

DOI: 10.33273/2663-9726-2024-60-1-23-36
УДК: 613.288:577.115:615.9

О.П. Кравчук, Г.М. Балан, А.В. Коваль, Т.В. Адамчук, Т.В. Євтушенко, М.В. Гребень
Державне підприємство «Науковий центр превентивної токсикології,
харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І.Медведя
Міністерства охорони здоров'я України», м. Київ, Україна

СУЧАСНИЙ СТАН ЗАКОНОДАВЧОГО РЕГУЛЮВАННЯ ВМІСТУ ТРАНС-ІЗОМЕРІВ ЖИРНИХ КИСЛОТ У ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Резюме. Вплив жирів та олій на здоров'я людини знаходиться в зоні постійної уваги провідних спеціалістів у галузі громадського здоров'я як національних, так і міжнародних інституцій. Особливо це стосується трансжирів, які отримані промисловим шляхом, та їхньої регламентації. В Україні вміст транс-ізомерів жирних кислот у харчових продуктах регламентується документами двох рівнів: вимогами щодо вмісту трансжирних кислот в окремих видах масложирової продукції викладених у національних стандартах (ДСТУ), але вони не охоплюють весь спектр жиромісних продуктів, а також нормою щодо обмеження кількості транс-ізомерів жирних кислот у харчових продуктах у розділі V Наказу МОЗ України від 16.07.2020 р. № 1613 «Про затвердження Правил додавання вітамінів, мінеральних речовин та деяких інших речовин до харчових продуктів», яка гармонізована з європейським законодавством.

Мета. Огляд наукової літератури щодо впливу трансжирів на здоров'я людини. Вивчення та узагальнення підходів до обмеження споживання транс-ізомерів жирних кислот у різних країнах Європи та світу. Порівняння міжнародного та українського законодавств щодо питань регламентації транс-ізомерів жирних кислот у харчових продуктах.

Матеріали та методи. У статті використана інформація, що ґрунтується на матеріалах експертів FAO/WHO, нормативних актах щодо регламентації транс-ізомерів жирних кислот у харчових продуктах, публікаціях закордонних та вітчизняних вчених. Порівняно результати власних досліджень вмісту трансжирів у деяких харчових продуктах з даними, отриманими в інших країнах.

Висновки. Узагальнення результатів численних досліджень переконливо доводять зв'язок між споживанням промислових трансжирів з ризиком виникнення або загострення вже існуючих аліментарно залежних захворювань. В Україні обмеження в харчових продуктах кількості трансжирних кислот, які не є трансжирними кислотами, що природно містяться в жирах тваринного походження, на рівні не більше 2 % набуло чинності у вересні 2023 року. Вважаємо за необхідне вже зараз застосовувати в засобах масової інформації масштабні просвітницькі кампанії високого наукового рівня щодо шкідливого впливу трансжирів на біологічні системи організму людини.

Ключові слова: транс-ізомери жирних кислот, громадське здоров'я, гармонізація, огляд літератури.

**O. Kravchuk, G. Balan, A. Koval, T. Adamchuk,
T. Yevtushenko, M. Hreben**

L.I. Medved's Research Center of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety,
Ministry of Health, Ukraine" (State Enterprise), Kyiv, Ukraine

CURRENT STATUS OF LEGISLATIVE REGULATION OF THE CONTENT OF TRANS-ISOMERS OF FATTY ACIDS IN FOOD PRODUCTS IN UKRAINE AND WORLDWIDE (REVIEW)

Abstract. The influence of fats and oils on human health is in constant attention of leading experts in the field of public health, of both national and international institutions. This is especially true concerning industrially obtained trans fats and their regulation. Currently, in Ukraine, the requirements for the content of trans fatty acids in food products are regulated by documents of two levels. Firstly, the requirements for the content of trans fatty acids in certain types of oil and fat products are set out in the national standards (DSTU), which are do not cover the entire range of fat-containing products. Secondly, a norm on limiting the amount of trans fatty acids in food products was adopted in Section V of the Order of the Ministry of Health of Ukraine

dated July 16, 2020 No. 1613 "On Approval of the Rules for Adding Vitamins, Mineral Substances and Certain Other Substances to Food Products", which is harmonized with European legislation, but this norm will be valid only three years after the entry of this order into force in 2023.

Aim. To review the scientific literature on the effects of trans fats on human health. To study and generalize the approaches to limiting the consumption of trans fatty acids in different countries of Europe and world. To compare international and Ukrainian legislation on the regulation of trans fatty acids in food products.

Materials and Methods. The article uses information based on the materials of FAO/WHO experts, on legislation regulating trans fatty acids in food products, as well as on publications of foreign and Ukrainian scientists. The results of our own studies of the content of trans fats in some foods were compared with data obtained in other countries.

Results and Conclusions. Summarizing the results of numerous studies convincingly prove the relationship between the consumption of industrial trans fats with the risk of occurrence or exacerbation of existing nutritional diseases. Best practice policies to eliminate industrially produced trans fatty acids from national food stocks have been introduced in more than forty countries around the world. In Ukraine, food restrictions on the amount of trans fatty acids, which are not trans fatty acids naturally found in fats of animal origin, at a level of no more than 2 %, came into force in September 2023. In this regard, we consider it necessary to apply large-scale educational campaigns of a high scientific level in the media regarding the harmful effects of trans fats on the biological systems of the human body. In addition, we recommend the introduction of state programs in the field of dietary regulation into the practice of general educational institutions, contributing to a conscious and responsible approach to the transition to a healthy diet, which will contribute to a gradual increase in the life expectancy of the population of our country.

Keywords: trans fatty acid isomers, public health, harmonization, review

Вступ. Сучасна екологічна ситуація, що склалась під впливом природних і антропогенних факторів, обумовлює необхідність свідомого населення більш ретельно та відповідально ставитися до свого харчування, адже незбалансований раціон у сукупності з негативними факторами довкілля провокує порушення нормального перебігу фізіологічних процесів.

Незбалансоване харчування є основною причиною багатьох неінфекційних хвороб, які запускають механізми внутрішнього дисбалансу організму [1]. Отже, якість харчування має вкрай важливе значення для профілактики аліментарно залежних захворювань, так званих «хвороб цивілізації» і суттєво впливає на тривалість повноцінного життя. З цієї точки зору найзначущим компонентом їжі є жири та харчові продукти, що містять їх у своєму складі.

Жири рослинного і тваринного походження необхідні для підтримки в організмі балансу обмінних, гормональних, клітинних та інших біохімічних процесів, вони є джерелом енергії й тому мають входити до щоденного раціону людини. Але через свою нестійкість жири піддаються різноманітним перетворенням до міnorних компонентів, особливо під дією високих температур.

Результати. Розрізняють природні та промислові транс-ізомери жирних кислот (ТІЖК). Результати багатьох останніх наукових досліджень свідчать, що існує істотна різниця між їхнім впливом на організм.

Природні ТІЖК утворюються виключно в рубці (найбільшому відділі чотирикамерного шлунка) жуйних тварин в результаті життєдіяльності мікроорганізмів та під впливом ферментів бактеріального походження з поліненасичених жирних кислот (ПНЖК), які мають 2 та більше подвійних зв'язків. Це так звана вакценова кислота - 11(E)-11-октадеценова кислота (за IUPAC), або скорочено C_{18:1}, транс-11. Вакценова кислота має хімічну бруттоформулу C₁₈H₃₄O₂, як і олеїнова кислота, але подвійний зв'язок у ній знаходиться між 7 і 8 атомом вуглецю, тому відноситься вона до сімейства C_{18:1}

Introduction. The current ecological situation, which has developed under the influence of natural and anthropogenic factors, especially in million-plus cities, necessitates a more careful and responsible attitude of people to their diet, because an unbalanced diet in combination with negative environmental factors provokes a violation of the normal course of physiological processes.

Unbalanced nutrition is the main cause of many non-communicable diseases, which often trigger the mechanisms of internal imbalance of the body [1]. Consequently, the quality of nutrition is extremely important for the prevention of nutritional diseases, i.e. the so-called "diseases of civilization," and has a significant impact on the duration of a full life. Therefore, the most significant components of food are fats and food products containing them in their lists of ingredients.

Fats of vegetable and animal origin are necessary to maintain the balance of metabolic, hormonal, cellular and other biochemical processes in the body, they are a source of energy and should be included in the daily diet of a person. However, being unstable compounds, fats undergo various transformations into minor components, especially under the influence of hot temperatures.

The results. There are natural and industrial trans fatty acids (TFA). The results of many recent scientific studies indicate the existence of a substantial difference between their effects on the body.

Natural TFAs are formed exclusively in the rumen (the largest section of the four-chambered stomach) of ruminants from polyunsaturated fatty acids (PUFAs) having two or more double bonds because of the vital activity of microorganisms and under the influence of enzymes of bacterial origin. These are the so-called vaccenic acid – 11(E)-11-octadecenoic acid (IUPAC), or C_{18:1}, trans-11 for short.

Vaccenic acid has the chemical formula C₁₈H₃₄O₂, like oleic acid, but the double bond in it is situated between the 7th and 8th carbon atom, therefore it

ω -7 і має вигнуту структуру схожу на цис-конфігурацію (рис.1), на відміну від елаїдинової кислоти, якій притаманна більш пряма форма. Необхідно зазначити, що вакценова кислота утворюється при температурі тіла жуйних тварин у процесі біогідрювання ПНЖК, а елаїдинова – в процесі часткового гідрювання рослинних олій при підвищених температурах або під час смаження продуктів у фритюрі.

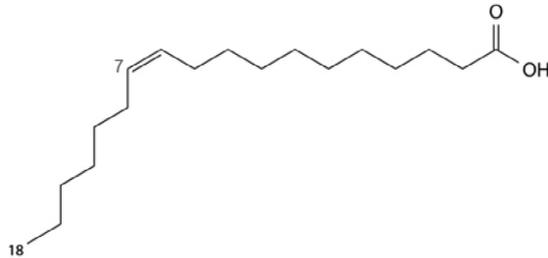


Рис. 1 Структурна формула вакценової кислоти

Результати досліджень [2], які проводились на тваринах, свідчать, що вакценова кислота скорочує ризик розвитку серцево-судинних захворювань (ССЗ). Вона є попередником іншої природної біологічно активної транс-жирної кислоти – руменої (9-цис-11-транс-октадекадієнова або (9Z,11E)-октадека-9,11-дієнова (за IUPAC), або скорочено цис-9, транс-11 $C_{18:2}$). Дослідженнями підтверджено, що від 19 % до 25 % руменої кислоти утворюється за участі ферментів з вакценової кислоти, що надходить до організму людини з молочними продуктами [3,4]. Відомо, що вакценову кислоту відкрили у 1928 р, натомість руменову кислоту – лише у 1977 р., її структуру (рис.2) встановили у 1987 р., а біологічні властивості почали інтенсивно вивчати лише в 90-ті роки минулого століття завдяки новітнім знанням та сучасному аналітичному обладнанню.

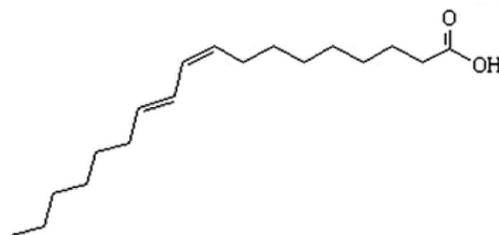


Рис. 2 Структурна формула руменої кислоти

Руменова кислота відноситься до сімейства CLA-кислот (Conjugated Linoleic Acid) та має два кон'юговані подвійні зв'язки, один з яких знаходиться у транс-конфігурації. Як показують дослідження [5-7], вона має антиканцерогенну, антитератогенну та антидіабетичну дію, а також впливає на метаболізм ліпідів, оскільки знижує рівень ліпопротеїдів холестерину низької щільності.

Крім цього, автори [8] дійшли висновку, що жирні кислоти з кон'югованими зв'язками сприяють зміц-

belongs to the $C_{18:1}$ ω -7 family and has a curved structure like the cis configuration (Fig.1), in contrast to elaidic acid, which has a more direct form. It should be noted that vaccenic acid is formed at the body temperature of ruminants in the process of biohydrogenation of PUFAs, while elaidic acid is formed in the process of partial hydrogenation of vegetable oils at elevated temperatures or during deep-frying foods.

Fig. 1 The structure of vaccenic acid

The results of studies [2], which were conducted on animals, indicate that vaccenic acid reduces the risk of developing cardiovascular diseases (CVD).

Vaccenic acid is a precursor of another natural biologically active trans-fatty acid i.e. ruminic acid (9-cis-11-trans-octadecadienic or (9Z, 11E)-octadeca-9,11-dienoic (IUPAC), or cis-9, trans-11, $C_{18:2}$ for short). Studies have confirmed that from 19 % to 25 % of ruminic acid is formed with the participation of enzymes from vaccenic acid, which enters the human body with dairy products [3, 4]. It is known that vaccenic acid was discovered in 1928, while ruminic acid was discovered only in 1977, and its structure (see Fig. 2) was identified in 1987, while its biological properties began to be intensively studied only in the nineties of the last century thanks to the latest knowledge and modern analytical equipment.

Fig. 2 The structure of ruminic acid

Ruminic acid belongs to the CLA (Conjugated Linoleic Acid) family of acids. It has two conjugated double bonds, one of which is in the trans configuration. Studies [5-7] show that it has anti-carcinogenic, anti-teratogenic and anti-diabetic effects, and affects lipid metabolism, since it reduces the level of low-density lipoprotein cholesterol.

In addition, the authors [8] concluded that fatty acids with conjugated bonds help to strengthen immunity,

ненню імунітету, захищають від артриту, запальних процесів і атеросклерозу. В досліджах на тваринах було виявлено чітко виражену захисну реакцію клітинних мембран від вільнорадикального окислення. Дослідження показали, що CLA-кислоти є більш сильними антиоксидантами, ніж токоферол. Встановлено, що максимальна антиокислювальна активність спостерігається, якщо вміст у раціоні цих кислот буде не менше 0,25 %, а максимальне інгібування зл�оакісних клітин досягається за наявності не менше 1 % CLA.

На підставі вивчених властивостей CLA-кислот та їх впливу на організм у 2008 році Управління по санітарному нагляду за якістю харчових продуктів та медикаментів США класифікувало CLA-кислоти як безпечні та надало статусу GRAS (повністю нешкідливий) [9].

Природні ТІЖК знаходяться у кількості від 2 % до 10 % у м'ясних та молочних продуктах жуйних тварин, у тому числі підданих термообробці, зокрема, у яловичому жирі 2,0 % – 4,6 %, баранячому – до 10 %, свинячому – до 0,2 %, м'ясі птиці – 0,5 % [10]. Вміст руменової кислоти в молоці знаходиться у діапазоні 6 – 16 мг/г [8].

Таким чином, на підставі численних досліджень [5-8, 11] експерти ВООЗ відносять природні ТІЖК до функціональних складових харчування, вважають їх безпечними при традиційному споживанні – такими, що не потребують регламентації та мають бути виключені із загального вмісту транс-ізомерів (ТІ).

Промислові ТІЖК утворюються в процесі хімічної гідрогенізації рослинних олій за рахунок приєднання водню до залишків вищих ненасичених жирних кислот для отримання твердого або напівтвердого жирового продукту. В результаті цього процесу утворюється елаїдинова кислота (транс-9, C_{18:1}) або інші кислоти елаїдинового ряду. Вміст ТІ в таких жирах, які в подальшому використовуються для виробництва різноманітних харчових продуктів, що стали невід'ємною частиною раціону сучасної людини – снєків, чіпсів, кондитерських і хлібопекарських виробів, продуктів швидкого приготування, заморожених напівфабрикатів тощо, знаходиться в діапазоні 8 % – 60 % від загального вмісту жиру. Застосування таких перероблених рідких олій обумовлено насамперед їхньою властивістю забезпечувати підвищену стабільність структури (наприклад, шоколадних глазурей) та стійкість до процесів окислення, що сприяє подовженню терміну придатності харчового продукту. Згідно з даними Центру контролю та профілактики захворювань США (CDC) лідером за вмістом трансжирів та НЖК є продукція мережі «fast food».

Наступний шлях утворення промислових ТІЖК – обжарювання, рафінація та дезодорація рослинних олій, адже природні ненасичені жирні кислоти, що мають цис-конфігурацію, піддаються дії високих температур. Вміст ТІЖК залежить від частки поліне-

protect against arthritis, inflammation, and atherosclerosis. In the experiments on animals, a clearly expressed protective reaction of cell membranes against free-radical oxidation was found.

Studies have shown that CLA acids are stronger antioxidants than tocopherol, and it has been established that the maximum antioxidant activity is observed if the content of these acids in the diet is at least 0.25 %, while the maximum inhibition of malignant cells is achieved with at least 1 % of CLA.

Based on the studied properties of CLA acids and their effect on the body, in 2008 the United States Food and Drug Administration classified CLA acids as safe and granted them the status GRAS (completely harmless) [9].

Natural TAs are found in amounts from 2 % to 10 % in meat and dairy products of ruminants, including those subjected to heat treatment. In particular, in beef fat there are 2.0 % – 4.6 %, in mutton fat – up to 10 %, in pork fat – up to 0.2 %, and in poultry meat – 0.5 % [11]. The content of ruminic acid in milk is in the range of 6-16 mg/g [10].

Thus, based on the numerous studies [5-8, 11], experts from the World Health Organization (WHO) classify natural TFAs to functional components of nutrition, consider them safe for traditional consumption and those that do not require regulation and should be excluded from the total content of trans-isomers (TI).

Industrial TFAs are formed during the chemical hydrogenation of vegetable oils by adding hydrogen to the residues of higher unsaturated fatty acids to obtain a solid or semi-solid fat product. As a result of this process, elaidic acid (trans-9, C_{18:1}) or other acids of the elaidic series are formed. The content of TI in fats, which are later used to produce various food products that have become an integral part of the diet of a modern person i.e. snacks, chips, confectionery and bakery products, instant products, frozen semi-finished products, etc., is in the range of 8 % – 60 % from the total fat content. The use of such processed liquid oils is caused by their property to provide increased structural stability (for example, of chocolate coatings) and by resistance to oxidation processes, which helps to extend the shelf life of the food product. According to the US Centers for Disease Control and Prevention (CDC), the products of the fast-food chain are the leader in the content of trans fats and SFAs.

The next way for the formation of industrial TFAs is roasting, refining and deodorization of vegetable oils, because natural unsaturated fatty acids with a cis configuration are exposed to hot temperatures. The content of TA depends on the proportion of polyunsaturated fatty acids in vegetable oils i.e. the more double bonds, the more trans fats (TF) are formed, on average 1 % – 5 % of the total fat content.

насичених жирних кислот в рослинних оліях: чим більше подвійних зв'язків, тим більше утворюється трансжирів (ТЖ), в середньому 1 % – 5 % від загального вмісту жиру.

Шкідливий вплив ТІЖК на здоров'я вперше було виявлено у середині 1990-х років. Відтоді постійно з'являються докази, що ТІ, отримані промисловим шляхом, негативно впливають на різноманітні біологічні системи. Це підтверджують дослідження, які проводять науковці багатьох країн світу.

Наймасштабніше клінічне дослідження з вивчення впливу ТІЖК на серцево-судинну систему, в якому взяли участь 8100 медсестер різного віку, що не мали ССЗ, проведено в США і тривало 20 років. У результаті було встановлено, що споживання 2 % ТІЖК від загальної калорійності добового раціону підвищує ризик виникнення ішемічної хвороби серця майже вдвічі, а раптової смертності від ССЗ – у 1,5 раза [12].

Узагальнені дані результатів подальших досліджень представлені у звітах ФАО та ВООЗ, Всесвітньої організації серця, у звітах міністерств охорони здоров'я різних країн світу та інших авторитетних міжнародних структур.

Встановлено, що транс-ізомери ненасичених жирних кислот в обміні ліпопротеїдів подібні до насичених жирних кислот, але не здатні виконувати свої функції в складі біологічних структур. Вони вбудовуються в клітини організму та блокують роботу ферментів, передачу сигналів, роботу рецепторів на мембранах, збільшують рівень ліпопротеїдів низької щільності - холестерину - відомого маркера ССЗ, ризик розвитку та прогресування коронарної хвороби серця за рахунок негативних зрушень у системі ліпідного транспорту, порушують допоміжні біохімічні процеси тощо. Крім цього, ТІЖК затримують транспорт поживних речовин крізь мембрани, в результаті чого клітини не отримують повноцінного харчування та накопичують токсини. Таким чином, промислові ТІЖК можна класифікувати як сторонні сполуки – ксенобіотики, які організм не в змозі використовувати ні для виробництва енергії, ні для відтворення органів та систем.

За даними ВООЗ, споживання промислових транс-жирів спричиняє приблизно 500 тисяч передчасних смертей від ішемічної хвороби серця щороку в усьому світі [13]. В середньому, раціон з високим вмістом транс-жирів підвищує ризик ССЗ на 21 % і смертність на 28 %. В Україні статистичні дані свідчать, що у 2020 році понад 66 % людей померли від хвороб системи кровообігу [14].

На підставі масштабних багатопланових популяційних досліджень встановлено взаємозв'язок між споживанням транс-жирів та розвитком ожиріння, цукрового діабету 2 типу, онкологічних захворювань різноманітної локалізації, овуляційного безпліддя, захворювань шлунково-кишкового тракту, нервової (хвороби Альцгеймера) та імунної систем, підвищенням агресії [1, 15, 16].

The harmful effect of TAs on health was first discovered in the mid-1990s, since then there has been constant evidence that industrially obtained TIs have a negative effect on various biological systems, which is confirmed by studies conducted by scientists from many countries around the world.

The largest clinical study on the effect of TFAs on the cardiovascular system, which involved 8100 nurses of all ages who did not have CVD, was conducted in the USA and lasted 20 years. As a result, it was found that the consumption of 2 % TFAs of the total caloric intake of the daily diet almost doubles the risk of coronary heart disease, and by half increases the risk of sudden death from CVD [12].

Summarized data on the results of further research are presented in the reports of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and of the WHO, of the World Heart Federation, as well as in the reports of ministries of health around the world and of other authoritative international structures.

It has been established that TIs of unsaturated fatty acids in lipoprotein metabolism are like saturated fatty acids but are not able to perform their functions in biological structures. They are embedded in the cells of the body and block the work of enzymes, signal transmission, the work of receptors on membranes, as well as increase the level of LDL-cholesterol, which is a known marker of CVD, the risk of developing and progressing coronary heart disease due to negative changes in the lipid transport system, disrupt auxiliary biochemical processes, etc. In addition, TFAs delay the transport of nutrients through membranes, because of which cells do not receive proper nutrition and accumulate toxins.

Thus, industrial TEAs can be classified as foreign compounds i.e. xenobiotics, which the body cannot use either for energy production or for the reproduction of organs and systems.

According to the WHO, the consumption of industrial trans fats causes approximately 500,000 premature deaths from coronary heart disease annually worldwide [13]. On average, a diet high in trans-fat increases CVD risk by 21 % and mortality by 28 %. In Ukraine, statistics show that in 2020 more than 66 % of people died from diseases of the blood circulatory system [14].

Based on large-scale multifaceted population studies, a relationship has been established between the consumption of trans fats and the development of obesity, type 2 diabetes mellitus, oncological diseases of various localization, ovulation infertility, diseases of the gastrointestinal tract, nervous (Alzheimer's disease) and immune systems, as well as increased aggression [1, 15, 16].

Особливе занепокоєння викликає надмірне споживання так званої «вуличної їжі» дітьми та підлітками. Міжнародними дослідженнями доведено, що транс-жири призводять до появи жирових плям в аорті дітей віком 5-14 років (87 %) та у коронарних артеріях (30 %). Також деякими авторами встановлено, якщо діти 3–7 років часто вживають маргарин замість вершкового масла, їхні розумові здібності стають набагато нижчими [17].

Узагальнення даних численних наукових досліджень свідчать, що заміна лише 2 % загальної калорійності добового раціону на транс-жири збільшує ризик виникнення багатьох захворювань, а саме:

- ішемічної хвороби серця – у 1,9 раза;
- раку грудей, простати, легенів – у 1,75 раза;
- овуляційного безпліддя – у 1,73 раза;
- аліментарно-залежного діабету – у 1,3 раза;
- надлишкового холестерину – у 1,23 раза [1].

Таким чином, промислові ТІЖК, будучи шкідливими для здоров'я людини, отже, знаходяться постійно у полі зору, їхній вплив на біологічні структури активно вивчається і широко обговорюється науковою спільнотою всього світу. Так, 20 років тому ВООЗ рекомендувала знизити рівень споживання ТІЖК до 1 % від енергетичної цінності добового раціону [18]. У 2004 році на 57-й сесії Всесвітньої асамблеї охорони здоров'я схвалено Глобальну стратегію з харчування, фізичної активності та здоров'я, мета якої знизити поширення неінфекційних хвороб, загальними факторами ризику яких, головним чином, можуть стати нездорове харчування та фізична інертність. Цей документ закликає всіх до імплементації заходів на глобальному, регіональному та місцевих рівнях, автори, зокрема, наголошують на виключенні транс-жирних кислот з раціону харчування.

Завдяки накопиченим клінічним даним з негативного впливу трансжирів на біологічні системи та їх аналіз у 2008 році відбулись спільні консультації експертів FAO/ ВООЗ, на яких було зазначено, що не існує нижньої безпечної межі споживання ТІЖК і прийнято рішення про зниження рівня ТІ в харчових продуктах до нуля [1].

Розглядаючи результати подальших новітніх досліджень щодо підтвердження взаємозв'язку між раціоном харчування та розвитком чи загостренням існуючих захворювань, у 2011 році ВООЗ рекомендувало обмежити використання частково гідрогенізованих жирів у харчових продуктах, які є джерелом ТІ [19].

Необхідність заміни транс-жирів у харчових продуктах поліненасиченими жирними кислотами передбачена і у Європейській стратегії профілактики і боротьби з неінфекційними хворобами [20].

Знадобилось понад 80 років, аби зрозуміти та експериментально підтвердити, що промислові ТІЖК шкідливі для здоров'я та почати вживати відповідні та ефективні законодавчі заходи.

У жовтні 2018 року до Європейської комісії був внесений проєкт змін до Регламенту 1925/2006/ЄС

The overconsumption of so-called "street food" by children and adolescents is of particular concern. International studies have proven that trans fats lead to the appearance of fatty spots in the aorta of children aged 5-14 years (87 % and in the coronary arteries (30 %). Also, some authors found that the more often children aged 3-7 years old use margarine instead of butter, the lower their mental abilities are [17].

Summarized data of numerous scientific studies show that replacing only 2 % of the total daily caloric intake with trans fats increases the risk of many diseases, namely:

- of coronary heart disease by 1.9 times;
- of breast, prostate, lung cancer by 1.75 times;
- of ovulation infertility by 1.73 times;
- of alimentary-dependent diabetes by 1.3 times;
- of excess cholesterol by 1.23 times;

Thus, industrial TAs, being harmful to human health, are in the focus of constant attention, their effect on biological structures is actively studied and widely discussed by scientists around the world.

Almost 20 years ago, in 2003, the WHO recommended reducing the consumption of TFAs to 1% of the energy value of the daily diet [18].

In 2004 the 57th World Health Assembly approved the Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health, which aimed to reduce the spread of noncommunicable diseases and their common risk factors, mainly of unhealthy diet and physical inactivity. This document calls on everyone to act at the global, regional, and local levels, in particular, among other recommendations, the authors note the exclusion of trans fatty acids from the diet.

Due to the accumulated clinical data on the negative impact of trans fats on biological systems, in 2008, joint consultations of FAO/WHO experts were held, at which it was noted that there is no lower safe limit for the consumption of TFA, in particular, it was decided to reduce the level of TI in food products to zero [1].

Considering the results of further modern studies confirming the relationship between diet and the development or exacerbation of existing diseases, in 2011 the WHO recommended limiting the use of partially hydrogenated fats in foods that are a source of TIs [19].

The need to replace trans fats in foods with polyunsaturated fatty acids is also provided for in the European Strategy for the Prevention and Control of Noncommunicable Diseases [20].

It took more than 80 years to understand and experimentally confirm that industrial TFAs are harmful to health and to take appropriate and effective legislative measures.

In October 2018, a draft amendment to Regulation 1925/2006/EC on the imposition of restrictions on the content of trans isomers in food products, which was

щодо запровадження обмежень по вмісту транс-ізомерів у харчових продуктах, в якому були взяті за основу обмеження, що діють у Данії, а в квітні 2019 році ці зміни були прийняті Європейською комісією – Регламент ЄС № 2019/649 від 24 квітня 2019 року, який набув чинності першого квітня 2021 року [21].

На даний час більшість країн Західної Європи на законодавчому рівні ввели обмеження на вміст транс-ізомерів, що призвело до зниження добового вмісту ТІЖК у стандартному споживчому кошику з 20–30 грамів у 2005 році до приблизно 2 грамів у 2009 році [16]. Крім цього, Європейська асоціація виробників маргаринів (IMACE) заявила про зниження ТІ з 2004 року на 76 % у продукції, що реалізується на території країн ЄС [22].

За останні роки ВООЗ розробила та у 2018 році надала для впровадження країнами поетапне керівництво по вилученню трансжирних кислот промислового виробництва з харчових продуктів – пакет дій REPLACE, який забезпечує обґрунтування та основи інтегрованого підходу до усунення трансжирів та містить шість поетапних стратегічних кроків:

1. Review – вивчення джерел промислово вироблених транс-жирів у раціоні та аналіз поточної ситуації з точки зору необхідних змін у політиці;
2. Promote – пропаганда заміни промислово вироблених транс-жирів на більш корисні для здоров'я жири та рослинні олії;
3. Legislate – законодавче оформлення або впровадження регуляторних заходів з метою вилучення зі споживання промислово вироблених транс-жирів;
4. Assess – оцінка та моніторинг вмісту транс-жирів в існуючих харчових продуктах і тенденції їх споживання населенням;
5. Create awareness – підвищення обізнаності політиків, виробників, постачальників та громадськості про негативний вплив транс-жирів на здоров'я;
6. Enforce – контроль за дотриманням принципів політики та заходів регулювання.

З метою виключення промислових транс-жирів з харчових продуктів ВООЗ вважає більш ефективним засобом заборону або обмеження ТІЖК на законодавчому рівні порівняно з тільки обов'язковим маркуванням і закликає всі країни світу повністю відмовитися від транс-жирів до 2023 року, а запропонована програма REPLACE прискорить глобальний прогрес на шляху досягнення цієї мети. Втілення в життя цих рекомендацій залежить від політичної прихильності та співробітництва багатьох зацікавлених сторін. На нашу думку, державна політика має бути спрямована, в першу чергу, на захист здоров'я населення та забезпечення споживачів більш здоровим вибором харчування.

У даний час реалізація заходів щодо обмеження ТІЖК існує у понад 40 країнах. 14 країн (Австрія, Данія, Словенія, Угорщина, США, Канада, Чилі, Латвія, Литва, Норвегія, Ісландія, Саудівська Аравія,

based on the restrictions in force in Denmark, was submitted to the European Commission, and in April 2019 these changes were adopted and introduced by the European Commission – EU Regulation No.2019/649 dated April 24, 2019, which entered into force on April 1, 2021 [21].

Currently, Western Europe is the world leader in the number of countries that have introduced restrictions on the content of trans isomers at the legislative level, and it is contributed to the reduction of the daily content of TFA in the standard consumer basket from 20-30 grams in 2005 to about 2 grams in 2009 [16]. In addition, the European Association of Margarine Producers (IMACE) announced a decrease in TI since 2004 by 76% in products sold in the EU countries [22].

In recent years, the WHO has developed a step-by-step guide to extracting industrial trans fatty acids from food and made it available in 2018 for countries to implement. This guide, i.e. the REPLACE Action Package, provides the rationale and framework for an integrated approach to eliminating trans fats and contains six step-by-step strategic steps:

1. Review – studying the sources of industrially produced trans fats in the diet and analysing the current situation in terms of necessary policy changes.
2. Promote – advocating for the replacement of industrially produced trans fats with healthier fats and vegetable oils.
3. Legislate – legislating or introducing regulatory measures to remove industrially produced trans fats from consumption.
4. Assess – assessing and monitoring the content of trans fats in existing foods and trends in their consumption by the population.
5. Create awareness – raising awareness among politicians, manufacturers, suppliers and public about the negative health effects of trans fats.
6. Enforce – monitoring compliance with policy principles and regulatory measures.

To eliminate industrial trans fats from food, the WHO considers enacting a ban or restriction on TAs at the legislative level as the most effective means compared to only mandatory labelling and calls on all countries of the world to eliminate trans fats by 2023 completely, and the proposed REPLACE program will accelerate global progress towards achieving this goal.

It is clear that the implementation of these recommendations depends on the political will and cooperation of many stakeholders, but, in our opinion, public policy should be aimed primarily at protecting public health and providing consumers with healthier food choices.

Currently, the implementation of measures to restrict TFAs exists in more than 40 countries: among them

ПАР і Таїланд) прийняли та запровадили політику найкращої практики щодо виключення промислово вироблених транс-жирних кислот із своїх національних запасів продовольства. 26 країн прийняли цю політику, яка набуде чинності у найближчі 2 роки. До переліку входять країни з високим та вищим за середній рівнем доходів. Жодна країна з низьким або нижчим середнім рівнем доходу цього не зробила і лише 3 країни з рівнем доходів нижче за середній (Індія, Киргизстан та Узбекистан) мають таку практику [23].

Так, у доповідях серії «Світова статистика охорони здоров'я» за 2017 та 2020 роки зазначено, що відсоткова частка витрат сектору державного управління на національні програми охорони здоров'я від загальних витрат у Канаді у 2017 р. збільшилась на 0,5 % у порівнянні з 2014 р. до 19,3 %, у США – на 1,2 % до 22,5 %, у Бельгії – на 0,2 % до 15,3 %. В Україні ситуація протилежна – у 2017 р. рівень витрат знизився на 3,4 % до 7,4 % відповідно до 2014 року. Крім цього, державні витрати на охорону здоров'я, в тому числі на раціональне харчування на душу населення, наприклад, в Данії збільшились з 2188 \$ у 2000 році до 5323 \$ у 2010, в Україні – з 19 \$ до 133 \$, відповідно [1]. Як бачимо, різниця істотна.

На даний час в Україні споживання ТІ знаходиться на дуже високому рівні. Однак, деякі великі вітчизняні компанії та корпорації (особливо експортно-орієнтовні) запроваджують накопичений міжнародний досвід для зниження ТІ та виробництва безпечних харчових продуктів високої харчової цінності: застосовують інноваційні технології та свідомо відмовляються від використання гідрованих жирів, замінюючи їх якісною переестерифікованою сировиною з вмістом ТІ менше 1 %. Такі підходи здатні істотно уповільнити несприятливі тенденції в галузі загальних факторів ризику розвитку хронічних хвороб та покращити здоров'я населення, обумовленого харчуванням, знизити смертність та покращити демографічну ситуацію в країні.

У табл. 1 наведено результати власних досліджень фактичних діапазонів вмісту ТІЖК у деяких продуктах, які свідчать, що найбільший вміст ТЖК у глазурі на основі жирів нелауринового типу, у фритюрних жирах, шортенінгах і відповідно у харчових продуктах, виготовлених з їхнім застосуванням – картоплі-фрі, продуктах швидкого приготування, морозиві тощо. Так, згідно з ДСТУ 4733:2007 «Морозиво молочне, вершкове, пломбір» масова частка глазурі має бути не менше 12,0 %. Враховуючи, що для глазурі у виробництві морозива використовуються кондитерські жири на основі жирів нелауринового типу, частка транс-ізомерів в яких від 37,9 % до 48,7 %, шляхом розрахунку отримуємо, що тільки з однією порцією такого морозива до організму потрапляє від 4,5 % до 5,8 % промислових ТІ (тобто до 5,8 г). Якщо для середньостатистичної людини добове споживання енергії дорівнює

14 countries (Austria, Denmark, Slovenia, Hungary, USA, Canada, Chile, Latvia, Lithuania, Norway, Iceland, Saudi Arabia, South Africa and Thailand) have adopted and introduced best practice policy to eliminate industrially produced trans fatty acids from their national food stocks, and 26 more countries have adopted this policy, which will come into force in the next 2 years. The list includes countries with high and upper middle income. No low or lower middle income country has done this and only three lower middle-income countries (India, Kyrgyzstan, and Uzbekistan) have such a practice [23].

For example, the 2017 and 2020 World Health Statistics series noted that the percentage of general government spending on national health programs in total spending in Canada in 2017 increased by 0.5 % to 19.3% compared to 2014, in the USA by 1.2 % to 22.5 %, in Belgium by 0.2 % to 15.3 %. In Ukraine, the situation is the opposite; in 2017, the level of spending decreased by 3.4 % to 7.4 % compared to 2014.

In addition, government spending on health care, including rational nutrition per capita, for example, in Denmark increased from \$2188 in 2000 to \$5323 in 2010, in Ukraine from \$19 to \$133, respectively [1]. As you can see, the difference is significant.

Currently, the consumption of TI in Ukraine is extremely high. But some large domestic companies and corporations (especially export-oriented ones) are implementing the accumulated international experience to reduce TI as well as the production of safe food products of high nutritional value: they apply innovative technologies and deliberately refuse to use hydrogenated fats, replacing them with high-quality re-esterified raw materials with a TI content of less than 1 %. Such approaches can significantly slow down adverse trends in common risk factors for chronic diseases and improve nutritional health, reduce mortality, and improve the demographic situation in the country.

Table 1 shows the results of our own studies of the actual ranges of TFA content in some products, which indicate that the highest content of trans fat is observed in glazes based on non-lauric type fats, in frying fats, shortenings and, accordingly, in food products made with their use such as French fries, instant food, ice cream, etc. So, according to DSTU 4733:2007 "Dairy ice cream, cream ice, extra rich ice cream", the mass fraction of glaze should be at least 12.0 %. Considering that for icing in the production of ice cream confectionery fats based on non-lauric type fats are used, in which the proportion of trans-isomers is from 37.9 % to 48.7 %, so by calculation we get that with only one serving of such ice cream, the body gets from 4.5 % to 5.8 % industrial TIs (i.e. up to 5.8 g). If for an average person the daily energy intake is 2300 kcal, then

2300 ккал, то за рекомендаціями ВООЗ вміст ТІЖК у добовому раціоні не повинен перевищувати 2,5 г з урахуванням коефіцієнта добового енергетичного обміну (1,1) для людини з низькою активністю.

according to the WHO recommendations, the content of TFA in the daily diet should not exceed 2.5 g, considering the coefficient of daily energy metabolism (1.1) for a person with low activity.

Таблиця 1 / Table 1

Вміст транс-ізомерів жирних кислот у масложирових та жировмісних продуктах
The content of trans fatty acids in fat-and-oil and fat-containing products

Назва продукту Product name	Вміст ТІЖК у жирі, виділеному з продукту, % від суми жирних кислот The content of TEAs in the fat isolated from the product, % of the total fatty acids	Масова частка жиру в продукті, % Mass fraction of fat in the product, %	Вміст ТІЖК у 100 г продукту, % від суми жирних кислот The content of TFA in 100 g of the product, % of the total fatty acids
Глазур на основі жирів нелауринового типу* Glaze based on non-lauric fats*	38,5 – 49,3	98,5 – 98,8	37,9 – 48,7
Маргарин м'який Soft margarine	0,8 - 20,0	25,0 – 72,0	0,2 – 14,4
Маргарин столовий Table margarine	17,0-48,0	39,0 – 84,0	6,6 – 40,3
Жир кулінарний (шортенінг) Cooking fat (shortening)	15,0-46,0	80,0-99,0	12,0 – 45,5
Жир кулінарний Cooking fat	2,4 – 24,8	99,7	2,4 – 24,7
Жири хлібопекарські та для кондитерської промисловості Fats for baking and confectionery industry	1,5 – 7,2	99,7	1,5 – 7,2
Жири фритюрні Frying fats	1,8 – 40,6	99,5	1,79 – 40,4
Спреди Spread	2,6 – 7,4	50,0 – 85,0	1,3 – 6,3
Борошняні кондитерські та хлібобулочні вироби Flour confectionery and bakery products	4,2 – 43,0	6,7 – 32,0	0,28 – 13,8
Чіпси картопляні Crisps	2,7 - 35,2	10,2-18,0	0,28 – 6,3
Напівфабрикати заморожені (роліни) Frozen semi-finished products (rolls)	2,2-4,3	21,6-25,0	0,48-1,1

* - жири лауринового типу при кімнатній температурі мають тверду консистенцію за рахунок високого вмісту НЖК, виготовляються з пальмоядрового, кокосового масла та їх фракцій і не містять транс-ізомерів. При виробництві жирів нелауринового типу необхідна консистенція досягається гідрогенізацією більш дешевих рослинних олій – соняшникової, ріпакової, соєвої та пальмової.

* – lauric type fats at room temperature have a solid consistency due to the high content of SFAs, they are produced from palm kernel, coconut oil and their fractions and do not contain trans isomers. In the production of non-lauric type fats, the required consistency is achieved by hydrogenation of cheaper vegetable oils namely sunflower, rapeseed, soybean and palm.

Починаючи з 2002 року фахівці Державного підприємства «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України» неодноразово звертали увагу Міністерства охорони здоров'я України (МОЗ) на необхідність вирішення питання щодо регламентації вмісту ТІЖК у жировмісній продукції. Як додаткова інформація надавались наукові факти та докази шкідливого впливу промислових трансжирів на організм людини, особливо дитячий.

На сьогодні вимоги щодо вмісту ТІ в окремих видах масложирової продукції викладено в національних стандартах (табл.2), при цьому вони вище за рекомендовані ВООЗ, але не охоплюють весь спектр (асортимент) жировмісних продуктів.

У липні 2020 року зроблено перші кроки до регламентації ТІЖК в Україні. Відповідно до плану заходів з виконання Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом (п. 229 і п. 230) наказом МОЗ від 06.07.2020 р. № 1613 «Про затвердження Правил додавання вітамінів, мінеральних речовин та деяких інших речовин до харчових продуктів» прийнято обмеження промислових ТІЖК і в розділі V (п.2) зазначено, що «...вміст транс-жирних кислот, які не є транс-жирними кислотами, що природно містяться в жирах тваринного походження, не повинен перевищувати 2 г на 100 г загальної кількості усіх жирів, що містяться у харчовому продукті», тобто 2 %. Такі обмеження стосуються продуктів, що призначені для постачання в заклади роздрібної

Since 2002, the specialists of the L.I. Medved's Research Center of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, Ministry of Health, Ukraine (State Enterprise) repeatedly drew the attention of the Ministry of Health of Ukraine to the need to address the issue of regulating the content of TFA in fat-containing products. As additional information, scientific facts and evidence of the harmful effects of industrial trans fats on the human body, especially for children, were provided.

Currently, the requirements for the content of TI in certain types of oil and fat products are set out in national standards (Table 2), while they are higher than those recommended by the WHO and do not cover the entire spectrum (range) of fat-containing products.

In July 2020, the first steps were taken towards the regulation of TFA in Ukraine. According to the Plan of Measures for the Implementation of the Association Agreement between Ukraine and the European Union (clauses 229 and 230), the Order of the Ministry of Health dated July 6, 2020 No. 1613 "On Approval of the Rules for Adding Vitamins, Minerals and Certain Other Substances to Food Products" provides limitation of commercial TFAs while section V (clause 2) states that "...the content of trans fatty acids, other than trans fatty acids naturally found in fats of animal origin, should not exceed 2 g per 100 g of the total amount of all fats contained in food product", i.e. 2 %. Such restrictions are applied to products intended for supply to retail establishments and for final consumption.

Таблиця 2 / Table 2

Регламенти транс-ізомерів олеїнової кислоти в Україні
Regulations for trans-isomers of oleic acid in Ukraine

№ з/п	Нормативний документ Regulatory document	Гранично допустимий рівень, % від суми жирних кислот Maximum allowable level, % of total fatty acids
1	ДСТУ 4335:2004 «Жири переетерифіковані. Загальні технічні умови» DSTU 4445:2004 Spreads and fat mixtures. General technical conditions	Від 0 до 10 0 to 10
2	ДСТУ 4445:2004 «Спреди та суміші жирів. Загальні технічні умови» DSTU 4445:2004 Spreads and fat mixtures. General technical conditions	Не більше 8,0 No more than 8.0
3	ДСТУ 4465:2005 «Маргарин. Загальні технічні умови» DSTU 4465:2005 Margarine. General specifications	Не більше 8,0 No more than 8.0
4	ДСТУ 4564:2006 «Мінарини. Загальні технічні умови» DSTU 4564:2006 Minarine. General specifications	Не більше 8,0 No more than 8.0
5	ДСТУ 5005:2008 «Замінники какао-масла. Загальні технічні умови» DSTU 5005:2008 Cocoa butter substitutes. General specifications	Не більше 2,0 No more than 2.0

торгівлі та для кінцевого споживання. Якщо харчовий продукт містить понад 2 г на 100 г ТІЖК від загальної кількості жиру, то постачальник такого харчового продукту зобов'язаний надати інформацію іншим операторам ринку про кількість промислових ТІ. Це стосується лише тих продуктів, які не призначені для кінцевого споживання, а застосовуються як інгредієнт при виробництві різноманітних харчових продуктів. Крім цього, в наказі вперше надано визначення терміну «ТІЖК», яке відповідає терміну Європейської агенції з харчової безпеки (European Food Safety Authority – EFSA).

Висновки. Вимоги Наказу МОЗ України від 16.07.2020 р. № 1613 «Про затвердження Правил додавання вітамінів, мінеральних речовин та деяких інших речовин до харчових продуктів» вже набрали чинності у вересні 2023 року, тому вважаємо доцільним вжити активних заходів, аби забезпечити зниження ризику виникнення чи загострення аліментарно-залежних захворювань населення. Вважаємо, що досягнення позитивних результатів для нівелювання негативного впливу транс-жирів можливе за рахунок:

- широкомасштабних просвітницьких кампаній високого наукового рівня в засобах масової інформації, що сприятиме збільшенню обізнаності споживачів про вплив ТІЖК на організм і підвищенню якості життя;
- впровадження в практику загальноосвітніх закладів, починаючи з дошкільних установ, державних програм у галузі регулювання раціону харчування шляхом проведення систематичних уроків здоров'я з викладанням основ збалансованого харчування та характеристикою чужорідних компонентів їжі.

Такий підхід сприятиме формуванню здорових звичок щодо харчування, споживанню корисних харчових продуктів, поступовому збільшенню тривалості активного життя населення і створить передумови для досягнення цілей сталого розвитку. Адже Україна взяла зобов'язання до 2030 року на третину зменшити передчасну смертність від неінфекційних захворювань.

Конфлікт інтересів. Автори зазначають про відсутність конфлікту інтересів.

If a food product contains more than 2 g per 100 g of TFA of total fat, its supplier is obliged to provide information to other market operators on the number of industrial TIs. This is applied only to those products that are not intended for final consumption but are used as an ingredient in the production of various food products.

In addition, for the first time, the Order provides a definition of the term "TFA," which corresponds to the term of the European Food Safety Authority (EFSA).

Results and Conclusions. Due to the fact that the requirements of the Order of the Ministry of Health of Ukraine came into force in September 2023, we consider it expedient to take active measures now to reduce the risk of the occurrence of exacerbation of nutritionally dependent diseases of the population. We suppose that achieving positive results to level the negative impact of trans fats is possible provided:

- a) large-scale educational campaigns of a high scientific level in the media, which will help to increase consumer awareness of the effects of TFA on the body and improve the quality of life;
- b) introduction of state programs in the field of diet regulation into the practice of general educational institutions, starting with preschool institutions, by conducting systematic health lessons teaching the basics of a balanced diet and characterizing foreign food components.

Such an approach will contribute to the formation of healthy eating habits, the consumption of healthy foods, a gradual increase in the duration of the active life of the population and will create prerequisites for achieving the UN Sustainable Development Goals, in relation to which Ukraine has committed itself to reduce premature mortality from non-communicable diseases by a third by 2030.

Conflict of interest. The authors note that there is no conflict of interest.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Коваль АВ, Подрушняк АЕ. Влияние транс-изомеров жирных кислот на преждевременное старение. Проблемы старения и долголетия. 2016, 25, № 1: 31-39.
2. Wang Y et al 'Beneficial effects of vaccenic acid on postprandial lipid metabolism and dyslipidemia: Impact of natural trans fats to improve CVD risk'. Lipid Technology. 2010;22(5): 103-106.
3. Kuhnt K, Moeckel P, Jahreis G. Trans-11 18:1 is effectively Δ9desaturated compared with trans-12 18:1 in human. Br. J. Nutr. 2006; 95:752-761.
1. Koval AV, Podrushnyak AE Effect of trans-fatty acids on premature aging. Problems of Aging and Longevity, 2016; v.25;1:31-39.
2. Wang Y et al. Beneficial effects of vaccenic acid on postprandial lipid metabolism and dyslipidemia: Impact of natural trans fats to improve CVD risk'. Lipid Technology. 2010;22(5):103-106.
3. Kuhnt K, Moeckel P, Jahreis G. Trans-11 18:1 is effectively Δ9desaturated compared with trans-12 18:1 in human. Br. J. Nutr. 2006; 95:752-761.

4. Turpeinen AM, Mutanen M, Aro A, Salminen I. et al. Bioconversion of vaccenic acids to conjugated linoleic acid in humans. *Am. J. Clin. Nutr.* 2002; 76: 504-510.
5. Кон'югированная линолевая кислота. [Electronic resource]. URL: <http://sportwiki.to/CLA>.
6. Pariza MW, Park Y, Cook ME, *Prog Lipid Res.* 2001;40,4:283-98.
7. Salas-Salvadó J1, Marguez-Sandoval F, Bulló M., *CritRev Food Sci Nutr.* 2006;46:6,479-488.
8. Коваль АВ, Гринько АП, Кравчук АП, Адамчук ТВ, Евтушенко ТВ. Современное состояние законодательного регулирования содержания транс-изомеров жирных кислот в пищевых продуктах в Украине и мире. *Масложировой комплекс* 2021;3(74):41-48.
9. Кон'югированная линолевая кислота. [Electronic resource]. URL: https://360wiki.ru/wiki/Conjugated_linoleic_acid.
10. Коваль АВ., Макачук ТЛ., Подрушняк АЕ., Прохоренкова НИ., Кравцова ЮВ. Регламентация и определение содержания транс-изомеров жирных кислот в пищевых продуктах. II з'їзд Токсикологів України. Тези доповідей, Київ, 2004: 117-118.
11. Yang-Ho Choi, *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 2009;22,3: 448-458.
12. Oomen CM et al Association between trans fatty acid intake and 10-years risk of coronary heart disease in the Zutphen Elderly Study. *Lancet* 2001;357:746-751.
13. Транс-жирные кислоты. [Electronic resource]. URL: <https://www.paho.org/en/topics/trans-fatty-acids>.
14. Yaemsiri S et al (2012). Trans fat, aspirin and ischemic stroke in postmenopausal women. *Annals of Neurology*, doi: 10.1002/ana.23555.
15. Golomb BA et al (2012). Trans fat consumption and aggression. *PLoS ONE* www.plosone.org, 1 March 2012, 7, Issue3, e32175.
16. Bowman GL et al (2012). Nutrient biomarker patterns, cognitive function and MRI measures of brain aging. *Neurology*, doi: 10.1212/WNL.0b013e3182436598.
17. Uchenye-margarin-snizhaet-umstvennye-sposobnosti [Electronic resource]. URL: <https://korrespondent.net/tech/medicine/982746-uchenye-margarin-snizhaet-umstvennye-sposobnosti>
18. Uchenye-margarin-snizhaet-umstvennye-sposobnosti [Electronic resource]. URL: <https://korrespondent.net/tech/medicine/982746-uchenye-margarin-snizhaet-umstvennye-sposobnosti>
19. World Health Organization. A comprehensive global monitoring framework including indicators and a set of voluntary global targets for prevention and control of noncommunicable disease // Second WHO Discussion Paper. Geneva, 2012. [Electronic resource]. URL: http://www.int/nmh/events/2012/discussion_peper2_20120322.pdf.
20. L'Abbé MR et al. Approaches to removing trans fats from the food supply in industrialized and developing
4. Turpeinen AM., Mutanen M, Aro A, Salminen I. et al. Bioconversion of vaccenic acids to conjugated linoleic acid in humans. *Am. J. Clin. Nutr.* 2002; 76:504-510.
5. Conjugated Linoleic Acid [Electronic resource]. URL: <http://sportwiki.to/CLA>.
6. Pariza MW, Park Y, Cook ME, *Prog Lipid Res.*, 40, 4, 283-98, (2001).
7. Salas-Salvadó J1, Marguez-Sandoval F, Bulló M., *CritRev Food Sci Nutr.*, 46, 6, 479-488, (2006).
8. Koval A, Grynko A, Kravchuk O, Adamchuk T, Yevtushenko T. Current state of legislative regulation of the content of trans-isomers of fatty acids in food products in Ukraine and worldwide. *Oil and fat complex* 2021;3(74):41-48.
9. Conjugated Linoleic Acid. [Electronic resource]. URL: https://360wiki.ru/wiki/Conjugated_linoleic_acid.
10. Koval AV, Makarchuk TL, Podrushnyak AE, Prokhorenkova NI, Kravtsova YuV. Regulation and determination of the content of trans-fatty acids in food products. II z'їzd Toxicologists of Ukraine. Abstracts of dopovidey, Kiev, 2004, p.117-118.
11. Yang-Ho Choi, *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 2009; 22, 3: 448-458.
12. Oomen CM et al. Association between trans fatty acid intake and 10-years risk of coronary heart disease in the Zutphen Elderly Study. *Lancet* 2001;357:746-751.
13. Trans fatty acids. [Electronic resource]. URL: <https://www.paho.org/en/topics/trans-fatty-acids>.
14. Yaemsiri S et al Trans fat, aspirin and ischemic stroke in postmenopausal women. *Annals of Neurology*, 2012. doi: 10.1002/ana.23555
15. Golomb BA et al. Trans fat consumption and aggression. *PLoS ONE* www.plosone.org, 1 March 2012, 7, Issue3, e32175.
16. Bowman GL et al (2012). "Nutrient biomarker patterns, cognitive function and MRI measures of brain aging". *Neurology*, doi: 10.1212/WNL.0b013e3182436598.
17. Uchenye-margarin-snizhaet-umstvennye-sposobnosti [Electronic resource]. URL: <https://korrespondent.net/tech/medicine/982746-uchenye-margarin-snizhaet-umstvennye-sposobnosti>
18. World Health Organization. Diet, nutrition and the prevention of chronic disease. Report of Joint WHO/FAO Expert Consultation // WHO Technical Report Series 916. Geneva, 2003.
19. World Health Organization. A comprehensive global monitoring framework including indicators and a set of voluntary global targets for prevention and control of noncommunicable disease // Second WHO Discussion Paper. Geneva, 2012. [Electronic resource]. URL: http://www.int/nmh/events/2012/discussion_peper2_20120322.pdf.
20. L'Abbé MR et al. Approaches to removing trans fats from the food supply in industrialized and developing

- countries // European Journal of Clinical Nutrition. 2009;63:50-67.
21. Регламент (ЄС) № 2019/649 від 24 квітня 2019 року. [Electronic resource]. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02006R1925-20190515>).
22. IMACE position on trans fatty acids Brussels, April 2015. [Electronic resource]. URL: <http://imace.org/wp-content/uploads/2015/09/FINAL-IMACE-positionTFA-April-20154.pdf>.
23. ВООЗ оголошує програму сертифікації з ліквідації трансжирів. [Electronic resource]. URL: <https://www.paho.org/en/topics/trans-fatty-acids>.
- countries // European Journal of Clinical Nutrition. - 2009. - №63. - P. 50-67.
21. Regulation (EC) No. 2019/649 dated April 24, 2019. [Electronic resource]. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02006R1925-20190515>).
22. IMACE position on trans fatty acids Brussels, April 2015. [Electronic resource]. URL: <http://imace.org/wp-content/uploads/2015/09/FINAL-IMACE-positionTFA-April-20154.pdf>.
23. WHO announces certification program for the elimination of trans fats. [Electronic resource]. URL: <https://www.paho.org/en/topics/trans-fatty-acids>.

Інформація про внесок кожного автора / Information on contribution of each author

О.П. Кравчук / O. Kravchuk^{A, G}

Г.М. Балан / G. Balan^A

А.В. Коваль / A. Koval^{B, E}

Т.В. Адамчук / T. Adamchuk^{E, F}

Т.В. Євтушенко / T. Yevtushenko^D

М.В. Гребень / M. Hreben^B

Відомості про авторів

Кравчук Олександр Павлович – кандидат медичних наук, перший заступник директора, науковий керівник ДВТЦ Державного підприємства «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України», вул. Героїв Оборони, 6, 03127, м. Київ, Україна, orkravchuk@ukr.net, ORCID: 0000-0003-3608-55555.

Балан Галина Макарівна – доктор медичних наук, професор, головний науковий співробітник відділу «Інститут експериментальної токсикології і медико-біологічних досліджень» Державного підприємства «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України», вул. Героїв Оборони, 6, 03127, м. Київ, Україна. ORCID: 0009-0005-9666-8914

Коваль Алла Вікторівна – науковий співробітник відділу аналітичної хімії Державного підприємства «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України», вул. Героїв Оборони, 6, 03127, м. Київ, Україна, koval.medved@gmail.com. ORCID: 0000-0001-5811-472X.

Адамчук Таміла Володимирівна – старший науковий співробітник відділу аналітичної хімії Державного підприємства «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України», вул. Героїв Оборони, 6, 03127, м. Київ, Україна, e-mail: adamchuk.medved@gmail.com. ORCID: 0009-0001-8071-5860.

Євтушенко Тетяна Вікторівна – заступник керівника ДВТЦ Державного підприємства «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України», вул. Героїв Оборони, 6, 03127, м. Київ, Україна, e-mail: t_yevtuchenko@ukr.net. ORCID: 0000-0002-2377-6712.

Гребень Марія В'ячеславівна – інженер-хімік відділу аналітичної хімії Державного підприємства «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України», вул. Героїв Оборони, 6, 03127, м. Київ, Україна.

Стаття надійшла до редакції 01.03.2024 р.

Дата рецензування 15.03.2024

Дата публікації (оприлюднення) 25.06.2024

Information about authors

Oleksandr Kravchuk – PhD in Medicine, First Deputy Director, Science Head of Research and Testing Toxicological Center of the L.I. Medved's Research Center of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, Ministry of Health, Ukraine (State Enterprise), 6 Heroiv Oborony st., 03127, Kyiv, Ukraine, ORCID: 0000-0003-3608-55555.

Galyna Balan – Doctor of Medical Sciences, Professor, Chief Researcher Department of the Institute of Experimental Toxicology and Medical and Biological Research of the L.I. Medved's Research Centre of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, Ministry of Health, Ukraine (State Enterprise). Address: 6 Heroiv Oborony st, 03127, Kyiv, Ukraine. ORCID: 0009-0005-9666-8914.

Alla Koval – Researcher of the Department of Analytical Chemistry of the L.I. Medved's Research Center of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, Ministry of Health, Ukraine (State Enterprise), 6 Heroiv Oborony St., 03127, Kyiv, Ukraine, ORCID: 0000-0001-5811-472X.

Tamila Adamchuk – Senior Researcher of the Department of Analytical Chemistry of the L.I. Medved's Research Center of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, Ministry of Health, Ukraine (State Enterprise), 6 Heroiv Oborony st., 03127, Kyiv, Ukraine, ORCID: 0009-0001-8071-5860.

Tetiana Yevtushenko – Deputy Head of Research and Testing Toxicological Center of the L.I. Medved's Research Center of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, Ministry of Health, Ukraine (State Enterprise), 6 Heroiv Oborony st., 03127, Kyiv, Ukraine, ORCID: 0000-0002-2377-6712.

Maria Hreben – engineer-chemist of the Department of Analytical Chemistry of the L.I. Medved's Research Center of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, Ministry of Health, Ukraine (State Enterprise), 6 Heroiv Oborony st., 03127, Kyiv, Ukraine.

Received March, 1, 2024

Review date March, 15, 2024

Publication date June, 25, 2024