

МОНІТОРИНГОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ КОНДИТЕРСЬКИХ ЖИРІВ ТА ГЛАЗУРЕЙ ЗА ЖИРНОКИСЛОТНИМ СКЛАДОМ

Боднарчук О.В¹, д.т.н., с.н.с., зав. відділом<https://orcid.org/0000-0003-3092-4354>¹Інститут продовольчих ресурсів НААН, м. Київ, Україна<https://doi.org/10.31073/foodresources2021-16-04>

Присутність широкого асортименту жирів та зростаючі об'єми виробництва ставить на перший план питання обґрунтованого вибору для їх застосування у виробництві кондитерських виробів та потребує проведення моніторингу якості найбільш розповсюджених на вітчизняному ринку кондитерських жирів та глазурей. **Мета роботи** полягала в оцінюванні якості за жирнокислотним складом запропонованих вітчизняними підприємствами кондитерських жирів та глазурей, які користуються активним попитом у харчовій промисловості для різноманітних начинок кондитерських виробів, цукерок та шоколаду. **Предмет досліджень:** жирнокислотний склад та вміст транс-ізомерів кондитерських жирів та глазурей, що використовуються для виробництва кондитерських виробів та впливають на їх харчову цінність. **Методи досліджень:** хроматографічний метод з використанням газових хроматографів «Купол - 55» та «КристалЛюкс 4000 М». **Результати досліджень:** встановлено, що всі зразки кондитерських жирів та глазурей різняться за жирнокислотним складом, що обумовлено особливостями сировинного складу та методами їх виробництва. Зокрема, переважна більшість кондитерських жирів нелауринового типу містила значно меншу кількість насичених кислот – близько 36-48 %, тоді як лауринового їх вміст сягав до 70 %. Відмітною характеристикою також була кількість мононенасичених кислот, які склали 25-31 % та 36-46 % відповідно для кондитерських жирів лауринового та нелауринового типу. При цьому загальний вміст транс-ізомерів у проаналізованих зразках кондитерського жиру коливався в межах 0,12-2,88 %. Однак, підвищений вміст транс - С18:1-ізомерів було показано для двох з 10 зразків кондитерської глазури: у кондитерській глазури №155-Д – 6,26 %, а у кондитерській глазури № 264 – 21,11 %. Для кондитерської глазури зразків характерно різноманітніший жирнокислотний склад за рахунок жирів молока, про що свідчила присутність коротколанцюжкових кислот С4-С10, і інших тваринних жирів (присутність кон'югованої лінолевої кислоти). При цьому вміст насичених кислот коливалася в широкому діапазоні – від 25 до 47 %. Отримані дані можуть бути використані для вироблення продуктів харчування із заданими споживчими властивостями.

Ключові слова: жирнокислотний склад, кондитерський жир, кондитерська глазур

MONITORING RESEARCH OF THE QUALITY OF CONFECTIONERY FATS
AND GLAZES BY FATTY ACID COMPOSITION

Oksana Bodnarchuk¹, D-r of Sciences, Technics, Sen. Res., Head of Department
<https://orcid.org/0000-0003-3092-4354>

¹Institute of Food Resources of NAAS, Kyiv, Ukraine

<https://doi.org/10.31073/foodresources2021-16-04>

Availability of a wide range of fats and growing production volumes brings to the forefront the issue of reasonable choice of their use in the manufacture of confectionery products and requires quality control of the most common domestic market confectionery fats and glazes. **Purpose of the work** is to evaluate the quality of the fatty acid composition of fats and glazes manufactured in Ukraine these being in active demand in the food industry for various fillings of confectionery products, candies and chocolate. **Subject of study:** fatty acid composition and content of trans-isomers of confectionery fats and glazes which are used for the production of confectionery products and affect their nutritional value. **Research methods:** chromatographic method using gas chromatographs «Cupol-55» and «CrystalLux 4000». **Results of the study:** it was found that all samples of confectionery fats and glazes differ in fatty acid composition, which is associated with the composition of raw materials and methods of production. In particular, the vast majority of confectionery fats of the non-lauric type contained significantly less saturated acids, about 36-48 %, whereas the lauric type contained 70 %. A distinguishing characteristic was also the amount of monounsaturated acids, which were 25-31 % and 36-46 % for lauric and non-lauric confectionery fats, respectively. The total content of trans-isomers in the analyzed samples of confectionery fat was 0.12-2.88 %. However, elevated trans-C18 : 1 isomer content was shown for 2 of the 11 confectionery glaze samples: in confectionery glaze №155-D – 6,26 %, and in confectionery glaze № 264 – 21,11 %. The confectionery glaze samples are characterized by a more diverse composition of fatty acids at the expense of milk fat, as evidenced by the presence of short-chain acids C4-C10 and other animal fats (presence of conjugated linoleic acid). At the same time, the saturated acid content varied in a wide range from 25 to 47%. The obtained data can be used to produce food products with the predetermined consumer properties.

Key words: fatty acid composition, confectionary fat, confectionary glaze

Постановка проблеми. Основними галузями харчової промисловості, що споживають промислові жири, є хлібобулочна галузь і виробництво борошняних кондитерських виробів. Окрім того, велика частина спецжирів і маргаринів направляється в сегмент шоколадних виробів, кремів і начинок для кондитерської промисловості. Зокрема, кондитерські жири широко використовуються для виготовлення шоколадних виробів, корпусів цукерок, начинок для вафель і печива. Вони застосовуються також при глазуруванні вафель, тортів, рулетів, мармеладу, печива, зефіру, сирків, морозива та інших кондитерських виробів [1].

Для виробництва кондитерських жирів використовують натуральні або модифіковані рослинні олії, у тому числі пальмоядрову, пальмову, соняшникову, рапсову, соєву олії та їх фракції [2].

Завдяки спеціально підібраному жирнокислотному складу кондитерські жири стійкі до окиснення, кристалізуються в єдину стабільну форму і, в разі заміників масла-какао, не потребують темперування (перекристалізації).

Жири-замінники масла-какао на основі нелауринових кислот складаються з фракцій гідрогенізованих рослинних жирів (як правило, соєвого, бавовняного, арахісового та кукурудзяного). Ці рослинні олії вибірково гідрогенізують з утворенням кислот типу

«транс-», що збільшує тверду фазу жиру. Глазурі, виготовлені із застосуванням заміників какао-масла нелауринового типу і приготовлені з них суміші характеризуються меншою крихкістю, ніж вироби, отримані на основі какао-масла або заміників масла лауринового типу. У них воскоподібна текстура, вони погано піддаються формуванню і часто використовуються для глазурування тістечок, тортів та інших випечених виробів, де подібна текстура є перевагою. Глазур, приготована з цим жиром, має відмінний блиск, що не зникає при зберіганні [3].

Замінники масла какао лауринового типу виготовляють на основі тропічних олій і тому піддають гідрогенізації, але вони містять мінімальну кількість транс-ізомерів жирних кислот. У разі з шоколадними глазурями, плитками, рослинними вершками рівень транс-ізомерів у них допомагає знизити лауриновий замітник масла-какао.

Характерною особливістю лауринового замітника є високий вміст лауринової і міристинової жирних кислот. Глазур з них має блискучу поверхню, хрумтить при розкусуванні, швидко «тане» в роті. Лауринові замітники надають шоколадній глазурі стійкість до жирового посивіння, а тому можуть використовуватися у кондитерських виробках з тривалими термінами придатності. Однак, при взаємодії з ферментами, що розщеплюють жири (ліпази), особливо при контакті з вологою або кондитерськими виробами з підвищеним вмістом вологи, вивільняються вільні жирні кислоти (лауринова кислота), що надають кондитерським виробам сильний мильний присмак [3].

Таким чином, якість кондитерських виробів нерозривно пов'язана із жирнокислотним складом їх жирової фази, на які вагомо впливають якість використаних жирів.

Крім того, у світі з'являється все більше споживачів, що надають перевагу не калорійності продуктів, а їх екологічній безпечності та збалансованості хімічного складу. Таке відношення з успіхом реалізується у розвинених країнах і відповідає способу життя сучасної людини [3].

Не секрет, що високий вміст насичених жирних кислот жирів негативно впливає на його біологічну цінність, підвищує ризик розвитку цілого ряду неінфекційних захворювань, серед яких розлади серцево-судинної системи, онкологія, різні ендокринні порушення, тощо [4]. Особливо шкідливим є високе споживання міристинової, пальмітинової і лауринової кислот, оскільки вони підвищують концентрацію холестеролу і ліпопротеїнів низької щільності в крові, тоді як високе споживання ненасичених жирних кислот має зворотний ефект [4,5].

Окрім того, вважають, що транс-ізомери є однією з головних причин розвитку багатьох неінфекційних хвороб. Сучасні дослідження показують, що транс-ізомери жирних кислот не засвоюються в організмі людини природним біологічним шляхом та мають тенденцію до накопичення. Вони порушують роботу ферментів, клітинних мембран, впливають на імунітет, сприяють збільшенню рівня холестерину в крові. Їх дія підвищує ризик виникнення діабету, серцево-судинних та онкологічних захворювань [6,7,8].

За даними Управління харчових продуктів та препаратів (Food and Drug Administration, FDA), 80% транс-жирних кислот надходять в організм людини в складі гідрогенізованих жирів, які містяться в маргаринах, спредах, кондитерських виробках. Найчастіше у них виявляють елаїдинову кислоту (ізомер транс9-18:1).

Наразі в Україні нормативна документація лімітує наявність транс-ізомерів олеїнової кислоти до 8 % лише у спредах [9], що недостатньо у сучасних умовах. Слід відзначити, що у багатьох країнах цей показник є обов'язковим при маркуванні харчової продукції, при цьому у Данії та Швейцарії у всіх продуктах харчування він має не перевищувати 2 %, у Франції – 1 %, у США, Канаді, країнах Центральної та південної Америки – обов'язкове маркування транс-ізомерів усіх харчових продуктів [10].

Наразі систематизованих даних у літературних джерелах щодо реального вмісту транс-ізомерів жирних кислот кондитерських жирів та глазурей – їх майже немає. Тому

моніторингові дослідження жирнокислотного складу кондитерських жирів та глазурей є актуальними.

Метою роботи було проаналізувати жирнокислотний склад ряду кондитерських жирів як імпортного, так і вітчизняного виробництва, що використовують у харчовій промисловості для різноманітних начинок кондитерських виробів, цукерок та шоколаду.

Матеріали та методи досліджень. Для оцінювання якості 16 кондитерських жирів та 10 кондитерських глазурей були надані вітчизняними підприємствами відповідної галузі.

У проаналізованих зразках визначали жирнокислотний склад жирової фази за ДСТУ ISO 5508:2001 [11] на газорідних хроматографах «Купол-55» та «КристалЛюкс 4000 М» із полуменево-іонізаційним детектором (ПД), які оснащені відповідними програмними пакетами управління, з використанням капілярної колонки SPTM2560 (Supelco) довжиною 100 м. Для ідентифікації хроматографічних піків та обрахунку хроматограм використовували індивідуальні стандартні розчини метилових ефірів жирних кислот, у тому числі: транс-9, транс-12-, цис-9, транс-12-, транс-9, цис-12-, цис-9, цис-12-ізомерів ліноленової кислоти (Sigma), суміш метилових ефірів жирних кислот (37 Component FAME Mix, Supelco) та суміш метилових ефірів кон'югованої лінолевої кислоти (Sigma).

Результати досліджень. На підставі аналізу жирнокислотного складу досліджених жирів 4 зразки можна віднести до лауринових жирів (табл. 1).

Таблиця 1

Жирнокислотний склад кондитерських жирів лауринового ряду
(n=3, P≤0,05)

Вміст жирних кислот, %	Акопол NH-53 82.12	Бікео 01 4455.6043	ЗМЖ Z102	Акопол №777
	1	2	3	4
Насичені:				
Каприлова C 8:0	0,023	0,045	0,074	0,175
Капринова C 10:0	0,213	0,579	0,777	0,344
Лауринова C 12:0	5,225	14,615	5,174	4,752
Міристинова C 14:0	2,77	6,045	2,756	2,588
Пентадицилова C 15:0	0,058	0,038	0,046	0,042
Пальмітинова C 16:0	51,632	35,293	37,984	51,935
Маргарінова C 17:0	0,034	0,102	0,062	0,149
Стеаринова C 18:0	8,68	5,796	3,974	10,031
Арахідова C 20:0	0,014	0,024	0,013	0,014
Мононенасичені:				
Пальмітоолеїнова C 16:1 c	0,105	0,094	0,112	0,076
Олеїнова C 18:1 n9 c	24,537	27,172	31,486	24,606
Поліненасичені:				
Лінолева C 18:2 n6 c	4,762	6,423	15,51	4,193
Ліноленова C 18:3 n6	0,429	0,4	0,258	0,496
Транс-ізомери:				
Пальмітоолеїдинова C 16:1 т	0,077	0,013	0,013	0,018
Елаїдинова C 18:1 n9 т	0,376	1,695	0,234	0,139
Інші кислоти	1,065	1,666	1,527	0,442

Окрім лауринової та міристинової кислот, що містились у цих зразках у високих концентраціях (від 8 % до 20 %), в значній кількості з насичених кислот були присутні також пальмітинова кислота (35-52 %) та стеаринова – 4-10 % від загального вмісту.

Відомо, що споживання насичених жирних кислот є важливим фактором ризику розвитку серцево-судинних захворювань, діабету II типу та ожиріння [20]. У проаналізованих кондитерських жирах загальний вміст насичених жирних кислот був найвищим у Акопол №777 – близько 70,0 %, тоді як ЗМЖ Z102 вигідно вирізнявся низьким вмістом насичених кислот (до 50,9 %) та максимальною кількістю поліненасичених жирних кислот – до 16 %.

З ненасичених кислот найвищу кількість складала олеїнова кислота (C18:1) – до 31 %. Транс-ізомери були присутні у незначних кількостях (до 0,4 %), у жирі «Бікео 01 4455» їхня кількість була вищою – близько 1,7 %.

Дослідження жирнокислотного складу 12 зразків кондитерських жирів нелауринового ряду представлено в табл. 2.

Як свідчать отримані дані, переважна більшість кондитерських жирів нелауринового ряду містила значно меншу кількість насичених кислот – близько 36-48 %, причому вміст лауринової кислоти складав до 0,8 %, а вміст ненасичених кислот, олеїнової та лінолевої,

Жирнокислотний склад кондитерських жирів нетранс-ізомерного ряду ($n=3$, $P \leq 0,05$)

Таблиця 2

Вміст жирних кислот, %	Фетті- філ H1TF- 81"	Фетті- філ H1TF- 71	Акокрем S30 4434	„Для начин ок Е„	Акокре м S30	Бікео 06 152 .210	Бікео 11 4384	Біфі лінг 06	Для шокол виро- бів, КР-1 812- 1/18	Фетті- філ F1TF- 41	Фетті- філ SS1TF -31	Бікео 06,136.1 90
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Насичені:												
Каприлова С 8:0	0,023	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Капринова С 10:0	0,025	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Лауринова С 12:0	0,955	0,278	0,306	0,226	0,188	0,287	0,319	0,621	0,296	0,422	0,471	0,832
Міристинова С 14:0	0,036	1,133	1,024	0,502	0,804	1,016	1,051	1,008	0,88	1,001	1,551	1,591
Пентадецилова С 15:0	0,004	0,042	0,044	0,034	0,035	0,048	0,055	0,062	0,033	0,059	0,062	0,071
Пальмітинова С 16:0	34,809	42,264	37,526	13,347	40,038	34,754	46,368	30,109	41,245	23,734	43,08	40,565
Маргарінова С 17:0	0,105	0,128	0,087	0,078	0,136	0,076	0,115	0,081	0,205	0,025	0,106	0,145
Стеаринова С 18:0	5,098	4,051	3,676	2,923	5,382	3,785	5,206	3,899	6,004	2,781	3,761	3,273
Арахінова С 20:0	0,322	0,329	0,314	0,129	0,366	0,591	0,385	0,252	0,011	0,157	0,246	0,056
Мононенасичені:												
Пальмітоолеїнова С 16:1 с	0,1	0,151	0,175	0,141	0,099	0,146	0,095	0,141	0,092	0,165	0,166	0,199
Олеїнова С 18:1 н9 с	46,201	39,713	43,788	30,902	43,462	39,415	36,287	39,791	40,469	35,39	38,918	34,426
Поліненасичені:												
Лінолева С 18:2 н6 с	10,857	10,736	11,922	50,674	8,619	18,053	7,58	19,985	9,683	34,905	10,372	16,777
Ліноленова С 18:3 н6	0,034	0,074	0,044	0,006	0,025	0,026	0,018	0,062	0,272	0,175	0,04	0,167
Транс-ізомери:												
Пальмітоолеїдинова С 16:1 т	0,022	0,028	0,027	0,021	0,02	0,023	0,024	0,029	0,012	0,022	0,021	0,039
Елаїдинова С 18:1 н9 т	0,098	0,403	0,094	0,116	0,117	0,776	1,266	2,859	0,231	0,069	0,456	0,92
Інші кислоти	1,311	0,67	0,927	0,901	0,709	1,005	1,311	1,039	0,567	1,095	0,751	

Жиринокислотний склад зразків кондитерської глазури (n=3, P≤0,05)

Таблиця 3

Вміст жирних кислот, %	Кондитерська глазура	Молочно-шоколадна глазура	Молочно-шоколадна глазура	Глазура кондитерська 155-Д	Глазура шоколадна №261	Кондитерська глазура №264	Шоколадна маса	Шоколадна глазура	Молочно-шоколадна глазура №265	Кондитерська глазура
Насичені:										
Масляна С 4:0	1,298	0,205	0,244	-	-	-	-	-	0,205	-
Капронова С 6:0	0,788	0,134	0,154	-	-	-	-	-	0,134	-
Каприлова С 8:0	0,458	0,083	0,102	0,043	0	0,013	-	0,013	0,083	0,043
Капринова С 10:0	1,086	0,257	0,232	0,138	0,014	0,082	-	0,014	0,257	0,138
Ундеканова С 11:0	0,106	0,018	0,02	-	-	-	-	-	0,018	-
Додраїнова С 12:0	1,31	0,262	0,299	4,236	0,257	1,663	0,082	0,257	0,262	4,236
Тридеканова С 13:0	0,048	0,009	0,01	-	-	-	-	-	0,009	-
Міристинова С 14:0	3,183	0,857	1,019	2,526	0,422	1,271	0,21	0,422	0,857	2,526
Пентадцинова С 15:0	0,281	0,081	0,094	0,068	0,023	0,038	0,023	0,023	0,081	0,068
Пальмітинова С 16:0	32,869	23,607	22,626	47,72	22,618	32,19	19,618	22,618	23,607	47,72
Маргарінова С 17:0	0,002	0,011	0,016	0,131	0,206	0,187	0,066	0,206	0,011	0,131
Стеаринова С 18:0	13,34	31,767	31,908	10,227	33,973	10,937	37,847	33,973	31,767	10,227
Нонадеканова С 19:0	0,012	0,078	0,014	-	-	-	-	-	0,078	-
Арахідова С 20:0	0,154	0,069	0,072	0,014	0,009	0,382	1,003	0,009	0,069	0,014
Мононенасичені:										
Міристинолеїнова С 14:1	0,129	0,046	0,08	-	-	-	-	-	0,046	-
Пальмітолеїнова С 16:1 с	0,595	0,051	0,097	0,078	0,137	0,062	0,523	0,137	0,051	0,078
Маргарінолеїнова С 17:1	0,062	0,029	0,029	-	-	-	-	-	0,029	-
Олеїнова С 18:1 н9 с	31,674	36,273	36,365	23,686	36,754	29,004	36,64	36,754	36,273	23,686
Поліненасичені:										
Лінолева С 18:2 н6 с	7,957	3,628	3,831	3,504	3,443	2,356	3,183	3,443	3,628	3,504
γ-Ліноленова С 18:3 н 6	0,385	0,825	0,792	0,43	0,885	0,033	0,022	0,885	0,825	0,43
А-Ліноленова С 18:3 н 3	0,512	0,152	0,155	-	-	-	-	-	0,152	-
Лінолева Соц 18:2 н6	0,091	0,051	0,086	-	-	-	-	-	0,051	-
Транс-ізомери:										
Елаїдинова С 18:1 н9 т	1,72	0,733	0,926	6,258	0,776	21,105	0,239	0,776	0,733	6,258
Транс-ліноленова С 18:2 н6 т	0,141	0,251	0,257	-	-	-	-	-	0,251	0-

був значно вищим (до 50 %). Показано, що в найбільшій кількості транс-ізомери містились у кондитерському жирі «Біфілінг 06» (2,9 %) та у жирі «Бікео 11 4384», і складали 1,3 %. В інших досліджених зразках вміст цих сполук був значно нижчим – до 0,9 %.

Кондитерські вироби в глазури: цукерки, зефір, печиво, вафлі, торти, сирні сирки і інші завжди були улюбленими ласощами, як дітей, так і дорослих. При цьому в глазури продукції глазури виконує функціонально-технологічні властивості: уповільнює процеси окислення, черствіння, попадання вологи, тим самим продовжуючи терміни придатності виробу, а також забезпечує зовнішню привабливість, композиційну завершеність і смакову палітру продукту. Основною сировиною при виробництві шоколадних і кондитерських глазурей є: рослинний жир, какао-порошок, цукрова пудра, сухі молочні інгредієнти і поверхнево-активні речовини.

Було проаналізовано 10 зразків кондитерської глазури, наданої підприємствами вітчизняної промисловості (табл. 3).

Порівняно з кондитерськими жирами, жирнокислотний склад зразків кондитерської глазури був різноманітніший за рахунок жирів молока, про що свідчила присутність коротколанцюжкових кислот C4-C10, і інших тваринних жирів (присутність кон'югованої лінолевої кислоти).

У майже всіх зразках шоколадо-кондитерської глазури, шоколадної маси та майже всіх зразках кондитерської глазури вміст транс-C18-ізомерів не перевищував 1,7 % від загальної кількості жирних кислот. Однак, підвищений вміст транс-C18:1-ізомерів було показано для 2 з 10 зразків кондитерської глазури: у кондитерській глазури №155-Д-6,26 %, а у кондитерській глазури № 264-21,11 %.

У всіх досліджених зразках вміст транс-ізомерів C18:1 та C18:2 не перевищував 2-2,5 % від суми жирних кислот, а у багатьох був нижчим за 0,5 %.

Висновки. Створено базу даних моніторингу жирнокислотного складу кондитерських жирів та кондитерської глазури.

Порівняльними дослідженнями жирнокислотного складу кондитерських жирів та кондитерської глазури показано розбіжності у їх складі, а саме: переважна більшість кондитерських жирів нелауринового типу містила значно меншу кількість насичених кислот – близько 36 - 48 %, тоді як лауринового їх вміст сягав до 70 %. Кількість мононенасичених кислот складала 25 - 31 % та 36 - 46 % відповідно для кондитерських жирів лауринового та нелауринового типу. Вміст насичених кислот коливалася в ширшому діапазоні – від 25 до 47 %, а присутність коротколанцюжкових кислот C4-C10 та кон'югованої лінолевої кислоти свідчить про присутність тваринних жирів.

При цьому загальний вміст транс-ізомерів у проаналізованих зразках кондитерського жиру коливався в межах 0,12 - 2,88 %. Однак, підвищений вміст транс-C18:1-ізомерів було показано для двох з 10 зразків кондитерської глазури: у кондитерській глазури №155-Д-6,26 %, а у кондитерській глазури № 264 – 21,11 %.

Отримані дані можуть бути використані для вироблення продуктів харчування із заданими споживчими властивостями.

Бібліографія

1. Антипова Ю. В., Грачев О. С. Новые жиры-эквиваленты какао-масла. Пищевая промышленность. 1996. №2. С. 4 - 5.
2. Рысева Л.И. Полуфабрикаты. Шоколадная и кондитерская глазурь: требования к составу и качеству на этапе принятия технического регламента на кондитерскую продукцию. Материалы седьмой Международной конференции «Торты и пирожные-2010», МПА, 29-31 марта 2010. Москва: Пищепромиздат, 2010. С. 43-44.
3. Бороденкова М.С. Основные критерии оценки качества глазури. Кондитерское производство. 2006. №2. С. 28-29.

4. Mensink R. P., Zock P. L., Kester D. M., Katan M. B. Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: A meta-analysis of 60 controlled trials. *American Journal Clinical Nutrition*. 2003. 77. P. 1146–1155.

5. Fernandez M. L., West K. L. Mechanisms by which dietary fatty acids modulate plasma lipids. *Journal Nutrition*. 2005. 135. P. 2075–2078.

6. Чмиленко Ф.О., Мінаєва Н.П., Сидорова Л.П. Особливості якісного та кількісного визначення транс-ізомерів жирних кислот в харчових продуктах. *Вопросы химии и химической технологии*. 2012. №1. С. 119-123.

7. Uauy R., Aro A., Clarke R., and others. WHO Scientific Update on trans fatty acids: summary and conclusions. *European Journal of Clinic Nutrition*. 2009. №63(2). P. 68-75.

8. Лисицын А.Б., Чернуха И.М., Лунина О.И. Жирнокислотный состав мяса различных видов животных и роль технологических факторов в транс-изомеризации жирных кислот. *Продовольствие и сырье*. 2017. №2(5). С. 54-61.

9. ДСТУ 4445-2005 Спреди та суміші жирові. Загальні технічні умови. Держспоживстандарт України. Київ, 2006. 17 с.

10. Журавлев А. В. Трансжиры: что это такое и с чем их едят. М.: 2012. 138 с.

11. ДСТУ ISO 5508:2001 Жири та олії тваринні і рослинні. Аналізування методом газової хроматографії метилових ефірів жирних кислот. Держспоживстандарт України. Київ, 2003. 14 с.

References

1. Antypova Yu., Hrachev O. (1996). Novye zhiry-ekvivalenty kakao-masla. [New fats-equivalents of cocoa butter]. *Pishhevaya promyshlennost`*. [Food industry]. P. 4-5. [in Russian].

2. Ryseva L. (2010). Polufabrykaty. Shokoladnaya y kondyterskaya hlazur': trebovaniya k sostavu y kachestvu na etape prinyatiya tekhnicheskogo rehlamenta na kondyterskuyu produktsiyu. [Semi-finished products. Chocolate and confectionery glaze: requirements for composition and quality at the stage of adopting technical regulations for confectionery products]. *Spets. vydannia do konf. «Torty` i pirozhny`e-2010»*, [Specialized edition for the conference "Cakes and Pastries-2010"]. *Moskov Pyshchepromyzdat*. P. 43-44. [in Russian].

3. Borodenkova M. (2006). Osnovnye kryteryi otsenky kachestva hlazury. [The main criteria for assessing the quality of glaze]. *Kondyterskoe proyzvodstvo*. [Confectionery production]. №2. P.28-29. [in Russian].

4. Mensink R., Zock P., Kester D., Katan M. (2003). Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: A meta-analysis of 60 controlled trials. *American Journal Clinical Nutrition*. 77. P. 1146–1155.

5. Fernandez M., West K. (2005) Mechanisms by which dietary fatty acids modulate plasma lipids. *Journal Nutrition*. 135. P. 2075–2078.

6. Chmylenko F., Minaieva N., Sydorova L. (2012). Osoblyvosti yakisnoho ta kilkisnoho vyznachennia trans-izomeriv zhyrnykh kyslot v kharchovykh produktakh [Peculiarities of qualitative and quantitative determination of trans-isomers of fatty acids in food products]. *Voprosy` khymyy y khymycheskoi tekhnolohyy*. [Questions of chemistry and chemical technology]. № 1. P. 119-123. [in Ukrainian].

7. Uauy R., Aro A., Clarke R., Ghafoorunissa M., L'Abbé R., Mozaffarian D., ..., Tavella M. (2009). WHO Scientific Update on trans fatty acids: summary and conclusions. *European Journal of Clinic Nutrition*. №63(2). P. 68-75.

8. Lisiczy` A., Chernukha Y., Lunyna O. (2017). Zhimokislotny`j sostav myasa razlychnykh vydov zhivotny`kh y rol' tekhnolohycheskykh faktorov v trans-izomeryzatsyy zhirny`kh kyslot. [Fatty acid composition of meat of various animal species and the role of technological factors in trans-isomerization of fatty acids]. *Prodovol'stvye i sy`r'e*. [Food and raw materials]. №2(5). P. 54-61.[in Russian].

9. DSTU 4445-2005. Spredy ta sumishi zhyrovi. Zahalni tekhnichni umovy. [Spread and sum of fat". General technical minds]. DP «UkrNDNTs». [SE«UkrNDNC»]. Kyiv, 2006. 17 p. [in Ukrainian].

10. Zhuravlev A. (2012). Transzhiry: chto eto takoe y s chem ykh edyat. [Trans fats: what it is and what they are eaten with]. Moscov.138 p. [in Russian].

11. DSTU ISO 5508:2001 Zhyry ta olii tvarynni i roslynni. Analizuvannia metodom hazovoi khromatohrafii metylovykh efiriv zhyrnykh kyslot. [Animal and vegetable fats and oils. Analysis by gas chromatography of fatty acid methyl esters] DP «UkrNDNTs». [SE«UkrNDNC»]. Kyiv, 2003. 14 p. [in Ukrainian].