголошують на потребі чіткіше розмежовувати на законодавчому рівні природні та штучно утворені транс-ізомери, оскільки чинні формулювання нерідко зрівнюють речовини різного походження [1, с. 36]. Т. Нагпал у оглядовій праці зосереджується на іншому боці питання – співвідношенні фактичного споживання, регуляторних обмежень і доступних харчових альтернатив [5]. Поєднання цих двох ракурсів окреслює коло завдань, що потребують біоорганічного, а не лише гігієнічного осмислення.

Транс-ізомери жирних кислот за визначенням є ненасиченими жирними кислотами, що містять принаймні один подвійний вуглець-вуглецевий зв'язок у транс-конфігурації. Сам подвійний зв'язок унеможливорює вільне обертання сполучених атомів вуглецю, тому взаємне розташування решти ланцюга виявляється жорстко зафіксованим. У цис-конфігурації два фрагменти вуглеводневого ланцюга відходять від подвійного зв'язку в один бік, через що молекула набуває характерного злому під кутом близько тридцяти градусів. У транс-конфігурації фрагменти спрямовані в протилежні боки, і ланцюг залишається майже прямим, геометрично наближеним до насиченої жирної кислоти.

Геометрія ланцюга безпосередньо визначає фізичні властивості жиру. Прямі, мало вигнуті молекули транс-ізомерів щільно прилягають одна до одної, утворюють упорядковану кристалічну структуру й мають вищу температуру плавлення. Саме тому транс-жири за кімнатної температури тверді, стійкі до окиснення та згіркнення, витримують тривале зберігання й багаторазове нагрівання. Для харчової промисловості такий набір характеристик виявився надзвичайно зручним, адже дешева рідка олія перетворювалася на пластичний твердий жир, придатний для випічки, смаження та довготривалого зберігання готового продукту.

Промисловий шлях утворення транс-ізомерів пов'язаний із частковою

гідрогенізацією рослинних олій. Каталітичне приєднання водню до подвійних зв'язків ненасичених жирних кислот за участю нікелевого каталізатора мало б повністю насичувати ланцюг, проте за неповного перебігу реакції частина подвійних зв'язків не приєднує водню, а лише змінює конфігурацію з цис- на транс- або зміщується вздовж ланцюга. Наочним прикладом слугує пара олеїнова та елаїдинова кислоти. Обидві мають однакову брутто-формулу й однаковий подвійний зв'язок біля дев'ятого атома вуглецю, проте олеїнова кислота з цис-конфігурацією плавиться близько тринадцяти градусів за Цельсієм, а її транс-аналог елаїдинова кислота – близько сорока п'яти. Різниця у фізичних властивостях зумовлена виключно просторовою орієнтацією, без жодної зміни складу [4].

Природний шлях надходження транс-жирів має зовсім іншу основу. У передшлунках жуйних тварин мікроорганізми здійснюють біогідрогенізацію ненасичених жирних кислот корму, і проміжними продуктами цього перетворення стають транс-ізомери, передусім вакценова кислота з подвійним зв'язком біля одинадцятого атома вуглецю та кон'югована лінолева кислота. Частина цих сполук не встигає повністю гідрогенізуватися й переходить у молочний жир та м'язову тканину. Унаслідок цього вершкове масло, сир, молоко, яловичина й баранина від природи містять кілька відсотків транс-ізомерів, які потрапляють у раціон людини без жодного промислового втручання.

Спільна транс-геометрія не означає тотожності двох груп транс-ізомерів. Промислові частково гідрогенізовані олії містять переважно елаїдинову кислоту з транс-зв'язком біля дев'ятого атома вуглецю, тоді як жир жуйних тварин – здебільшого вакценову кислоту з транс-зв'язком в одинадцятому положенні. Окремі дослідження вказують, що за звичних, невисоких рівнів споживання вакценова кислота та споріднена з нею кон'югована лінолева кислота поводяться менш атерогенно, ніж елаїдинова, а подеколи виявляють нейтральний ефект. За однакових високих доз різниця між групами стирається, і обидві поводяться шкідливо. Зважена позиція полягає в тому, що біохімічна

відмінність між природними та штучними транс-ізомерами реальна, однак практична регуляторна логіка цілком обґрунтовано зосереджується саме на промислових транс-жирах – їх можна усунути повністю, тоді як природні транс-ізомери жуйних тварин вилучити неможливо, а рутинні аналітичні методи здебільшого вимірюють сумарний транс-вміст, не розрізняючи походження [1, с. 39].

Перелік продуктів, у яких традиційно концентруються штучні транс-жири, доволі широкий. Маргарини, спреди, кулінарні та кондитерські жири становлять основу, проте найбільше транс-ізомерів людина отримує не з них безпосередньо, а з виробів, виготовлених на їх основі. Печиво, крекери, вафлі, торти, тістечка, круасани, глазур, готові закуски, попкорн, локшина швидкого приготування, страви глибокого фритюру та дешеві замітники какао-масла в кондитерських виробках – усе це потенційні джерела транс-ізомерів. Особливість полягає в тому, що транс-жири не мають ані власного смаку, ані запаху, ані видимих ознак, тому споживач практично не здатен виявити їх органолептично.

Природні транс-ізомери надходять переважно з молочними продуктами та м'ясом жуйних тварин, причому їхня частка у вершковому маслі сягає кількох відсотків і принципово не піддається технологічному зменшенню. Промислова ж складова, навпаки, цілком керована, і саме її стосуються наглядові заходи. Моніторинг харчових продуктів в Україні показав, що навіть після набуття чинності нормативного обмеження приблизно третина перевірених зразків перевищувала встановлений рівень транс-жирів [2]. Розрив між нормою на папері та реальним складом продукції засвідчує, що ухвалення обмеження саме по собі не гарантує його дотримання.

Біологічна агресивність транс-ізомерів починається на рівні клітинної мембрани. Жирні кислоти вбудовуються у фосфоліпиди мембран, і коли місце цис-ненасиченої кислоти займає транс-ізомер, упаковка ліпідного бішару змінюється. Прямий транс-ланцюг поводить себе подібно до насиченого, ущільнює мембрану й знижує її плинність, від якої залежить робота

вмонтованих рецепторів, транспортних білків і ферментів.

Найкраще задокументований наслідок споживання транс-жирів стосується обміну ліпопротеїнів крові. Транс-ізомери одночасно підвищують рівень ліпопротеїнів низької щільності, що переносять холестерин до тканин, і знижують рівень ліпопротеїнів високої щільності, які забезпечують зворотне його транспортування до печінки. Поєднання цих двох зрушень робить транс-жири небезпечнішими за насичені жири, адже останні підвищують ліпопротеїни низької щільності, але не пригнічують захисну фракцію. Додатково транс-ізомери підвищують концентрацію тригліцеридів і зміщують спектр часток низької щільності в бік дрібних щільних форм, найбільш схильних до проникнення в судинну стінку. Вплив транс-ізомерів не вичерпується ліпопротеїнами. Конкуруючи з есенціальними жирними кислотами за ферменти ліпідного метаболізму, передусім за дельта-6-десатуразу, транс-жири гальмують перетворення лінолевої та альфа-ліноленової кислот на довголанцюгові поліненасичені похідні, від яких залежить синтез регуляторних молекул запалення й судинного тону. Паралельно споживання транс-ізомерів асоціюється з активацією системного запалення, дисфункцією ендотелію та зниженням чутливості тканин до інсуліну. Кілька незалежних механізмів сходяться в одній точці – прискоренні атеросклерозу та супутніх обмінних порушень [3].

Накопичені епідеміологічні дані не залишають місця для двозначності. Високе споживання транс-жирів підвищує ризик смерті від будь-якої причини приблизно на третину, а смертність від ішемічної хвороби серця – ще відчутніше. За оцінками Всесвітньої організації охорони здоров'я, із надмірним споживанням транс-ізомерів у світі щороку пов'язують близько двохсот сімдесяти восьми тисяч смертей, і жодного порогу, нижче якого транс-жири були б безпечними чи корисними, не встановлено. Рекомендований верхній рівень споживання не перевищує одного відсотка добової енергетичної цінності раціону, що для типового раціону відповідає приблизно двом грамам на добу [6].

Відповіддю на доведену шкоду стала послідовна регуляторна політика. Першою ще у 2003 році обов'язкові обмеження промислових транс-жирів запровадила Данія, а у 2018 році Всесвітня організація охорони здоров'я оприлюднила пакет REPLACE, закликавши держави повністю усунути промислові транс-ізомери з харчового обігу. Рекомендована модель передбачає або граничний вміст у два грами транс-жирів на сто грамів загального жиру, або пряму заборону частково гідрогенізованих олій. У межах валідаційної програми Всесвітня організація охорони здоров'я офіційно визнала дев'ять країн, що усунули промислові транс-жири зі свого харчового постачання, серед них Польща, Литва, Данія, Австрія та Норвегія [7]. Україна долучилася до цього напряму через наказ Міністерства охорони здоров'я, який із 2023 року встановив той самий граничний рівень у два грами на сто грамів жиру, проте результати моніторингу засвідчили відчутний розрив між нормою та фактичним станом продукції [2].

Регуляторний досвід дає підстави для стриманого оптимізму, але й окреслює слабе місце. Переформулювання рецептур, як показала практика багатьох країн, не змінює ані вартості, ані смаку продукту, тому економічні аргументи проти обмежень не витримують перевірки. Добровільні заходи натомість історично давали слабкий результат, оскільки виробник не має стимулу відмовлятися від дешевого й технологічно зручного компонента без зовнішнього примусу. Головним завданням залишається не ухвалення нових заборон, а налагодження контролю, лабораторного моніторингу та аналітичних методів, здатних надійно відрізнити промислові транс-ізомери від природних.

Транс-ізомери жирних кислот демонструють, як невелика зміна просторової будови молекули обертається значними біологічними наслідками. Поворот одного подвійного зв'язку з цис- у транс-конфігурацію надає жиру технологічно бажаних властивостей і водночас робить його чужорідним для тонко налаштованих систем ліпідного обміну. Штучні транс-жири належать до рідкісної категорії харчових загроз, які є водночас однозначно шкідливими й повністю усуненими без втрати якості їжі, тоді як природні транс-ізомери

жуйних тварин супроводжують раціон неминуче й потребують окремого, обережнішого трактування. Подальший поступ у цій царині залежить радше від якості контролю та аналітики, ніж від нових наукових відкриттів про саму шкоду, яку можна вважати доведеною.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кобиш А. І., Омельчун Ю. А., Клочкова Н. П., Романько М. Є., Шуляк С. В. Жири природні та технологічно оброблені у харчуванні людини. *One Health Journal*. 2025. Т. 3, № V. С. 35–42. DOI: 10.31073/onehealthjournal2025-V-04.
2. Чому необхідно обмежити вміст трансжирів у раціоні українців і з чого почати? : вебсайт / Центр громадського здоров'я МОЗ України. URL: <https://phc.org.ua/news/chomu-neobkhidno-obmezhati-vmist-transzhiriv-u-racioni-ukrainsiv-i-z-chogo-rochati> (дата звернення: 20.05.2026).
3. Guo H. Trans fatty acids and chronic metabolic diseases: molecular mechanisms and public health strategies for risk mitigation. *Current Nutrition Reports*. 2025. Vol. 14, № 1. DOI: 10.1007/s13668-025-00683-8.
4. Guo Q., Li T., Qu Y. et al. New research development on trans fatty acids in food: biological effects, analytical methods, formation mechanism, and mitigating measures. *Progress in Lipid Research*. 2023. Vol. 89. Article 101199. DOI: 10.1016/j.plipres.2022.101199.
5. Nagpal T., Sahu J. K., Khare S. K. et al. Trans fatty acids in food: a review on dietary intake, health impact, regulations and alternatives. *Journal of Food Science*. 2021. Vol. 86, № 12. DOI: 10.1111/1750-3841.15977.
6. Trans fat : fact sheet / World Health Organization. Geneva, 2024. URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/trans-fat> (дата звернення: 20.05.2026).
7. WHO recognizes four countries with life-saving trans fat elimination policies : news release / World Health Organization. 19.05.2025. URL: <https://www.who.int/news/item/19-05-2025-who-recognizes-four-countries-with-life-saving-trans-fat-elimination-policies> (дата звернення: 20.05.2026).