

7. Мольченко С.Н. Нейтрализация растительных масел водно-спиртовым раствором карбоната калия / Мольченко С.Н., Демидов И.Н. // Современный научный вестник. – Белгород: Руснаучкнига. – 2014. – № 7 (203). – С. 90–95.
8. ДСТУ ISO 660: 2009. Жири тваринні та рослинні й олії. Метод визначення кислотного числа та кислотності (ISO 660: 1996, IDT).
9. Моргунов А.Н. Выбор и расчет аппаратов для нейтрализации окисленного парафина водным раствором  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  / А.Н. Моргунов, М.А. Никитин, А.А. Перченко // Масложировая промышленность. – 1977. – № 8. – С. 20–23.
10. Крешков А.П. Основы аналитической химии. Теоретические основы. Количественный анализ / А.П. Крешков. – М: Химия, 1971. – Т. 2. – 456 с.
11. Лейдлер К. Кинетика органических реакций / К. Лейдлер; пер. с англ. И.Н. Белецкой, Н.Ф. Казанской. – М.: Мир, 1966. – 350 с.
12. Шмид Р. Неформальная кинетика / Р. Шмид, В.Н. Сапунов; пер. с англ. З.Е. Самойловой. – М: Мир, 1985. – 264 с.

УДК 664.36

## КУПАЖІ ОЛІЙ – ДЖЕРЕЛО ПОЛІНЕНАСИЧЕНИХ ЖИРНИХ КИСЛОТ

Матвєєва Т.В., канд. техн. наук, доцент, Федякіна З.П.  
Український науково-дослідний інститут олій та жирів НААН України, м. Харків

*Купажування олій з метою одержання композицій, оптимізованих за жирнокислотним складом, один із сучасних напрямків олійно-жирової галузі. В даній роботі встановлено фізико-хімічні характеристики, жирнокислотний склад та біологічну цінність обраних для купажування вітчизняних олій. За розробленою математичною моделлю в програмному пакеті MatCad розраховано суміші (купажі) олій. Визначено жирнокислотний склад одержаних купажів.*

*Obtaining of compositions with balanced fatty acid composition by blending is one of the modern directions in «oils and fats» branch. Physical and chemical characteristics, fatty acid composition and biology value have been established for domestic oils which have been chosen for blending. With created mathematical in Math-CAD software have been calculated blends of oils. Fatty acid composition of obtained blends have been determined.*

Ключові слова: олії, купажі, поліненасичені жирні кислоти  $\omega$ -6 та  $\omega$ -3, мононенасичені жирні кислоти, незамінні жирні кислоти, жирнокислотний склад.

### Постановка проблеми

Олії з доісторичного часу застосовуються людиною в харчуванні. Наприклад, оливкова олія є найбільш давньою олією, що використовується мешканцями Середземномор'я, Єгипту, Іспанії та Африки. Ця олія слугувала предметом торгівлі та широкого попиту в багатьох країнах. У харчуванні слов'янських народів переважали такі олії як лляна, конопляна, соєва, хрестоцвітих. В XIX ст. Російська імперія була основним виробником лляної та конопляної олій, однак у деяких регіонах країни переважали і олії хрестоцвітих – суріпна, гірчична, рижієва. Сьогодні основною олією українців, білорусів та росіян є соняшникова олія, а суріпна, гірчична, рижієва або лляна з'являються на нашому ринку як «нові види» олій [1].

Всі олії на 99,0 – 99,5 % складаються з тригліцеридів, а тому мають велику калорійність. Але цим біологічна цінність олій не обмежується. В тридцять роки минулого століття стало відомо, що в оліях містяться необхідні для життя людини речовини, які в організмі не виробляються, але мають великий вплив на його (організм) стан. Ці сполуки – жирні кислоти з двома або більшим числом ненасичених зв'язків у молекулі – лінолева кислота (18 атомів вуглецю та 2 подвійних зв'язки) й ліноленова (18 атомів вуглецю та 3 подвійних зв'язки), які ще називають незамінними або есенціальними. Незамінні жирні кислоти є вихідним будівельним матеріалом для клітинних мембран та біосинтезу речовин – посередників, що регулюють обмінні процеси (простагландинів і лейкотриєнів). Мембрани, у свою чергу, впорядковують всі процеси обміну речовин та енергії в організмі. Недостатність в організмі есенціальних жирних кислот може призвести до затримання росту та розвитку у дітей; пригнічення репродуктивної функції у дорослих; порушення проникності шкіри; дерматитів [1].

Найважливішими чинниками харчової цінності олій є кількість і співвідношення між поліненасиченими жирними кислотами (ПНЖК) – лінолевою ( $\omega$ -6) кислотою та ліноленою ( $\omega$ -3) та співвідношення мононенасичених жирних кислот (МНЖК) до ПНЖК. Згідно з рекомендаціями дієтологів та [2] потреба організму людини в ПНЖК становить  $\sim 11$  г/добу, зокрема в  $\omega$ -3 жирних кислотах становить  $\sim 1 - 3$  г/добу, в  $\omega$ -6 – не більше ніж 10 г/добу, а в МНЖК – 30 г/добу, при цьому повинно виконуватися співвідношення МНЖК : ПНЖК = 3 : 1. Але надходження до організму людини великих доз ПНЖК може спричинити токсичний ефект та інші порушення. На сьогодні співвідношення між  $\omega$ -6 та  $\omega$ -3 в раціоні середньостатистичної людини України становить 30 : 1. Поясненням може слугувати й те, що соняшникова олія, яку використовує наше населення для приготування салатів, їжі, містить велику кількість лінолевої кислоти ( $\sim 50 - 75$  %), але зовсім не містить ліноленої. Отже, можна стверджувати, що традиційна соняшникова олія не відповідає потребам організму в ПНЖК. Однак олію із заданим збалансованим жирнокислотним складом можна одержати в результаті змішування олій різного жирнокислотного складу. В останні роки на ринку збільшилась кількість різних видів олій-сумішей, але це пов'язано здебільш з економічними міркуваннями (розбавленням більш дорогих олій дешевими або прагненням виробника розширити свій асортимент) [3]. Таким чином, дослідження, які спрямовані на створення олій із збалансованим жирнокислотним складом для зменшення дефіциту в  $\omega$ -3 ПНЖК, є актуальними.

#### Мета та завдання дослідження

Метою дослідження є розробка рецептур сумішей олій (купажів), що збалансовані за жирнокислотним складом та відповідають вимогам ДСТУ 4536 : 2006 «Олії купажовані. Технічні умови».

Для досягнення мети треба вирішити такі завдання:

- вибрати та обґрунтувати вибір низки індивідуальних олій для купажування;
- ідентифікувати індивідуальні олії за жирнокислотним складом та біологічною цінністю;
- запропонувати математичну модель для розрахунку рецептур купажів та одержати низку рецептур сумішей олій, які спрямовані на зменшення дефіциту в ПНЖК  $\omega$ -3;
- визначити жирнокислотний склад деяких розроблених купажів.

#### Основна частина

Перші дослідження у сфері технології і характеристики властивостей олій змішаного типу належать до 2002 року. Відомими є роботи А. Г. Баришева, О. М. Скорюкіна, А. П. Нечаєва, О. В. Табакаєвої та ін. Сьогодні в Україні існує ДСТУ 4536:2006 «Олії купажовані. Технічні умови», що регламентує склад і показники якості змішаних олій (купажів), але оскільки стандарт наводить рецептури сумішей олій, які здебільш складаються з великої частки соняшникової олії, що є джерелом жирних кислот  $\omega$ -6, а тому відповідно жирнокислотний склад цих сумішей не є цілком збалансований. Перевагою цього документа є те, що в ньому наведено рецептури сумішей олій з розповсюджених на ринку видів олій і таким чином закладено методичні основи для формування асортименту олій-сумішей різноманітних варіантів. Авторами статті для розробки купажу обрано три олії: соняшкову, ріпакову та соєву [4]. Цей вибір обґрунтовано наступними факторами: соняшникова олія – олія, смак якої є традиційним для населення України, вміст ПНЖК родини  $\omega$ -6 становить 50,0 – 75,0 %, але практично не містить ПНЖК родини  $\omega$ -3 та має найбільшу ціну; ріпакова олія має найменшу собівартість на світовому ринку в порівнянні з соняшниковою та соєвою оліями, а ріпак – рослина, з якої одержують олію, займає приблизно 10 % загальної площі посівів олійних культур у світі, і з кожним роком ця цифра буде лише підвищуватися; соєва, також як і ріпакова олія, найбільш розповсюджена олія на світовому ринку та займає другу позицію за собівартістю після соняшникової. Ріпакова і соєва олії належать до олій ліноленої групи (ПНЖК родини  $\omega$ -3). Вміст ліноленої кислоти у цій групі досягає 10 % від загального обсягу кислот, які входять до складу триацилгліцеридів [5], а жирнокислотний склад соєвої олії найбільш наближений до збалансованого [6]. Немало важливим фактором у виборі олій для купажу є і те, що в чинному ДСТУ наведено всього 3 рецептури сумішей на основі найбільш доступних олій України – соняшникової, ріпакової та соєвої.

Олії, що обґрунтовано обрані для створення купажів, ідентифіковано за жирнокислотним складом, який одержано з використанням газорідного хроматографа «Shimadzu», та для кожної розраховано співвідношення жирних кислот триацилгліцеринів, що характеризує їх біологічну цінність. Результати для рафінованих олій наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 підтверджує, що дійсно жодна рафінована олія не відповідає вимогам дієтологів [7]: ПНЖК : МНЖК = 3 : 1,  $\omega$ -6 :  $\omega$ -3 = (3 – 10) : 1 [8]. Однак найбільш наближені до цих вимог ріпакова (за вмістом МНЖК та ПНЖК) та соєва (за вмістом ПНЖК) олії.

Таблиця 1 – Жирнокислотний склад та біологічна цінність олій рафінованих

Олія	Вміст основних жирних кислот, %			Співвідношення, що характеризує біологічну цінність олій		
	МНЖК	ПНЖК	НЖК	МНЖК : ПНЖК : НЖК	ПНЖК : МНЖК	$\omega$ -6 : $\omega$ -3
Соняшникова	26,25	62,56	11,19	1 : 2,38 : 0,42	0,42 : 1	–
Ріпакова	65,73	27,03	7,24	1 : 0,41 : 0,11	2,32 : 1	2,56 : 1
Соєва	23,64	60,28	16,08	1 : 2,55 : 0,68	0,39 : 1	7,65 : 1

Розрахунок рецептур купажів згідно з рекомендаціями дієтологів ( $\omega$ -6 :  $\omega$ -3 = 3 – 10 : 1) проведено за допомогою розробленої методики на основі лінійного програмування в пакеті програм MatCad [10]. Розрахунок проведено з використанням жирнокислотного складу олій, що одержано при їх ідентифікуванні. Аналітична обробка даних жирнокислотного складу вихідних олій за допомогою запропонованої системи рівнянь дозволяє підібрати їх оптимальне співвідношення у складі купажу. Склад трьохкомпонентних сумішей з рафінованих олій (П – соняшникова олія, Р – ріпакова олія; С – соєва олія) наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Рецептури олій купажованих рафінованих

Олії	Масова частка олій (% об.) при співвідношенні $\omega$ -6 : $\omega$ -3, що дорівнює					
	10 : 1	9 : 1	8 : 1	7 : 1	6 : 1	5 : 1
П	45,0	41,5	37,0	32,0	26,0	20,0
Р	50,0	53,5	58,0	63,0	69,0	75,0
С	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
П	43,5	40,0	35,0	30,0	25,0	18,0
Р	46,5	50,0	55,0	60,0	65,0	72,0
С	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
П	42,0	38,0	34,0	28,0	22,0	15,0
Р	43,0	47,0	51,0	57,0	63,0	70,0
С	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
П	40,0	36,0	32,0	26,0	20,0	13,0
Р	40,0	44,0	48,0	54,0	60,0	67,0
С	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
П	39,0	35,0	30,0	25,0	18,0	11,0
Р	36,0	40,0	45,0	50,0	57,0	64,0
С	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
П	37,0	33,0	28,0	23,0	16,0	9,0
Р	33,0	37,0	42,0	47,0	54,0	61,0
С	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0

З таблиці 2 встановлено, що купажі олій ( $\omega$ -6 :  $\omega$ -3 = 10 – 9 : 1), які призначені для профілактики хвороб, пов'язаних з нестачею надходження до організму ПНЖК, можна створювати приблизно з однакових частин соняшникової і ріпакової олій та з невеликим додаванням соєвої олії. В основі купажів олій лікувального характеру ( $\omega$ -6 :  $\omega$ -3 = 7 – 5 : 1) найбільшу частку складає ріпакова олія.

Для купажів (із вмістом соєвої олії (С) = 5 %), що збалансовані за жирнокислотним складом, розраховано вміст жирних кислот (табл. 3) з урахуванням складу ідентифікованих олій та їх частки у купажі.

Фактичний склад купажів, що визначено хроматографічно, незначно відрізняється від розрахункового, а співвідношення  $\omega$ -6 :  $\omega$ -3, що одержано теоретично і фактично за результатами хроматографічного аналізу зразків, відрізнялись не більше ніж на 2 – 4 %.

#### Висновки

У результаті роботи обґрунтовано вибір вітчизняних олій для одержання купажів, збалансованих за жирнокислотним складом. За розробленою математичною методикою одержано суміші (купажі), що відповідатимуть співвідношенням збалансованих за жирнокислотним складом олій. Розрахунковим та хроматографічним методом визначено склад сумішей, які в подальшому можуть бути використані як для безпосереднього вживання в їжу, так і для одержання емульсійних продуктів функціонального призначення.

Таблиця 3 – Жирнокислотний склад олій купажованих рафінованих при вмісті соєвої олії 5 % об

ЖК	Кількість ЖК (%) при вмісті С = 5 % та співвідношенні $\omega-6 : \omega-3$ , що дорівнює					
	10:1	9:1	8:1	7:1	6:1	5:1
C <sub>16:0</sub>	6,44	6,39	6,33	6,26	6,20	6,09
C <sub>18:0</sub>	2,70	2,63	2,55	2,46	2,36	2,32
C <sub>18:1</sub>	44,82	46,29	47,94	49,88	52,39	54,77
C <sub>18:2</sub>	40,62	39,03	37,22	35,10	32,72	29,76
C <sub>18:3</sub>	4,13	4,41	4,73	5,099	5,56	6,041
C <sub>20:0</sub>	0,0175	0,0175	0,0175	0,0175	0,0175	0,0175
C <sub>20:1</sub>	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017
C <sub>20:2</sub>						
C <sub>22:0</sub>	0,3074	0,2822	0,25364	0,2203	0,182156	0,136
МНЖК	1,02	1,09	1,17	1,26	1,39	1,56
ПНЖК						

**Література**

- Кулакова, С.Н. Особенности растительных масел и их роль в питании / С.Н. Кулакова, В.Г. Байков, В.В. Бессонов, А.П. Нечаев, В.В. Тарасова // Масложировая промышленность. – 2009. – № 3. – С. 16 – 20.
- Особенности растительных масел и их роль в питании.
- Методические рекомендации МР 2.3.1.1915 – 04. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ. – М., 2004.
- Окара, А.И. Управление жирнокислотным составом и потребительскими свойствами растительных масел-смесей путем оптимизации рецептур / А.И. Окара, К.Г. Земляк, Т.К. Каленик // Масложировая промышленность. – 2009. – № 2. – С. 8 – 10.
- Матвеева, Т.В. Купажування олій з оптимізованим жирнокислотним складом / Т.В. Матвеева, З.П. Федякіна, І.Є. Шаповалова, І.П. Петік // Вісник НТУ «ХПІ». – 2013. – № 11. – С. 116 – 120.
- Арутюнян, Н.С. Рафинация масел и жиров: Теоретические основы, практика, технология, оборудование / Н.С. Арутюнян, Е.П. Корнена. – СПб.: Гиорд, 2004. – 288 с.
- Жмурина, Н.Д. Соево-жировые эмульсии с оптимизированным жирнокислотным составом / Н.Д. Жмурина, Л.С. Большакова, Е.В. Литвинова // Вестник ОрелГИЭТ. – 2012. – № 3(21). – С. 160 – 162.
- Нечаев, А.П. Растительные масла функционального назначения / А.П. Нечаев, А.А. Кочеткова // Масложировая промышленность. – 2005. – № 3. – С. 20 – 21.
- Самойлов, А.В. Оптимизация расчета смесей растительных жиров и масел с использованием критериев их физиологической функциональности / А.В. Самойлов, А.В. Кочетков, С.М. Севериненко, Е.И. Конопленко, А.А. Романенко // Пищевая промышленность. – 2010. – № 9. – С. 68 – 70.
- Степычева, Н.В. Купажированные растительные масла с оптимизированным жирно-кислотным составом / Н.В. Степычева, А.А. Фудько // Химия растительного сырья. – 2011. – № 2. – С. 27 – 33.
- Матвеева, Т.В. Математичне обґрунтування складання сумішей олій / Т.В. Матвеева, П.Ф. Петік, З.П. Федякіна // Східно-європейський журнал передових технологій. – 2013. – № 3/6 (63). – С. 26 – 28.

УДК 665.12

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НВЧ-ОБРОБЛЕННЯ НА ТЕРМІН ПРИДАТНОСТІ ГАРБУЗОВОЇ ТА ГОРІХОВОЇ ОЛІЇ

Королук Т.А., канд. техн. наук, Усатюк С.І., канд. техн. наук,  
Арсеньєва Л.Ю., д-р техн. наук, професор, Дербугова Г.Л., пров. інженер  
Національний університет харчових технологій, м. Київ

*Було проведено дослідження жирнокислотного складу, визначення пероксидного і кислотного чисел олій насіння гарбуза та волоського горіха, які піддавали НВЧ-обробленню, порівняно з необробленими оліями. На основі зміни пероксидного та кислотного чисел у процесі зберігання олій встановлено період індукції та термін придатності олій. Результати досліджень показали, що НВЧ-оброблення олій несут-*