

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗАМІННИКІВ МОЛОЧНОГО ЖИРУ**

*Проведено аналіз якості замінників молочного жиру (ЗМЖ) за основними фізико-хімічними властивостями. Встановлено відмінності за вмістом твердих тригліцеридів, температурами плавлення і застигання, йодним і перекисним числами, числом Рейхерта-Мейсля та числом Поленське, що обумовлено особливостями сировинного складу і методами їх виробництва.*

*Визначено жирнокислотний склад замінників молочного жиру та рівень їх збалансованості. Встановлено, що всі проаналізовані ЗМЖ характеризуються істотним вмістом поліненасичених жирних кислот (11,8-28,3%) та відповідають гранично-допустимим нормам транс-ізомерів (0,37-5,90 %). Водночас, для них характерний підвищений вміст насичених жирних кислот при недостатній кількості ПНЖК, оскільки чисельно співвідношення ПНЖК:НЖК не перевищувало 1.*

*Ключові слова: замінники молочного жиру, температура плавлення, температура застигання, твердість, жирнокислотний склад.*

**O. Bodnarchuk**, Ph.D.Technics,  
Food Resources Institute of NAAS

## **STUDY OF PROPERTIES OF MILK FAT SUBSTITUTES**

*The quality of milk fat substitutes (MFS) by basic physical and chemical properties is analyzed. The differences in content of solid triglycerides, temperatures of the melting and solidification, iodine and peroxide number, the number of Reichert-Meissl and number of Polensky are determined, these differences being caused by feature of raw composition and methods of their production. Fatty acid composition of milk fat substitutes and their level of balance are found. It was determined, that all of analyzed MFS were characterized by a significant content of polyunsaturated fatty acids (PUFAs) - (11,8-28,3%), they conforming the accepted limit of trans-isomers of 0,37-5,90 %. However, a higher content of unsaturated fatty acids is characteristic for by the insufficient content of PUFAs, as the numeric value of PUFAs:SFAs not exceeded 1.*

*Keywords: milk fat replacers, melting point, temperatures of melting and solidification, hardness, fatty acid composition*

## ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЗАМЕНТЕЛЕЙ МОЛОЧНОГО ЖИРА

*Проведен анализ качества заменителей молочного жира (ЗМЖ) по основным физико-химическим свойствам. Установлены отличия по содержанию твердых триглицеридов, температурам плавления и застывания, йодным и перекисным числами, числом Рейхерта-Мейсля та числом Поленске, что обусловлено особенностями сырьевого состава и методами их производства.*

*Определен жирнокислотный состав заменителей молочного жира и уровень их сбалансированности. Установлено, что все проанализированы ЗМЖ характеризуются существенным содержанием полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) – (11,8-28,3%) и удовлетворяют предельно-допустимые нормы транс-изомеров (0,37-5,90%). Однако характеризуются повышенным содержанием насыщенных жирных кислот (НЖК) при недостаточном количестве ПНЖК, поскольку соотношение ПНЖК:НЖК не превышало 1.*

*Ключевые слова: заменители молочного жира, температура плавления, температура отверждения, твердость, жирнокислотный состав*

Широкий асортимент жирів та зростаючі об'єми виробництва комбінованих жирових продуктів, зокрема спредів, ставить на перший план питання обґрунтованого вибору заміників молочного жиру (ЗМЖ). Склад жирової основи впливає на якість спредів та обумовлює споживчі характеристики та фізичні властивості готового продукту [1].

Під час розробки і складання рецептур спредів основними вимогами до жирів є: органолептична якість і їх сумісність з молочним жиром, харчова цінність жирів, що визначається, головним чином, кількістю поліненасичених жирних кислот та нормованим вмістом транс-ізомерів (до 8%), а також фізичними властивостями жирів, зокрема вмістом їх твердої фази [2,3].

Через відсутність у виробників повної характеристики жирів, ускладнюється можливість створення жирових рецептур (основ), що відповідають усім вимогам до розробки спредів.

У зв'язку з цим, проведено моніторинг якості заміників молочного жиру, що пропонуються для виробництва спредів.

**Мета роботи** – визначення складу, основних фізико-хімічних та біохімічних властивостей заміників молочного жиру.

**Матеріали та методи досліджень.** Для оцінки якості було обрано заміники молочного жиру провідних вітчизняних виробників «Дельта Вільмар СНГ» (Одеса), «Олком» (Київ), «Віолія» (Вінниця). Водночас було приділено увагу вивченню якості ЗМЖ «Союз» (виробництво Росія). Фізико-хімічні властивості ЗМЖ визначали згідно з методиками Г.С. Ініхова и Н.П. Брио [4]; твердість жирів – на твердомірі Камінського за ДСТУ 4463:2005 [7];

вміст жирних кислот – методом газової хроматографії відповідно до ДСТУ ISO 15585/IDF 182:2008 та ДСТУ ISO 15585/IDF 184:2008 [8,9].

**Результати досліджень.** Аналіз ЗМЖ показав, що вони мають деякі відмінності за фізико-хімічними властивостями: вмістом твердих тригліцеридів, температурами плавлення і застигання, хімічними числами. Очевидно, це обумовлено особливостями сировинного складу і методами виробництва ЗМЖ (табл. 1).

На відміну від молочного жиру, всі ЗМЖ характеризуються вищим ступенем ненасиченості. Про це свідчать вищі в 1,4-1,7 рази значення йодного числа, ніж у молочному жирі, що дозволяє збагатити жирову основу спреду продукту ненасиченими жирними кислотами. Відмінності в молочного жиру за вмістом твердих гліцеридів дають можливість регулювати пластичність продуктів за різної температури. За смаком і запахом досліджувані зразки ЗМЖ представляли собою практично нейтральні жирові композиції.

Значення кислотного числа всіх ЗМЖ (0,10-0,28 °К) дозволяють стверджувати, що вони доброякісні. Число Рейхерта-Мейсля характеризує кількість летких розчинних у воді жирних кислот: масляної (C<sub>4:0</sub>), капронової (C<sub>6:0</sub>) і частково каприлової (C<sub>8:0</sub>), а число Поленське є показником вмісту летких не розчинних у воді жирних кислот: частково каприлової (C<sub>8:0</sub>), капронової (C<sub>10:0</sub>) та частково лауринової (C<sub>12:0</sub>). Значення даних чисел збільшується при окисненні жирів. Як видно з табл. 1, їх значення коливалися в межах 0,35-2,38 та 0,35-0,80 відповідно.

Для повної характеристики жирів було визначено також перекисне число, яке характеризує ступінь їх свіжості. Аналіз жирів за цим показником дає змогу стверджувати, що всі жири були свіжими.

Під час конструювання жирової основи спреду значну увагу приділяють твердості вихідних жирів, яка певною мірою відповідає за вміст рідкої і твердої фази та обумовлює структуру і консистенцію готового продукту [5].

Представлені дані свідчать про відсутність прямої залежності між температурою плавлення та твердістю жирів. Зокрема, ЗМЖ №5 («Олком») з максимальним значенням твердості 150 г/см має температуру плавлення 34,7 °С. Водночас зразки ЗМЖ №1 та №2 з твердістю 146-130 г/см мали температуру плавлення відповідно 36 °С та 40,5 °С. У зв'язку з відсутністю прямої залежності між температурою плавлення і твердістю жирів при проектуванні жирової фази необхідно керуватися двома фізичними показниками.

## Фізико-хімічні показники ЗМЖ і молочного жиру

Показники	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8
	«Sania Z 200»	Олеїн пальмов. «Sania»	«Союз SDS MO1-16»	«Союз 52 L»	«Київський» Олком	«Союз SDS MO1-23»	Молочний жир (літній)	Молочний жир (зимовий)
Температура плавлення, °С	36	40,5	36,5	35,8	34,7	34,8	30,5	32,5
Температура застигання, °С	22,1	22,3	22,2	22,4	22,1	23,0	20,0	22,0
Твердість по Камінському за 15 °С, г/см	146	130	90	110	150	110	100	130
Кислотне число, °К	0,28	0,20	0,1	0,1	0,25	0,1	0,1	0,1
Йодне число	60,49	50,85	57,01	56,23	53,68	54,72	37,00	40,5
Перекисне число, % I <sub>2</sub>	0,009	0,008	0,014	0,030	0,030	0,013	0,010	0,010
Число Рейхерта-Мейсля	1,93	0,35	0,550	0,77	2,38	1,00	28,60	28,00
Число Поленське	0,8	0,35	0,45	0,45	1,12	0,5	2,23	1,78
Вміст твердих тригліцеридів, % за температури 20 °С	23,0	23,0	21,0	24	21,0	17,0	18,1	19,1

Основною вимогою під час розробки нових емульсійних жирових продуктів, що відповідають вимогам здорового харчування, є збалансованість жирнокислотного складу.

Відомо, що харчова цінність жирів оцінюється за відношенням вмісту ненасичених жирних кислот до групи насичених кислот. На основі даних науково-дослідного інституту харчування РАМН розраховані співвідношення груп жирних кислот, що характеризують збалансований жир підвищеної біологічної ефективності: 35-45 % ПНЖК (3-8%  $\omega$ -3-жирних кислот та 29-37 %  $\omega$ -6-жирних кислот), 30-35 % МНЖК і 28-35 % НЖК. У раціоні здорової людини при споживанні жирів відношення вмісту поліненасичених жирних кислот до насичених повинно бути 0,3-0,4. У дієтичних продуктах спеціального призначення воно повинно зростати до 1-2 [6]. Водночас, ряд дослідників оптимальним вважають, що співвідношення ПНЖК:МНЖК:НЖК повинно наближатися до 1:1:1.

У табл. 2 представлено рівень збалансованості жирнокислотного складу різноманітних заміників молочного жиру.

Представлені дані вказують, що на відміну від молочного жиру всі замітники молочного жиру, характеризуються істотно вищим вмістом поліненасичених жирних кислот – 11,8-28,3 %. Очевидно, що у складі всіх ЗМЖ присутні гідрогенізовані рослинні жири, які поповнюють композиції поліненасиченими жирними кислотами. Найбільше принципам здорового харчування відповідає ЗМЖ №1, який характеризується співвідношенням вмісту ПНЖК:НЖК – 0,62. У решти варіантах зазначені співвідношення варіювали в діапазоні 0,25-0,41.

Під час оцінки якості жирів, встановлено, що всі проаналізовані ЗМЖ характеризуються підвищеним вмістом насичених жирних кислот при недостатній кількості ПНЖК, оскільки співвідношення ПНЖК:НЖК не перевищувало 1.

## Жирнокислотний склад заміників молочного жиру (ЗМЖ) та молочного жиру

Показники	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7
	«Sania Z200»	Олеїн пальмо «Sania»	«Союз SDS М 01-16»	«Союз 52 L»	«Київський» Олком	«Союз SDS М 01-23»	Молоч-ний жир (літній)
НЖК	45,595	46,74	46,076	46,458	47,417	47,914	63,71
ННЖК	25,352	40,478	33,671	33,042	33,184	34,179	2,648
ПНЖК	28,425	11,773	18,909	16,359	13,436	16,628	3,484
в.т. омега -6,%	28,308	11,621	17,811	15,267	13,324	15,782	3,024
в.т. омега -3,%	0,117	0,152	1,098	1,092	0,112	0,846	0,460
Транс-ізомери	0,549	0,906	0,372	4,419	5,889	0,441	3,82
Співвідношення омега-6:омега-3	0,04	0,13	0,61	0,72	0,08	0,54	1,5
Співвідношення ПНЖК:НЖК	0,6234	0,2519	0,4104	0,3521	0,2834	0,3470	0,0547

Важливим також є співвідношення кількості жирних кислот  $\omega$ 3: $\omega$ -6, збільшене в 10 раз, повинно складати від 1:5 до 1:10. Отримані співвідношення  $\omega$ -3: $\omega$ -6, що не перевищують 1, вказують на те, що жир містить малу кількість  $\omega$ -3 жирних кислот на фоні високого вмісту  $\omega$ -6-кислот. Зважаючи на це, у разі розробки спредів з високою біологічною цінністю, слід поповнювати суміш ліноленою кислотою жирів за рахунок використання багатих на дану кислоту рослинних олій.

Важливим показником, що характеризує фізіологічну цінність жиру, є вміст транс-ізомерів. Слід зазначити, що у всіх проаналізованих ЗМЖ кількість транс-ізомерів знаходилася в межах 0,37-5,90%, що відповідає гранично-допустимим нормам та є значимим критерієм для їх використання у якості компонентів жирової основи.

Відомо, що глибина та швидкість окиснювальних процесів жирової фази залежить від кількості триацилгліцеринів жирних кислот і ступеня їх ненасиченості. На відміну від ненасичених гліцеридів жирних кислот, насичені окиснюються значно повільніше. При збільшенні числа вуглеводневих атомів у молекулі ненасиченої кислоти жиру окиснення сповільнюється.

Тому, враховуючи дані про жирнокислотний склад жиру, можна заздалегідь спрогнозувати інтенсивність перебігу процесів окислення, а варіюючи співвідношення між вмістом жирних кислот, можна підвищити антиоксидантну активність кінцевого продукту за умови максимального збереження його біологічної цінності і споживчих якостей.

За наведеними даними, згідно з ідентифікацією ЗМЖ, було дано оцінку складових компонентів і способів їх технологічної обробки. Висновки були зроблені на основі дослідження жирнокислотного складу жирів, визначення чисел Рейхерта-Мейсля, показників заломлення і вмісту транс-ізомерів жирних кислот, вмісту кристалічної фази за температури 20°C. Як свідчать результати досліджень, що до складу більшості ЗМЖ входить пальмове та пальмоядрове масло. Присутність транс-ізомерів свідчить про те, що жири або їх фракції піддавалися гідрогенізації.

Зокрема, характерною особливістю ЗМЖ №1 «Sania Z 200» є наявність пальмового і пальмоядрового масла. Це підтверджується високою концентрацією в ньому пальмітинової та лауринової кислот, а також значенням числа Рейхерта-Мейсля вище одиниці. В складі даного замітника присутні також рідкі рослинні олії після гідрогенізації, що узгоджується з підвищеним вмістом C<sub>18</sub> жирних кислот та високими значенням йодного числа, яке характерне для легкоплавких жирів.

ЗМЖ №5 «Київський» містить пальмове масло (можливо пальмовий олеїн до 25%). ЗМЖ «Союз МО1-16» отриманий на основі пальмового і гідрогенізованого соняшникового масла, що підтверджується високим вмістом пальмітинової, олеїнової і ліноленої кислоти.

Отже, усі тверді жири у багатокомпонентних композиціях, помітно змінюють баланс жирних кислот, в сторону підвищення харчової цінності останніх. Але жоден з представлених ЗМЖ не відповідає формулі збалансованого жиру. Успішно вирішити дану проблему можливо у разі поєднання рідких рослинних олій з молочним жиром та його заміниками.

Серед усіх заміників молочного жиру, ЗМЖ №1 «Sania Z 200» за жирнокислотним складом вигідно вирізнявся найвищим вмістом полі ненасичених жирних кислот. Очевидно, його поєднання у композиції з молочним жиром дасть змогу змінити баланс жирних кислот, підвищити біологічну цінність жирової суміші.

Таким чином, завдяки використанню різноманітних жирів та оптимальному підбору співвідношення з молочним жиром можливе отримання широкого спектру жирових основ продуктів з завданими властивостями.

## Література

1. Тагиева, Т.Г. Принципы составления жировых основ спредов / Т.Г. Тагиева, В.Н. Григорьева, Л.И. Тарасова // Масложировая промышленность. – 2007. – №1. – С. 6-9.
2. Вышемирский Ф.А. Комбинированное масло: место в современной иерархии жировых продуктов / Ф.А. Вышемирский // Сыроделие и маслоделие. – 2002. – №3. – с. 32 - 35.
3. Шильман Л.З. К вопросу о составе спредов / Л.З. Шильман, И.В. Симакова. // Сб. материалов Международной научно-технической конференции «Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство».- 2007. – С. 304-307.
4. Инихов Г.С. Методы анализа молока и молочных продуктов / Г. Инихов, Н. Брио. – М.:»Пищев. пром.» – 1971. – С.132-133.
5. Рощупкина, Н. Содержание твердых триглицеридов на ЯМР-анализаторе или твердость по Каминскому / Н.Рощупкина// Молочная промышленность. – 2007. – №1. – С. 10.
6. Субботина М. А. Физиологические аспекты использования жиров в питании / М. А. Субботина // Техника и технология пищевых производств. – 2011. – №1. – С. 4.
7. ДСТУ 4463:2005 Маргарини, жири кондитерські та для молочної промисловості. Правила приймання та методи випробування.
8. ДСТУ ISO 15585/IDF 182:2008 Жир молочний. Метод готування метилових ефірів жирних кислот (ISO 15585/IDF 182:2002 IDT).
9. ДСТУ ISO 15585/IDF 184:2008 Жир молочний. Визначення жирно кислотного складу методом газорідної хроматографії (ISO 15885:2002 / IDF 184:2002 IDT).