



СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ЯКОСТІ ХАРЧОВИХ ЖИРІВ

В.І. Смоляр, доктор мед. наук, професор

Інститут екогієни і токсикології ім. Л.І. Медведя, Київ, Україна

РЕЗЮМЕ. В статті розглянуті проблеми якості пищевих жирів. Визначення ступеня окислення жирових продуктів вважається найбільш важливим показником, який свідчить не тільки про якість, але й про можливість негативного впливу продуктів окислення на стан здоров'я населення. Досліджено чотири показники якості жирів: кислотне, перекисне числа, вміст дієнових кон'югатів і транс-ізомерів. Встановлено, що утворення дієнових кон'югатів є найбільш раннім показником пошкодження жирів.

Ключові слова: пищеві жири, якість, кислотне, перекисне числа, дієнові кон'югати, транс-ізомери.

SUMMARY. The problems of quality of food fats are presented in this article. By largest importance index which witness about not only quality, but about possibility of negative influence of oxidize products on the people health is determination of the oxidation of food fats. Discussed four indices of fat quality: acid, peroxide quantities, content of dien conjugates and trans-isomers. Determined that formation of dien conjugates is the greatest early index of fat damage.

Key words: food fats, quality, acid, peroxide numbers, dien conjugates, trans-isomers.

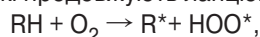
Жири — основне джерело енергії для організму людини. За рахунок жирів люди забезпечують 30–40% потреби в енергії. Нині у світі виробляють близько 90 млн. т. олії та тваринних жирів, з них 80% використовують для харчування населення планети.

Окисна стабільність або стійкість до кисню — найважливіша характеристика жирових продуктів [1]. У будь-якому біологічному матеріалі закладено природні механізми окисної стабільності, які залежать від співвідношення фракційного складу жирнокислотних компонентів та наявності природних біоантиоксидантів. Ці механізми продовжують працювати як при технологічній обробці харчової сировини, так і при зберіганні готових жирових продуктів.

Визначення ступеня окислення жирових продуктів — важливий чинник, який свідчить не лише про їхню якість, а й про можливість негативного впливу продуктів окислення на стан здоров'я населення, вражаючи серцево-судинну, нервову системи та шлунково-кишковий канал. Помічено, що жир, який має співвідношення лінолевої і міристинової кислот як 9:1, має підвищену стійкість до окислення. Встановлено також, що олії з високим вмістом олеїнової кислоти мають набагато більшу стійкість до окислення, ніж олії із звичайним її вмістом. Стійкість жирів залежить від ступеня їх ненасиченості та вмісту в них токоферолів.

Згідно із пероксидною теорією Баха-Енглера та теорією ланцюгових реакцій Семенова термодинамічно нестійкі, вільні радикали, намагаючись пе-

рейти у стійке положення, при зіткненні з іншими молекулами насичують свою валентність і стабілізуються, але при цьому інші молекули, втрапивши свої атоми, утворюють нові вільні радикали, які продовжують ланцюг реакцій:

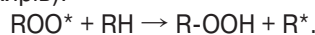


де R^* — вільний вуглеводневий радикал, HO_2^* — вільний пероксидний радикал $O^* - OH$.

Далі вільний вуглеводневий радикал вступає в реакцію з киснем, утворюючи пероксидний радикал:



Пероксидний радикал ROO^* вступає в реакцію з RH і утворює стабілізований пероксидний радикал (гідропероксиди — первинні продукти окислення жирів):



Гідропероксиди розкладаються:



Приєднуючи RH , гідропероксиди утворюють вторинні продукти окислення жирів:

$ROOH + RH \rightarrow R^* +$ вторинні продукти окислення жирів.

Швидкість окислення радикалів ненасичених жирних кислот із збільшенням числа подвійних зв'язків у молекулі збільшується. Першими продуктами окислення жирів є сполуки пероксидного характеру із вільною валентністю одного з атомів кисню (табл. 1). Наявність вільної валентності дає їм можливість активувати неактивні молекули. Вивчення гідропероксидів, виділених з продуктів окислення ефірів ненасичених жирних кислот, дозволило американському вченому Фармеру висло-

Стадії окислення харчових жирів

Стадії окислення	Утворення продуктів окислення	Механізми утворення продуктів окислення
1	Утворення первинних продуктів окислення	Ініціація утворення гідропероксидів
2	Утворення вторинних продуктів окислення	Деградація гідропероксидів через вільні радикали і утворення альдегідів, кетонів
3	Подальше перетворення окремих вторинних продуктів окислення	Утворення карбоксильних кислот та продуктів полімеризації

вити припущення: при відриві атома водню від вуглецю α -метиленової групи щодо подвійного зв'язку утворюється система поєднаних (кон'югованих) подвійних зв'язків, яка виникає внаслідок розподілення вільної валентності між двома сусідніми атомами вуглецю.

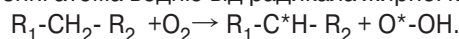
Гіпотеза Фармера знайшла своє підтвердження на практиці. Як вже доведено, при окисленні харчових жирів утворюється значна кількість дієнових кон'югатів. Причому їхня кількість у процесі зберігання жирів, навіть в умовах холоду, значно зростає. Кон'югація подвійних зв'язків в полієнових жирних кислотах виникає також при каталітичному гідруванні олій, при дії високої температури на них. Останнім часом наявності дієнових кон'югатів у харчових продуктах надають великого значення. Вони вирізняються високою активністю і, з великою швидкістю приєднуючи атоми водню, перетворюються на позиційні ізомери жирних кислот. Позиційні ізомери також накопичуються в значній кількості при каталітичному гідруванні олій та ефірів жирних кислот. Вміст в організмі дієнових кон'югатів є показником рівня пероксидного окислення ліпідів (ПОЛ).

При окисленні харчових жирів утворюються також геометричні ізомери. Як відомо, в природних жирах жирні кислоти знаходяться головним чином у цис-формі. Але при гідруванні олій утворюється значна кількість (до 50%) транс-ізомерів. Причому із збільшенням числа подвійних зв'язків у молекулі жирної кислоти кількість транс-ізомерів збільшується.

Харчові продукти, які містять окислені жири, за органолептичними та фізико-хімічними показниками вважаються неїстівними. Результати численних експериментальних досліджень свідчать про високу токсичність таких продуктів (табл. 2). Найбільша кількість досліджень присвячена токсичності т.зв. довгогрітих жирів. Довгогріті жири викликають затримку росту експериментальних тварин, проносні явища, істотні зміни морфологічних та біохімічних показників і навіть загибель тварин. Крім того, доведено, що гідропероксиди сприяють появі запальних процесів у шлунку. Утворення гідропероксидів прискорює висока темпе-

ратура, сонячне світло, підвищена радіація, йони металів і особливо присутність вільних радикалів.

Відповідно до молекулярно-кінетичної теорії в реакцію здатні вступати лише активні молекули, тобто ті, які мають певний надлишок енергії. Згідно з теорією ланцюгових реакцій такі властивості мають молекули, з вільною валентністю — вільні радикали. Вільні радикали утворюються при відщепленні атома водню від радикала жирної кислоти:

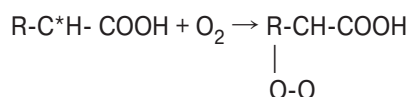
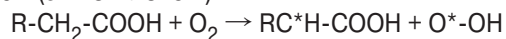


Для відщеплення атома H від метильної групи радикала жирних кислот потрібна певна енергія. Нею може бути енергія світла або тепла, іонізуючої радіації тощо.

У реакцію окислення вступають у першу чергу молекули, у яких зв'язки ослаблені. Ослабленню цих зв'язків сприяють розгалуження ланцюга і наявність подвійних зв'язків. Експериментальним шляхом доведено, що від вторинного атома вуглецю водень відщеплюється у 4 рази швидше, ніж від первинного, а від третинного — у 19 разів швидше, ніж від вторинного. Так, метилові ефіри стеаринової, олеїнової, лінолевої і ліноленової жирних кислот при 20°C окислюються із швидкістю відповідно 1:100:1200:2500.

Швидкість окислення радикалів ненасичених жирних кислот із збільшенням кількості подвійних зв'язків у молекулі збільшується.

При окисленні насичених жирних кислот або їх гліцеридів у реакцію окислення в першу чергу вступають метиленові групи, які знаходяться поряд з карбоксильним (або складноефірним) зв'язком (α -метиленові):



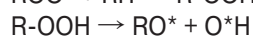
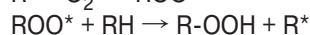
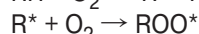
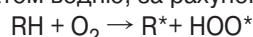
Згідно з теорією ланцюгових вільнорадикальних реакцій Семенова утворення пероксидних сполук виникає не за місцем розташування подвійних зв'язків. Першими продуктами окислення є сполуки пероксидного характеру з вільною валентністю одного з атомів кисню пероксидної групи. Їх назвали сполуками із вільними пероксидними радикалами.

Таблиця 2

Токсичні та антиаліментарні наслідки окислення харчових жирів

Категорії наслідків	Характерні наслідки окислення харчових жирів
1	Токсичні та антиаліментарні наслідки гідропероксидів, що резорбуються в травному каналі
2	Токсичні ефекти, спричинені вторинними продуктами окислення та вуглеводнями
3	Токсичні і аліментарні ефекти, спричинені транс-ізомерами та дієновими кон'югатами
4	Антиаліментарні та токсичні ефекти, викликані комплексними сполуками окислених жирів з білками, вітамінами та мікроелементами
5	Значне зниження харчової та біологічної цінності харчових продуктів аж до втрати ними можливості засвоюватися, перехід до категорії неїстівних

Наявність вільної валентності дозволяє їм активувати неактивні молекули. При цьому пероксидні радикали відщеплюють від неактивних молекул атом водню, за рахунок якого стабілізуються:



де R^* — вільний вуглецевий радикал,

HOO^* — вільний пероксидний радикал,

$R-OOH$ — стабілізований пероксидний радикал,

RO^* та O^*H — продукти розкладу гідропероксиду.

Доведено, що пероксиди в процесі їх абсорбції в травному каналі розкладаються із утворенням оксикислот, які всмоктуються в кров і відкладаються в тканинах організму. Частина абсорбованих пероксидів відкладається в жировій тканині, а також в мембранах клітин. В умовах дефіциту окремих вітамінів та мінеральних речовин у харчовому раціоні ступінь накопичення гідропероксидів в жировій тканині збільшується.

При окисленні ліпідів, збагачених ω -6 ПНЖК, утворюються аліфатичні альдегіди — пентаналь, (ϵ)4-гідроксинональ і гексаналь. При збільшенні ступеня ненасиченості жирних кислот підвищується інтенсивність утворення пропаналю [1].

Вторинні продукти окислення жирів вважають більш токсичними, ніж гідропероксиди, з них альдегіди і кетони токсичні, перш за все, для печінки. Більшість легких продуктів окислення жирів — циклічні мономерні кислоти і димери гліцеридів, абсорбуючись в травному каналі, спочатку потрапляють в лімфатичну систему разом з багатьма іншими вторинними продуктами окислення, такими як малоновий альдегід. Циклічні жирні кислоти утворюються також при нагріванні олій в процесі їх гідрування. Циклічні жирні кислоти, які утворилися з олеатів, є насиченими, а кислоти, які утворюються з лінолеатів, являють собою дієни. Вони містять 5- та 6-членні циклічні групи і розрізняються між собою положенням і конфігурацією подвійних

зв'язків та циклічних груп. Доведено, що циклічні сполуки токсичні, мають канцерогенні властивості.

Революційні перетворення в олійно-жировій промисловості економічно розвинених країн призвели до поширення використання модифікованих жирів. Модифікація жирів сприяла зменшенню вмісту в них холестерину, підвищила їхню стійкість при нагріванні, але їхнє впровадження призвело до вживання підвищеної кількості транс-ізомерів жирних кислот.

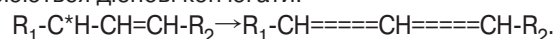
Існують шість способів модифікації жирів:

- гідрування (з метою їх отвердіння);
- етерифікація;
- переетерифікація;
- ферментна модифікація;
- фракціонування;
- рафінування.

Вивчення гідропероксидів, виділених з продуктів окислення ефірів ненасичених жирних кислот, дозволило американському вченому Фармеру висловити думку: при відриві атома H^+ від вуглецю α -метиленової групи по відношенню до подвійного зв'язку утворюється система поєднаних (кон'югованих) подвійних зв'язків. Це є наслідком того, що вільна валентність, яка виникла через відщеплення атома H^+ , розподіляється між двома атомами C , які знаходяться в положенні 1 і 3, тобто виникає міграція подвійного зв'язку.

Теорія Фармера знайшла своє підтвердження при вивченні характеру ізомерів гідропероксидів, одержаних при окисленні ефірів олеїнової, лінолевої і ліноленової жирних кислот. Одержання таких ізомерів можливе лише за наявності супряжених подвійних зв'язків. Про утворення кон'югованих подвійних зв'язків свідчить також підвищення оптичної густини розчинів в ультрафіолетовій частині спектра близько 230 нм.

Отже, на початковій стадії псування жирів утворюються дієнові кон'югати:



Супряжені дієни мають високу активність і з великою швидкістю приєднують атоми водню, пе-

ретворюючись лише частково на олеїнову кислоту, а в основному на її позиційні і геометричні ізомери, зокрема на транс-ізомери жирних кислот, які за своїми функціональними властивостями не можуть замінити цис-ізомери і, отже, знижують харчову цінність жирів.

Високий вміст кон'югованих кислот у жирах свідчить про потенційну здатність їх більш швидкого окислення. За зміною вмісту кон'югованих кислот можна виявити початок окислення жиру, коли інші фізико-хімічні показники істотно не змінюються [2]. В процесі зберігання жирів вміст кон'югованих жирних кислот змінюється, що свідчить про їхнє окислення (зменшення їхнього вмісту) або перехід ізольованих зв'язків у супряжені внаслідок їхньої ізомеризації (збільшення вмісту). Кількісне визначення кон'югованих жирних кислот є найчутливішим методом початкових стадій псування жирів. Виконані нами дослідження свідчать про зростання вмісту дієнових кон'югатів у більшості рослинних жирів у процесі їхнього зберігання (табл. 3).

З таблиці 3 видно, що після 3-місячного терміну зберігання вміст в оліях дієнових кон'югатів збільшився у 2,2–4,7 рази. Їхній вміст після тримісячного зберігання зменшився лише в суміші кукурудзяної та бавовняної олій (на 30%).

Нами також здійснено визначення кислотного і перекисного чисел у різних свіжих оліях та в процесі їх зберігання в умовах холоду (+4-6°C) (табл. 4).

З таблиці 4 видно, що кислотні числа в оліях коливались від 0,7 (гірчична) до 2,2 (арахісна та суміш кукурудзяної і бавовняної). Після тримісячного терміну зберігання в більшості олій кислотне число не змінилось, лише в соєвій та гірчичній оліях воно дещо підвищилось. Що стосується перекисного числа, то цей показник якості жирів підвищився майже в усіх досліджених видах олій, найбільше — в олії з грецьких горіхів (з 2,4 до 6,4 мгО₂/г) та гірчичній (з 0,9 до 3,7 мгО₂/г). Разом з тим після 3-місячного терміну зберігання перекисне число в олії з лісових горіхів зменшилось (з 1,9 до 1,0 мгО₂/г). Отже, після тримісячного терміну зберігання олій в більшості з них навіть в

Таблиця 3

Вміст дієнових кон'югатів у різних оліях у процесі їхнього зберігання

Олії	На початку зберігання, ммоль/кг	Через 3 міс., ммоль/кг	Зміна вмісту, рази
Оливкова	3,05	13,5	Збільшення у 4,4 рази
Арахісова	2,80	13,1	Збільшення у 4,7 рази
Ріпакова	3,02	6,5	Збільшення у 2,2 рази
Олія з лісових горіхів	3,65	10,2	Збільшення у 2,8 рази
Олія з грецьких горіхів	4,36	10,2	Збільшення у 2,3 рази
Соева	4,36	10,2	Збільшення у 2,3 рази
Гірчична	2,85	10,2	Збільшення у 3,6 рази
Суміш кукурудзяної і бавовняної	3,56	2,5	Зменшення на 30%

Таблиця 4

Кислотне і перекисне числа різних свіжих олій та в процесі їхнього зберігання в умовах холоду

Види олій	Кислотне число		Перекисне число	
	На початку зберігання	Після 3-х місячного зберігання	На початку зберігання	Після 3-х місячного зберігання
Оливкова	1,1	1,1	0,5	0,6
Арахісова	2,2	2,2	5,0	5,9
Ріпакова	1,1	1,1	0,7	0,9
Олія з лісових горіхів	1,7	1,7	1,9	1,0
Олія з грецьких горіхів	1,1	1,1	2,4	6,4
Соева	2,2	2,8	0,8	1,0
Гірчична	0,7	1,1	0,9	3,7
Суміш кукурудзяної і бавовняної	2,2	2,2	0,8	1,0

умовах холоду відбувається поступове накопичення гідропероксидів — первинних продуктів окислення.

Кислотне, перекисне числа та дієнові кон'югати в харчових жирах нами досліджені також у процесі їх реалізації в торговельній мережі (табл. 5).

З таблиці 5 видно, що величини кислотних чисел у багатьох харчових жирах перевищують встановлений норматив (2,5 мг/г). З рис. 1 видно, що найбільшою була кислотність масла какао (13,5), яєчного порошку (10,1). Нестандартними за по-

казниками кислотного числа були також деякі олії (ріпакова нерафінована, обидві фракції пальмової та горіхова). Що стосується перекисних чисел (рис. 2), то найбільший рівень гідропероксидів мали олії, а найменший — гідровані жири. Отже, гідрування жирів сприяло гальмуванню процесу їхнього окислення.

Значний інтерес представляло визначення дієнових кон'югатів (рис. 3). Найменша їхня кількість виявлена в маргаринах, що зрозуміло. Адже до складу маргаринів входять гідровані жири

Таблиця 5

Кислотне і перекисне числа та дієнові кон'югати жирів у процесі їхньої реалізації в торговельній мережі

Продукти	Кислотне число, мг/г	Перекисне число, мгО ₂ /г	Дієнові кон'югати, ммоль/кг
Олія соняшникова рафінована (Угорщина)	3,4	3,0	1,9
Олія соняшникова (м. Луганськ)	2,8	—	—
Олія кокосова	3,4	—	3,0
Олія соняшникова дезодорована (Туреччина)	—	—	3,6
Олія соняшникова (м. Кіровоград)	—	0,9	—
Олія нерафінована	—	—	2,7
Олія оливкова	1,7	1,4	3,1
Олія оливкова вищого ґатунку	1,1	0,5	3,1
Олія арахісова	2,2	5,0	2,8
Олія горіхова	2,8	0,4	2,6
Олія ріпакова	1,1	3,0	3,0
Олія гірчична	0,7	0,9	2,9
Олія з виноградних кісточок	0,9	1,1	3,6
Олія ріпакова нерафінована	2,8	0,7	4,0
Олія соєва нерафінована	2,2	0,8	4,4
Олія пальмова			
1-а фракція	2,8	1,5	—
2-а фракція	3,4	0,01	—
Саломас	1,7	0,3	1,9
Маргарин "Тарасик"	1,1	1,7	—
Маргарин "Молочний"	1,7	1,0	0,6
Майонез (Польща)	11,2	—	—
Масло какао	13,5	—	—
Масло селянське (м. Яготин)	—	0,7	4,4
Масло вершкове (м. Рівне)	—	0,9	—
Яєчний порошок	10,1	0,3	—

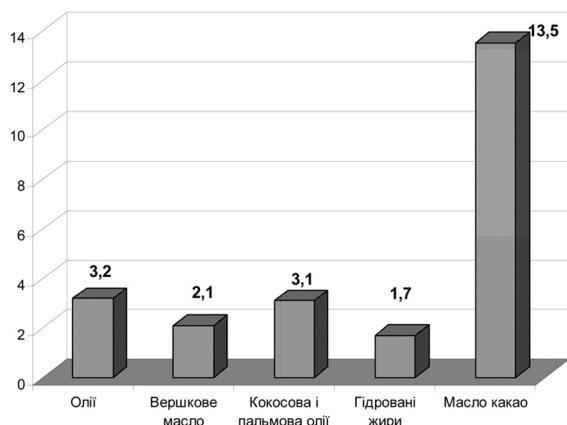


Рис. 1. Середні величини кислотного числа (мг/г) в різних видах жирів

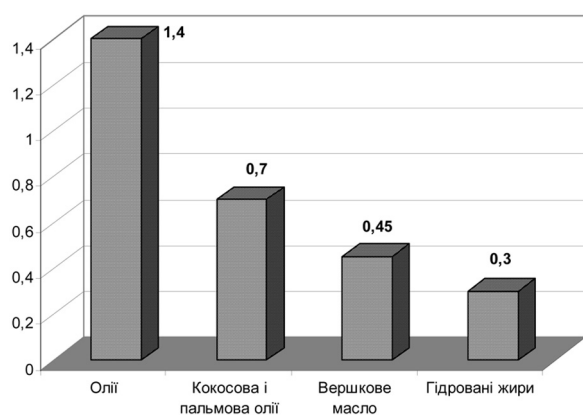


Рис. 2. Середні значення перекисного числа (мгО₂/г) в різних видах жирів

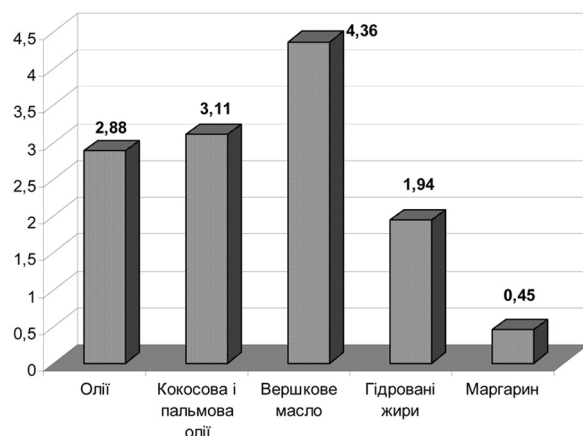


Рис. 3. Середні значення вмісту дієнових кон'югатів (ммоль/л/кг) в різних видах жирів

(саломаси). Внаслідок гідрування, тобто насичення подвійних зв'язків воднем, ліквідуються подвійні зв'язки в ненасичених жирних кислотах, і олії стають твердими. Крім того, до складу маргаринів з метою гальмування процесу їхнього окислення вводять антиоксиданти (до 0,02 мг/кг). Як антиоксиданти використовують токоферолі, ретинол, каротин, БОТ (бутилокситолуол), БОА (бутилоксіанізол), ДГ (додецилгалат) та різні їхні комбінації.

Найбільші величини дієнових кон'югатів виявлені у вершковому маслі (3,84 ммоль/кг). Що стосується інших об'єктів дослідження — олій, то вони посіли середнє положення. Якщо низькі величини дієнових кон'югатів у маргаринів мають своє пояснення (додавання гідрованого саломасу, антиоксидантів), то більші величини їх у вершковому маслі можна пояснити, очевидно, лише значною інтенсифікацією початкових етапів його окислення.

На основі проведених досліджень можна дійти висновку, що підвищення кислотності олій супроводжується паралельним підвищенням утворення гідропероксидів, а підвищення утворення дієнових кон'югатів супроводжується збільшенням гідропероксидів. Але в усіх випадках початком псування жирів є підвищення утворення дієнових кон'югатів.

Останнім часом інтенсивно вивчається токсичність та антиліментарний вплив транс-ізомерів жирних кислот, умови їхнього утворення та вміст в різних жирах. З табл. 6 видно, що найбільшу їх кількість містять маргарини і довгогірті (т.зв. фритюрні) жири. Доведено, що транс-ізомери негативно впливають на обмін лінолевої кислоти та підвищують рівень холестерину в сироватці крові, а, отже, можуть впливати на розвиток атерогенезу. Вважають, що транс-ізомери жирних кислот можуть впливати на швидкість окислення субстратів в мітохондріях серцевого м'яза, синтез тригліцеридів і властивості ліпідної фракції клітинних мембран. Чим більше спеціалізовані мембранні структури клітин, тим менша частка транс-ізомерів в них включається. Крім того, показано, що включення 1–1,5% транс- транс-18:2 жирних кислот в раціон експериментальних тварин негативно впливає на утилізацію енергії навіть за наявності великої кількості лінолевої кислоти. Абсорбція транс-ізомерів жирних кислот у травному каналі призводить до їхнього накопичення в материнському молоці. Так, вміст їх в материнському молоці жінок Канади коливається від 0,1 до 17,15% від загальної кількості жирних кислот, причому 25% зразків молока містили транс-ізомерів більше як 10%. Вважають, що основним джерелом транс-ізомерів жирних кислот в материнському молоці є гідрована олія (саломас).

Як свідчать результати багаторічних досліджень, виконаних в Італії, Великобританії та США, транс-ізомери ненасичених жирних кислот можуть провокувати серцево-судинні захворювання. Це підтверджується результатами недавніх досліджень, які довели, що транс-мононенасичені жирні кислоти викликають накопичення холестерину в ЛПВЩ і знижують вміст ЛПВЩ. Оскільки в багатьох країнах останнім часом збільшується вживання твердих гідрованих жирів (маргарини), необхідно враховувати присутність в них транс-мононенасичених жирних кислот (особливо елаїдинової кислоти).

Таблиця 6

Вміст транс-ізомерів у харчових продуктах різних країн, %

Продукти	Іспанія	Україна	Німеччина	США
Оливкова олія	0,5		—	—
Маргарини	10,8	3,4	1,7-3,4	4,6
Масло вершкове	5,3	0,7-5,3	2,95	3,6
Молоко незбиране	3,5		—	11,9
Кулінарні жири	1,6		3,73	—
Яловичина	8,5		—	—
Свинина	0,6		—	4,9±0,9
Лярд	0,7		—	—

С.С. Зайцев і Л.М. Тищенко [3] дослідили вміст транс-ізомерів у вершковому маслі та його заміниках (табл. 7). З таблиці 7 видно, що всі заміники вершкового масла містять підвищену кількість транс-ізомерів жирних кислот. Найбільше транс-ізомерів містить саломас вітчизняного виробництва (45,0%). Як відомо, вміст транс-ізомерів як в спредах, так і в жирових сумішах згідно із законодавством України не повинен перевищувати 8% [4].

Одним із шляхів зменшення вмісту транс-ізомерів є використання жирів і олій з високим вмістом олеїнової кислоти, за неповного гідрування якої досягається стабільність продуктів гідру-

вання. В США генетичним шляхом одержані такі олії. Низка фірм розробляє способи одержання олій з високим вмістом олеїнової і стеаринової кислот для використання у виробництві маргаринів та кондитерських виробів.

Нами також досліджений вміст транс-ізомерів у вершковому маслі та в різних його заміниках (табл. 8). З таблиці 8 видно, що вміст транс-ізомерів в спредах вітчизняного виробництва коливається від 0,7 до 6,0%. Найбільшу кількість цих речовин містить маргарин імпортного виробництва "Rama olivo" (6,0%). Вершкове масло Яготинського заводу містить 5,3% транс-ізомерів жирних кислот.

Таблиця 7

Вміст транс-ізомерів у вершковому маслі та його заміниках

Продукти	Вміст транс-ізомерів, %	Продукти	Вміст транс-ізомерів, %
Масло вершкове зимове літнє	1,4–2,4 3,7–5,2	Ертемікс BS640 (Бельгія, США)	12,0
Саломас	45,0	Акобленд (Швеція)	15,0
Соева олія гідрогенізована	31,0	Вітао 30 (Данія)	17,0
Вітамінне молоко (Індонезія)	8,0	Діко (Бельгія)	20,0
Одмікс 100 АК (Україна)	10,0	Веко DR303 (Бельгія)	21,0
		Умбленд (Німеччина)	22,0

Таблиця 8

Вміст транс-ізомерів у вершковому маслі та спредах вітчизняного й іноземного виробництва

Продукти	Вміст транс-ізомерів, %	Продукти	Вміст транс-ізомерів, %
Селянка	2,1	Долина	3,7
Світанок	1,9	Домашнє (м. Київ)	0,7
Маселко	1,8	Корівка	5,4
Спокуса	2,9	Вершкове масло (м. Яготин)	5,3
		Маргарин "Rama olivio"	6,0

Слід зауважити, що транс-ізомерні форми жирних кислот мають різне походження. По-перше, вони є природним компонентом тваринних жирів (сало, молоко і молочні продукти, м'ясо і м'ясні продукти). Крім того, вони можуть бути індуковані в їжу з тваринних продуктів. Кінець-кінцем, окремі технологічні процеси каталізують утворення транс-ізомерів в жирних кислотах. Високий вміст транс-ізомерів в їжі тваринного походження пояснюють їхнім високим вмістом в їжі тварин. В таблиці 9 наведені дані про вміст транс-ізомерів у добових раціонах населення Європи та Північної Америки.

ковій олії (0,1%) може збільшитись до 20,8% в смаженому м'ясі. Згідно з даними італійських дослідників вміст транс-ізомерів гексадієнової, олеїнової і лінолевої жирних кислот у падуанських сирах становить відповідно 0,25, 1,2 та 0,53% і мало змінюється в різні періоди визрівання.

Підсумовуючи вищенаведене, дійшли висновку, що окислення харчових жирів призводить до утворення значної кількості різноманітних продуктів окислення, які спричиняють токсичну дію на організм людини. Продукти окислення, абсорбуючись в травному каналі і відкладаючись в тканинах

Таблиця 9

Вміст транс-ізомерів у добових раціонах населення різних країн

Продукти	Вміст транс-ізомерів, %	Продукти	Вміст транс-ізомерів, %
Іспанія	2,4	Німеччина	5–6,5
Англія	8–12	Швеція	5–6,5
США і Канада	5–6,5	США	8,1–12,0
		Канада	12,0

Низький рівень транс-ізомерів у раціонах населення Іспанії порівняно з іншими європейськими та північноамериканськими країнами зумовлений високим рівнем споживання салатів з оливковою олією. Іспанці споживають 24,2 кг/рік головним чином оливкової олії (вершкового масла — лише 0,4 кг/рік, маргаринів — лише 1,4 кг/рік).

Вчені вважають, що добове споживання транс-ізомерів необхідно зменшити до 2,0–2,5 г/день. Припускають можливість синтезу транс-жирних кислот з поліненасичених ω -3 жирних кислот в організмі. Іспанські дослідники довели, що низька концентрація транс-ізомерів в рафінованій олив-

і клітинах, впливають на швидкість окислення субстратів в мітохондріях клітин, зокрема в мітохондріях серця, на утилізацію енергії АТФ, на властивості ліпідної фракції клітинних мембран. Окремі з них можуть мати канцерогенний ефект. Особливе значення має вивчення умов накопичення транс-ізомерів не лише в жирах, а й в продуктах, при виробництві яких використані жири різного походження. З наведеного випливає: необхідно суворо контролювати якість харчових жирів, уточнювати показники їхньої якості, розробляти нові технологічні прийоми, які сприяли б створенню жирних продуктів, стійких до окислення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ушакова В.Н. Стабільність ліпидов пищевых продуктов / В.Н. Ушакова –М.: Агропромиздат, –1988. –152 с.
2. Смоляр В.І. Концепція ідеального жирового харчування / В.І. Смоляр // Проблеми харчування. –2006. –№4. –С. 5–13.
3. Зайцев С.С. Вміст транс-ізомерів у вершковому маслі та його замінниках/ С.С. Зайцев, Л.І. Тищенко // Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції. –К., 2004.
4. ДСТУ 4445:2005 Спреди та суміші жирів.