

УДК 665.3

**МОДЕЛЮВАННЯ СТАБІЛЬНИХ ДО ОКИСНЕННЯ КОМПОЗИЦІЙ ОЛІЙ
З ПОЛІПШЕНИМ ЖИРНОКИСЛОТНИМ СКЛАДОМ****Матвєєва Т. В.**, к.т.н., с.н.с., доц., учена секретарка
<https://orcid.org/0000-0002-3867-8146>**Папченко В. Ю.**, к.т.н., с.н.с., заступниця директора з наукової роботи
<https://orcid.org/0000-0002-3692-0699>**Петік П. Ф.**, к.т.н., в.о. директора
<https://orcid.org/0009-0005-1656-3574>

Український науково-дослідний інститут олій та жирів НААН, Харків, Україна

<https://doi.org/10.31073/foodresources2025-24-05>

Предмет. Стабільні до окиснення композиції олій з поліпшеним жирнокислотним складом. **Мета.** Системний аналіз наукової літератури щодо створення композицій олій з поліпшеним жирнокислотним складом та стійких до окиснення. **Методи.** Системний аналіз наукової літератури проведено із застосуванням метрик провідних наукометричних платформ – Scopus, Web of Science, PubMed та ResearchGate. До аналізу включено рецензовані статті, опубліковані в період з 2015 по 2025 роки. **Результати.** Визначено, що для підтримання здоров'я серцево-судинної системи та оптимального ліпідного балансу в організмі людини важливо дотримуватися збалансованого співвідношення між моно- та поліненасиченими жирними кислотами, що має становити приблизно від 1:1 до 1,5:1. Крім того, необхідне правильне співвідношення незамінних жирних кислот ω -6 до ω -3, яке рекомендується у межах від 5:1 до 10:1. Огляд наукових джерел засвідчив, що більшість олій не мають ідеально збалансованого жирнокислотного профілю та характеризуються підвищеною чутливістю до окиснення, особливо за високого вмісту поліненасичених жирних кислот. У зв'язку з цим створення композиційних сумішей на основі різних видів олій розглядається як ефективний і економічно обґрунтований підхід для оптимізації харчової цінності, покращення фізико-хімічних властивостей та підвищення окисної стабільності. Раціональний підбір співвідношень компонентів у складі таких композицій дозволяє досягти більш збалансованого вмісту ω -3, ω -6 і ω -9 жирних кислот. Одночасно цей підхід сприяє зменшенню або повному усуненню потреби у використанні синтетичних антиоксидантів, що підвищує безпечність і натуральність кінцевого продукту. **Сфера застосування результатів.** Отримані результати досліджень можуть бути використані для розроблення композицій олій з метою підвищення їхньої термічної стабільності, що є надзвичайно важливим для забезпечення безпеки термічного оброблення харчових продуктів.

Ключові слова: олії, композиції олій, окиснення, жирнокислотний профіль, моделювання

**MODELLING OF OXIDATION-STABLE OIL COMPOSITIONS
WITH IMPROVED FATTY ACID PROFILE****Tetiana Matveeva**, PhD, Senior Research Fellow, Associate Professor, Scientific Secretary
<https://orcid.org/0000-0002-3867-8146>**Viktoriia Papchenko**, PhD, Senior Research, Deputy Director for Research
<https://orcid.org/0000-0002-3692-0699>**Pavlo Petik**, PhD, Acting Director
<https://orcid.org/0009-0005-1656-3574>

Ukrainian Research Institute of Oils and Fats of NAAS, Kharkiv, Ukraine

Subject. Oxidation-stable oil compositions with an improved fatty acid profile. **Purpose.** Systematic analysis of scientific literature on the creation of oxidation-stable oil compositions with an improved fatty acid profile. **Methods.** A systematic analysis of the scientific literature was conducted using metrics from leading scientometric platforms – Scopus, Web of Science, PubMed, and ResearchGate. The analysis includes peer-reviewed articles published between 2015 and 2025. **Results.** It has been determined that to maintain cardiovascular health and optimal lipid balance in the human body, it is important to adhere to a balanced ratio between monounsaturated and polyunsaturated fatty acids, which should range from approximately 1:1 to 1.5:1. Additionally, the correct ratio of essential fatty acids, ω -6 to ω -3, is recommended to be within the range of 5:1 to 10:1. A review of scientific sources has shown that most oils do not possess an ideally balanced fatty acid profile and are characterized by increased susceptibility to oxidation, especially when containing high levels of polyunsaturated fatty acids. Therefore, the creation of composite blends based on various types of oils is considered an effective and economically justified approach to optimizing nutritional value, improving physicochemical properties, and enhancing oxidative stability. A rational selection of the component

*ratios in such blends makes it possible to achieve a more balanced content of ω -3, ω -6, and ω -9 fatty acids. At the same time, this approach contributes to reducing or completely eliminating the need for synthetic antioxidants, thus increasing the safety and naturalness of the final product. **Scope of results.** The results of the research can be used for the development of oil compositions based on domestic raw materials to enhance their thermal stability, which is crucial for ensuring the safety of thermal processing of food products.*

Key words: oils, oil compositions, oxidation, fatty acid profile, modeling

Постановка проблеми. Сучасні підходи до здорового харчування рекомендують зменшення споживання трансжирів та насичених жирних кислот у раціоні людини, натомість – підвищення вмісту моно- (ω -9) та поліненасичених жирних кислот (особливо ω -3 та ω -6), зокрема шляхом включення олій. Залежно від походження, олії мають різний жирнокислотний склад, зокрема: олеїнова кислота переважає в оливковій та високоолеїновій соняшниковій оліях; ліноленова має високий вміст у лляній, конопляній та ріпаковій (канола); лінолева – у соняшниковій та кукурудзяній. Жодна окрема олія не забезпечує повного спектру поживних властивостей і не має ідеально збалансованого профілю жирних кислот. Тому використання однієї олії часто є недостатнім для досягнення оптимального харчового балансу. Крім того, висока концентрація поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) у багатьох оліях значно підвищує їхню чутливість до окиснення, що обмежує мінімальний термін їх придатності. Існує низка способів зниження швидкості процесів окиснення в оліях, серед яких:

- додавання природних або синтетичних антиоксидантів;
- використання інертних газів;
- усунення доступу кисню;
- отримання олій зі збереженою природною структурою в сферосомах.

Втім, перспективним та безпечним способом є моделювання композицій олій – поєднання різних олій у таких пропорціях, які дозволяють скоротити відносну частку ПНЖК, тим самим підвищити стабільність до окиснення і водночас досягти збалансованого жирнокислотного профілю. Такий підхід сприяє покращенню фізико-хімічних характеристик олій, подовженню мінімального терміну їх придатності та мінімізації потреби у додаванні штучних антиоксидантів, що підвищує натуральність і безпечність кінцевого продукту для споживача.

Метою роботи став аналіз наукової літератури щодо створення композицій олій стійких до окиснення та поліпшеним жирнокислотним складом.

Методи дослідження. У роботі проведено системний аналіз наукової літератури із застосуванням метрик провідних наукометричних платформ – *Scopus*, *Web of Science*, *PubMed* та *ResearchGate*. Пошуковий запит орієнтовано на публікації, присвячені моделюванню композицій олій з метою одночасного поліпшення як їхнього жирнокислотного складу так і стабільності до окиснення, подовження мінімального терміну придатності. До аналізу включено рецензовані статті, опубліковані в період з 2015 по 2025 роки, з використанням ключових слів: *blended oils*, *oil composition modeling*, *oxidative stability*, *fatty acid profile improvement*, *shelf life extension*, *vegetable oil mixture*. На основі зібраної інформації визначено основні підходи до формування композицій олій, фактори, що впливають на їхню стабільність, і перспективні напрямки зменшення вразливості до окиснення без застосування синтетичних добавок.

Результати та їх обговорення. **Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) визначила три ключові фактори для оцінки поживної цінності олій:**

- наявність природних антиоксидантів;
- співвідношення насичених (НЖК), мононенасичених (МНЖК) і ПНЖК. ВООЗ рекомендує співвідношення 1:1,5:1 відповідно для НЖК, МНЖК та ПНЖК;
- баланс незамінних жирних кислот. Рекомендовано дотримуватися пропорції 1:5–10 для альфа-ліноленової (ω -3) та лінолевої (ω -6) кислот у харчовому раціоні [1].

Оскільки більшість олій не забезпечує повного комплексу поживних властивостей і

оптимального профілю жирних кислот та гарної термічної стабільності, змішування олій є економічно доцільною практикою для покращення їхнього жирнокислотного складу та фізико-хімічних властивостей [2]. Такий метод також мінімізує або зовсім виключає використання синтетичних антиоксидантів та консервантів [3].

Останніми десятиліттями значно зріс інтерес до проблеми окиснення жирів, оскільки активізація вільнорадикальних процесів є важливим чинником розвитку багатьох захворювань і тісно пов'язана з процесом старіння. Для покращених композиційних властивостей та досягнення кращої стабільності до окиснення слід забезпечити оптимальне співвідношення жирних кислот шляхом грамотного поєднання відповідних олій.

У роботі [4] досліджено вплив додавання кунжутної олії (у кількості 20–50%) до соняшникової (50–80%) на покращення фізико-хімічних властивостей останньої. Метою такого комбінування стало, по-перше, підвищення стабільності до окиснення та зменшення схильності до прогоркання, що у свою чергу, сприяло усунуванню потреби у введенні синтетичних антиоксидантів, а по-друге – оптимізація жирнокислотного профілю шляхом зміщення співвідношення ω -жирних кислот у бік більш збалансованого та поживно цінного складу. Найкращі результати отримано при співвідношенні 1:1, що забезпечило підвищення індукційного періоду при 100°C з 6,1 до 13,2 годин та прогнозоване збільшення терміну придатності при 25°C з 110 до 193 днів. Це покращення пояснюється вищим вмістом лігнанів (6205 мг/кг) та токоферолів (332 мг/кг) у композиції порівняно з чистою соняшниковою олією. Автори відзначили, що присутні в кунжутній олії лігнани (сезамолін, сезамін та сезамол) посилювали природний антиоксидантний потенціал суміші. Завдяки синергічній дії лігнанів і термочутливих токоферолів, характерних для соняшникової олії, вдалося значно уповільнити розвиток процесів окиснення і відтермінувати початок прогоркання.

В рамках експерименту, описаного в [5] для оцінки антиоксидантної активності та фізико-хімічних властивостей підготовлено композиції на основі соняшникової або кукурудзяної олії з додаванням кунжутної у співвідношенні 60:40. Встановлено, що такі суміші демонструють високу стабільність під час фритюрного смаження при температурі 180°C. Таким чином, введення кунжутної олії до традиційних олій можна розглядати як економічно доцільний підхід до підвищення їхньої окисної стійкості.

У дослідженні [6] проаналізовано можливість покращення не лише жирнокислотного профілю, а й окислювальної стабільності соняшникової олії шляхом її змішування з олією моринги або кунжутною олією у співвідношеннях 95:5 та 90:10. Результати показали, що додавання 5% морингової або 10% кунжутної олії суттєво покращує стійкість соняшникової олії до окиснення. Це підтверджувалося зниженням рівнів кон'югованих дієнів і трієнів, а також подовженням періоду індукції – до 11,45 години при 100°C у випадку суміші з 5% кунжутної олії. Отриманий ефект обумовлений високим вмістом природних антиоксидантів у моринговій і кунжутній оліях, які проявляють синергічну дію з компонентами соняшникової олії. Зроблено висновок, що навіть незначне збагачення соняшникової олії цими добавками є ефективним методом покращення її термічної та окислювальної стабільності без необхідності використання синтетичних антиоксидантів.

Олія з рисових висівок (RBO) містить значну кількість біоактивних сполук (оризанол, токотрієнол, токоферол, фітостероли тощо), які забезпечують високу стійкість олії до термічного окиснення [7]. У публікації [8] досліджено композиції олії рисових висівок з різними рослинними жирами з метою покращення їхніх фізико-хімічних властивостей та стабільності при термічному впливі. Шість сумішей олії готували в двох співвідношеннях: 80:20 та 70:30, із застосуванням оливкової олії, пальмового олеїну, арахісової олії та соняшникової олії. Найвищу кількість антиоксидантів зафіксовано в суміші RBO з соняшниковою олією (70:30), що становило 2568,7 мг/кг. Фізико-хімічний

аналіз показав, що найбільш стабільними за хімічними параметрами стали суміші RBO з оливковою олією (70:30) та арахісовою олією (70:30). Оцінка температури димлення всіх композицій показала, що суміші RBO з арахісовою олією (70:30 та 80:20) демонстрували найвищі показники температури димлення: 204°C та 202°C відповідно, що відповідає стандартам для фритюрних олій. Особливо важливим є те, що суміші олій рисових висівок з оливковою та арахісовою олією у співвідношенні 70:30 показали оптимальні результати не лише за хімічною стабільністю, але й за складом жирних кислот, що підтверджує їх високу харчову цінність і стабільність при термічному впливі. Жирнокислотний склад суміші RBO з пальмовою олією (80:20) (НЖК:МНЖК:ПНЖК – 1:1,5:2) виявився найбільш наближеним до рекомендованих стандартів для споживання. Отже, використання традиційних олій з високою стабільністю в сумішах з олією рисових висівок дозволяє створювати олійні композиції, які не лише мають покращені фізико-хімічні властивості, але й забезпечують високу стабільність до окиснення, що підвищує безпеку приготування їжі.

У роботі [9] вивчено окиснювальну стабільність шести композицій олій, що містять олію рисових висівок (50–75%), лляну олію (5–10%) та арахісову олію (20–40%) у різних співвідношеннях. Автори використовували методи рівнянь Арреніуса та Ейринга для оцінки енергії активації, ентальпії та ентропії процесу окиснення під час тестування за допомогою приладу *Rancimat* при температурах 100, 110, 120 та 130°C. Додавання RBO збільшувало вміст токоферолів та оризанолу у композиціях олій з 398 до 725 ppm та з 0,7% до 1,0% відповідно. Кластерний аналіз засвідчив, що суміш RBO, арахісової та лляної олій у співвідношенні 75:20:5 вирізняється найвищою окисною стабільністю: індукційний період при 100°C становить 21,34 години. Такий склад може розглядатися як перспективне функціональне джерело рослинних жирів.

Науковцями [10] досліджено хімічні, реологічні та харчові властивості композицій оливкової та кунжутної олій з лляною олією, приготованих у трьох співвідношеннях: 65:30:5, 60:30:10 та 55:30:15. Визначено кислотне та пероксидне числа, проведено тест *Rancimat*, проаналізовано профіль жирних кислот, а також оцінено ключові харчові індекси, зокрема співвідношення поліненасичених до насичених жирних кислот та ω 6: ω 3. Результати показали, що додавання лляної олій до композиції з оливковою та кунжутною олією дозволяє досягти оптимального балансу ω 6: ω 3, тим самим покращуючи харчову цінність сумішей. Композиції демонстрували високу окиснювальну стабільність, зокрема додавання 5% лляної олій забезпечувало гарну стабільність під час зберігання. Реологічні дослідження підтвердили ньютонівську поведінку сумішей при температурах 4°C та 25°C. Отже, комбінування лляної олій з оливковою та кунжутною олією стало ефективним підходом до створення функціональних олій, що поєднують покращені харчові властивості та високу стабільність до окиснення.

Метою дослідження [11] стало моделювання і характеристика трикомпонентних композицій олій з оптимальним співвідношенням ω -6 і ω -3. У дослідженні використано оливкову олію, соняшникову олію та олію крес-салату. Олійні суміші підготовлено в різних співвідношеннях ω -6: ω -3 (2:1, 3:1, 4:1 та 5:1), щоб отримати оптимальне співвідношення цих жирних кислот, важливих для організму людини. Здійснено оцінку таких параметрів, як стабільність до окиснення, теплові властивості, склад жирних кислот та токоферолів, а також фізико-хімічні властивості композицій. Результати показали, що склад жирних кислот та вміст токоферолів є найважливішими факторами, що визначають стабільність олій при окисненні та термічному впливі. Усі суміші олій продемонстрували високі показники якості. Таким чином, змодельовані олійні композиції, що характеризуються високою окисною стабільністю, значним вмістом природних антиоксидантів, оптимальним співвідношенням ω -6: ω -3 та рекомендованим профілем жирних кислот, здатні чинити позитивний вплив на стан здоров'я людини й можуть сприяти зниженню ризику розвитку запальних захворювань.

Авторами роботи [12] досліджено підвищення окиснювальної стабільності олії виноградних кісточок через створення оптимальної рецептури на основі поєднання цієї олії з кунжутною. Для визначення оптимального складу суміші проведено дослідження якісних показників композицій, що містили кунжутну олію та олію виноградних кісточок у співвідношеннях 0:100, 25:75, 50:50, 75:25 та 100:0 відповідно. Результати дослідження засвідчили, що у всіх зразках домінує лінолева кислота, за вмістом якої послідовно слідують олеїнова, пальмітинова та стеаринова кислоти. Додавання кунжутної олії до олії виноградних кісточок сприяє збільшенню кількості фенольних сполук, антиоксидантної активності та окиснювальної стабільності композицій. З урахуванням економічної доцільності та харчової цінності, найбільш оптимальною виявилася композиція, що містить 75% кунжутної олії та 25% олії виноградних кісточок. Вона забезпечує високі показники поживної цінності за меншої вартості порівняно з чистою кунжутною олією. Водночас зазначені суміші не є придатними для тривалого використання за умов високотемпературної обробки.

У рамках дослідження [13] здійснено фізичний та фізико-хімічний аналіз кунжутної олії, а також композицій кунжутної та ріпакової олій у різних пропорціях (5:95, 10:90, 30:70, 50:50, 70:30 і 90:10, мас.%) за такими параметрами, як склад жирних кислот, пероксидне та йодне числа, фазові переходи, показники заломлення, колір та ультрафіолетова абсорбція. Жирнокислотний профіль композицій кунжутної та ріпакової олій залежав від їх співвідношення. Збільшення вмісту кунжутної олії в суміші призводило до зменшення рівня олеїнової та ліноленової кислот, в той час як рівень лінолевої кислоти збільшувався. Виявлено значну лінійну кореляцію між температурами та ентальпіями кристалізації сумішей, що може бути використано для визначення складу суміші кунжутної та ріпакової олій.

У дослідженні [14] розглянуто потенціал композиції рослинних олій – соняшникової, соєвої, ріпакової, хлопкової та кукурудзяної – як альтернативи пальмовій олії в харчовій промисловості. Окиснювальну стабільність оцінювали на початковому етапі, а також після 14 і 28 днів інкубації при 60°C. Для аналізу термічної стабільності використовували метод *Rancimat*. Оптимальна композиція складалася з соєвої, соняшникової, хлопкової та кукурудзяної олій у співвідношенні 2:1:4:4. Індукційний період цієї суміші становив 5,38 години, що, хоча й було значним покращенням, усе ж приблизно на 50 % поступалося пальмовій олії. Отримані результати можуть слугувати основою для створення харчових сумішей рослинних олій із підвищеною поживною цінністю як заміни пальмовій олії в харчовій промисловості.

Незважаючи на значні досягнення вчених у створенні композицій олій [2–14], потреба в подальших дослідженнях залишається актуальною, оскільки кожен тип олії має унікальний жирнокислотний профіль, що, з одного боку, підвищує харчову цінність, а з іншого – може знижувати стабільність продукту через схильність до окиснювальних процесів. Оптимізація співвідношень жирних кислот у композиціях олій потребує глибшого дослідження для забезпечення максимальної біологічної цінності та стабільності без використання синтетичних добавок. З огляду на специфіку України, де виробляються лляна, високоолеїнова соняшникова та ріпакова олія, комбінування цих олій є перспективним напрямом для створення композицій з високим вмістом ω -3 і стабільністю до окиснення. Лляна олія, як джерело ω -3, є вразливою до окиснення у чистому вигляді, тому додавання олій з високим вмістом олеїнової кислоти допоможе покращити її стабільність. Економічна доцільність використання таких сумішей підтверджується аналізом їхньої ринкової вартості. За даними відкритих джерел [15], середня роздрібна ціна на соняшкову олію в Україні у квітні 2025 року становила 77–81 грн/л, на кукурудзяну – 97–140 грн/л, ріпакову – 90–360 грн/л, а лляну – 360–400 грн/л. Вартість готових сумішей олій залежатиме від складу, але загалом складатиме 80–120 грн/л. Такі композиції здатні не лише відповідати рекомендаціям ВООЗ щодо

оптимального співвідношення ω -6: ω -3, а й знижувати потребу в синтетичних антиоксидантах, що підвищує безпечність і натуральність готової продукції. Крім того, включення до рецептури більш доступних олій, таких як соняшникова чи кукурудзяна, дозволяє оптимізувати вартість кінцевого продукту без погіршення його фізико-хімічних властивостей.

Висновки. Для підтримки здорового серця та модульованого ліпідного профілю в організмі рекомендується збалансоване співвідношення МНЖК та ПНЖК від 1:1 до 1,5:1, а також незамінних жирних кислот, зокрема ω -6 та ω -3 (від 5:1 до 10:1). Системний аналіз наукової літератури показав, що більшість олій не мають ідеального складу жирних кислот, тому комбінування олій є економічно доцільним способом для поліпшення їхнього жирнокислотного профілю та стабільності до окиснення. Такі композиції можуть значно покращити харчову цінність олій. Моделювання сумішей олій дозволяє мінімізувати або повністю уникнути використання синтетичних антиоксидантів, забезпечуючи підвищену термічну стабільність, що важливо для безпеки приготування їжі. Отже, змішування олій є ефективним методом для створення продуктів з оптимальним профілем жирних кислот та високою стабільністю до окиснення, що покращує їхню харчову цінність і безпечність у кулінарії.

Бібліографія

1. FAO/WHO. Interim summary of conclusions & dietary recommendations on total fat & fatty acids. The joint FAO/WHO expert consultation on fats & fatty acids in human nutrition. Geneva. 2008. P. 1–14.
2. Sharma K, Kumar M., Lorenzo J., Guleria S., and Saxena S., Manoeuvring the physicochemical and nutritional properties of vegetable oils through blending. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 2023. Vol. 100. Is. 1. P. 5–24. <https://doi.org/10.1002/aocs.12661>.
3. Hashempour-Baltork F., Torbati M., Azadmard-Damirchi S., Savage G.P. Vegetable oil blending: A review of physicochemical, nutritional and health effects. *Trends in Food Science & Technology*. 2016. Vol. 57(Pt A). P. 52–58. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.09.007>.
4. Ghosh M, Upadhyay R, Mahato DK, Mishra HN. Kinetics of lipid oxidation in omega fatty acids rich blends of sunflower and sesame oils using Rancimat. *Food Chem*. 2019. Vol. 272. P. 471–477. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.08.072>.
5. Ramroudi, Fereshteh & Seyed Ali, Yasini Ardakani & Dehghani-tafti, Arefeh & Khalili Sadrabad, Elham. Investigation of the Physicochemical Properties of Vegetable Oils Blended with Sesame Oil and Their Oxidative Stability during Frying. *International Journal of Food Science*. 2022. Vol. 3. 165512. <https://doi.org/10.1155/2022/3165512>.
6. Aly, Amina & Ali, Hoda & Abdeldaiem, Mohamed. Improvement of the sunflower oil stability by blending with moringa or sesame oils. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2021. Vol. 15 (1). P. 111–120. <https://doi.org/10.5219/1491>.
7. Ali M. A., Islam M. A., Othman N. H., Noor A. M., Ibrahim M. Effect of rice bran oil addition on the oxidative degradation and fatty acid composition of soybean oil during heating. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment*. 2019. Vol. 18 (4). P. 427–438. <https://doi.org/10.17306/J.AFS.2019.0694>.
8. Choudhary M, Grover K, Kaur G. Development of rice bran oil blends for quality improvement. *Food Chem*. 2015. Vol. 173. P. 770–777. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.10.051>.
9. Pattnaik M, Mishra HN. Oxidative stability of ternary blends of vegetable oils: A chemometric approach. *LWT*. 2021. Vol. 142. 111018. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111018>.
10. Hashempour-Baltork F, Torbati M, Azadmard-Damirchi S, Savage GP. Chemical, rheological and nutritional characteristics of sesame and olive oils blended with linseed oil. *Adv Pharm Bull*. 2018. Vol. 8 (1). P. 107–113. <https://doi.org/10.15171/apb.2018.013>.
11. Nehdi IA, Hadj-Kali MK, Sbihi HM, Tan CP, Al-Resayes SI. Characterization of ternary blends of vegetable oils with optimal ω -6/ ω -3 fatty acid ratios. *J Oleo Sci*. 2019. Vol. 68 (11). P. 1041–1049. <https://doi.org/10.5650/jos.ess19111>.
12. Khakbaz Heshmati, Maryam & Jafarzadeh Moghaddam, Maryam & Pezeshki, Akram & Shaddel, Rezvan. The oxidative and thermal stability of optimal synergistic mixture of sesame and grapeseed oils as affected by frying process. *Food Science & Nutrition*. 2022. Vol. 10 (4). P. 1103–1112. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2774>.
13. Marudova, Maria & Viraneva, Asya & Antova, Ginka & Nikolova, Krastena & Petkova, Zhana & Teneva, Olga. Physico-Chemical Characterization of Sesame/Rapeseed Oil Mixtures. *Applied Sciences*. 2025. 15 (2). 704. <https://doi.org/10.3390/app15020704>.
14. Athanasiadis, V., Chatzimitakos, T., Kalompatsios, D., Bozinou, E., Lalas, S. I. Exploration of High-Nutritional-Quality Vegetable Oil Blend with Enhanced Oxidative Stability as a Frying Medium

Substitute for Palm Oil. *Lipidology*. (2024). Vol. 1 (1). P. 75–91. <https://doi.org/10.3390/lipidology1010006>.

15. Мінфін. Середні ціни на продукти харчування в Україні. <https://index.minfin.com.ua/ua/markets/wares/prods/grocery/oil/sunfloweroil/>. Дата звернення 30.04.2025.

References

1. FAO/WHO. Interim summary of conclusions & dietary recommendations on total fat & fatty acids. The joint FAO/WHO expert consultation on fats & fatty acids in human nutrition (2008). Geneva. P. 1–14.
2. Sharma K, Kumar M., Lorenzo J., Guleria S., and Saxena S. (2023). Manoeuvring the physicochemical and nutritional properties of vegetable oils through blending. *Journal of the American Oil Chemists Society*. Vol. 100 (1). P. 5–24. <https://doi.org/10.1002/aocs.12661>.
3. Hashempour-Baltork F., Torbati M., Azadmard-Damirchi S., Savage G.P. (2016). Vegetable oil blending: A review of physicochemical, nutritional and health effects. *Trends in Food Science & Technology*. Vol. 57(Pt A). P. 52–58. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.09.007>.
4. Ghosh M, Upadhyay R, Mahato DK, Mishra HN. (2019). Kinetics of lipid oxidation in omega fatty acids rich blends of sunflower and sesame oils using Rancimat. *Food Chem*. Vol. 272. P. 471–477. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.08.072>.
5. Ramroudi, Fereshteh & Seyed Ali, Yasini Ardakani & Dehghani-tafti, Arefeh & Khalili Sadrabad, Elham. (2022). Investigation of the Physicochemical Properties of Vegetable Oils Blended with Sesame Oil and Their Oxidative Stability during Frying. *International Journal of Food Science*. Vol. 3. 165512. <https://doi.org/10.1155/2022/3165512>.
6. Aly, Amina & Ali, Hoda & Abdeldaiem, Mohamed. (2021). Improvement of the sunflower oil stability by blending with moringa or sesame oils. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. Vol. 15 (1). P. 111–120. <https://doi.org/10.5219/1491>.
7. Ali M. A., Islam M. A., Othman N. H., Noor A. M., Ibrahim M. (2019). Effect of rice bran oil addition on the oxidative degradation and fatty acid composition of soybean oil during heating. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment*. Vol. 18 (4). P. 427–438. <https://doi.org/10.17306/J.AFS.2019.0694>.
8. Choudhary M, Grover K, Kaur G. (2015). Development of rice bran oil blends for quality improvement. *Food Chem*. Vol. 173. P. 770–777. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.10.051>.
9. Pattnaik M, Mishra HN. (2021). Oxidative stability of ternary blends of vegetable oils: A chemometric approach. *LWT*. Vol. 142. 111018. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111018>.
10. Hashempour-Baltork F, Torbati M, Azadmard-Damirchi S, Savage GP. (2018). Chemical, rheological and nutritional characteristics of sesame and olive oils blended with linseed oil. *Adv Pharm Bull*. Vol. 8 (1). P. 107–113. <https://doi.org/10.15171/apb.2018.013>.
11. Nehdi IA, Hady-Kali MK, Sbihi HM, Tan CP, Al-Resayes SI. (2019). Characterization of ternary blends of vegetable oils with optimal ω -6/ ω -3 fatty acid ratios. *J Oleo Sci*. Vol. 68 (11). P. 1041–1049. <https://doi.org/10.5650/jos.ess19111>.
12. Khakbaz Heshmati, Maryam & Jafarzadeh Moghaddam, Maryam & Pezeshki, Akram & Shaddel, Rezvan. (2022). The oxidative and thermal stability of optimal synergistic mixture of sesame and grapeseed oils as affected by frying process. *Food Science & Nutrition*. Vol. 10 (4). P. 1103–1112. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2774>.
13. Marudova, M., Viraneva, A., Antova, G., Nikolova, K., Petkova, Z., Teneva, O. (2025). Physico-Chemical Characterization of Sesame/Rapeseed Oil Mixtures. *Applied Sciences*. 15 (2). 704. <https://doi.org/10.3390/app15020704>.
14. Athanasiadis, V., Chatzimitakos, T., Kalompatsios, D., Bozinou, E., Lalas, S. I. (2024). Exploration of High-Nutritional-Quality Vegetable Oil Blend with Enhanced Oxidative Stability as a Frying Medium Substitute for Palm Oil. *Lipidology*. Vol. 1 (1). P. 75–91. <https://doi.org/10.3390/lipidology1010006>.
15. Minfin. [Minfin]. Seredni tsyny na produkty kharchuvannia v Ukraini. [Average food prices in Ukraine]. <https://index.minfin.com.ua/ua/markets/wares/prods/grocery/oil/sunfloweroil/>. Data zvernennia 30.04.2025 [Accessed on April 30, 2025].