

УДК 633.88(477.82):665.123
DOI: 10.15587/2519-8025.2019.189139

ОПТИМІЗАЦІЯ СПІВВІДНОШЕННЯ ω -6 / ω -3 ЖИРНИХ КИСЛОТ У СОНЯШНИКОВІЙ ОЛІЇ

Ю. Л. Осип, М. А. Осип, О. Ю. Раковець

Згідно сучасної теорії харчування, харчові продукти мають не тільки задовольняти фізіологічні потреби людини, але і володіти лікувально-профілактичними властивостями. Недоліком соняшникової олії є практична відсутність у її жирнокислотному складі ліноленової кислоти, яку відносять до групи поліненасичених жирних кислот ω -3 (вітамін F). Збагачення соняшникової олії ліноленовою кислотою перетворює її на продукт профілактичного та лікувального призначення збільшуючи кількість її функціональних властивостей.

Мета дослідження: отримати модельні суміші з оптимальним співвідношенням ненасичених жирних кислот.

Матеріали та методи: метод купажування, метод високоефективної газової хроматографії.

Результати: досліджено жирнокислотний склад отриманих жирних сумішей та встановлено співвідношення ω -3/ ω -6 поліненасичених вищих карбонових кислот, що обґрунтовує використання купажів соняшникової олії з лляною у співвідношенні по масі 90:10 для повсякденного харчування та 70:30 для профілактичного харчування.

Висновки: отримані результати можуть бути використані для покращення співвідношення вищих карбонових кислот ω -3 та ω -6 у раціоні споживачів, що може позитивно вплинути на динаміку серцево-судинних захворювань. Олійні суміші із збалансованим жирнокислотним складом можуть стати ефективним інструментом профілактики серцево-судинних захворювань та збільшити функціональність продукції олійно-жирової промисловості

Ключові слова: жирні кислоти, купаж, газова хроматографія, поліненасичені жирні кислоти ω -3 та ω -6, лінолева та ліноленова кислоти

Copyright © 2019, Y. Osyp, M. Osyp, O. Rakovets.

This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).

1. Вступ

Незважаючи на присутність великого вибору харчових продуктів до раціону сучасної людини входить невеликий перелік харчових продуктів які є основним джерелом нутрієнтів, речовин необхідних для нормального функціонування організму. Одним з таких продуктів є рослинна олія – продукт повсякденного харчування, від якості якого залежить наше здоров'я. Вона є не тільки енергетичним та структурно-пластичним матеріалом, але й постачальником ряду необхідних для організму людини речовин, що є незамінними факторами харчування і визначають біологічну ефективність харчового продукту.

Рослинні олії є найважливішими джерелами поліненасичених жирних кислот (лінолевої та ліноленової), що не синтезуються в організмі, а надходять тільки з їжею. Ці речовини регулюють важливі процеси життєдіяльності організму, зокрема відіграють ключову роль у боротьбі з атеросклерозом, найчастішою причиною виникнення серцево-судинних захворювань і порушень мозкового кровообігу [1].

2. Огляд літератури

Згідно Постанови Кабінету Міністрів України № 780 від 11.10.2016 Про затвердження наборів продуктів харчування, наборів непродовольчих товарів та наборів послуг для основних соціальних і демографічних груп населення [2] мінімальний продукто-

вий кошик для працездатної особи включає 590 г соняшникової олії у розрахунку на одну працездатну особу на місяць. Її використовують як компонент для приготування різноманітних страв, виробництва маргаринів, майонезів і кулінарних жирів. Під час смаження олія захищає продукт від пригорання, забезпечує рівномірне нагрівання, покращує смак страви та підвищує її калорійність.

Соняшкову олію використовують у складі фармацевтичних і косметичних композицій, у формі мазей, лініментів, кремів, як зв'язувальна речовина у складі таблеток, розчинник, наповнювач, розріджувач, емульгатор та пом'якшувач. Вона входить до складу офіціальних лініментів. Терапевтично олія соняшникова використовується у складі препаратів для парентерального харчування, як постачальник енергії та незамінних жирних кислот [3].

Нерафінована та рафінована соняшникова олія згідно ДСТУ 4492:2005 [4] містить велику кількість 50,0–75,0 % (від загальної кількості жирних кислот) лінолевої кислоти, яку відносять до поліненасичених жирних кислот класу ω -6, від 14,0 % до 35,0 % олеїнової кислоти ω -9, та насичені пальмітинову (3,0–10,0 %), стеаринову (1,0–10,0 %), арахінову (до 1,5 %) і бегенову (до 1,5 %) жирні кислоти. Соняшникова олія практично не містить ліноленової кислоти, що значно знижує її біологічну цінність.

Одним з найважливіших чинників харчової цінності рослинних олій є кількість поліненасичених жирних кислот (ПНЖК), співвідношення кількостей їх видів ω -6 (лінолева кислота) до ω -3 (ліноленова кислота) та співвідношення мононенасичених жирних кислот (МНЖК) до ПНЖК.

ПНЖК важливі для профілактики та лікування хронічних автоімунних, алергічних, серцево-судинних та онкологічних захворювань. Синтез лінолевої (18:2 ω -6) та α -ліноленової (18:3 ω -3) кислот практично відбувається тільки у рослинах де є відповідні ферментні системи, зокрема десатурази Δ 15 та Δ 12. Так як вони необхідні для нормального функціонування організму людини, але не можуть синтезуватися у ньому, ці кислоти повинні надходити ззовні і є необхідним компонентом харчування. Саме тому ці кислоти називають незамінними і відносять до групи вітаміну F (від англійського Fat – жир). Лінолева кислота утворюється у рослинах з олеїнової кислоти у результаті роботи десатурази Δ 12, а лінолева кислота перетворюється у α -ліноленову під дією десатурази Δ 15 [5].

У тваринних організмах під дією десатураз Δ 6, Δ 5 та елонгази лінолева кислота перетворюється у арахідонову (20:4 ω -6) з якої утворюються простагландини та тромбоксани так званої другої серії (мають два подвійні зв'язки) PG-2 і TX-2, а також лейкотрієни четвертої серії LT-4. TX-2 викликають звуження кровоносних судин, посилюють агрегацію (злипання) тромбоцитів, що може привести до підвищення артеріального тиску та утворення тромбів. PG-2 запускають запальний процес та індують біль. LT-4 викликають спазми бронхів та секрецію слизу.

α -Ліноленова кислота в організмі людини і тварин під дією десатураз Δ 6, Δ 5, елонгази та ряду інших ферментів перетворюється спочатку у ейкозапентаєнову (20:5 ω -3) кислоту, а потім у докозагексаєнову (22:6 ω -3) кислоту. З останньої синтезуються простагландини і тромбоксани третьої серії (з трьома подвійними зв'язками) PG-3 і TX-3 та лейкотрієни LT-5. TX-3 викликають розширення кровоносних судин, запобігають агрегації тромбоцитів і тим самим понижують артеріальний тиск. PG-3 володіють протизапальним ефектом, а LT-5 є антиалергенами та розширяють бронхи.

Таким чином з лінолевої та ліноленової кислот в організмі людини і тварин утворюються ендогормони, які володіють протилежними біологічними властивостями [6]. Проте арахідонова (20:4 ω -6) та ейкозапентаєнова (20:5 ω -3) кислоти дуже схожі за структурою і конкурують за одні і ті ж ферменти (фосфоліпаза А та циклооксигенази), тому при великому надлишку арахідонової кислоти в фосфоліпідах у клітинах утворюється надлишок простагландинів PG-2, тромбоксанів TX-2 та лейкотрієнів LT-4, що, в свою чергу, приводить до небезпечних захворювань серцево-судинної системи, запальних процесів, алергічних реакцій, набряків і болів. У випадку достатньої кількості ейкозапентаєнової (20:5 ω -3) кислоти утворюється достатня кількість простагландинів PG-3, тромбоксанів TX-3 та лейкотрієнів LT-5, що

створює необхідний баланс між метаболітами арахідонової та ейкозапентаєнової кислот в організмі [5].

Згідно з сучасними уявленнями добова потреба організму людини в МНЖК становить 30 г на добу, а у ПНЖК від 5 до 15 г на добу, залежно від віку, статі та рівня добових енерговитрат.

На сьогодні співвідношення ω -6/ ω -3 у раціоні середньостатистичної людини в Україні становить більше ніж 30:1 [7]. Це пов'язано з тим, що соняшникова олія, яку в основному використовує наше населення для приготування їжі, містить велику кількість лінолевої кислоти (50–75 %), але практично не містить ліноленової. Велика кількість лінолевої кислоти приводить до порушення балансу ендогормонів (простагландинів, тромбоксанів, лейкотрієнів) в організмі і як наслідок підвищення ризиків виникнення захворювань серцево-судинної системи та інших хвороб з цим пов'язаних [8].

Кількість ліноленової ω -3 поліненасиченої жирної кислоти у олії льону є найбільшою серед усіх відомих промислових олій. Згідно ГОСТ 30623-98 [9] її вміст може сягати від 30,0 до 67,0 % від загальної кількості жирних кислот у залежності від сорту льону олійного. Також у цій олії може міститися значна кількість олеїнової (13,0–36,0 %) та лінолевої (8,3–30,0 %) жирних кислот. Насичені жирні кислоти представлені пальмітиною (5,4–11,3 %) та стеариною кислотами (2,5–8,0 %).

Зважаючи на величезну частку ω -3 ліноленової кислоти лляна олія є перспективною у якості компонента при створенні збалансованих за жирнокислотним складом жирових сумішей для повсякденного харчування, профілактики та лікування захворювань серцево-судинної системи.

3. Мета та задачі дослідження

Мета дослідження – отримати модельні суміші з оптимальним співвідношенням ненасичених жирних кислот.

Для досягнення мети були поставлені такі задачі:

1. Охарактеризувати фізико-хімічні якості досліджуваних олій.
2. Дослідити вміст жирних кислот у рослинних оліях методом вискоефективної газорідинної хроматографії.
3. Визначити жирнокислотний склад модельних сумішей соняшникової та лляної олій.

4. Матеріали і методи дослідження

Як основу для отримання модельних сумішей купажів використовували не рафіновану, не дезодоровану не виморожену комерційну соняшникову олію. У якості компонента для купажів використовували комерційну лляну олію одержану методом холодного пресування з насіння льону сорту “Айвенго”.

Фізико-хімічні показники рослинних олій та купажів визначали за загальноприйнятими стандартними методиками згідно: ДСТУ 4350:2004 “Олії. Методи визначання кислотного числа”, ДСТУ 4570:2006 “Жири рослинні та олії. Метод визначання пероксидного числа”, ДСТУ ISO 3657:2004 “Жири тваринні і

рослинні та олії. Визначення числа омилення”, ДСТУ 4569:2006 “Жири тваринні і рослинні та олії. Методи визначення йодного числа”.

Вміст жирних кислот у досліджуваних зразках визначали методом високоефективної газової хроматографії на газовому хроматографі “Кристалл 2000М” Хроматек з капілярною колонкою DB-FFAP (США) та полум’яно-іонізаційним детектором. Вищі

карбонові кислоти у зразках естерифікували натрій метилатом згідно ДСТУ ISO 5509-2002 “Жири тваринні і рослинні та олії”.

4. Результати дослідження

Для характеристики якості досліджуваних олій визначали фізико-хімічні показники, які представлені у табл. 1.

Таблиця 1

Фізико-хімічні показники рослинних олій

Показник	Соняшникова олія	Лляна олія
Показник заломлення при 20°C	1,4752	1,4851
Відносна густина при 20°C, г/см ³	0,923	0,934
Кислотне число, мг КОН/г	2,21	2,48
Пероксидне число, ммоль ½ О/кг	3,03	4,16
Число омилення, мг КОН/г	186,8	189,6
Естерне число, мг КОН/г	184,59	187,12
Йодне число, г I ₂ /100 г	128,5	187,9

Згідно отриманих даних фізико-хімічні показники знаходились у межах норми та відповідали ДСТУ 4492:2005 “Олія соняшникова. Технічні умови” для соняшникової олії і ГОСТ 5791-81 “Масло льняное техническое. Технические условия” для лляної олії. Загалом фізико-хімічні показники для лляної олії виявились дещо вищі, але значної різниці виявлено не було, крім йодного числа.

Результати дослідження вмісту жирних кислот у рослинних оліях методом високоефективної газорідинної хроматографії представлені у табл. 2.

Жиринокислотний склад олій, що використовувались у роботі, відповідає нормативній документації ДСТУ 4492:2005 [4] для соняшникової олії і ГОСТ 30623-98 [9] для лляної олії. Так як з поліненасичених жирних кислот у соняшниковій олії та в олії льону містяться лише лінолева та ліноленова кислоти, то розрахунок співвідношення ω₆:ω₃ жирних кислот в окремих оліях та їх сумішах зводиться до

розв’язку співвідношення кількостей цих речовин. У соняшниковій олії практично відсутня ліноленова кислота, що унеможливає такий розрахунок, а для лляної олії співвідношення ω₆:ω₃ складає 0,28:1 (або 1:3,6) оскільки кількість ліноленової кислоти у ній значно більша ніж лінолевої.

Змішуванням досліджуваних соняшникової та лляної олій отримано модельні суміші рослинних олій у співвідношенні 90:10 та 70:30, тобто купажі з вмістом лляної олії 10 % та 30 % відповідно. Результати хроматографічного дослідження жирнокислотного складу представлені у табл. 3.

Визначений експериментально методом газової хроматографії жиринокислотний склад отриманих купажів неістотно відрізняється від розрахованого теоретично. У модельній суміші з вмістом лляної олії 10 % співвідношення ω₆:ω₃ складає 10,09:1, що відповідає рекомендаціям сучасних фахівців для нормального харчування людини.

Таблиця 2

Жиринокислотний склад досліджуваних рослинних олій

Жирині кислоти	Масова частка жирної кислоти, %	
	Соняшникова олія	Лляна олія
Пальмітинова (16:0)	6,26	5,84
Стеаринова (18:0)	3,6	3,72
Олеїнова (18:1) ω ₉	27,36	20,91
Лінолева (18:2) ω ₆	61,46	15,09
Ліноленова (18:3) ω ₃	–	53,84
Арахінова (C20:0)	0,74	0,28
Ейкозенова (20:1)	–	0,19
Бегенова (22:0)	0,58	0,13
МНЖК	27,36	21,1
ПНЖК	61,46	68,93
НЖК	11,18	9,97
МНЖК:ПНЖК	0,45:1	0,31:1
ω ₆ :ω ₃	–	0,28:1

Таблиця 3

Жирнокислотний склад модельних сумішей соняшникової та лляної олій

Жирні кислоти	Масова частка жирної кислоти, %	
	Соняшникова олія 90 %, Лляна олія 10 %	Соняшникова олія 70 %, Лляна олія 30 %
Пальмітинова (16:0)	6,28	6,25
Стеаринова (18:0)	3,61	3,96
Олеїнова (18:1) ω9	26,59	25,49
Лінолева (18:2) ω6	56,73	46,76
Ліноленова (18:3) ω3	5,62	16,48
Арахінова (C20:0)	0,67	0,62
Ейкозенова (20:1)	–	–
Бегенова (22:0)	0,50	0,44
МНЖК	26,59	25,49
ПНЖК	62,35	63,24
НЖК	11,06	11,27
МНЖК:ПНЖК	0,43:1	0,40:1
ω6:ω3	10,09:1	2,84:1

6. Обговорення результатів дослідження

Під час загального аналізу фізико-хімічні показники для лляної олії виявились дещо вищі, але значної різниці виявлено не було, крім йодного числа. Висока різниця у йодному числі пояснюється більшою кількістю у лляній олії ненасичених подвійних зв'язків, що пов'язано з високим вмістом у ній лінолевої кислоти яка містить три подвійні зв'язки, на відміну від лінолевої (містить два подвійні зв'язки) – основної жирної кислоти соняшникової олії.

Дуже високий вміст лінолевої кислоти у лляній олії дозволяє використовувати її у якості ефективного засобу для збагачення соняшникової олії ω3 карбоновими кислотами. За теоретичними розрахунками уже в концентрації 10 % лляної олії в олійній суміші з соняшниковою олією співвідношення ω6:ω3 поліненасичених жирних кислот може складати 10:1, тобто буде відповідати нормам харчування. При вмісті лляної олії 30 % купаж може бути використаним для профілактики та у лікуванні серцево-судинних захворювань оскільки співвідношення ω6:ω3 жирних кислот може складати менше ніж 3:1.

Результати дослідження узгоджуються з даними інших вчених, які свідчать, що за нормального харчування кількість ω-3 жирних кислот становить 1-3 г на добу, а ω-6 – до 10 г на добу [10]. Співвідношення між ω-6 та ω-3 жирними кислотами у раціоні здорової людини має бути 10:1 [11], а для лікувально-профілактичного харчування – від 3:1 до 5:1.

Модельна суміш олійно/лляного масел є збалансованою за жирнокислотним складом. Її можна рекомендувати використовувати як для безпосереднього вживання у їжу повсякденно, так і для одержання емульсійних продуктів функціонального призначення.

7. Висновки

1. Купаж соняшникової олії з лляною, що містить 30 % лляної олії може бути використаним для лікувально-профілактичного харчування, оскільки співвідношення ω6:ω3 поліненасичених жирних кислот складає 2,84:1. Його доречно виготовляти з нерафінованих олій, що збереже природний вміст жиророзчинних вітамінів та інших корисних біологічно-активних речовин.

2. Зважаючи на широке використання рослинних олій у харчовій промисловості, збільшення частки олій, що містять ліноленову кислоту приведе до зменшення дефіциту ω-3 поліненасичених жирних кислот у раціоні населення, що може позитивно вплинути на динаміку серцево-судинних захворювань – основною причиною смертності у всьому світі.

3. Олійні суміші із збалансованим жирнокислотним складом можуть стати ефективним інструментом профілактики серцево-судинних захворювань та збільшити функціональність продукції олійно-жирової промисловості.

Література

- Gebauer, S. K., Psota, T. L., Harris, W. S., Kris-Etherton, P. M. (2006). n-3 Fatty acid dietary recommendations and food sources to achieve essentiality and cardiovascular benefits. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 83 (6), 1526S–1535S. doi: <http://doi.org/10.1093/ajcn/83.6.1526s>
- Про затвердження наборів продуктів харчування, наборів непродовольчих товарів та наборів послуг для основних соціальних і демографічних груп населення (2016). Постанова Кабінету Міністрів України № 780. 11.10.2016. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/780-2016-%D0%BF>
- Жогло, Ф. А. (2002). Неводні розчинники. Характеристика, властивості та застосування в технології готових лікарських форм. Львів: Афіша, 80.
- ДСТУ 4492:2005. Олія соняшникова. Технічні умови (2006). Київ: Держспоживстандарт України, 22.
- Гладышев, М. И. (2012). Незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты и их пищевые источники для человека. *Journal of Siberian Federal University. Biology*, 4 (9), 1920–1935.

6. Simopoulos, A. P. (2000). Human Requirement for N-3 Polyunsaturated Fatty Acids. *Poultry Science*, 79 (7), 961–970. doi: <http://doi.org/10.1093/ps/79.7.961>
7. Матвеева, Т. В. (2014). Купажі олій – джерело поліненасичених жирних кислот. *Одеська національна академія харчових технологій*, 46 (2), 210–213.
8. Янковская, Л. В., Кежун, Л. В., Слободская, Н. С., Белоус, Ю. И., Моргунова, Е. М. (2016). Влияние пальмового масла на риск развития сердечно-сосудистых заболеваний. *Журнал Гродненского государственного медицинского университета*, 4 (56), 6–11.
9. ГОСТ 30623-98. Масла растительные и маргариновая продукция. Методы обнаружения фальсификации (1998). Москва: Изд-во стандартов, 16.
10. Методические рекомендации МР 2.3.1.1915 – 04. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ (2004). Москва, 45.
11. Pereira, H., Barreira, L., Figueiredo, F., Custódio, L., Vizetto-Duarte, C., Polo, C. et. al. (2012). Polyunsaturated Fatty Acids of Marine Macroalgae: Potential for Nutritional and Pharmaceutical Applications. *Marine Drugs*, 10 (12), 1920–1935. doi: <http://doi.org/10.3390/md10091920>

Received date 14.05.2019

Accepted date 05.06.2019

Published date 30.08.2019

Осип Юрій Леонідович, кандидат біологічних наук, доцент, кафедра органічної та біоорганічної хімії, Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки, пр. Волі, 13, м. Луцьк, Україна, 43025

E-mail: yuriyosyp@ukr.net

Осип Марія Анатоліївна, викладач, Луцький педагогічний коледж, пр. Волі, 36, м. Луцьк, Україна, 43010

Раковець Оксана Юріївна, кандидат біологічних наук, викладач, Луцький педагогічний коледж, пр. Волі, 36, м. Луцьк, Україна, 43010

E-mail: oksana.fed88@gmail.com