

Я. О. Свіщова, Н. Л. Хищенко, Т. А. Романова
Державний біотехнологічний університет

АНТИОКСИДАНТНИЙ ВПЛИВ ОЛІЇ ЧОРНОГО КМИНУ НА ОКИСЛЮВАЛЬНУ СТАБІЛЬНІСТЬ КУПАЖІВ ЛЛЯНОЇ ТА КОНОПЛЯНОЇ ОЛІЙ

Проблемою вживання рослинної олії одного типу є незбалансованість її складу, що призводить до потрапляння в організм надлишку певного типу жирних кислот. Це може призвести до порушення обміну речовин та погіршення загального стану організму. Ефективним способом отримання збалансованої за складом рослинної олії є її купажування. Актуальним є використання традиційних та нішевих олій українського виробництва. В якості нішевих олій використовували лляну та конопляні олії. Конопляна олія незважаючи на високий вміст α -ліноленової кислоти характеризується високою окислювальною стабільністю за рахунок присутності природних антиоксидантів: токоферолів та хлорофілу. Окислювальну стабільність купажів збільшували введенням до складу олії чорного кмину в кількості 5%, що не погіршує органолептичних характеристик. Підвищений інтерес до олій чорного кмину пов'язаний з її антиоксидантним, цитостатичними, антибактеріальними, антимікробними, включаючи харчові патогени, та протизапальними властивостями, що дає змогу застосовувати її в якості природних консервантів та для створення продуктів оздоровчого харчування. Розраховано склад трикомпонентних купажів та проаналізовано зміну їх органолептичних характеристики відносно ступеню очищення олій. Купажі з нерафінованою та рафінованою кукурудзяною олією в якості основного компоненту характеризуються нейтральним олійним смаком та запахом, що дозволяє використовувати такі купажі в якості самостійної заправки так і в якості компонентів соусів та дресингів. Досліджено окислювальну стабільність купажів протягом двох місяців на основі розрахунку кислотного (КЧ) та перекисного чисел (ПЧ). Значення КЧ для всіх купажів знаходились в інтервалі 1.2–1.6 мКОН/г протягом усього часу дослідження. Спостерігалось збільшення ПЧ в 1.36–5.29 разів. Зниження окислювальної стабільності суттєво залежить від вмісту α -ліноленової кислоти та присутності антиоксидантів і має найнижче значення для купажів з лляною олією. Олія чорного кмину підвищує окислювальну стабільність усіх досліджених купажів та впливає на синергетичну дію природних антиоксидантів.

Ключові слова: олія чорного кмину, лляна олія, конопляна олія, купаже, окислювальна стабільність.

Постановка проблеми та її актуальність. Жири відіграють важливу роль в функціонуванні організму людини. В останні десятиріччя спостерігається зниження споживання жирів та жировмісних продуктів. Для збереження здоров'я та нормального функціонування організму вживання жирів є обов'язкове, а повне виключення з раціону може призвести до фатальних наслідків. Склад жиру, як тваринного, так і рослинного походження достатньо ретельно проаналізовано. При оцінці поживної складової та при складанні раціонів харчування необхідно враховувати співвідношення між поліненасиченими жирними кислотами (ПНЖК), що відносяться до груп ω -6 та ω -3. В роботі [1] авторами С.Г. Candela et al. зазначено, що співвідношення ω -6: ω -3 в щоденному раціоні населення США та Європи складає по різним оцінкам 15:1, 16:1, 20:1 та 30:1. Такий дисбаланс пов'язаний з особливостями харчування та може викликати порушення обміну речовин, призводити до зайвої ваги, зниженню імунітету, згущенню крові, передчасною появи вікових змін організму. При розробці купажів окрім необхідного співвідношення ПНЖК в готовому продукті необхідно враховувати: ступінь очищення вихідних олій, органолептичні показники, температуру застосування купажу, наявність антиоксидантів, а також передбачити вподобання споживачів готового продукту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для виготовлення купажу олій ефективним з економічної точки буде використання одним з компонентів традиційну олію, наприклад, соняшникову або кукурудзяну олії. Актуальною є розробка продукту, який окрім збалансованого жирнокислотного складу буде мати оригінальні органолептичні характеристики та мати оздоровчі властивості, з великим терміном придатності без додавання штучних ароматизаторів та антиоксидантів. Розроблені в теперішній час купажі переважно складаються з соняшникової, соєвої, ріпакової, оливкової, кукурудзяної, гірчичної, пальмової та лляної олій [2]. Для розробки купажів науковці Н.М. Ющенко та ін. [3] використовували рижієву олію, що має нейтральний смак та запах, а науковці О.А. Топчій та ін. [4] – гарбузову олію. Перспективним є використання конопляної олії в якості компоненту купажу. Наявність психотропного компоненту дельта-9-тетрагідроканабінолу (ТГК) викликало суттєве зниження обсягу промислового вирощування коноплі та призвело до переходу цієї олійної культури з традиційної до нішевої. Як зазначено в роботі науковців В.А. Омеляненка та ін. [5], центром коноплярства в Україні є Сумська область. В Інституті луб'яних культур у м. Глухів були виведені сорти конопель, які визнані світом як найменш наркотичні – вміст ТГК наближується до нуля. Науковцями Л. Криськовою та ін. [6] при аналізі перспектив

вирощування ненаркотичних конопель зазначено хімічний склад конопляної олії, що характеризується вмістом α -ліноленою кислоти на рівні 20–28%. Зелений колір олії обумовлений високим вмістом хлорофілу, в середньому 2–7 мг/кг.

Підвищення вмісту ПНЖК знижує окислювальну стабільність купажу. В роботі [7] науковець D. Asfaw зазначає, що збільшити термін придатності олій можливо за рахунок введення природних антиоксидантів, що відносяться до класу поліфенолів, хінінів, флавоноїдів, алкалоїдів, поліпептидів, токоферолів та мають в деяких випадках вищу антиоксидантну дію порівняно до синтетичних антиоксидантів. Для підвищення окислювальної стабільності до купажів можна додавати олійні екстракти рослинного походження, загальний вміст яких в готовому продукті буде від 3 до 15%. Таким чином було підвищено антиоксидантну стійкість та харчову якість купажів на основі соняшникової, соєвої, кукурудзяної та рапсової олій. В якості екстрактів використовували олії: паростків пшениці, насіння льону, насіння гарбуза, грецького горіху, плодів шипшини, насіння розторопши, олійний екстракт часнику [8]. В роботі [9] науковцями С.О. Ленерт та ін. було встановлено, що додавання до арахісово-ляного купажу олійних екстрактів: часнику, плодів шипшини, листя шавлії та чорної смородини в кількості 5% збільшує окислювальну стабільність в 1.2–1.7 рази. Таку саму закономірність спостерігали в науковці В.В. Анан'єва та ін. [10] при додаванні до купажу, який складається з кукурудзяної, лляної та соняшникової олій в співвідношенні 60:25:15 природних антиоксидантів поліфенольної природи, що містяться в порошок шкірки винограду сорту Чорна перлина.

Природні антиоксиданти мають також і антимікробну дію. Так науковці D. Bukvicki et al. [11] встановили, що коричний альдегід має антимікробну дію проти *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* and *Salmonella enterica*. Біоактивні компоненти, що містяться в екстракті імбирю мають антимікробні властивості по відношенню до *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*; *E.Coli*, а компоненти екстракту часнику протидіють *Proteus mirabilis* та *E.Coli*.

В роботі науковців М.А. Hannan et al. [12] на основі аналізу літературних даних доведено, що олія чорного кмину має унікальний склад за якісним та кількісним вмістом фітохімічних речовин, які відносяться до сімейства терпенів і терпеноїдів: тимохінону, п-цимолу, дитимохінону, тімогідрохінону, карвакролу і тимолу та вважаються активними компонентами що мають антиоксидантні властивості. Автори S.M. Raita et al. [13] при дослідженні морфологічної якості філе *Syrpinus caprio* під час різних умов зберігання спостерігали антимікробні властивості олії чорного кмину. Науковці I. Kahramanoglu et al. [14] довели, що додавання олії чорного кмину в кількості 0.03% запобігає появі плісняви при зберіганні свіжевичавленого гранатового соку, тим самим подовжуючи його термін зберігання на

12 діб при температурі 4°C в порівнянні з контрольним зразком. Z. Karimi et al. [15] довели інгібуючу дію компонентів олій чорного кмину на найбільш розповсюджені мікотоксини, зокрема, зеараленон, охратоксин А, веррукарин J, афлотоксин В1. P.N.R. Rachman et al. [16] встановили, що прийом олії чорного кмину протягом 20 днів покращує метаболічні процеси, що також підтверджено дослідженнями науковців М.А. Adekunle et al. [17].

Зважаючи на аналіз літературних даних створення купажів рослинних олій з використанням традиційних олій та олій нішевих культур та природного антиоксиданту дозволить: отримати олію, що буде мати збалансований жирнокислотний склад для різних верств населення, отримати продукт з новими органолептичними показниками, збільшить термін використання олії, дозволить розширити асортимент продукції.

Мета роботи: розробка та вивчення окисної стабільності купажів олій зі збалансованим жирнокислотним складом з використанням соняшникової, кукурудзяної, лляної олій та олії чорного кмину.

Матеріали та методи дослідження. Для створення купажів використовували: соняшкову рафіновану, дезодоровану, виморожену олію (виробник ТМ «Чумак», Золота); соняшкову нерафіновану олію (виробник ТМ «Чумак», Домашня); кукурудзяну рафіновану, дезодоровану олію марки П (виробник ТОВ Компанія «Кама»); кукурудзяну нерафіновану олію першого холодного віджиму (виробник ТОВ Компанія «Кама»); конопляну олію нерафіновану (виробник ТОВ «Агросільпром»); лляна олію нерафіновану (виробник ТОВ «Агросільпром»); олію чорного кмину холодного пресування (виробник «Хелсі Дженерейшн»).

В якості предмету дослідження були вибрані трикомпонентні купажі олій в основі яких були рафінована та нерафінована соняшнікова та кукурудзяна олії (вміст основного компоненту – більше 45%), другим компонентом – є олій нішевих культур (лляна, конопляна), третій компонент – олія чорного кмину в якості антиоксиданту.

Для оцінки окислювальної стабільності купажів та антиоксидантного впливу олії чорного кмину проводили визначення кислотного (КЧ) та пероксидного чисел (ПЧ) згідно ДСТУ 4350:2004 та ДСТУ 4570:2006 відповідно. Вимірювання проводили для кожного зразку купажів через кожні 15 днів протягом двох місяців. Купажі зберігали при температурі 25°C в темному місці. Розраховані значення КЧ та ПЧ є середніми з трьох паралельних вимірювань. Стандартне відхилення від середнього розраховували при значенні $P=0.95$.

Виклад основного матеріалу дослідження. Жирнокислотний склад олії не є сталими та залежить від багатьох факторів, а саме, сорту, умов вирощування та зберігання олійних культур, процесу обробки. Для розрахунку складу купажу використовували середні значення вмісту олеїнової, лінолевої та α -ліноленою кислот у відповідних оліях (табл. 1).

Розрахунок масової частки компонентів в трикомпонентних купажованих оліях та їх жирнокислотний склад

проводили використовуючи систему рівнянь запропонованих в роботі О.А. Топчій та ін. [4]. Також були враховані результати, які отримані іншими дослідниками стосовно використання лляної олії та олії чорного кмину в харчовій промисловості. Науковці Н.М. Ющенко та ін. [3] зазначають, що вміст лляної олії в купажах повинен не перевищувати 20–30%, щоб не погіршувати органолептичних показників купажу і не знижувати її окислювальну стабільності. Науковці F. Hashempour-Baltork et al. [18] встановили, що більшу окислювальну стабільності купажі оливкової, кунжутної та лляної олії мали при вмісті лляної олії менше ніж 10%. Користуючись закономірностями отриманими в роботі науковців М. Jufri et al. [19], вміст олії чорного кмину в купажах обмежили на рівні 5%, що достатньо для антиоксидантного впливу активних компонентів та не погіршує органолептичні показники готового продукту. Результати розрахунків наведено в табл. 2 та табл. 3.

Для дослідження органолептичних показників та стабільності олій протягом часу паралельно готували купажі з використанням рафінованих та нерафінованих соняшникової та кукурудзяної олій. Опис органолептичних показників купажів наведено в табл. 4. Купажі мали колір від жовто-золотого до темнозеленого, що нагадував колір оливкової олії. Усі купажі були прозорі, однорідні, без сторонніх включень. Купажі, що містили нерафіновані соняшникову та кукурудзяну олії мали більш різкий запах та смак порівняно з купажами, що містили відповідні рафіновані олії.

Органолептичні показники купажів було оцінено дегустаторами (10 балів – яскраво виражена характеристика, 0 балів – характеристика не відчувається). Показники, за якими проводилась дегустація: смак, післясмак, наявність кислого смаку, пряність, запах, колір. Побудовані профілограми представлені на рис. 1.

Таблиця 1 – Жирнокислотний склад олій для купажів

Олії	Ліноленова кислота, %	Лінолева кислота, %	Олеїнова кислота, %	Стеаринова кислота, %	Пальмітинова кислота, %
Соняшникова	0.1	57.1	30.3	3.5	6.7
Кукурудзяна	0.6	49.8	33.3	3.5	9.6
Льняна	55.3	15.7	17.9	5.4	5.6
Конопляна	22.0	54,8	13.6	3.0	5.7
Чорного кмину	1.4	56.4	22.5	4.8	14.4

Джерело: сформовано авторами

Таблиця 2 – Склад купажів олій

Купаж	Соняшникова олія, %	Кукурудзяна олія, %	Лляна олія, %	Конопляна олія, %	Олія чорного кмину, %
K1	85	–	10	–	5
K2	75	–	20	–	5
K3	–	85	10	–	5
K4	70	–	–	25	5
K5	45	–	–	50	5
K6	–	75	–	20	5
K7	–	50	–	45	5
C1	90	–	10	–	–
C2	80	–	20	–	–
C3	–	90	10	–	–
C4	75	–	–	25	–
C5	50	–	–	50	–
C6	–	80	–	20	–
C7	–	55	–	45	–

Джерело: сформовано авторами

Таблиця 3 – Жирнокислотний склад купажів

Купаж	Загальна ω-6, %	Загальна ω-3, %	Загальна ω-9, %	Співвідношення ω-6 : ω-3	Насичені жирні кислоти, %
K1	52.9	5.7	28.7	9 : 1	12.8
K2	48.8	11.2	27.4	4 : 1	12.7
K3	46.7	6.1	30.9	8 : 1	24.2
K4	56.5	5.7	25.7	10 : 1	12.0
K5	55.9	11.1	21.5	5 : 1	11.1
K6	51.1	4.9	28.8	10 : 1	22.3
K7	52.4	10.3	23.9	5 : 1	18.0

Джерело: сформовано авторами

Таблиця 4 – Органолептичні показники купажів на основі рафінованих олій

Купаж	Запах	Смак	Колір
K1	Основний запах соняшникової олії зі слабкими нотками чорного кмину	Соняшниковий з невеликою терпкістю	Світлий жовто-зелений
K2	Насичений запах, відчувається присутність лляної олії	Негармонічний. Відчувається смаковий перехід льон-чорний кмин	Темний жовто-зеленим
K3	Олійно-трав'яний	Нейтральний з легким післясмаком	Світлий жовто-зелений
K4	Олійно-трав'яний	Нейтральний	Темний зелено-жовтий
K5	Трав'яний, терпкий	Соняшниково-терпкий	Темний жовто-зелений
K6	Нейтральний	Нейтральний	Зелено-жовтий
K7	Олійно-трав'яний	Нейтральний з легкою терпкістю	Зелений

Джерело: сформовано авторами

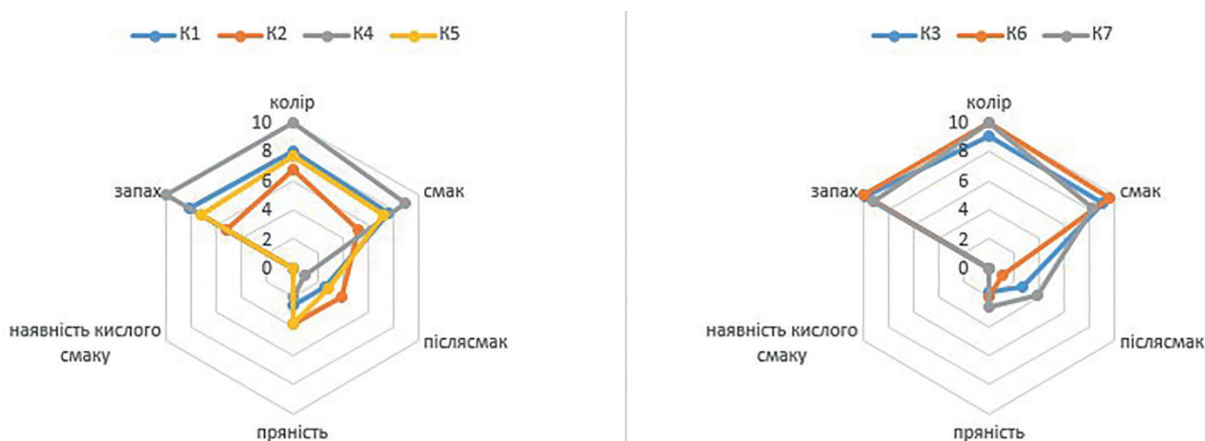


Рисунок 1 – Профілограми купажів олій.

Джерело: сформовано авторами

Аналіз органолептичних показників купажів свідчить про те, що купажі K3, K6 та K7, до складу яких входить кукурудзяна олія характеризуються нейтральним смаком, олійно-трав'яним запахом. Купажі до складу яких входить соняшникова олія (K1, K2, K4, K5) мали більш різкий запах, в смаку відчувалась присутність складових олій, що погіршувало сприйняття кінцевого продукту. Органолептичні показники купажів, що містили конопляну олії (K4, K5, K6, K7) мали вищі характеристики порівняно з купажами до складу яких входила лляна олія (K1, K2, K3). Найнижчі органолептичні характеристики мав купаж K2, що складався з соняшникової та лляної олії в кількості 20%. Вміст конопляної олії на рівні 20–25% (K4, K6) надавав купажам нейтрального смаку та олійно-трав'яного запаху. Збільшення вмісту конопляної олії до 45–50% (K5, K7) призводить до більшого відчуття трав'яного запаху та смаку, що погіршує загальне органолептичне сприйняття купажів.

При зберіганні олій спостерігаються руйнівні процеси, що пов'язані з гідролізом та окисненням ліпідів, що суттєво впливає на якість олій. Розраховане значення КЧ для всіх купажів знаходилось в інтервалі 1.2–1.6 мгКОН/г та майже не змінювалось протягом часу дослідження. Для оцінки впливу олій чорного кмину були проаналізовані двокомпонентні купажі С1–С7. Значення ПЧ для купажів з нерафінованими оліями представлено в табл. 5.

Як можна бачити з отриманих даних, при зберіганні спостерігається збільшення значень ПЧ для всіх купажів. Найбільше збільшення спостерігалось для купажів K1 та K2 – в 3.28 та 3.36 раз відповідно. Для купажа K3, що також в своєму складі містить лляну олію відносно збільшення ПЧ було на рівні 2.62, що пов'язано з вмістом в складі кукурудзяної олії γ - та δ - токоферолів на рівні 8.5%, які мають високі антиоксидантні властивості, що було доведено науковцями І.Г. Радзівською та ін. [20]. Для трикомпонентних купажів з конопляною олією спостерігали відносно збільшення ПЧ лише в 1.36–1.63 рази, що можна пояснити наявністю в складі конопляної олії не лише токоферолів, а й хлорофілу, що здатен інтенсивно протидіяти появі вільних радикалів та уповільнювати процес окиснення.

Для купажів, що містять рафіновані соняшникову та кукурудзяну олії спостерігаються більш інтенсивні збільшення ПЧ в порівнянні з аналогічними купажами з нерафінованими оліями (рис. 2), що співпадає з раніше отриманими даними науковцями С.О. Озоліною та ін. [21].

Для купажа K3, який містив нерафіновану кукурудзяну олію спостерігалось відносно підвищення ПЧ на 60 день досліджень в 2.62 рази, тоді як для аналогічного купажу з рафінованою олією збільшенн ПЧ було в 3.15 рази. Для трикомпонентного купажу K2, що містив нерафіновану соняшникову олію ПЧ підвищилось в 3.36 рази, а для

Таблиця 5 – Значення ПЧ ($\frac{1}{2} O_2$ ммоль/кг) для купажів з нерафінованими оліями

Купаж	1	15	30	45	60
K1	1.82±0.21	1.91±0.07	2.45±0.09	3.96±0.15	5.98±0.18
K2	1.92±0.18	2.21±0.12	3.43±0.06	4.51±0.12	6.45±0.21
K3	1.61±0.11	1.96±0.06	2.18±0.11	2.74±0.14	4.22±0.14
K4	1.76±0.09	1.81±0.14	1.92±0.12	2.31±0.08	2.78±0.08
K5	1.74±0.12	1.94±0.13	2.01±0.08	2.54±0.11	2.84±0.06
K6	1,63±0.06	1.76±0.09	1.88±11	2.04±0.07	2.22±0.09
K7	1.58±0.07	1.81±0.14	2.03±0.14	2.34±0.06	2.52±0.11
C1	1.76±0.05	2.62±0.07	3.98±0.09	6.22±0.12	8.76±0.21
C2	1.84±0.14	3.42±0.05	4.73±0.16	7.56±0.08	9.82±0.23
C3	1.78±0.11	2.38±0.11	3.34±0.18	4.78±0.11	6.41±0.18
C4	1.73±0.08	1.86±0.08	2.32±0.09	2.71±0.14	3.68±0.11
C5	1,78±0.07	1.94±0.09	2.44±0.11	3.44±0.09	4.67±0.15
C6	1,63±0.04	1.76±0.12	1.98±0.12	2.24±0.12	2.63±0.07
C7	1,61±0.08	1.91±0.06	2.18±0.08	2.64±0.11	3.52±0.18

Джерело: сформовано авторами

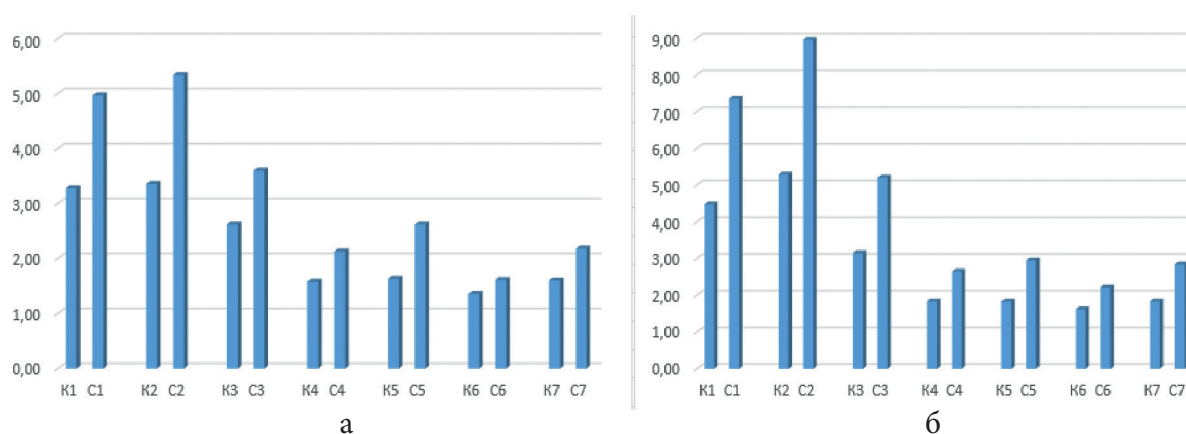


Рисунок 2 – Відносна зміна пероксидного числа для дво- та трикомпонентних купажів: а – з нерафінованими оліями; б – з рафінованими оліями

Джерело: сформовано авторами

купажу з рафінованою соняшниковою олією ПЧ підвищилось в 5.29 рази, що може бути наслідком зниження вмісту антиоксидантів при рафінації. Найбільша різниця в відносній зміні ПЧ спостерігалась для купажів, які містять лляну олію (K1, K2, K3, C1, C2, C3). Низька окислювальна стабільність дво- та трикомпонентних купажів з лляною олією пов'язана з високим вмістом в їх складі α -ліноленової кислоти, що здатна до окиснення при недостатній кількості антиоксидантів та підвищенні температури.

Суттєве збільшення ПЧ для купажів з лляною олією призвело до погіршення їх органолептичних характеристик. Так, на 45 день досліджень в таких купажах спостерігалась поява прогорклого присмаку, що є доказом присутності великої кількості пероксидних сполук. Купажі, що містили в своєму складі конопляну олію не змінили своїх органолептичних характеристик протягом 60 днів при умовах дослідю.

При порівнянні змін ПЧ для купажів з однаковим складом в присутності та у відсутності олій чорного ммину встановлено, що для двокомпонентних купажів (C1–C7) також спостерігається відносне збільшення

ПЧ. Це збільшення є на 18.4 – 58.9% більшим в порівнянні з аналогічними трикомпонентними купажами (рис. 2) та пов'язано з відсутність в їх складі олії чорного ммину, активні компоненти якої мають антиоксидантні властивості. Найбільший антиоксидантний вплив олії чорного ммину стерігається для купажів, що в своєму складі містять лляну олію. При відсутності в складі таких купажів олії чорного ммину спостерігається відносне збільшення ПЧ від 34% до 51%. Для купажі в складів яких є соняшникова олія (K1, K2, K4, K5 та відповідні їм двокомпонентні купажі) присутність олії чорного ммину знижує відносне збільшення ПЧ в середньому на 40%. Для купажів, що складаються з кукурудзяної та конопляної олії такий вплив був на рівні 20% – відносне збільшення ПЧ для купажу K6 було в 1.36 рази, тоді як для купажу C6, що не мітив в своєму складі олію чорного ммину, спостерігали відносне збільшення ПЧ в 1.61 рази. Таку різницю в антиоксидантній дії олії чорного ммину на купажі різного складу можа пояснити тим, що присутність різних антиоксидантів в одній системі має синергетичний ефект. У випадку купажів з лляною олією активні

речовини олій чорного тмину є основними антиоксидантами, тоді як для купажів з кукурузною та конопляною оліями вони доповнюють стабілізуючу дію tokoферолів та хлорофілу.

Висновки. Розраховано склад трикомпонентних купажів олій: традиційна олія (соношникової та кукурудзяної), олія нішевих культур (ляної та конопляної) та олія чорного кмину. Встановлено, що купажі до складу яких входить кукурудзяна та конопляна олія мають нейтральний смак та аромат, що дає

можливість їх широкого використання в якості самостійкої заправки, так і в якості компоненту різноманітних соусів та дрсингів. На основі аналізу змін пероксидних чисел купажів протягом 60 днів встановлено, що купажі з ляною олією мають низьку окислювальну стабільність. Олія чорного кмину, має антиоксидантний вплив на всі досліджені купажі. Збільшення кількості природних антиоксидантів, що є компонентами олій суттєво підвищувало окислювальну стабільність купажу.

Список використаних джерел:

1. Candela C.G., Bermejo López L.M., Kohen V.L. Importancia del equilibrio del indice omega-6/omega-3 en el mantenimiento de un buen estado de salud. Recomendaciones nutricionales. *Nutr Hosp.* 2011. Vol. 26, № 2. P. 323–329.
2. ДСТУ 4536:2006. Олії купажовані. Технічні умови. [Чинний від 2007-04-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 30 с.
3. Ющенко Н.М., Белемєць Т.О. Купажі олій – перспективне джерело поліненасичених жирних кислот для молочної промисловості. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка.* 2015. № 166. С. 192–198.
4. Топчій О.А., Котляр Є.О. Принципи купажування рослинних олій збалансованих за жирнокислотним складом. *Східно-європейський журнал передових технологій.* 2015. Т. 73, № 1/6. С. 26–32.
5. Омеляненко В.А., Вернидуб М.О. Проектний підхід до розвитку неопроїндустріальної економіки на регіональному рівні (кейс Сумської області). *Території інновацій: стратегії, цінності та пріоритети (TISVP-2022)* : матеріали Міжнар. наук. конф., м. Суми, 20 жовт. 2022 р. Інститут стратегій інноваційного розвитку і трансферу знань, 2022. С. 121–127.
6. Криськова Л., Лісовська Т., Пилипчук О. Конопляна олія у виробництві олієжирових продуктів. *Стан і перспективи харчової науки та промисловості* : матеріали VII Міжнар. наук.-техн. конф., м. Тернопіль, 28–29 вересня 2023 р. Тернопіль, 2023. С. 74–75.
7. Asfaw D. Review on use of bioactive compounds in some spices in food preservation. *Food Science and Quality Management.* 2019. Vol. 87. P. 6–21.
8. Салатна олія, збагачена біологічно активними речовинами: пат. 76657 Україна: А23Д 9/00. № а 2005 502896; заявл. 30.03.2005; опубл. 15.08.2006, Бюл. № 8/2006.
9. Ленерт С.О. та ін. Дослідження впливу природних антиоксидантів на якість арахісово-ляних купажів впродовж зберігання. *Східно-Європейський журнал підприємницьких технологій.* 2018. № 11. С. 44–50. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.133433>
10. Анан'єва В.В. та ін. Підвищення антиоксидантної стійкості олійної основи емульсійних продуктів харчування оздоровчого призначення. *Вісник Національного технічного ун-ту «ХПИ». Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів.* 2016. Т. 1191. № 19. С. 75–81.
11. Bukvicki D. et al. Essential oils and their combination with lactic acid bacteria and bacteriocins to improve the safety and shelf life of foods: a review. *Foods.* 2023. № 12. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12173288>
12. Hannan M.A. et al. Black cumin (*Nigella sativa* L.): a comprehensive review on phytochemistry, health benefits, molecular pharmacology, and safety. *Nutrients.* 2021. Vol. 13. № 6. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu13061784>
13. Raita S.M., Georgescu M. Challenge testing of *Nigella sativa* fortified *Cyprinus carpio* fillets quality by various regular and atypical storage temperatures. *Rev. Rom. Med. Vet.* 2019. Vol. 29. № 4. P. 19–25.
14. Kahramanoglu I., Usanmaz S. Effects of propolis and Black seed oil on the shelf life of freshly squeezed pomegranate juice. *Food science and nutrition studies.* 2017. Vol. 1. № 2. P. 114–121. DOI: <https://doi.org/10.22158/fsns.v1n2p114>
15. Karimi Z. et al. *Nigella sativa* and its Derivatives as Food Toxicity Protectant Agents. *Advanced Pharmaceutical Bulletin.* 2019. Vol. 9. № 1. P. 22–37.
16. Rachman P.N.R., Akrom, Darmawan E. The efficacy of black cumin seed (*Nigella sativa*) oil and hypoglycemic drug combination to reduce HbA 1c level in patients with metabolic syndrome risk. *Materials Science and Engineering* : IOP Conf. Series, Yogyakarta. September 9, 2017. P. 259.
17. Adekunle M.A. et al. Black seed oil reverses chronic antibiotic-mediated depression and social behaviour deficits via modulation of hypothalamic mitochondrial-dependent markers and insulin expression. *IBRO Neuroscience Reports.* 2024. Vol. 16. P. 267–279.
18. Hashempour-Baltork F., Torbati M., Azadmard-Damirchi S., Geoffrey Peter Savag G. P. Quality properties of sesame and olive oils incorporated with flaxseed oil. *Advanced Pharmaceutical Bulletin.* 2017. Vol. 7. № 1. P. 97–101.
19. Jufri M., Namirah J., Suryadi H. Formulation and stability study of black cumin (*Nigella Sativa* L.) seed oil emulsion using sucrose palmitate as emulsifier. *International Journal of Applied Pharmaceutics.* 2022. Vol. 14, № 5. P. 113–118.
20. Радзівська І.Г., Мельник О.П. Кінетичні характеристики природних антиоксидантів рослинних олій. *Наука та інновації.* 2015. Т. 11, № 4. С. 32–37. DOI: <https://doi.org/10.15407/scin11.04.032>
21. Озоліна С.О., Антіпіна О.О. Експертна оцінка купажу на основі кукурудзяної і ляної олій. *Таврійський науковий вісник.* 2023. № 2. С. 210–218. DOI: <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2023.2.23>

References:

1. Candela C. G., Bermejo López L. M., Kohen V. L. (2011) Importancia del equilibrio del índice omega-6/omega-3 en el mantenimiento de un buen estado de salud. Recomendaciones nutricionales. *Nutr Hosp*, vol. 26, no. 2, pp. 323–329.
2. DSTU 4536:2006. Olii kupazhovani. Tekhnichni umovy [Chynnyi vid 2007-04-01]. Vyd. ofits. (2007) Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 30 p.
3. Yushchenko N.M., Belemets T. O. (2015) Kupazhi olii – perspektyvne dzherelo polinenasychenykh zhyrnykh kyslot dlia molochnoi promyslovosti [Oil blends are a promising source of polyunsaturated fatty acids for the dairy industry]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu silskoho hospodarstva im. Petra Vasylenka – Bulletin of the Petro Vasylenko Kharkiv National Technical University of Agriculture*, no. 166, pp. 192–198.
4. Topchii O. A., Kotliar Ye. O. (2015) Pryntsypy kupazhuvannia roslynnykh olii zbalansovanykh za zhyrnokyslotnym skladom [Principles of blending vegetable oils balanced in fatty acid composition]. *Skhidno-yevropeyskyi zhurnal peredovykh tekhnolohii – Eastern European Journal of Advanced Technologies*, vol. 73, no. 1/6, pp. 26–32.
5. Omelianenko V. A., Vernydub M. O. (October 20, 2022) Proiektnyi pidkhid do rozvytku neoindustrialnoi ekonomiky na rehionalnomu rivni (keis Sumskoi oblasti) [Project approach to the development of a neo-industrial economy at the regional level (case of Sumy region)]. *Terytorii innovatsii: stratehii, tsinnosti ta priorytety (TISVP–2022): Mizhnarodna naukova konferenciya*. Sumy: Instytut stratehii innovatsiinoho rozvytku i transferu znan, pp. 121–127. (in Ukrainian)
6. Kryskova L., Lisovska T., Pylypchuk O. (September 28nd–29rd, 2023) Konopliana oliia u vyrobnytstvi oliiezhyrovykh produktiv [Hemp oil in the production of oil and fat products]. *Stan i perspektyvy kharchovoi nauky ta promyslovosti: VII Mizhnarodna naukovo-tekhnichna konferenciya*. Ternopil, pp. 74–75. (in Ukrainian)
7. Asfaw D. (2019) Review on use of bioactive compounds in some spices in food preservation. *Food Science and Quality Management*, vol. 87, pp. 6–21.
8. Salatna oliia, zbahachena biolohichno aktyvnymy rehovynamy: pat. 76657 Ukraina: A23D 9/00. № a 2005 502896; zaiavl. 30.03.2005; opubl. 15.08.2006, Biul. № 8/2006. (in Ukrainian)
9. Lenert C. O. (2018) Doslidzhennia vplyvu pryrodnykh antyoksydantiv na yakist arakhisovo-llianykh kupazhiv vprodovzh zberihannia: kolektyvne avtorstvo [Research into the influence of natural antioxidants on the quality of peanut-flax blends during storage: collective authorship]. *Skhidno-Yevropeyskyi zhurnal pidpriemnytskykh tekhnolohii – Eastern European journal of business technologies*, no. 11, pp. 44–50. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.133433>
10. Ananieva V. V. (2016) Pidvyshchennia antyoksydantnoi stiikosti oliinoi osnovy emulsiinykh produktiv kharchuvannia ozdorovchoho pryznachennia: kolektyvne avtorstvo [Increasing the antioxidant stability of the oil base of emulsion health food products: collective authorship]. *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu “KhPI”. Innovatsiini doslidzhennia u naukovykh robotakh studentiv – Bulletin of the National Technical University “KhPI”. Innovative research in students’ scientific works*, vol. 1191(19), pp. 75–81.
11. Bukvicki D. et al. (2023) Essential oils and their combination with lactic acid bacteria and bacteriocins to improve the safety and shelf life of foods: a review. *Foods*, no. 12. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12173288>
12. Hannan M. A. et al. (2021) Black cumin (*Nigella sativa* L.): a comprehensive review on phytochemistry, health benefits, molecular pharmacology, and safety. *Nutrients*, vol. 13, no. 6. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu13061784>
13. Raita S. M., Georgescu M. (2019) Challenge testing of *Nigella sativa* fortified *Cyprinus carpio* fillets quality by various regular and atypical storage temperatures. *Rev. Rom. Med. Vet.*, vol. 29, no. 4, pp. 19–25.
14. Kahramanoglu I., Usanmaz S. (2017) Effects of propolis and Black seed oil on the shelf life of freshly squeezed pomegranate juice. *Food Science and Nutrition Studies*, vol. 1, no. 2, pp. 114–121. DOI: <https://doi.org/10.22158/fns.v1n2p114>
15. Karimi Z. et al. (2019) *Nigella sativa* and its Derivatives as Food Toxicity Protectant Agents. *Advanced Pharmaceutical Bulletin*, vol. 9, no. 1, pp. 22–37.
16. Rachman P. N. R., Akrom, Darmawan E. (September 9, 2017) The efficacy of black cumin seed (*Nigella sativa*) oil and hypoglycemic drug combination to reduce HbA 1c level in patients with metabolic syndrome risk. *Materials Science and Engineering : IOP Conf. Series*. Yogyakarta, p. 259.
17. Adekunle M. A. et al. (2024) Black seed oil reverses chronic antibiotic-mediated depression and social behaviour deficits via modulation of hypothalamic mitochondrial-dependent markers and insulin expression. *IBRO Neuroscience Reports*, vol. 16, pp. 267–279.
18. Hashempour-Baltork F. et al. (2017) Quality properties of sesame and olive oils incorporated with flaxseed oil. *Advanced Pharmaceutical Bulletin*, vol. 7, no. 1, pp. 97–101.
19. Jufri M., Namirah J., Suryadi H. (2022) Formulation and stability study of black cumin (*Nigella Sativa* L.) seed oil emulsion using sucrose palmitate as emulsifier. *International Journal of Applied Pharmaceutics*, vol. 14, no. 5, pp. 113–118.
20. Radziievska I. H., Melnyk O. P. (2015) Kynetychni kharakterystyky pryrodnykh antyoksydantiv roslynnykh olii [Kinetic characteristics of natural antioxidants in vegetable oils]. *Nauka ta innovatsii – Science and Innovation*, vol. 11, no. 4, pp. 32–37.
21. Ozolina S. O., Antipina O. O. (2023) Ekspertna otsinka kupazhu na osnovi kukurudzianoi i llianoii olii [Expert evaluation of a blend based on corn and linseed oils]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Tavria Scientific Bulletin*, no. 2, pp. 210–218. DOI: <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2023.2.23>

Yana Svishchova, Natalia Khimenko, Tetiana Romanova
State Biotechnological University

ANTIOXIDANT EFFECT OF BLACK CUMIN OIL ON THE OXIDATIVE STABILITY OF FLAX AND HEMP OIL MIX

The problem of using one type of vegetable oil is the imbalance of its composition, which leads to an excess of a certain type of fatty acids entering the body. This can lead to metabolic disorders and deterioration of the general condition of the body. An effective way to obtain a balanced composition of vegetable oil is to blend it. The use of traditional and niche oils of Ukrainian production is relevant. Linseed and hemp oils were used as niche oils. Hemp oil, despite the high content of α -linolenic acid, is characterized by high oxidative stability due to the presence of natural antioxidants: tocopherols and chlorophyll. The oxidative stability of blends was increased by introducing black cumin oil in an amount of 5%, which does not worsen the organoleptic characteristics. The increased interest in black cumin oil is associated with its antioxidant, cytostatic, antibacterial, antimicrobial, including food pathogens, and anti-inflammatory properties, which makes it possible to use it as a natural preservative and for the creation of health food products. The composition of three-component blends was calculated and the change in their organoleptic characteristics in relation to the degree of oil purification was analyzed. Blends with unrefined and refined corn oil as the main component are characterized by a neutral oily taste and smell, which allows using such blends as an independent dressing and as components of sauces and dressings. The oxidative stability of the blends was studied for two months based on the calculation of the acid number (AN) and peroxide number (PN). The AN value for all blends was in the range of 1.2–1.6 mgKOH/g throughout the study. An increase in PC was observed by 1.36–5.29 times. The decrease in oxidative stability significantly depends on the content of α -linolenic acid and the presence of antioxidants and has the lowest value for blends with linseed oil. Black cumin oil increases the oxidative stability of all studied blends and affects the synergistic effect of natural antioxidants.

Keywords: black cumin oil, linseed oil, hemp oil, blend, oxidative stability.

Статтю подано до редакції 17.01.2025