

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Харчової біотехнології і хімії

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему:

Удосконалення жирнокислотного складу
купажованих олій на основі соєвої олії

Виконав: студент

VI курсу, групи МЛм-61

спеціальності

181 Харчові технології

(шифр і назва спеціальності)

Криса П.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Лялик А.Т.

Покотило О.С.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Кухтин М.Д.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Кухтин М.Д.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Шинкарик М.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль 2024

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Інженерії машин, споруд і технологій
(повна назва факультету)
 Кафедра Харчової біотехнології і хімії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Кухтин М.Д.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« » _____ 2024__ р.

**З А В Д А Н Н Я
 НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня Магістр
(назва освітнього ступеня)
 за спеціальністю 181 «Харчові технології»
(шифр і назва спеціальності)
 студенту Крисі Павлу Вікторовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення жирнокислотного складу купажованих олій на основі соєвої олії.

Керівник роботи Лялик А.Т., к.т.н.

Покотило Олег Степанович, д.т.н., професор

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 27 » 11 2024 року № 4/7-1133

2. Термін подання студентом завершеної роботи грудень 2024

3. Вихідні дані до роботи Спеціальна, періодична та нормативна документація з питань Досліджень. Методики та методи досліджень стандартні та уніфіковані

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Аналіз стану ринку традиційних олій і купажів. Вміст поліненасичених жирних кислот родин
Омега-3, -6 та-9. Визначення жирнокислотного складу досліджуваних олій (соєвої,
кукурудзяної, соняшникової та лляної) і їх купажів. Встановлення оптимального купажу на
основі соєвої олії, враховуючи його жирнокислотний склад

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
таблиці, графіки, схеми, діаграми

7. Дата видачі завдання 08 жовтня 2024 р.

[illegible]

Лялик Анастасія Тарасівна
(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	6
ВСТУП	8
1. РОЗДІЛ 1. Огляд літератури.....	12
1.1. Харчові олії, їх біологічна і харчова цінність	12
1.2. Жировмісні функціональні харчові продукти на основі рослинних олій	14
1.3. Значення олій і їх купажів для організму людини.....	18
1.4. Необхідність створення купажованих олій	19
1.5. Окислювальна стійкість купажованих олій	21
1.6. Оздоровчі ефекти купажованих олій	23
1.7. Застосування олійних сумішей у харчовій промисловості	23
1.8. Соева олія, як основа для олійних купажів	24
1.9. Підсумки з огляду літературних джерел	27
2. РОЗДІЛ 2. Матеріали і методи досліджень	28
2.1. Схема досліджень	28
2.2. Методика визначення жирнокислотного складу олій і купажів	29
3. РОЗДІЛ 3. Результати дослідження та їх обговорення	31
3.1. Дослідження жирнокислотного складу олій	31
3.1.1. Дослідження жирнокислотного складу соєвої олії	34
3.1.2. Дослідження жирнокислотного складу кукурудзяної олії	37
3.1.3. Дослідження жирнокислотного складу соняшникової олії.....	38
3.1.4. Дослідження жирнокислотного складу лляної олії.....	40
3.2. Дослідження жирнокислотного складу купажів олій	42
3.2.1. Дослідження жирнокислотного складу купажу №1.....	44
3.2.2. Дослідження жирнокислотного складу купажу №2.....	45
3.2.3. Дослідження жирнокислотного складу купажу №3	47
3.2.4. Дослідження жирнокислотного складу купажу №4	50
4. РОЗДІЛ 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	52

4.1.	Охорона праці	52
4.2.	Безпека в надзвичайних ситуаціях	56
	ВИСНОВКИ.....	61
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	63
	ДОДАТКИ	73

АНОТАЦІЯ

За результатами досліджень вивчено жирнокислотний профіль соєвої, соняшnikової, кукурудзяної та лляної олій і їх купажів. Встановлено жирнокислотний склад соєвої, соняшnikової, кукурудзяної та лляної олій і їх купажів, у яких частка соєвої олії становила 50, 55, 60 та 65%, а решта складали інші олії у різних співвідношеннях. Встановлено, що найбільший вміст у соєвій, кукурудзяній та соняшnikовій оліях складає лінолева кислота відповідно 48, 54 та 56%, а у лляній – ліноленова кислота (47,5%). Встановлено, що вміст ПНЖК родини омега-3 у досліджуваних зразках олій зростає в ряді: соняшnikова > кукурудзяна > соєва > лляна. Встановлено, співвідношення між вмістом насичених жирних кислот до поліненасичених жирних кислот складав у соєвій олії 1 : 4,6; у кукурудзяній – 1 : 5; у соняшnikовій 1 : 5,8 та у лляній 1 : 6,5. Встановлено співвідношення між вмістом ПНЖК родини омега-3 до ПНЖК родини омега-6, яка у соєвій олії становило 1 : 8, у кукурудзяній – 1 : 76; у соняшnikовій 1 : 400 та у лляній 1 : 2,9. У купажі №1, де 50% соєвої олії, 20% кукурудзяної олії, 20% соняшnikової олії та 10% лляної олії співвідношення між ПНЖК родини омега-3, -6 та -9 склало 1 : 5,8 : 1,7. Заміна 55% соєвої олії на 18% кукурудзяної олії, 18% соняшnikової олії та 9% лляної олії у купажі №2 погіршила співвідношення між відносним вмістом насичених і ненасичених жирних кислот, а також між ПНЖК родин омега-3, -6 та -9. У купажі №3 встановлено співвідношення між ПНЖК родин омега-3, -6 та -9, яке становило 1 : 5,2 : 2. Таке співвідношення між ПНЖК родин омега-3, -6 та -9 у купажі №3 відповідає рекомендаціям ВООЗ. У купажі №4 встановлено співвідношення між ПНЖК родин омега-3, -6 та -9, яке становило 1 : 5,9 : 1,8. Таке співвідношення між ПНЖК родин омега-3, -6 та -9 у купажі №4 відповідає рекомендаціям ВООЗ щодо ліпідного харчування.

Ключові слова: Соєва олія, лляна олія, соняшnikова олія, кукурудзяна олія, омега-жирні кислоти, жирнокислотний склад, купаж.

ANNOTATION

According to the results of the research, the fatty acid profile of soybean, sunflower, corn and linseed oils and their blends was studied. The fatty acid composition of soybean, sunflower, corn and linseed oils and their blends was established, in which the share of soybean oil was 50, 55, 60 and 65%, and the rest was other oils in various ratios. It was established that the highest content in soybean, corn and sunflower oils is linoleic acid, 48, 54 and 56%, respectively, and in linseed oil - linolenic acid (47.5%). It was established that the content of PUFA of the omega-3 family in the studied oil samples increases in the following order: sunflower > corn > soybean > linseed. It was established that the ratio between the content of saturated fatty acids to polyunsaturated fatty acids was 1:4.6 in soybean oil; 1:5 in corn oil; 1:5.8 in sunflower oil and 1:6.5 in flaxseed oil. The ratio between the content of PUFA of the omega-3 family to PUFA of the omega-6 family was established, which in soybean oil was 1:8, in corn oil – 1:76; in sunflower oil 1:400 and in flaxseed oil 1:2.9. In blend No. 1, where 50% soybean oil, 20% corn oil, 20% sunflower oil and 10% flaxseed oil the ratio between PUFA of the omega-3, -6 and -9 families was 1:5.8:1.7. Replacing 55% of soybean oil with 18% corn oil, 18% sunflower oil and 9% linseed oil in blend No. 2 worsened the ratio between the relative content of saturated and unsaturated fatty acids, as well as between PUFAs of the omega-3, -6 and -9 families. In blend No. 3, the ratio between PUFAs of the omega-3, -6 and -9 families was established, which was 1 : 5.2 : 2. This ratio between PUFAs of the omega-3, -6 and -9 families in blend No. 3 complies with WHO recommendations. In blend No. 4, the ratio between PUFAs of the omega-3, -6 and -9 families was established, which was 1 : 5.9 : 1.8. This ratio between PUFAs of the omega-3, -6 and -9 families in blend No. 4 complies with WHO recommendations on lipid nutrition.

Keywords: Soybean oil, linseed oil, sunflower oil, corn oil, omega fatty acids, fatty acid composition, blend.

ВСТУП

Актуальність теми. Рослинні олії є домінуючим жировим продуктом у ліпідному живленні пересічного європейця, в тому числі українців. На сьогодні відомо, що кожна з олій має свої переваги і недоліки для організму людини, які визначаються їх жирнокислотним складом, співвідношенням між вмістом насичених (НЖК) і поліненасичених жирних кислот (ПНЖК), вмістом і співвідношенням ПНЖК родин омега-3, -6 та -9. Також важливе значення в оцінці харчової і біологічної цінності олій має наявність у них біологічно активних речовин, таких як вітаміни А, Е. Відомо, що ці вітаміни чинять антиоксидантну дію як на організм людини, так і забезпечують певний захист олій від окиснення.

Рослинні олії відрізняються за вмістом есенціальних жирних кислот, які належать до родин омега-3, -6 та -9. Доведено, омега-3 поліненасичені жирні кислоти чинять протизапальну дію на організм. Тому льняна олія є високо цінною через значний вміст ліноленової кислоти, яка належить до родини омега-3. ПНЖК родини омега-6 у великих кількості є у кукурудзяній та соняшниковій оліях. Надмірне споживання цих олій, а воно має місце в Україні, оскільки це найбільш економічно доступні та популярні олії, призводить до негативних наслідків в обміні речовин. Це пов'язано із тим, ПНЖК родини омега-6 є попередниками синтезу прозапальних клітинних гормонів – простагландинів, тоді як ПНЖК родини омега-3 є джерелом для синтезу з них протизапальних клітинних гормонів.

Відомо, що немає ідеальної олії за жирнокислотним складом, яка б відповідала заявленим ідеальним параметрам жирнокислотного профілю людини. Тому сьогодні у світі зростає інтерес до змішування або купажування олій з різною харчовою і біологічною цінністю з метою отримати функціональний жиромістний продукт, який би мав навіть певні оздоровчі властивості. Особливу увагу у приготуванні купажів з олій звертають на вміст

ПНЖК родини омега-3 у новоствореному продукті, оскільки рівень їх споживання населенням є недостатнім.

Постановка проблеми. Враховуючи вище сказане, варто підібрати такі доступні і різні за жирнокислотним складом олії, на основі яких можна було б розробити купажі із збалансованим вміст ПНЖК родин омега-3, -6 та -9.

У даній магістерській роботі досліджується 4 зразки популярних олій щодо визначення їх жирнокислотного складу, а саме соєвої, соняшnikової, кукурудзяної і лляної. В подальшому на основі отриманих даних розрахувати відсотковий вміст кожної з олій у різних купажах і провести дослідження жирнокислотного профілю.

Мета і завдання досліджень.

Мета роботи – провести визначення жирнокислотного профілю купажів соєвої, соняшnikової, кукурудзяної та лляної олій і порекомендувати найоптимальніший за жирнокислотним складом купаж для споживання як продукт функціонального призначення.

Для реалізації окресленої мети були прописані наступні завдання:

- Оцінити сучасний стан ринку олій та купажів у світі та Україні;
- Дослідити жирнокислотний профіль соєвої, соняшnikової, кукурудзяної та лляної олій;
- Приготувати купажі із різним вмістом соєвої, соняшnikової, кукурудзяної та лляної олій;
- Дослідити жирнокислотний профіль купажів із соєвої, соняшnikової, кукурудзяної і лляної олій;
- Здійснити аналіз і оцінку досліджуваних олій і купажів щодо вмісту насичених, моновенасичених, поліненасичених жирних кислот, їх співвідношення, вмісту та співвідношення поліненасичених жирних кислот, які налужать до родин омега-3, -6 та -9.

Об'єкт дослідження – соєва, кукурудзяна, соняшnikова та лляна олії і їх купажі.

Предмет дослідження – жирнокислотний профіль соєвої, кукурудзяної, соняшnikової та лляної олій та їх купажів.

Наукова новизна одержаних результатів. За результатами проведених газохроматографічних досліджень встановлено жирнокислотний склад соєвої, соняшnikової, кукурудзяної та лляної олій і їх купажів, у яких частка соєвої олії становила 50, 55, 60 та 65%, а решта складали інші олії у різних співвідношеннях. Показано, що сума насичених жирних кислот у соєвій олії становить 18,2%, у соняшnikовій – 14,8%, у кукурудзяній – 16,4%, у лляній – 13,4% від загальної кількості кислот. Встановлено, що найбільший вміст у соєвій, кукурудзяній та соняшnikовій оліях складає лінолева кислота відповідно 48, 54 та 56%, а у лляній – ліноленова кислота (47,5%). Встановлено, що вміст ПНЖК родини омега-3 у досліджуваних зразках олій зростає в ряді: соняшnikова > кукурудзяна > соєва > лляна. Встановлено, співвідношення між вмістом насичених жирних кислот до поліненасичених жирних кислот складав у соєвій олії 1 : 4,6; у кукурудзяній – 1 : 5; у соняшnikовій 1 : 5,8 та у лляній 1 : 6,5. Встановлено співвідношення між вмістом ПНЖК родини омега-3 до ПНЖК родини омега-6, яка у соєвій олії становило 1 : 8, у кукурудзяній – 1 : 76; у соняшnikовій 1 : 400 та у лляній 1 : 2,9. У купажі №1, де 50% соєвої олії, 20% кукурудзяної олії, 20% соняшnikової олії та 10% лляної олії співвідношення між ПНЖК родини омега-3, -6 та -9 склало 1 : 5,8 : 1,7. Заміна 55% соєвої олії на 18% кукурудзяної олії, 18% соняшnikової олії та 9% лляної олії у купажі №2 погіршила співвідношення між відносним вмістом насичених і ненасичених жирних кислот, а також між ПНЖК родин омега-3, -6 та -9. У купажі №3 встановлено співвідношення між ПНЖК родин омега-3, -6 та -9, яке становило 1 : 5,2 : 2. Таке співвідношення між ПНЖК родин омега-3, -6 та -9 у купажі №3 відповідає рекомендаціям ВООЗ. У купажі №4 встановлено співвідношення між ПНЖК родин омега-3, -6 та -9, яке становило 1 : 5,9 : 1,8. Таке співвідношення між ПНЖК родин омега-3, -6 та -9 у купажі №4 відповідає рекомендаціям ВООЗ щодо ліпідного харчування.

Практичне значення. За результати досліджень жирнокислотного профілю олій і їх купажів пропонується, що оптимальним із досліджуваних

купажів для споживання є купаж №3, який складався із 60% соєвої олії, 15% кукурудзяної олії, 16% соняшникової олії та 9% лляної олії.

Особистий внесок. Магістр Криса П.В. здійснював огляд і аналіз вітчизняних і закордонних наукових видань, брав участь у плануванні та проведенні експериментальних досліджень, підготовці зразків олій, приготуванні купажів для дослідження жирнокислотного профілю на хроматографі, статистично опрацьовував отримані дані, сформулював висновків, підготував тези, написав магістерську роботу.

Апробація результатів. Виступ на міжнародній науково-технічній конференції в ТНТУ імені Івана Пулюя в 2024 році.

Публікації. За матеріалами магістерської роботи опубліковано 1 наукову працю у вигляді тез (Дод. А):

Методи досліджень: Ліпіди із підготовлених зразків олій та купажів виділяли сумішшю хлороформ-метанолу у співвідношенні 2:1 (метод Фолча). Підготовлювали проби і визначали у них жирнокислотний профіль шляхом проведення газорідинної хроматографії. Використовуючи метод математичного аналізу, розраховували відсотковий відносний уміст жирних кислот у досліджуваних купажах та оліях.

Структура і обсяг роботи. Робота складається із вступу, основної частини (чотирьох розділів), висновків та пропозицій виробництву, переліку посилань та додатків.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Харчові олії, їх біологічна і харчова цінність

Харчові олії забезпечують необхідні поживні речовини та відіграють вирішальну роль у дієті для підтримки нормальної фізіологічної функції [1]. З підвищенням обізнаності споживачів про здоров'я в центрі уваги стає загальна якість і всебічне харчування харчових олій. Фактори якості, що впливають на харчові олії, включають їх жирнокислотний склад, поживні речовини та стійкість до окислення. Однак олія з одного рослинного джерела часто не має збалансованих функціональних властивостей, поживних властивостей і належної стійкості до окислення [2].

Дієтичні поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК) необхідні для здоров'я, а олії, багаті ПНЖК, особливо чутливі до окислення. Окислення жирних кислот може зробити їх недоступними як поживні речовини, а також створити небажані присмаки та токсичні сполуки. Окислення олії знижує поживну якість олії та потенційно створює продукт, який є шкідливим для здоров'я людини. Щоб стабілізувати олію, збагачену ПНЖК, проти окислення, попередні дослідження в першу чергу зосереджувались на додаванні антиоксидантів до олії як головної стратегії. Антиоксиданти пригнічують ланцюгові реакції вільних радикалів і ефективні при дуже низьких концентраціях. Загальними антиоксидантами є синтетичні антиоксиданти та природні антиоксиданти. Поширені синтетичні антиоксиданти третинний бутилгідрокінон (ТВНҚ) можуть бути пов'язані з ризиками для здоров'я, такими як подразнення шкіри, шлунково-кишкові проблеми та рак [3].

Бутилгідроксіанізол (ВНА), бутилгідрокситолуол (ВНТ) і ТВНҚ широко використовуються в харчовій і нафтовій промисловості через їх низьку ціну. Однак їх безпека викликає сумніви через можливий негативний вплив на здоров'я людини. Хоча природні антиоксиданти не становлять загрози здоров'ю [4], вони, як правило, дорогі. Змішування двох або більше олій може ефективно боротися з окисленням олії шляхом зміни складу жирних кислот, окислювальних

властивостей, поживної якості та промислового застосування за менших витрат і без негативного впливу на споживачів [5]. Таким чином, стратегії, які включають змішування олій, можуть покращити антиоксидантну здатність однієї олії, водночас створюючи можливості для оптимізації складу жирних кислот для продуктів, призначених для споживачів. Підхід змішування пропонує економічну альтернативу хімічним добавкам і використовує існуючі ланцюжки поставок різних харчових олій. Він також сприяє використанню природних ресурсів у сталий спосіб. Однак попередні дослідження змішаних олій були обмежені покращенням антиоксидантної здатності або підвищенням вмісту поживних речовин. Є мало літератури, яка була проведена щодо зв'язку між вмістом поживних речовин і антиоксидантною здатністю в змішаних оліях.

Соя є однією з найбільших олійних культур у світі, відома своїм великим урожаєм і низькою середньою оптовою ціною порівняно з іншими рослинними оліями. Однак соєва олія (SO) має високий вміст ПНЖК через низьку термічну стабільність і схильна до окислювального псування, що може призвести до поганого смаку та втрати поживних речовин під час обробки та зберігання. Лляна олія (FSO) багата на ПНЖК, вміст α -ліноленової кислоти (C18:3) становить близько 50% або більше, але також багата вітаміном E, поліфенолами та іншими корисними інгредієнтами, поживна дія ПНЖК покращує функції організму та швидкість метаболізму, регулювання артеріального тиску, рівня глюкози, нервової системи, запальної реакції та згортання крові [6]. Дослідження показали, що споживання C18:3 пов'язане з рівнем плазми крові, і, у свою чергу, рівень 18:3 у плазмі корелює з втратою жирової маси. Крім того, споживання 18:3 може покращити когнітивні функції та затримати когнітивне зниження у літніх людей [7]. Соняшникова олія має високий вміст α -токоферолу, який є важливим природним антиоксидантом у рослинних оліях, який блокує вироблення вільних радикалів і покращує антиоксидантну здатність олій [8], поживний склад і антиоксидантна активність суміші можуть бути покращені після того, як SFO було включено в суміш. Гіперхолестеринемія є основним фактором ризику серцево-судинних захворювань. Кукурудзяна олія (CO) має

високий вміст фітостеролів, а фітостероли структурно подібні до холестерину та мають властивості зниження рівня холестерину, тому воно може зменшити ефект зміцнення кровоносних судин і відіграє активну роль у профілактиці та лікуванні серцево-судинних захворювань, таких як артеріосклероз [9]. Крім того, високий вміст сквалену в СО може захистити серце від пошкодження серцево-судинної системи [10].

1.2. Жировмісні функціональні харчові продукти на основі рослинних олій

Відомо, що традиційні і нетрадиційні харчові олії складають важливу частину раціону сучасної людини. Одночасно чимало роль припадає і на купажі створені на їх основі, які вже асоціюються як функціональні харчові продукти.

Суттєва зміна харчових звичок, доповнена споживанням деяких біологічно активних сполук, які можуть міститися у функціональних харчових продуктах або нутрицевтиках, може стати ефективним способом зниження захворюваності на різні патології. Рослинні та насінневі олії містять широкий спектр компонентів (включно з мікро- та макроелементами, а також фітохімічними речовинами), які можуть принести користь здоров'ю, пов'язану з їх біологічною активністю. У цьому розділі описано розуміння біоактивності, пов'язаної зі споживанням деяких олій. Застосування у функціональних харчових продуктах включає використання фітостеролів, які природним чином містяться в рослинних оліях і здатні знижувати, наприклад, рівень циркулюючого холестерину головним чином шляхом зменшення його всмоктування в кишечнику через їх подібну структуру. Окрім біологічно активних сполук, що містяться в олії та насінні олійних культур, олійна промисловість утворює велику кількість відходів, які потенційно можуть бути утилізовані та використані як цінні харчові компоненти.

Функціональне харчування займає значну частину сучасного раціону людини. Ці дані підтверджуються світовою тенденцією споживання функціональних продуктів. Також ця тенденція спостерігається переважно в

розвинених країнах. Наприклад, у США зростання споживання жирової продукції спеціального призначення перевищує загальне зростання виробництва продуктів харчування. Використання продуктів функціонального харчування в першу чергу сприяють дослідження структури сучасного харчування. Люди хочуть отримати користь від заявлених властивостей функціональних продуктів харчування, які включають стабілізацію метаболічних процесів в організмі та підтримку нормальної функції імунної, нервової та ендокринної систем [11]. Серед сучасних функціональних жирових продуктів основна увага харчової промисловості зосереджена на розробці майонезу, різних жирових паст і кремів). Виробники неминуче вводять у свою продукцію ті чи інші добавки, характерні для тих чи інших регіонів планети, враховуючи переваги місцевого населення. Продукти рослинного і тваринного походження часто поєднують. Різноманітність джерел доступна завдяки різноманітним смакам, а не спеціям, оскільки останні додаються лише в невеликих кількостях. Жиро- та водорозчинні вітаміни та харчові волокна сприяють смаку та текстурі готових жирних продуктів [12]. Суміші, отримані в цьому експерименті, можна використовувати як альтернативу соняшниковій або оливковій олії, які широко використовуються в усьому світі. Одним з важливих і актуальних завдань, які необхідно вирішити найближчим часом, є зниження калорійності продуктів функціонального харчування, які розробляються. Слід зазначити, що середнє споживання жиру в їжі становить 35% від загальної калорійності. Тому жирність їжі часто знижують до 5–25 %. Це зумовлює актуальність розробки нових рецептур продуктів функціонального харчування, що містять жирові емульсії. Кінцева мета розробки функціональних емульсійних харчових продуктів – зробити їх придатними для споживання людьми різних вікових груп.

Для повноцінної роботи організму людини необхідні жирні кислоти (зокрема, лінолева, арахідонова, ліноленова). У більшості випадків ця потреба задовольняється в раціоні шляхом включення різноманітних рослинних олій, виготовлених зі звичайних кормових культур (соняшнику, кукурудзи, сої та оливкової олії [13]. Однак, крім звичайних рослинних олій, олії також

видобуваються з нетрадиційних культур, які не знайшли широкого застосування в харчовій промисловості. Маються на увазі олії, отримані в результаті переробки злаків, фруктів, насіння і горіхів. Особливе значення має олія зародків пшениці та олії, отримані з інших злаків. Ці нетрадиційні олії багаті ліноленовою, гексаєновою, пентаєновою та іншими жирними кислотами, які є життєво важливими для людського організму [14]. Оптимальне співвідношення ω -6 і ω -3 жирних кислот, що входять до складу олії, становить 10:1. Роль жирних кислот (наприклад, лінолевої та ліноленової кислот) є вирішальною, оскільки вони утворюють важливі компоненти клітинних мембран, беруть участь у синтезі гормонів, регулюють клітинні метаболічні процеси, підтримують нормальний артеріальний тиск, виводять з організму надлишок холестерину, покращують еластичність кровоносних судин. Оскільки ці кислоти не виробляються в організмі людини [15], вони вважаються незамінними [16]. Що стосується арахідонової кислоти, то в її синтезі беруть участь лінолева кислота і вітамін B₆. Недостатнє надходження цих кислот з харчовими джерелами провокує серцево-судинні захворювання та активізує патологічні процеси в клітинних мембранах. Лінолева кислота та її похідні пригнічують агрегацію тромбоцитів, знижують рівень холестерину, артеріальний тиск, кількість шкідливих для організму ліпопротеїнів низької щільності. Цікаво, що найменша кількість ліноленової кислоти міститься в організмі немовлят і людей похилого віку.

Таким чином, жирні кислоти і фосфоліпіди є одними з найважливіших сполук, необхідних організму людини для формування клітинних мембран і підтримки нормального функціонування імунної системи. У зв'язку з цим дуже важливо шукати нові, нетрадиційні інгредієнти, які можна включати в емульсійні харчові продукти [17]. На жаль, публікацій, які висвітлюють дану тему, дуже мало, що й обумовлює актуальність даного дослідження. Більшість доступних документів розглядають загалом ефект, спричинений одним нетрадиційним інгредієнтом.

Встановлено, що суміші різних рослинних олій мають значно довший термін зберігання порівняно з контрольним зразком соняшникової олії. Це підтверджується тим, що перекисне число приготовлених масляних сумішей, які витримувалися за різних умов зберігання, зростало в 0,5 - 2,0 рази повільніше, ніж перекисне число контрольної проби. Низкою теоретичних і практичних досліджень встановлено, що змішування традиційних і нетрадиційних рослинних олій не тільки збільшує термін їх зберігання, але й забезпечує оптимальний баланс трьох основних жирних кислот, необхідних для функціонування організму: олеїнової, лінолевої та ліноленової [18]. Кінетичні залежності свідчать про те, що суміші мають довший термін зберігання та менш сприйнятливі до окислювальних процесів, ніж контрольні зразки.

Рослинні олії на сьогодні вивчені досить добре. Вони характеризуються основним співвідношенням жирних кислот [19]. Однак більшість дієтологів виступають за вживання більшою мірою оливкової та лляної олії. Стверджується, що кукурудзяна, соняшникова та бавовняна олії також приносять користь, якщо їх використовувати час від часу [12, 20]. Інгредієнти, які зазвичай присутні в олійних сумішах (купажах), це соняшник, соя та льон [21].

Слід пам'ятати, що деякі звіти підтримують використання сумішей лляної олії в холодному вигляді, оскільки лляна олія при нагріванні видає досить специфічний. Тому вміст лляної олії в суміші не бажано перевищувати 5% [12]. Запропоновані різними дослідженнями суміші відповідають зазначеним вимогам і рекомендовані до вживання в холодному вигляді. Деякі автори помітили, що лляна олія нестабільна [22]. Вони стверджують, що для компенсації прогірклості лляної олії необхідно взяти додаткових заходів захисту, наприклад, збільшити вміст токоферолів за рахунок купажу з іншими оліями.

Крім того, все ширше використовуються олії, отримані з нетрадиційних джерел, таких як гарбузове, кавунове, амарантове і пшеничне насіння. Ці види олій мають не тільки високу поживну цінність, але й очевидний терапевтичний

ефект [22]. Крім того, спостерігається поступове збільшення обсягів виробництва ріжикової та конопляної олій, які багаті ліноленою кислотою.

Олія зародків пшениці часто використовується в сумішах через високий вміст токоферолів [23]. Для уточнення, вміст токоферолів у різних компонентах сумішей є одним з аспектів, що розглядаються в цій статті. Слід зазначити, що масло зародків пшениці додають в суміші лише в невеликих кількостях від 1% до 5%, так як воно досить дороге. Ефективним маркетинговим підходом є маркування терапевтичних ефектів олії зародків пшениці, яка використовується як компонент суміші. Деякі суміші містять олію гарбузового насіння та інші олії нетрадиційного походження (такі як олії обліпихи, абрикоса та фундука [24]).

1.3. Значення олій і їх купажів для організму людини

Харчові жири надають їжі бажані фізичні, поживні та органолептичні властивості. Основними є рослинні олії як джерело жиру в раціоні і переважно використовуються як середовище для приготування різних страв [25]. Жири та олії є в основному триацилгліцеридами, які складаються з однієї молекули гліцерину, зв'язаної з трьома жирними кислотами. Термін «жир» зазвичай використовується для позначення твердого жиру, тоді як «олія» використовується для рідких жирів. Рослинні олії, як правило, відрізняються за складом жирних кислот. У оліях природа забезпечує всі жирні кислоти в оптимальних кількостях [25]. В даний час харчова якість жирів і олій набула значення завдяки їх зв'язку із захворюваннями кровоносної та нервової систем. У 2015 році в усьому світі смертність від серцево-судинних захворювань становила 17,7 млн, в 2017 році вже – 23,3 мільйона (ВООЗ, 2017). Тому через швидке зростання серцево-судинних захворювань велика увага приділяється споживанню жирів і олій. Харчова цінність харчових олій залежить від жирнокислотного профілю, ступеня ненасиченості, розташування жирної кислоти в структурі триацилгліцеридів. Згідно з різними клінічними дослідженнями та дослідженнями на тваринах було доведено, що насичені жири підвищують рівень холестерину в крові та плазмі. Однак мононенасичені та поліненасичені

жири зменшують рівень холестерину у крові та плазмі [26]. Основна проблема полягає в тому, що олії багаті мононенасиченими і поліненасичені жирні кислоти дуже схильні до окислення і менш стійкі при зберіганні. Здорова та стабільна олія з високою функціональною цінністю завжди є перспективною ідеєю при зміні способу життя та режиму харчування.

Щоб покращити стабільність, термін придатності, корисність та харчову цінність, жири та олії можна змінити шляхом змішування. Змішування двох або більше олій з різними властивостями є економічним способом модифікації профілю жирних кислот і фізико-хімічних властивостей кінцевого продукту [27]. Таким чином, метою цього огляду є узагальнення останніх досліджень сумішей рослинних олій з особливим акцентом на користь для здоров'я та стабільність олійних сумішей.

1.4. Необхідність створення купажованих олій

Олія є невід'ємним середовищем приготування будь-якої їжі. Крім енергії, олія також забезпечує організм через незамінні жирні кислоти: лінолеву кислоту (омега-6) і ліноленову кислоту (омега-3), які не синтезуються в організмі людини і повинні бути отримані з дієти [28]. Харчова цінність харчових олій залежить від профілю жирних кислот, ступеня ненасиченості, розташування жирних кислот у структурі триацилгліцеридів. У сучасному сценарії серцево-судинні захворювання є основними причинами захворюваності та смертності у світі, а споживання насичених жирів безпосередньо пов'язане із серцево-судинними захворюваннями, через що споживання здорової олії викликає обґрунтований інтерес [29]. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я корисна олія повинна мати наступні три характеристики:

- Співвідношення насичених, моно і поліненасичених має бути 1:1,5:1.
- Співвідношення незамінної жирної кислоти лінолевої кислоти (омега-6): ліноленової кислоти (омега-3) повинно бути 5-10:1.
- Наявність антиоксидантів.

Більшість олії має дефіцит незамінних жирних кислот омега-3. Омега-3 дуже корисні для регуляції ліпідного обміну, а також відіграють позитивну роль у профілактиці раку та серцево-судинних захворювань (ССЗ). Дуже важливим є співвідношення різних родин незамінних жирних кислот, тобто омега-6: омега-3. Їх незбалансоване співвідношення призводить до діабету, атеросклерозу та ожиріння, високого кров'яного тиску та раку [30].

Ляна олія дуже багата омега-3 жирними кислотами, а змішування ляної олії з деякою іншою олією є можливим методом отримання збалансованого співвідношення між омега 6/3 ПНЖК. Збалансоване співвідношення омега-6: омега-3 було виявлено у сумішах ляної олії з арахісовою олією [31]. Подібні результати були отримані при інших олійних сумішах [32]. Поряд із збалансованим профілем жирних кислот, змішування олії також може призвести до зменшення рівнів триацилгліцерину та холестерину в крові [31].

Олії, багаті ненасиченими жирними кислотами, корисні для здоров'я людини порівняно з насиченими жирними кислотами, але вони дуже нестійкий при високій температурі і легко піддається окисленню. Ці рослинні олії мають дуже обмежене застосування при варіння та обробці через низьку стабільність і температуру плавлення. Таким чином, змішування є загальноприйнятою практикою досягнення стабільної олії з ідеальним профілем жирних кислот. У недавньому дослідженні були виготовлені різні суміші олії з традиційних олій і олії з рисових висівок, і було виявлено, що суміш олії з рисових висівок і арахісової олії (70:30) і суміш олії з рисових висівок і оливкової олії (70:30) більш стабільні, ніж усі інші суміші [33]. Змішування традиційної олії з олією холодного віджиму забезпечує стабільну олійну суміш [34]. Холодний віджим насіння – це спосіб отримання олії без термічної або хімічної обробки і без втрат природних цінних антиоксидантів.

Різні дослідники давали подібні чи різні суміші для підвищення окислювальної стійкості олії [35]. Сенсорна прийнятність картопляних чіпсів, смажених у суміші пальмової олії з кунжутною олією у співвідношенні 50:50 є більш прийнятною, ніж у чіпсів, обсмажених лише в кунжутній олії [36]. Незначна

кількість олій (олія рисових висівок і кунжутна олія) має природні антиоксиданти, які знижують швидкість окислення під час зберігання та смаження, та при змішуванні з основними рослинними оліями (арахісовою олією та соняшниковою олією) [37].

Останнім часом зріс попит на кондитерські, хлібобулочні вироби, маргарин. Переважно гідрогенізований жир використовується для хлібопекарського жиру завдяки його пластичності, намазувальності та текстурним властивостям. однак, гідрогенізовані жири містять транс-жири, які шкідливі для здоров'я людини [38]. Відтепер змішування жирів і олій може бути кращою альтернативою для гідрогенізованого жиру, оскільки ці масляні суміші не утворюють транс-жирів і мають аналогічні властивості, як комерційні продукти [39, 40, 41]. Змішування олії тепер стає звичайною та економічно вигідною практикою у харчовій промисловості [42]. Загалом, основною метою змішування олій є отримання бажаних характеристик купажованої олії та створення олії зі збалансованим профілем жирних кислот, високою стабільністю, багатою біоактивними сполуками, корисною для здоров'я людини з високою функціональністю та промисловою цінністю.

1.5. Окислювальна стійкість купажованих олій

Олія під час смаження піддається різноманітним хімічним реакціям, зокрема окисленню, гідролізу та полімеризації і може утворювати різні леткі та нелеткі сполуки, які є небажаними для здоров'я людини і це також впливає на якість смаженої їжі [43]. Насичені олії менш схильні до окислення порівняно з ненасиченими і, отже, більш стабільні, але споживання цих олій пов'язане з ризиком розвитку серцево-судинними захворюваннями. Тому необхідно заохочувати до споживання олій з низьким вмістом насичених жирних кислот, які стабільні в умовах смаження. Цього можна досягти шляхом змішування олій [44]. Наприклад, деякі олії, такі як оливкова та соєва, корисні для споживання людиною, але завдяки високому вмісту ненасичених жирних кислот вони нестабільні при високій температурі у процесі варіння [45]. Таким чином,

збалансований жирнокислотний профіль цих олій можна досягти шляхом змішування з насиченими оліями, такими як пальмова олія та кокосова олія. Високоолеїнові олії, як оливкова або рапсова олія, підходять для смаження, але їхня вартість є вищою, тому ці олії можна змішувати з олією з високим вмістом ліноленової кислоти, такою як соєва або кукурудзяна олія, щоб отримати хорошу та недорогу олію для смаження [46, 47].

Дослідження показало, що суміш олій, які багаті природними антиоксидантами (β -каротин, токоферолі, оризанол і лігнани) і яких є небагато (олеїн червоної пальми, рафінована олія рисових висівок, нерафінована кунжутна олія та нерафінована кокосова олія) змішують із соняшниковою олією, що може знизити швидкість окислення під час зберігання та смаження [48]. Показники якості олії для смаження включають такі як властивості колір, в'язкість, вільні жирні кислоти, температуру диму, йодне число, загальний полярний матеріал, перекисне число, піноутворення.

Змішування різних рослинних олій також може покращити вміст антиоксидантів і біоактивних ліпідів, а антиоксиданти та біоактивні компоненти вже покращують стабільність рослинних олій. При порівнянні окислювальної стійкості соєвої олії з її сумішами (обліпихова, камелійна, рисова, олія висівок, кунжутна олія та арахісова олія), було виявлено, що суміші соєвої олії були більш стабільними, ніж сама соєва олія [27]. А суміш олії рисових висівок і соєвої олії покращує окислювальну стабільність соєвої олії та уповільнює прогрівання смаженої олії під час зберігання продукту. Змішування олії насіння сейната з арахісовою олією покращило стабільність і вміст токоферолів [49]. Суміш пальмового олеїну та олії каноли зазнала мінімальних втрат антиоксидантів і поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) під час повторного смаження. Суміші кокосової олії з соняшниковою олією та олією рисових висівок показали менше продуктів перекисного окиснення та більшу окисну стабільність, ніж окремі олії. Суміш каноли та оливкової олії у співвідношенні 80:20 з 20% пальмового олеїну підходить для смаження у фритюрі [50].

1.6. Оздоровчі ефекти купажованих олій

Кілька дослідників повідомили, що змішування олії покращує її поживні та функціональні властивості та призводить до різних впливів на здоров'я [51]. Разом з високим вмістом незамінних жирних кислот, олія повинна мати достатню кількість біоактивних ліпідів, антиоксидантних сполук і високу стабільність. Для досягнення ідеальної комбінації жирних кислот традиційну олію також можна змішувати з нетрадиційними оліями. Змішування олії є звичайною практикою створення нової рослинної олії з бажаною користю для здоров'я. Багато досліджень виявили, що відповідні олійні суміші знижують рівень холестерину та триацилгліцерину в сироватці крові та печінці [52]. Переетерифікація соєвої олії та соняшникової олії етилбегенатом призвела до утворення двох низькокалорійних структурованих ліпідів, які показали гіпохолестеринемічний ефект у щурів і кролів [53]. Умеша і Найдю провели експеримент, годуючи щурів сумішшю олії насіння садового кресса з багатим вмістом омега-3 ПНЖК і рослинними оліями, багатими на омега-6 ПНЖК (соняшникова олія, кунжутна олія та олія рисових висівок), і результат показав зниження загального рівні холестерину, тригліцеридів, холестерину ЛПНЩ [54].

Суміші кокосової олії з іншими часто споживаними рослинними оліями покращували кількість мононенасичених, поліненасичених жирних кислот і загальних токоферолів. Суміші олії соєвих бобів з іншими оліями (олія рисових висівок, кунжутна олія, обліпихова олія, олія камелії та арахісова олія) забезпечують важливими антиоксидантами та біоактивними сполуками, які є корисними для профілактики хронічних захворювань. Змішування кокосова олія з олією рисових висівок і кунжутною олією збільшило співвідношення ПНЖК/ПНЖК на 0,8-1,0, а також продемонструвало гіполіпідемічний ефект.

1.7. Застосування олійних сумішей у харчовій промисловості

Змішування олій використовується для отримання бажаних фізико-хімічних властивостей з метою покращення їх функціональної ролі у хлібобулочній та харчовій промисловості. Жири хлібобулочні та кондитерські

мають певні бажані фізико-хімічні властивості, як температура плавлення, вміст твердого жиру (SFC), поліморфна форма та здатність до поширення; ці характеристики важливі для кінцевого використання продукту [55]. Часткова гідрогенізація також є способом отримання хлібопекарського жиру, але під час гідрогенізації також утворюються транс-жири, які шкідливі для здоров'я людини та призводять до серцево-судинних захворювань, раку молочної залози, раку товстої кишки, діабету і ожиріння. Таким чином, структурований ліпід виробляється різними олійними сумішами і є способом одержання вільних транс-жирів. Суміш високоолеїнової соняшникової олії і повністю гідрогенізованої олії *Crambe abyssinica* у співвідношенні 60:40 і 50:50 має значне застосування в хлібобулочних і кондитерських жирах [56].

Какао-масло є основним інгредієнтом для кондитерського жиру. Еквівалент какао-масла, альтернативу какао-маслу, готували з використанням суміші 1,3-жирів, які багаті дипальмітоїл-2-олеїлгліцерином з жирами, багатими на 1,3-дістеароїл-2-олеїлгліцерин [57]. Суміш пальмової середньої фракції, пальмового стеарину і оливкової олії можна використовувати як виробничий шортенинг і заміник какао-масла з покращеними характеристиками, ніж окремі олії [58]. Про це повідомлялося в іншому дослідженні, переестерифіковані суміші сала та соєвої олії можна використовувати як заміник жиру людського молока. Як модифікована суміш показала такі ж фізичні та хімічні властивості, як і жир людського молока.

1.8. Соєва олія, як основа для олійних купажів

Соєа є домінуючою олійною культурою, що вирощується у світі, завдяки своїм сприятливим агрономічним характеристикам, високоякісному протеїну та цінній харчовій олії. Він містить більше половини всіх олійних культур, вироблених у всьому світі. Сполучені Штати займають перше місце у виробництві сої (8,24 мільйона тон), за ними йдуть Бразилія, Аргентина, Китай і країни ЄС-15 (4,28, 3,28, 3,26 і 2,87 мільйона тон відповідно).

Близько 85% соєвої олії використовується для споживання людиною. Решта продається для виробництва біодизелю або промислового використання.

Соєва олія є провідною харчовою олією і широко використовується в різних харчових продуктах. Серед них салатна та кулінарна олія, шортенінг, маргарин, майонез та заправка для салатів. Інші застосування включають використання в консервах, кондитерських глазурях, сумішах для пудингів, сумішах для млинців і вафель, сумішах для макаронів і сиру, соусах для спагетті, сухих сухих сніданках, заморожених смажених морепродуктах, м'ясних котлетах, сумішах для піци та інших.

Оскільки соєва олія містить відносно високі частки ненасичених лінолевої та ліноленової кислот, вона чутлива до розвитку неприємного присмаку. Йому також бракує деяких фізичних властивостей для певних застосувань, таких як шортенінг і маргарин. Щоб підвищити окислювальну стабільність і температуру плавлення соєвої олії, кілька років тому зазвичай використовували гідрогенізацію. Цей процес хімічно додає два атоми водню до подвійного зв'язку ненасиченої жирної кислоти в олії. У результаті нижчі ненасичені жирні кислоти перетворюються на насичені кислоти, а вищі ненасичені жирні кислоти – на нижчі ненасичені кислоти в олії. Однак гідрогенізація викликає утворення транс-жирних кислот. Останніми роками негативний вплив транс-жирів на здоров'я було добре доведено, що змусило регуляторні органи США закликати зменшити або навіть повністю виключити транс-жири з харчових продуктів, які комерційно готуються для споживання людиною. Це створило серйозну проблему для харчової промисловості, щоб знайти альтернативи для задоволення різних потреб застосування.

Одним з ефективних способів вирішення проблеми транс-жирів, зберігаючи при цьому стабільність і функціональні властивості соєвої олії, необхідні для багатьох харчових застосувань, є селекція рослин і генна інженерія. Вже кілька генотипів, які мають великі варіації у складі жирних кислот, були успішно розроблені або випущені як комерційні сорти з урожайністю, порівнянною з іншими сортами сої в Сполучених Штатах. Серед

них соєві боби з вмістом ліноленової кислоти до 3%, стеаринової до 20% і олеїнової до 80%. Олії з цих ліній призначені для спеціального застосування через їх функціональні переваги перед звичайною соєвою олією. Такі зусилля принесуть переваги харчовим і промисловим споживачам і можуть збільшити цінність сої як олійної культури.

Соєва олія – це одна з найбільш широко споживаних кулінарних олій, яка багата на ліноленову кислоту, яка легше піддається окислювальному руйнуванню, створюючи запах бобів. З точки зору, соєва олія містить 7-10%, 2-5% стеаринової кислоти, 1-3% арахідової кислоти, 22-30% олеїнової кислоти, 50-60% лінолевої кислоти і 5-9% ліноленової кислоти. Склад жирних кислот соєвої олії включає високий рівень поліненасичених жирних кислот, які значно знижують рівень холестерину в сироватці крові, знижуючи ймовірність серцево-судинних захворювань. Соєва олія також містить велику кількість фосфоліпідів (3,7%), при цьому фосфатидилхолін або лецитин становлять 55,3% від загальної кількості фосфатидів. Із загальної кількості ізомерів токоферолів на головні гамма (γ) і дельта (δ) припадає 67,8% і 23,6% відповідно. У більш останньому дослідженні було досліджено вміст токоферолу в ряді рослинних олій методом високоефективної рідинної хроматографії і показано, що соєві олії містять 686 - 1181 мг/кг загальних токоферолів. Із загальної кількості γ -токоферол становив 396 - 620 мкг/г, δ -токоферол 215 - 469 мг/кг і α -токоферол 75 - 118 мг/кг. Крім того, соєва олія багата фітостеролами, основними з яких є β -ситостерин, кампестерол і стигмастерол разом із меншою кількістю Δ^7 -авеностеролу. Під час дезодорації втрачається значна кількість стеринів і токоферолів, коливається від 30 до 40%.

Соєві боби є найбільшим джерелом харчової олії у світі. Високий вміст поліненасичених жирних кислот (понад 60%, включаючи 6 - 10% α -ліноленової кислоти) у соєвій олії робить її дуже привабливою, оскільки вона відповідає нашим вимогам щодо незамінних жирних кислот. Ранні дослідження, у якому порівнювали стабільність смаження звичайної соєвої олії та олії з низьким вмістом ліноленової кислоти, показали, що, незважаючи на зменшення вмісту

поліненасичених жирних кислот, швидкість утворення загальних полярних сполук була нижчою в різновиді з низьким вмістом ліноленової кислоти порівняно зі звичайною олією канולי. Пізніше дослідження вивчило вплив додавання різних сумішей ізомерів токоферолу (α , β , γ і δ) на окислювальну стабільність очищеної соєвої олії. Вони виявили, що додавання еквівалентної суміші соєвих бобів чистих α , γ і δ підвищило її стабільність у темряві, тоді як еквівалентна суміш соняшникових токоферолів була більш ефективною в інгібуванні фотоокислення соєвої олії. Відомо, що додавання γ і δ -токоферолів підвищило окислювальну стабільність кількох олій, включаючи очищену соєву олію.

1.9. Підсумки з огляду літературних джерел

Таким чином, вищевикладені наукові дані щодо особливостей біологічної та харчової цінності олій і купажів, їх жирнокислотного профілю, вмісту та співвідношення ПНЖК родин омега-3, -6 та -9, їх роль для організму людини, свідчать про доцільність більш глибокого вивчення жирнокислотного профілю популярних олій для створення функціональних оздоровчих купажів.

Жири та олії є основним інгредієнтом різноманітних харчових рецептів. Рослинні олії не мають певних основних властивостей в їхньому природному вигляді. Доведено, що споживання жирів і олій пов'язане з серцево-судинними захворюваннями та ожирінням. Отже, існує потреба в здоровій і стабільній олії в повсякденному житті. Змішування або купажування є простим, здійсненим і економічним методом зміни фізико-хімічних, біологічних і поживних властивостей олій. Нині це стало поширеною практикою в харчовій промисловості. Багато досліджень довели, що цей економічний і прийнятний метод забезпечує олію збалансованим профілем жирних кислот, більшою стабільністю, а також покращеним вмістом антиоксидантів і біоактивних речовин сполуки. Це і стало метою дослідження даної магістерської роботи.

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Схема досліджень

Виконання експериментальних досліджень магістерської роботи проводилося у лабораторіях кафедри харчової біотехнології і хімії Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Виходячи із мети та завдань для дослідження використовували відібрані наступні традиційні олії:

- Соева олія
- Олія лляна нерафінована Elit Phito;
- Олію соняшникова рафінована;
- Олія кукурудзяна рафінована

З цих олій готували зразки досліджуваних експериментальних сумішей (купаж) у співвідношенні за наведеною нижче схемою:

Таблиця 2.1 – Співвідношення досліджуваних олій і їх сумішей (купажів) у досліджуваних зразках, %.

№ зразку	Соева	Кукурудзяна	Соняшникова	Лляна
1.	100	-	-	-
2.	-	100	-	-
3.	-	-	100	-
4.	-	-	-	100
5.	65	13	14	8
6.	60	15	16	9
7.	55	18	18	9
8.	50	20	20	10

Кукурудзяну олію, соняшкову олію, лляну олію та соєву олію змішували в різних відсотках за масою. Були враховані вартість чотирьох рослинних олій і стандарти здорового харчування, запропоновані Всесвітньою організацією

охорони здоров'я (ВООЗ). Було використано низьку вартість соєвої олії, і для регулювання вмісту омега-6 у купажах використовували три інші рослинні олії. Різні комбінації олій у різних співвідношеннях подані у чотирьох купажах нижче:

№1 (складається з 50% соєвої олії, 20% кукурудзяної олії, 20% соняшникової олії та 10% лляної олії),

№2 (55% соєвої олії, 18% кукурудзяної олії, 18% соняшникової олії та 9% лляної олії),

№3 (60% соєвої олії, 15% кукурудзяної олії, 16% соняшникової олії та 9% лляної олії),

№4 (65% соєвої олії, 13% кукурудзяної олії, олії соняшникової 14%, олії льону 8%.

Кожну суміш перемішували при 25–35 °С при 120–150 об/хв протягом 5–7 хвилин у склянці електричним міксером із постійною швидкістю, щоб зробити купаж однорідним і прозорим для наступного аналізу.

Досліджувані нами зразки олій і купажів були розфасовані у скляні пляшки з непрозорого скла, в об'ємі 100 мл.

З кожного досліджуваного зразка олії чи купажу відбирали 3 проби.

2.2. Дослідження жирнокислотного складу олій

Жирнокислотний склад досліджуваних зразків олій і їх купажів визначали у зразках олії, термін виготовлення яких на час проведення досліджень становив 1-1,5 місяця. Температура зберігання зразків коливалась в діапазоні $+12 \pm 1^\circ\text{C}$.

З кожної досліджуваної олії і купажів проводили відбір проб.

Аналіз складу жирних кислот проводили за допомогою системи газової хроматографії (GC) Agilent 7890A (7890A, Agilent, США), як описано в [59].

0,20 мг зразків олії розчинили в 2,0 мл н-гексану хроматографічної якості та змішали з 0,5 мл 2 моль/л розчину гідроксиду калію, потім розділили на капілярній колонці Trace TR-FAME (30 м × 0,25 мм, 0,25 мкм, Thermo Scientific, США). Газохроматограф був запрограмований на підвищення температури з

використанням азоту як газу-носія (99,999%, 1 мл/хв) при коефіцієнті поділу 100:1 і полум'яно-іонізаційного детектора (G3440A 211, Agilent, США). Температуру на вході встановлювали на рівні 250 °C, починаючи зі 150 °C протягом 1 хвилини, потім нагрівали до 190 °C зі швидкістю 3 °C/хв протягом 8 хвилин і, нарешті, підвищували до 230 °C зі швидкістю 2 °C/хв протягом 5 хвилин. хв. Усі жирні кислоти у зразках олії були ідентифіковані шляхом порівняння їхнього часу утримування зі стандартами метилового ефіру 37-жирної кислоти.

Стандарти для метилових ефірів 37-жирних кислот від Sigma Chemical Co., Ltd. (Шанхай, Китай).

Отримані експериментальні дані опрацьовували статистично із застосуванням коефіцієнта Ст'юдента за стандартною методикою.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Дослідження жирнокислотного складу олій

Харчові олії забезпечують необхідні поживні речовини та відіграють вирішальну роль у дієті для підтримки нормальної фізіологічної функції [60].

З підвищенням обізнаності споживачів про здоров'я в центрі уваги стає загальна якість і всебічне харчування харчових олій. Фактори якості, що впливають на харчові олії, включають їх жирнокислотний склад, поживні речовини та стійкість до окислення. Однак олія з одного виду рослин часто не має збалансованих функціональних властивостей, поживних властивостей і належної стійкості до окислення [61].

Дієтичні поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК) необхідні для здоров'я, та разом з тим, олії, які багаті ПНЖК, особливо чутливі до окислення. Окислення жирних кислот може зробити їх недоступними як поживні речовини, а також створити небажані присмаки та токсичні сполуки. Окислення олії знижує поживну якість олії та потенційно створює продукт, який є шкідливим для здоров'я людини [62]. Щоб стабілізувати олію, збагачену ПНЖК, проти окислення, попередні дослідження в першу чергу зосереджувались на додаванні антиоксидантів до олії як головної стратегії. Антиоксиданти пригнічують вільні радикальні ланцюгові реакції та ефективні при дуже низьких концентраціях. Загальними антиоксидантами є синтетичні антиоксиданти та природні антиоксиданти. Поширені синтетичні антиоксиданти третинний бутилгідрокінон (TBHQ) можуть бути пов'язані з ризиками для здоров'я, такими як подразнення шкіри, шлунково-кишкові проблеми та. Бутилгідроксіанізол (BHA), бутилгідрокситолуол (BHT) і TBHQ широко використовуються в харчовій і нафтовій промисловості через їх низьку ціну. Однак їх безпека викликає сумніви через можливий негативний вплив на здоров'я людини. Хоча природні антиоксиданти не становлять загрози здоров'ю, вони, як правило, дорогі. Змішування двох або більше олій може ефективно боротися з окисленням олії шляхом зміни складу жирних кислот, окислювальних властивостей,

поживної якості та промислового застосування за менших витрат і без негативного впливу на споживачів. Таким чином, стратегії, які включають змішування олій, можуть покращити антиоксидантну здатність однієї олії, водночас створюючи можливості для оптимізації складу жирних кислот для продуктів, призначених для споживачів. Особливо важливо у олійних купажах досягти оптимального співвідношення між вмістом ПНЖК родин омега-3, -6 та -9. Підхід змішування олій пропонує економічну альтернативу хімічним добавкам і використовує існуючі ланцюжки поставок різних харчових олій.

Для реалізації завдань магістерської роботи нами вибрано чотири традиційні і популярні олії: соєву, кукурудзяну, соняшкову та лляну. Уже на сьогодні відомо, що кожна з цих олій має свою біологічну і харчову цінність, які визначаються вмістом у них біологічно активних речовин, вмістом і співвідношенням насичених, моно- і поліненасичених жирних кислот, вмістом і співвідношенням поліненасичених жирних кислот родин омега-3, -6 та -9. Разом з тим, навіть олії з одного виду рослин, їх насіння чи зерен має свої відмінності у жирнокислотному складу, які визначається особливостями вегетаційного періоду, генетичними параметрами рослин, способом отримання олії, терміном зберігання, температурою зберігання. Тому нами на першому етапі було проведено дослідження жирнокислотного складу відібраних олій і вже потім виготовлено купажі на їх основі і досліджено їх жирнокислотний склад.

Отримані нами результати щодо особливостей жирнокислотного складу соєвої, кукурудзяної, соняшкової та лляної олій представлено у таблиці 2.1.

Як показано в таблиці 2.1, соєва олія має найвищий вміст лінолевої кислоти (48,01%), потім іде олеїнової кислоти (27,48%) і пальмітинової кислоти (11,80%). Вміст ПНЖК у лляній олії (63,89%) був значно вищим, ніж у трьох інших рослинних оліях, в основному через те, що лляна олія має найвищий вміст α -лінолевої кислоти (47,50%) [63].

З точки зору харчування оптимальним для здоров'я людини є співвідношення омега-6 до омега-3 як 5-8 до 1 [64]. Крім того, дієтичні

рекомендації для китайців пропонують оптимальне співвідношення омега-6 жирної кислоти до омега-3 жирної кислоти між 4:1 і 6:1 [65].

Окремі рослинні олії мають незбалансоване співвідношення жирних кислот, а співвідношення омега-6 : омега-3 в окремих рослинних оліях не відповідає дієтичним рекомендаціям щодо оптимального харчування людини. Співвідношення омега-6 : омега-3 для соєвої, кукурудзяної та соняшnikової олій становить 8 : 1, 76 : 1 та 400 : 1 відповідно, що перевищує діапазон, наведений у дієтичних рекомендаціях. Надмірне споживання омега-6 жирних кислот може сприяти запаленню, що призводить до хвороб серця та інших захворювань, а омега-3 жирні кислоти можуть регулювати метаболізм простагландинів, знижувати рівень тригліцеридів і холестерину в крові, а також мати антикоагулянтні та протизапальні властивості [66].

Регулюючи співвідношення різних рослинних олій у сумішах, можна оптимізувати баланс жирних кислот, значно підвищуючи як харчову і біологічну цінність, так і фізичні властивості отриманої олії. Ця стратегічна маніпуляція профілями жирних кислот не тільки відповідає потребам у харчуванні, але й обслуговує конкретні проблеми зі здоров'ям, такі як зменшення запалення або покращення здоров'я серцево-судинної системи, деякі дослідження показали, що лляна олія має значну антиоксидантну, антигіперглікемічну та гіполіпідемічну активність, що може бути наслідком його високого вмісту ПНЖК омега-3 (C18:3). Інтеграція лляної олії з високим вмістом ПНЖК родини ω -3 у суміші з соєвої, кукурудзяної та соняшnikової олій ефективно зменшує співвідношення ПНЖК омега-6 : омега-3, тим самим підвищуючи корисність і біологічну цінність олії. Це коригування має вирішальне значення для сприяння збалансованому харчуванню та пом'якшення ризиків, пов'язаних із надмірним споживанням омега-6 жирних кислот, таких як системне запалення та серцеві захворювання.

3.1.1. Дослідження жирнокислотного складу соєвої олії

Соєва олія є провідною харчовою олією і широко використовується в різних харчових продуктах. Серед них салатна та кулінарна олія, шортенінг, маргарин, майонез та заправка для салатів. Інші застосування включають використання в консервах, кондитерських глазурях, сумішах для пудингів, сумішах для млинців і вафель, сумішах для макаронів і сиру, соусах для спагетті, сухих сухих сніданках, заморожених смажених морепродуктах, м'ясних котлетах, сумішах для піци та інших.

За кількістю виробництва соєва олія поступається лише пальмовій олії та забезпечує близько 22% загального світового обсягу жирів і олій. Сою вирощують заради високоякісної білкової муки, але насіння містить трохи більше 20% олії. Найбільше виробництво соняшnikової олії в Китаї (26%), США (21%), Бразилії (17%) та Аргентині (16%).

Оскільки соєва олія містить відносно високі частки ненасичених лінолевої та ліноленової кислот, вона чутлива до розвитку неприємного присмаку. Йому також бракує деяких фізичних властивостей для певних застосувань, таких як шортенінг і маргарин. Щоб підвищити окислювальну стабільність і температуру плавлення соєвої олії, кілька років тому зазвичай використовували гідрогенізацію. Цей процес хімічно додає два атоми водню до подвійного зв'язку ненасиченої жирної кислоти в олії. У результаті нижчі ненасичені жирні кислоти перетворюються на насичені кислоти, а вищі ненасичені жирні кислоти — на нижчі ненасичені кислоти в олії. Однак гідрогенізація викликає утворення транс-жирних кислот. Останніми роками негативний вплив транс-жирів на здоров'я було добре доведено, що змусило регуляторні органи США закликати зменшити або навіть повністю виключити транс-жири з харчових продуктів, які комерційно готуються для споживання людиною. Це створило серйозну проблему для харчової промисловості, щоб знайти альтернативи для задоволення різних потреб застосування.

Як видно з даних табл. 3.1 та рис. 3.1., соєва олія характеризується найбільшим вмістом лінолевої кислоти, яка належить до ПНЖК родини омега-6

із відносним вмістом 48,01%. На другому місці у соєвій олії серед жирних кислот знаходиться олеїнова кислоти із родини ПНЖК омега-9. Власне біологічна цінність соєвої олії визначається високим вмістом олеїнової кислоти. Олеїнова кислота належить до мононенасичених жирних кислот. Вона має антиоксидантну дію, знижує рівень холестерину та ліпідів у крові, а також дуже корисна для серцево-судинної системи та здоров'я мозкового кровообігу. Олеїнова кислота не здатна синтезуватися в організмі людини, тому повинна постійно поступати з їжею. На третьому місці у соєвій олії за відносним вмістом знаходиться ліноленова кислота. Як показав аналіз жирнокислотного складу, її відносний вміст у соєвій олії становить 6,03%. α -Ліноленова кислота (АЛК) є представником групи омега-3 незамінних жирних кислот, названих так через те, що вони не можуть вироблятися в організмі усіх ссавців, в тому числі і людини, тому повинні надходити з їжею. Існують дослідження, які свідчать про те, що АЛК пов'язується з меншим ризиком серцево-судинних захворювань через механізм, який досі не повністю зрозумілий. Організм перетворює АЛК на довголанцюгові жирні кислоти ейкозапентаєнову кислоту і докозагексаєнову кислоту. У деяких дослідженнях також висувається припущення, що існує більший нейропротекторний вплив стосовно ішемії та деяких типів епілепсії.

Таблиця 3.1 – Жирнокислотний склад рослинних олій, (%).

Жирна кислота		Соєва	Кукурудзяна	Соняшникова	Ляна
C16:0	Пальмітинова	11,80 $\pm$ 0,02	13,09 $\pm$ 0,19	7,63 $\pm$ 0,08	6,69 $\pm$ 0,01
C18:0	Стеаринова	5,00 $\pm$ 0,02	2,35 $\pm$ 0,09	5,17 $\pm$ 0,04	6,03 $\pm$ 0,06
C18:1	Олеїнова ω -9	27,48 $\pm$ 0,05	29,00 $\pm$ 0,05	29,14 $\pm$ 0,05	22,41 $\pm$ 0,06
C18:2	Лінолева ω -6	48,01 $\pm$ 0,03	53,61 $\pm$ 0,35	55,80 $\pm$ 0,28	16,39 $\pm$ 0,01
C18:3	Ліноленова ω -3	6,03 $\pm$ 0,04	0,71 $\pm$ 0,02	0,14 $\pm$ 0,01	47,50 $\pm$ 0,01
C20:0	Арахінова	0,55 $\pm$ 0,06	0,58 $\pm$ 0,06	0,39 $\pm$ 0,02	0,23 $\pm$ 0,02
C20:1	Гондоїнова ω -9	0,25 $\pm$ 0,01	0,29 $\pm$ 0,01	0,18 $\pm$ 0,04	0,31 $\pm$ 0,01

C24:0	Лігноцеринова	0,28 ± 0,04	0,23 ± 0,01	0,40 ± 0,01	0,17 ± 0,02
C22:0	Бегенова	0,62 ± 0,03	0,17 ± 0,01	1,18 ± 0,04	0,28 ± 0,04
Сума НЖК		18,24 ± 0,05	16,41 ± 0,33	14,75 ± 0,18	13,39 ± 0,04
Сума МНЖК		27,73 ± 0,04	29,28 ± 0,04	29,32 ± 0,09	22,72 ± 0,04
Сума ПНЖК		54,04 ± 0,01	54,32 ± 0,38	55,94 ± 0,27	63,89 ± 0,00
Відношення НЖК : МНЖК		1 : 4,6	1 : 5	1 : 5,8	1 : 6,5
Відношення ω-6: ω-3		8 : 1	76 : 1	400 : 1	1 : 2,9

Примітка: Аббревіатури включають насичені жирні кислоти (НЖК) і мононенасичені жирні кислоти (МНЖК), поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК), що представляють відсоток площі кожної жирної кислоти.

У таблиці перелічено лише основні жирні кислоти ω-3 (C18:3ω-3) і ω-6 (C18:2ω-6), а також вміст 20:4ω-6, 22:5ω-3 і 22:6ω-3 були відносно невеликі, які не були включені.

Серед насичених жирних кислот у соєвій олії у значній кількості виявлено пальмітинову із відносним вмістом 11,08% та стеаринову кислоту – 5,0%. Менше 1% у соєвій олії становлять такі насичені жирні кислоти, як арахінова, гондоїнова та лігноцеринова. Таким чином, сумарний відносний вміст усіх насичених жирних кислот у досліджуваній нами соєвій олії склав 18,24%.

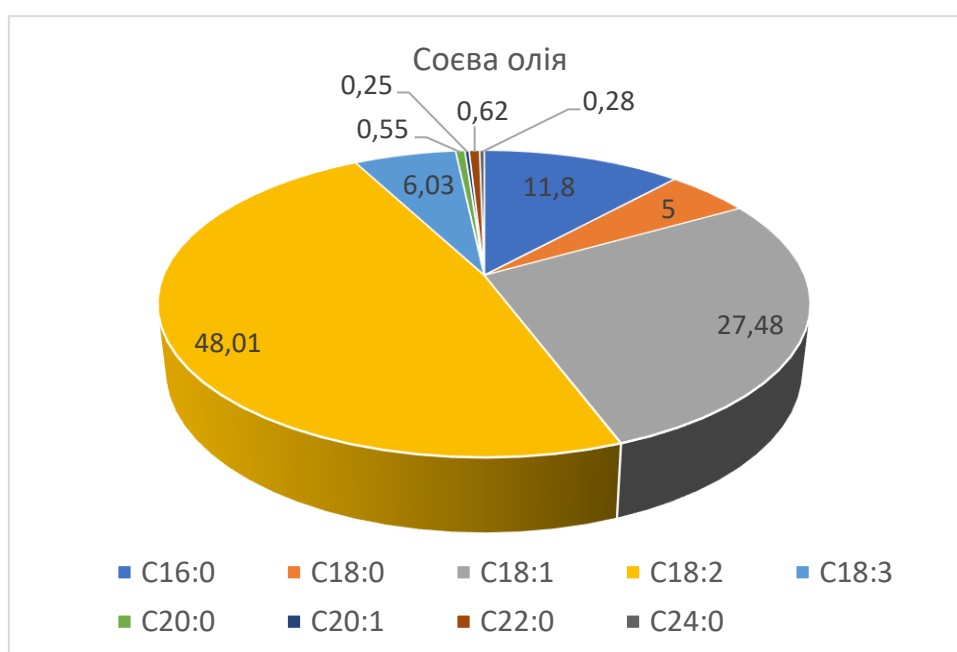


Рисунок 3.1 – Жирнокислотний склад соєвої олії, %

Згідно даних, представлених у таблиці 1 та на рис. 1., сумарний вміст НЖК у соєвій олії становив 18,2 %, вміст МНЖК і ПНЖК – 83,8%, тобто співвідношення між вмістом НЖК і МНЖК становило 1 : 4,6. Співвідношення між сумарним вмістом ПНЖК родини омега-6 до сумарного вмісту ПНЖК родини омега-3 у досліджуваній соєвій олії становило 8 : 1.

3.1.2. Дослідження жирнокислотного складу кукурудзяної олії

Результати аналіз жирнокислотного складу досліджуваної кукурудзяної олії представлені у табл. 3.1 та на рис. 3.2. Ці дані показують, що найбільший вміст у кукурудзяній олії припадає на лінолеву кислоту, яка належить до ПНЖК родини омега-6, і цей вміст становить 53,6%. Кукурудзяна олія характеризується і високим вмістом олеїнової кислоти, яка відноситься до есенціальних жирних кислот родини омега-9. Жирні кислоти цієї родини не синтезуються в організмі людини, проте є надзвичайно важливими з позиції біологічних функцій, тому повинні надходити із продуктами харчування. Вміст олеїнової кислоти у досліджуваній кукурудзяній олії становив 29%.

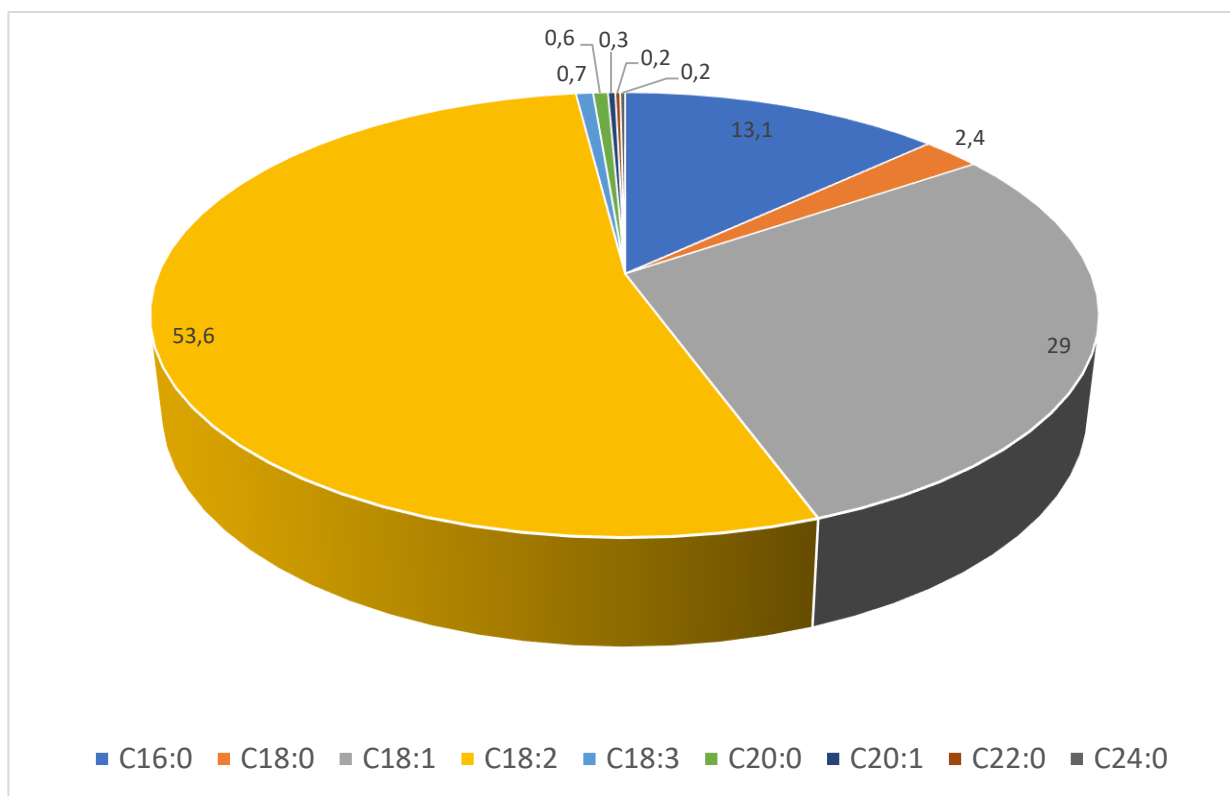


Рисунок 3.2 – Жирнокислотний склад кукурудзяної олії, %

ПНЖК родини омега-3 у досліджуваній кукурудзяній олії представлені ліноленовою кислотою у дуже незначній кількості – лише 0,71%. Тому і співвідношення між сумарним вмістом ПНЖК родин омега-6 та омега-3 у даній кукурудзяній олії склало 76 : 1.

Очевидно, що таке співвідношення між ПНЖК родин омега-6 та омега-3 не є корисним для людини через багаторазову перевагу ПНЖК родини омега-6, оскільки збалансоване співвідношення згідно рекомендацій харчової комісії ВООЗ у раціоні має становити 4-5 : 1. Щодо НЖК, то вони у досліджуваній кукурудзяній олії представлені пальмітиноюю і стеариноюю жирними кислоти, вміст яких становив відповідно 13% та 2,4%. Загалом співвідношення між сумарним вмістом НЖК і ННЖК у досліджуваній кукурудзяній олії становило 1 : 5.

3.1.3. Дослідження жирнокислотного складу соняшникової олії

Соняшникова олія є однією із домінуючих олій у споживанні населенням різних країн і навіть континентів. Це пояснюється великим діапазоном використання соняшникової олії безпосередньо самої у харчуванні людей, так і її використання у технології приготування самих різноманітних страв і продуктів харчування.

Результати наших досліджень щодо особливостей жирнокислотного складу соняшникової олії, взятої для аналізу, представлено на рис. 3.3 та у таблиці 3.1. Отримані дані показують, що соняшникова олія має найбільший вміст лінолевої кислоти (55,8%), яка належить до ПНЖК родини омега-6. Оскільки людство споживає більше соняшникової олії, ніж інших олій, тому у їх раціоні значно переважає вміст ПНЖК родини омега-6, які як науково доведено чинять прозапальну дію. Лінолева кислота із родини ПНЖК омега-6 є попередником у синтезі різноманітних клітинних гормонів – простагландинів, тромбоксанів, лейкотриєнів, які у надмірній кількості чинять в організмі прозапальну дію, тобто сприяють запаленню, посилюючи його. Такий несприятливий вплив соняшникової олії пояснюється і дуже малим вмістом у ній

ПНЖК родини омега-3. Як видно з даних табл. 3.1 та рис. 3.3. вміст ліноленової кислоти із родини омега-3 у соняшниковій олії складає лише 0,14%. Тому і співвідношення між ПНЖК родини омега-6 та омега-3 у досліджуваній нами соняшниковій олії становить 400 : 1. Зрозуміло, що таке співвідношення виходить далеко за рамки рекомендованого.

У досліджуваній нами соняшниковій олії виявлено НЖК, які представлені в основному пальмітиновою і стеариновою кислотами із відповідним відносним вмістом 7,63 і 5,17%. Сумарний вміст усіх НЖК у досліджуваних зразках соняшникової олії становив 14,75%. Співвідношення між вмістом НЖК і ННЖК у досліджуваних зразках соняшникової олії становив 1 : 5,8.

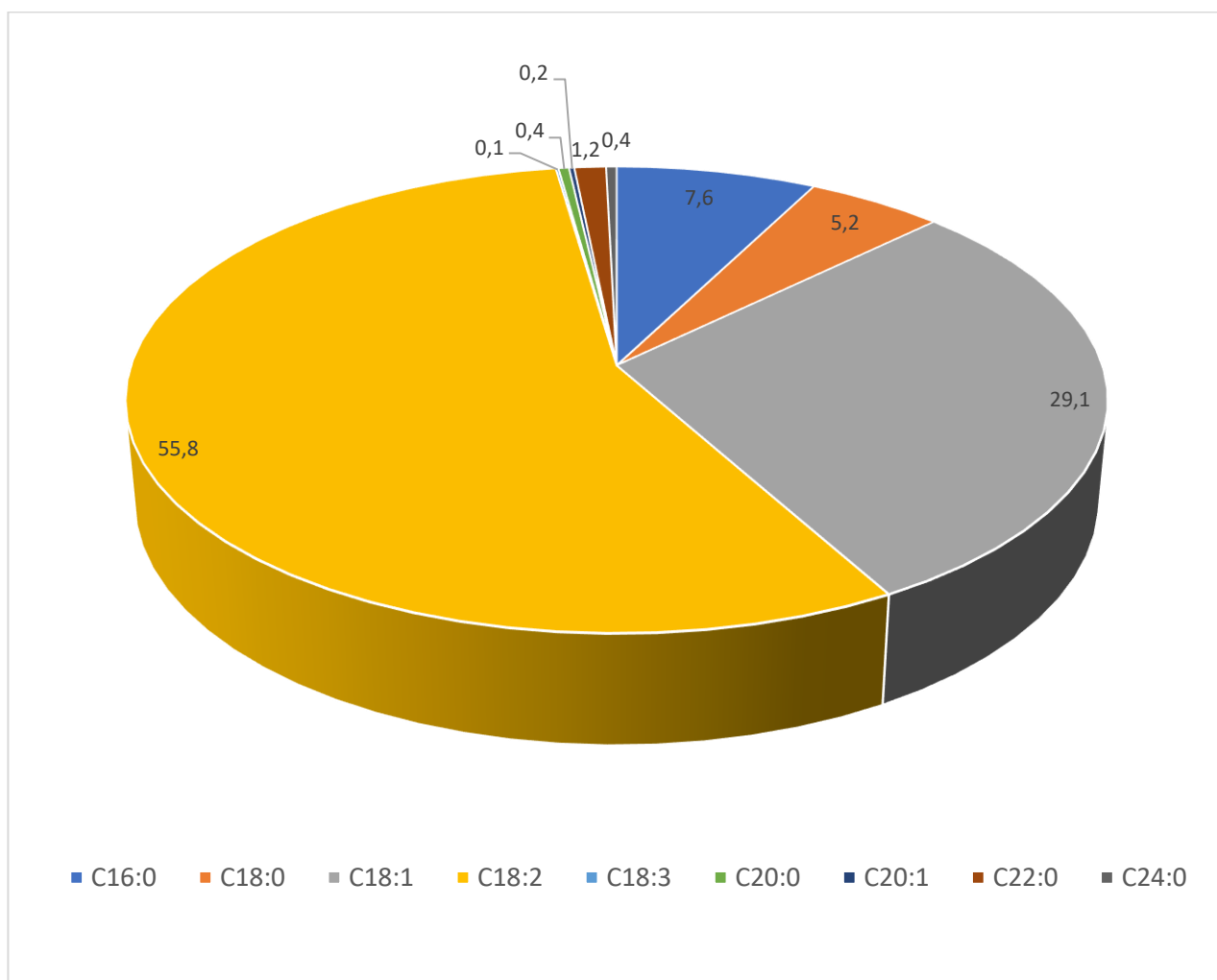


Рисунок 3.3 – Жирнокислотний склад соняшникової олії, %

Важливе значення для організму людини має надходження з їжею МНЖК, особливо олеїнової, яка одночасно належить і до родини омега-9. Як видно з рис. 3.3. у досліджуваній нами соняшниковій олії відносний вміст олеїнової кислоти

становив 29,14%. В цілому такий високий вміст олеїнової кислоти у соняшниковій олії справляє позитивну оцінку даної олії з позиції її біологічної цінності, не дивлячись на низький вміст ПНЖК родини омега-3.

Виходячи із отриманих даних жирнокислотного складу досліджуваної соняшnikової олії можна зробити висновок, що дана олія може бути використана для створення купажів як джерело ПНЖК родини омега-6 та як джерело ПНЖК родини омега-9.

3.1.4. Дослідження жирнокислотного складу лляної олії

Лляна олія на сьогодні займає проміжне становище між традиційними і нетрадиційними оліями у харчуванні пересічного європейця, в тому числі і українців. Інформація про її харчову і біологічну цінність щораз збільшується і створює певні соціальні переконання щодо позитивного впливу на організм лляної олії при регулярному споживанні. Тому нами і взята для досліджень лляна олія з метою визначення жирнокислотного профілю і в подальшому розрахувати ймовірно потенційно корисний відсоток цієї олії у капажах для балансування співвідношення між вмістом ПНЖК родин омега-3, -6 та -9.

Отримані нами результати досліджень жирнокислотного профілю зразків лляної олії представлено на рис. 3.4 та у табл. 3.1.

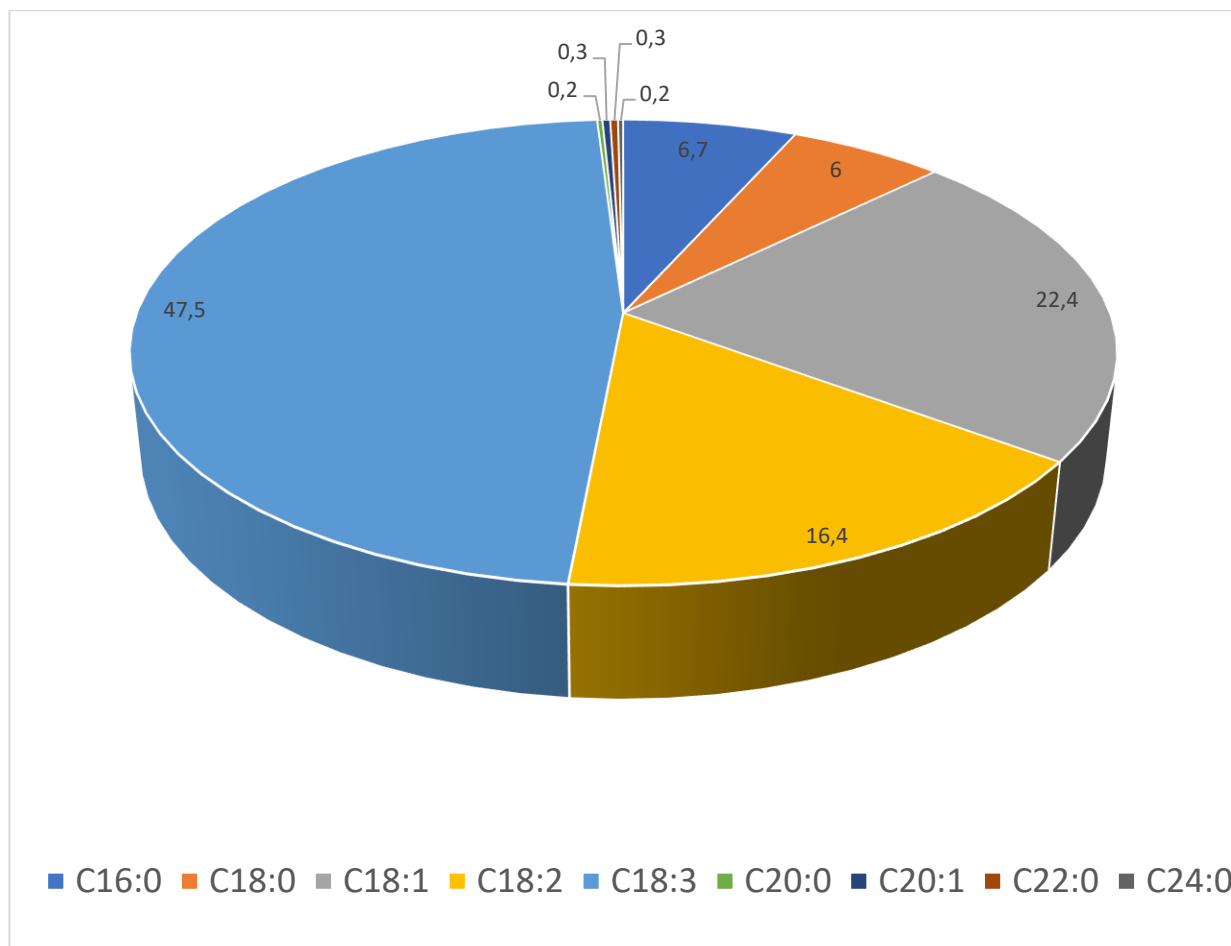


Рисунок 3.4 – Жирнокислотний склад лляної олії, %

Як видно з представлених на рис. 3.4 даних, у досліджуваній лляній олії виявлено найбільше ліноленової кислоти, відносний вміст якої становив 47,5%. Дана кислота належить до ПНЖК родини омега-3, отже можна стверджувати, що лляна оліє є багатим джерелом омега-3 кислот і тому її варто використовувати у купажах для збільшення відсотка саме ПНЖК родини омега-3. Відносний вміст ПНЖК родини омега-6 у досліджуваній лляній олії становив 16,39% і був представлений лінолевою кислотою. Виходячи з цього співвідношення між відносним вмістом ПНЖК родини омега-6 до омега-3 у досліджуваній лляній олії складало 1 : 2,9.

Загальний відносний насичених жирних кислот у досліджуваних зразках лляної олії становив 13,39%. Вони представлені в основному пальмітиною та стеариною кислотами, відносний вміст який складав відповідно - 6,69% та 6,03%. Решта насичених жирних кислот у лляній олій були представлені

арахіновою, бегеновою та лігноцериновою кислотами, сумарний відносний вміст яких склав 0,76%.

Відносний вміст МНЖК у зразках лляної олії становив 22,72% і ця родина жирних кислот була представлена олеїновою кислотою, яка одночасно відноситься і до родини омега-9. З цього слідує, що досліджувана лляна олія має високий вміст омега-9 кислот, які є есенціальними для організму і чинять позитивний вплив на серцево-судинну систему, імунну, нервову та інші, тому дану олію варто рекомендувати для створення купажів з метою підвищення у них вмісту ПНЖК родин омега-3 та омега-9.

Сумарний відносний вміст усіх ненасичених жирних кислот у досліджуваній лляній олії становив 86,6%. Таким чином співвідношення між вмістом насичених жирних кислот і ненасичених жирних кислот у досліджуваних зразках лляній олії становило 1 : 6,5 і було найменшим, порівняно із таким співвідношенням у соєвій, кукурудзяній та соняшниковій оліях.

3.2. Дослідження жирнокислотного складу купажів олій

У другій серії досліджень ми провели змішування олій, досліджуваних у першій серії: соєвої, кукурудзяної, соняшnikової та лляної у різних пропорціях. Очевидно, що відсоток кожної олії у певному зразку купажу був попередньо теоретично і прогностично прорахований на очікуваний результат.

Різні комбінації досліджуваних олій для створення купажів подані у чотирьох варіантах нижче:

Купаж №1 (складається з 50% соєвої олії, 20% кукурудзяної олії, 20% соняшникової олії та 10% лляної олії),

Купаж №2 (55% соєвої олії, 18% кукурудзяної олії, 18% соняшникової олії та 9% лляної олії),

Купаж №3 (60% соєвої олії, 15% кукурудзяної олії, 16% соняшникової олії та 9% лляної олії)

Купаж №4 (65% соєвої олії, 13% кукурудзяної олії, олії соняшникової 14%, олії льону 8%).

Отримані нами результати дослідження жирнокислотного профілю кожного з купажів представлено у табл. 3.2 та рисунках 3.5-3.8. Ці дані в таблиці і рисунках показують склад і співвідношення жирних кислот різних класів чотирьох базових олій після їх змішування. Жирнокислотний склад чотирьох сумішей олій був розрахований шляхом встановлення співвідношення омега-6 : омега-3 на 4–6 : 1 для змішування. Результати показують, що співвідношення омега-6 : омега-3 у складених змішаних оліях коливалося від 5,19 до 6,00, що вказує на те, що всі чотири змішані олії задовольняють діапазон оптимальних співвідношень, рекомендованих ВООЗ.

Серед змішаних олій купаж №1 мав значно вищий вміст C18:2 (47,60%), ніж інші три змішані олії, і мав найвищий вміст ПНЖК – 55,77%. Вміст C18:3 у соєвій олії збільшився після змішування порівняно з таким до змішування і був з найвищим вмістом у купажі №3 (8,61%), оскільки купаж №3 мав значно вищий вміст соняшникової олії (20,64%), ніж інші.

Таблиця 3.2 – Жирнокислотний склад сумішей рослинних олій, (%)

Жирна кислота	Купаж №			
	1	2	3	4
C16:0	10,52 ± 0,06	14,63 ± 0,05	15,03 ± 0,04	13,95 ± 0,06
C18:0	4,50 ± 0,05	4,33 ± 0,04	4,36 ± 0,01	4,51 ± 0,08
C18:1	27,72 ± 0,04	26,23 ± 0,04	25,82 ± 0,08	25,50 ± 0,05
C18:2	47,60 ± 0,12	45,95 ± 0,06	44,72 ± 0,04	46,67 ± 0,01
C18:3	8,17 ± 0,03	7,66 ± 0,01	8,61 ± 0,02	7,88 ± 0,01
C20:0	0,42 ± 0,01	0,42 ± 0,01	0,40 ± 0,02	0,46 ± 0,01
C20:1	0,24 ± 0,01	0,21 ± 0,02	0,22 ± 0,01	0,25 ± 0,01
C22:0	0,61 ± 0,03	0,59 ± 0,01	0,60 ± 0,01	0,54 ± 0,03
C24:0	0,24 ± 0,02	0,25±0,01	0,26 ± 0,01	0,28 ± 0,01

НЖК	16,28 ± 0,14	19,96 ± 0,06	20,64 ± 0,04	19,72 ± 0,06
МНЖК	27,96 ± 0,05	26,44 ± 0,02	26,04 ± 0,06	25,74 ± 0,04
ПНЖК	55,77 ± 0,09	53,61 ± 0,08	53,33 ± 0,06	54,54 ± 0,01
НЖК : МНЖК	1 : 5,1	1 : 4	1 : 4	1 : 4
ω-6 : ω-3	5,83 ± 0,03	6,00 ± 0,02	5,19 ± 0,03	5,93 ± 0,02

Примітка: Аббревіатури включають насичені жирні кислоти (НЖК) і мононенасичені жирні кислоти (МНЖК), поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК), що представляють відсоток кожної жирної кислоти.

У таблиці перелічено лише основні жирні кислоти ω-3 (C18:3ω-3) і ω-6 (C18:2ω-6), а також вміст 20:4ω-6, 22:5ω-3 і 22:6ω-3 був відносно невеликий, тому дані кислоти не були включені.

3.2.1. Дослідження жирнокислотного складу купажу №1

У купажі №1, який складається з 50% соєвої олії, 20% кукурудзяної олії, 20% соняшникової олії та 10% лляної олії визначено жирнокислотний профіль, результати якого представлено на рис. 5. У даному купажі встановлено найбільший вміст лінолевої кислоти із показником 47,6%. Дана поліненасичена жирна кислота належить до родини омега-6. Другою за вмістом у даному купажі іде олеїнова кислота (27,72%), яка належить до ПНЖК родини омега-9. Щодо вмісту ПНЖК омега-3, то їх вміст становив у купажі №1 8,17% за рахунок олеїнової кислоти. Таким чином, заміна 50% соєвої олії на 20% кукурудзяної олії, 20% соняшникової олії та 10% лляної олії призвела до зміни вмісту ПНЖК у купажі №1, а співвідношення між ПНЖК родини омега-3, -6 та -9 склало 1 : 5,8 : 1,7.

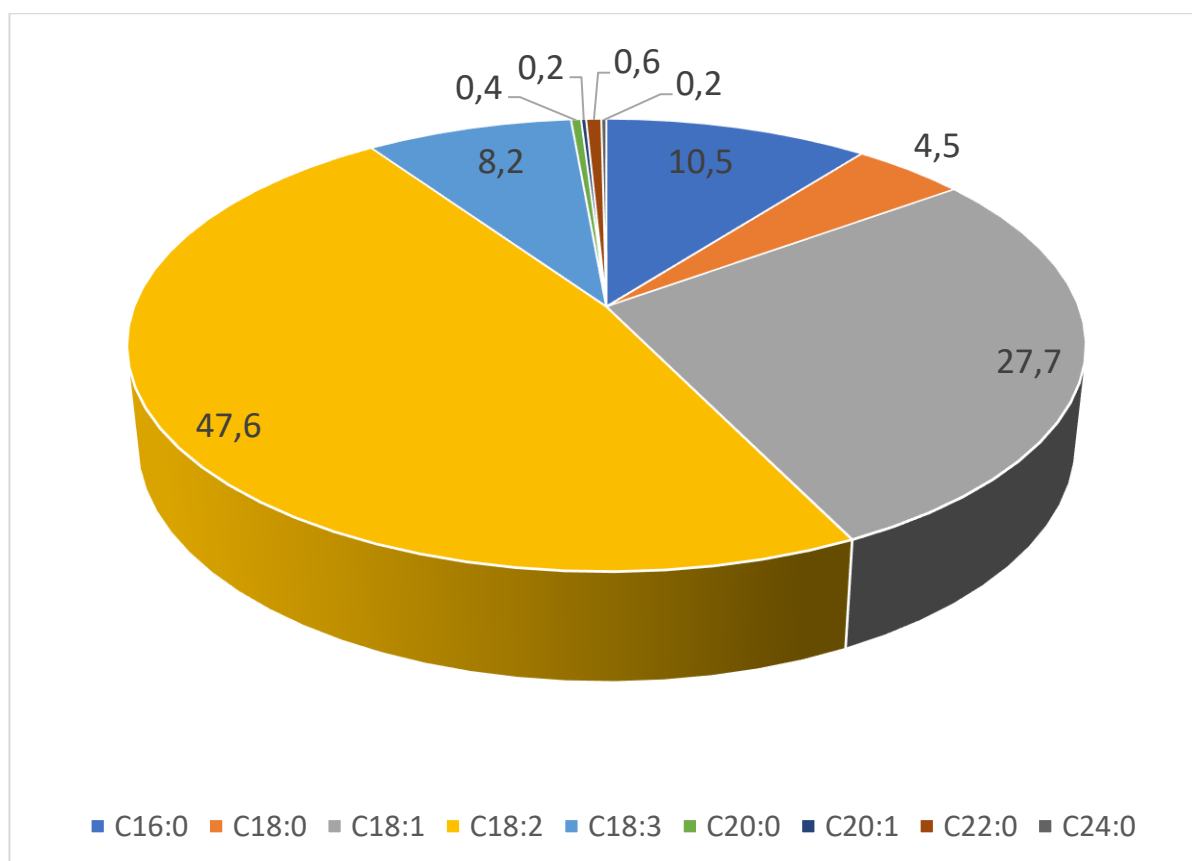


Рисунок 3.5 – Жирнокислотний склад купажу №1.

Вміст насичених жирних кислот у купажі №1 сумарно становив 16,3% в основному за рахунок двох насичених жирних кислот пальмітинової і стеаринової, відносний вміст яких у даному купажі становив відповідно 10,5 та 4,5%. Аналіз даних, представлених у таблиці 3.1 показує, що співвідношення між вмістом усіх насичених і ненасичених жирних кислот у купажі №1 становить 1 : 5,1.

Отже, заміна 50% соєвої олії на 20% кукурудзяної олії, 20% соняшникової олії та 10% лляної олії у купажі №1 призвела до зміни жирнокислотного профілю в основному через збільшення відносного вмісту ПНЖК родини омега-3, що вплинуло на краще співвідношення між ПНЖК родин омега-3, -6 та -9.

3.2.2. Дослідження жирнокислотного складу купажу №2

Результати дослідження жирнокислотного складу купажу №2, який складався із 55% соєвої олії, 18% кукурудзяної олії, 18% соняшникової олії та 9% лляної олії, представлені у таблиці 2 та рис. 6.

Як видно з даних табл. 2 та рис. 6., купаж №2 характеризується найбільшим вмістом лінолевої кислоти, котра відноситься до ПНЖК родини омега-6 і її відносний вміст становив 46%. Тобто її відносний вміст зменшився на 2%, порівняно із 100% соєвою олією. На другому місці у купажі №2 серед жирних кислот знаходиться олеїнова кислота із ПНЖК родини омега-9 із відносним вмістом 26,2%. Харчова і біологічна цінність цього купажу визначається високим вмістом олеїнової кислоти.

Олеїнова кислота належить до мононенасичених жирних кислот, оскільки має один подвійний зв'язок і також належить до омега-9 жирних кислот, так як цей подвійний зв'язок знаходиться після 9-го вуглецю від омега кінця даної жирної кислоти. Олеїнова кислота має антиоксидантну дію, здатна знижувати рівень холестерину та ліпідів у крові, а також дуже корисна для серцево-судинної системи та здоров'я мозкового кровообігу.

Олеїнова кислота належить до есенціальних жирних кислот, вона не здатна синтезуватися в організмі людини, тому повинна постійно поступати з їжею.

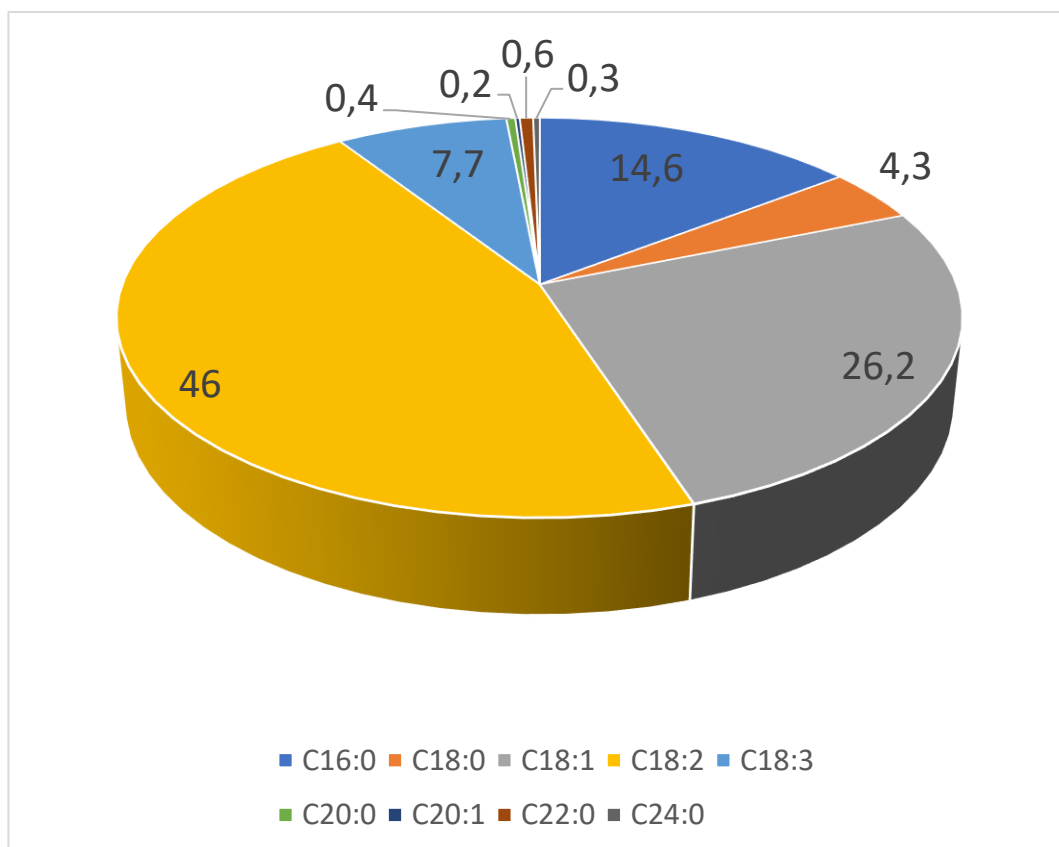


Рисунок 3.6 – Жирнокислотний склад купажу №2

На третьому місці у купажі №2 за відносним вмістом знаходиться ліноленова кислота. Як показав аналіз жирнокислотного складу, її відносний вміст у купажі №2 становив 14,6%. α -Ліноленова кислота (АЛК) є представником родини омега-3 поліненасичених незамінних жирних кислот, названих так через те, що вони не можуть вироблятися в організмі усіх ссавців, в тому числі і людини, тому також повинні надходити з їжею. Існують дослідження, які свідчать про те, що АЛК пов'язується з меншим ризиком серцево-судинних захворювань через складні механізми. Організм перетворює АЛК на довголанцюгові жирні кислоти ейкозапентаєнову кислоту і докозагексаєнову кислоту, які мають значний вплив відповідно на серцево-судинну та нервову системи, особливо у дитячому віці та у людей похилого віку.

Зміни відносного вмісту ПНЖК у купажі №2, порівняно із купажем №1 призвели і до зміни співвідношення між ПНЖК родини омега-3, -6 та -9 склало 1 : 6 : 2.

У купажі №2 заміна 55% соєвої олії на 18% кукурудзяної олії, 18% соняшникової олії та 9% лляної олії призвела до збільшення відносного вмісту насичених жирних кислот майже до 20%, порівняно із купажем №1. Одночасно це призвело до зміни співвідношення між вмістом усіх насичених і ненасичених жирних кислот, яке склало 1 : 4, через зменшення відносного сумарного вмісту поліненасичених і мононенасичених жирних кислот до 80%, порівняно із купажем №1.

Таким чином, заміна 55% соєвої олії на 18% кукурудзяної олії, 18% соняшникової олії та 9% лляної олії у купажі №2 погіршила співвідношення між відносним вмістом насичених і ненасичених жирних кислот, а також між поліненасиченими жирними кислотами родин омега-3, -6 та -9.

3.2.3. Жирнокислотний склад купажу №3

Дані щодо результатів жирнокислотного складу купажу №3, який складався із 60% соєвої олії, 15% кукурудзяної олії, 16% соняшникової олії та 9% лляної олії, представлені у табл. 2 та на рис. 3.7.

Як видно з представлених на рис. 3.6 даних, у досліджуваному купажу №3 виявлено найбільше лінолевої кислоти, відносний вміст якої становив 44,7%. Дана кислота належить до ПНЖК родини омега-6. Відомо, що ПНЖК родини омега-6 є попередниками біологічно активних клітинних гормонів – простагландинів, які чинять прозапальну дію. Тому коли в раціоні людини є велика кількість ПНЖК родини омега-6, це має негативний вплив на перебіг запального процесу. Проте у даному купажі №3 сумарний вміст ПНЖК родини омега-6 є меншим, ніж у всіх інших купажах, що є позитивним результатом купажування.

Відносний вміст ПНЖК родини омега-3 у досліджуваному купажі №3 становив 8,61% і був представлений лінолевою кислотою. Виходячи з цього співвідношення між відносним вмістом ПНЖК родини омега-6 до омега-3 у досліджуваній лляній олії складало 5,2 : 1. Це найкраще співвідношення між омега-6 та омега-3 ПНЖК серед усіх досліджуваних купажів і воно співпадає із рекомендаціями ВООЗ. Тому даний купаж може бути рекомендований для населення як функціональний продукт.

Необхідно відмітити і високий відносний вміст олеїнової кислоти у купажі №3, який становив – 25,8%. Олеїнова кислота належить до омега-9 кислот, а високий вміст омега-9 кислот, які є есенціальними для організму, сприяє позитивному впливу на серцево-судинну систему, імунну, нервову та інші системи організму. Аналіз даних купажу №3 щодо відносного вмісту ПНЖК родин омега-3, -6 та -9, дозволяє встановити співвідношення між ними, яке становило 1 : 5,2 : 2. Таке співвідношення між ПНЖК родин омега-3, -6 та -9 у купажі №3 відповідає рекомендаціям ВООЗ щодо ліпідного харчування і є найкращим серед інших купажів.

Загальний відносний вміст насичених жирних кислот у досліджуваних зразках купажу №3 становив 20,64%. Вони представлені в основному пальмітиновою та стеариновою кислотами, відносний вміст який складав відповідно – 15% та 4,4%. Решта насичених жирних кислот у купажі №3 були

представлені арахіновою, бегеновою та лігноцериновою кислотами, сумарний відносний вміст яких склав 1,26%.

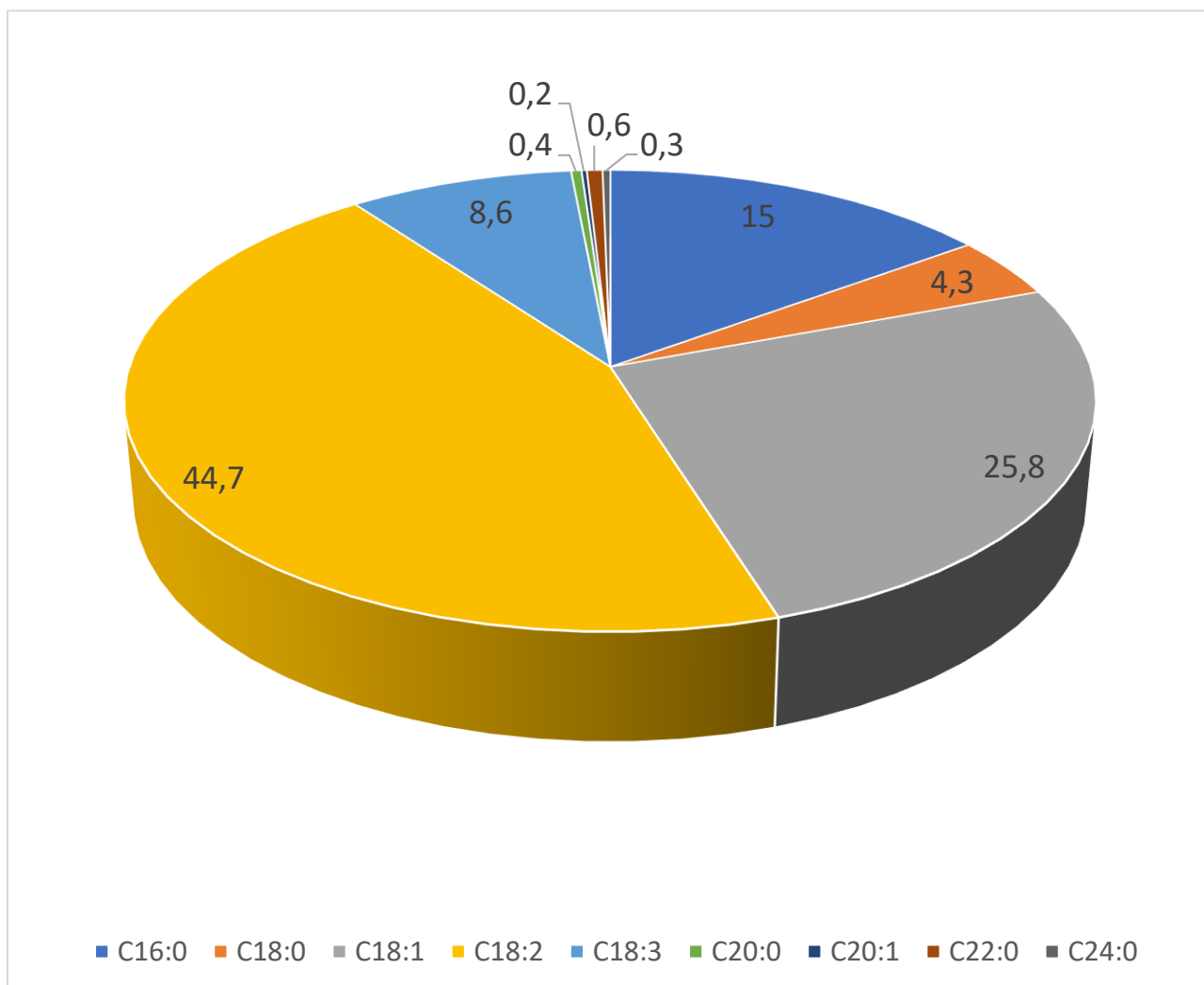


Рисунок 3.7 – Жирнокислотний склад купажу №3.

Відносний вміст МНЖК у зразках купажу №3 становив 22,72% і ця родина жирних кислот була представлена олеїновою кислотою, яка одночасно відноситься і до родини омега-9. З цього слідує, що досліджувана лляна оліє має високий вміст омега-9 кислот, які є есенціальними для організму і чинять позитивний вплив на серцево-судинну систему, імунну, нервову та інші, тому дану олію варто рекомендувати для створення купажів з метою підвищення у них вмісту ПНЖК родин омега-3 та омега-9.

Сумарний відносний вміст усіх ненасичених жирних кислот у досліджуваному купажі №3 становив 79,34%. Таким чином співвідношення між вмістом НЖК і ПНЖК у досліджуваній лляній олії становило майже 1 : 4.

3.2.4. Дослідження жирнокислотного складу купажу №4

Результати дослідження жирнокислотного профілю купажу №4, який містив 65% соєвої олії, 13% кукурудзяної олії, олії соняшникової 14%, олії льону 8%, представлені на рис. 3.8 та у табл. 3.2.

Як видно з наведених на рис. 3.8 даних, загальний відносний вміст насичених жирних кислот у досліджуваних зразках купажу №4 становив 19,72 %. НЖК у даному купажі представлені в основному пальмітиновою та стеариновою кислотами, відносний вміст який складав відповідно – 14% та 4,5%. Інші насичених жирних кислот у купажі №3 були представлені арахіновою, бегеновою та лігноцериновою кислотами, сумарний відносний вміст яких склав 1,28%. Вміст НЖК у купажі №4 є наближений до такого у купажі №3.

Відносний вміст ПНЖК родини омега-3 у досліджуваному купажі №4 становив 7,9% і був представлений ліноленою кислотою. А вміст ПНЖК родини омега-6 визначався вмістом лінолевої кислоти – 46,7%. Виходячи з цього співвідношення між відносним вмістом ПНЖК родини омега-6 до омега-3 у досліджуваній лляній олії складало 5,9 : 1.

Як видно даних, представлених на рис. 3.8, відносний вміст мононенасичених жирних кислот у зразках купажу №4 становив 25,5% і ця родина жирних кислот була представлена олеїною кислотою. Відомо, що олеїнова кислота відноситься до есенціальних жирних кислот, яких не здатний синтезувати наш організм, тому вони повинні регулярно поступати із їжею. Олеїнову кислоту ще відносять до родини омега-9, оскільки перший подвійний зв'язок у ній знаходиться після дев'ятого атома вуглецю. Дана кислота є важливою у профілактиці та лікуванні захворювань серцево-судинної системи, імунної та нервової.

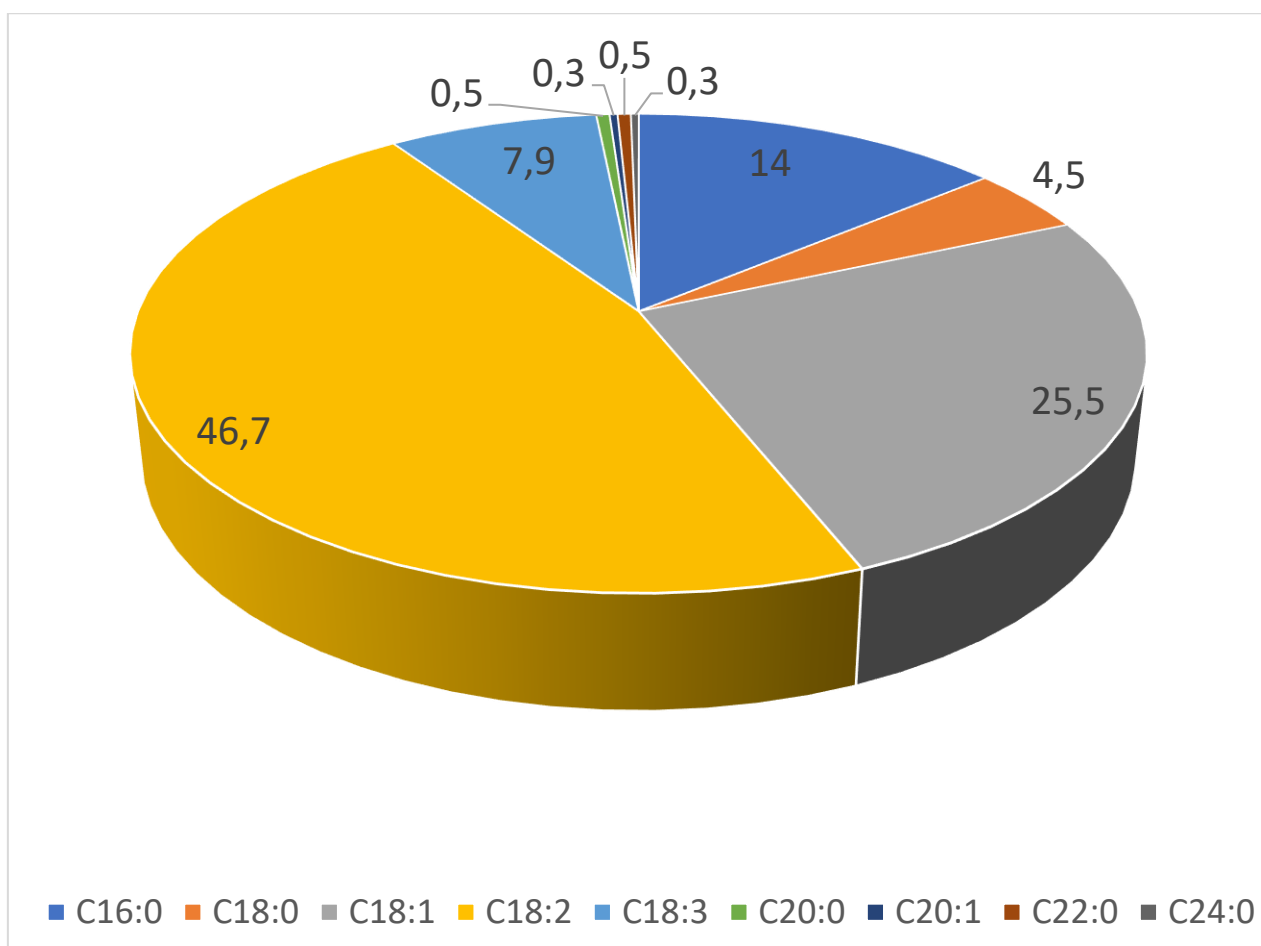


Рисунок 3.8 – Жирнокислотний склад купажу №4

Аналіз даних купажу №4 щодо відносного вмісту ПНЖК родин омега-3, -6 та -9, дозволяє встановити співвідношення між ними, яке становило 1 : 5,9 : 1,8. Таке співвідношення між ПНЖК родин омега-3, -6 та -9 у купажі №4 відповідає рекомендаціям ВООЗ щодо ліпідного харчування, тому даний купаж може бути рекомендований для споживання.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Охорона праці

4.1.1. Особливості охорони праці неповнолітніх

Більшість неповнолітніх влаштовуючись на роботу не знають про те, що вони користуються спеціальним комплексом прав, і деякі роботодавці цим користуються [67, 68]. Тому одним із чинників реалізації норм охорони праці є інформування осіб, що не досягли повноліття про їх права, гарантії, умови праці через засоби масової інформації.

Кодекс законів про працю регламентує вік із якого допускається прийняття на роботу. Згідно статті 188 КЗпП не допускається прийняття на роботу осіб молодше 16 років. Але існують певні винятки з цього загального правила. Зокрема, у ч. 2 ст. 188 КЗпП вказано, що за згодою одного з батьків або особи, що його замінює, можуть, прийматися на роботу особи, які досягли 15 років [67].

Для підготовки молоді до продуктивної праці допускається прийняття на роботу учнів загальноосвітніх шкіл, професійно-технічних і середніх спеціальних навчальних закладів для виконання легкої роботи, що не завдає шкоди здоров'ю і не порушує процесу навчання, у вільний від навчання час по досягненні ними чотирнадцятирічного віку за згодою одного з батьків або особи, що його замінює.

Усі особи молодше вісімнадцяти років приймаються на роботу лише після попереднього медичного огляду і в подальшому, до досягнення 21 року, щорічно підлягають обов'язковому медичному оглядові. При встановленні факту, що робота негативно впливає на здоров'я неповнолітнього, він негайно звільняється з цієї роботи і переводиться на більш легку роботу [67, 68]. При переведенні неповнолітніх на підставі медичного висновку на більш легку, але нижче оплачувану роботу, за неповнолітнім протягом двох тижнів зберігається попередній заробіток (ч.1 ст.114 КЗпП) [67].

Для додаткового захисту трудових прав неповнолітніх законодавством передбачаються обмеження звільнення таких працівників. Так, стаття 198 КЗпП передбачас, що звільнення працівників молодше вісімнадцяти років з ініціативи власника або уповноваженого ним органу допускається, крім додержання загального порядку звільнення, тільки за згодою служби у справах молоді. При цьому звільнення з підстав, зазначених в пунктах 1, 2 і 6 статті 40 КЗпП, провадиться лише у виняткових випадках і не допускається без працевлаштування.

Законодавством чітко встановлено межі робочого часу неповнолітніх. Для осіб у віці від 16 до 18 років – 36 годин на тиждень [68]. Тобто не більше 7 годин на день при 5-денному робочому тижню і 6 годин при 6-денному. Працівники віком 15-16 років, а також учні 14-15 років, що працюють під час канікул, можуть працювати по 24 години на тиждень. Тривалість робочого дня для таких осіб не може перевищувати 4 години на день при 6-денному робочому тижню і дорівнювати 5 годинам при 5-денному. Дещо іншим є робочий час для неповнолітніх, які працюють протягом навчального року. Тривалість їх робочого часу не повинна перевищувати половини відповідних максимальних норм скороченого робочого часу. Тобто, якщо працівнику 17 років і він працює під час навчання, то тривалість його робочого часу має бути не більшою 18 годин на тиждень (максимально допустима для його віку 36 годин, відповідно половина – 18 годин) [67].

Неповнолітніх працівників забороняється залучати до нічних, надурочних робіт і до робіт у вихідні дні, а також до чергувань встановлених у деяких організаціях за розпорядженням роботодавця до початку або після закінчення робочого дня, у вихідні або святкові дні для підтримки порядку й оперативного рішення виникаючих невідкладних питань, що не відносяться до виробничої діяльності даної організації.

Відповідно до ЗУ «Про відпустки», для осіб віком до вісімнадцяти років встановлюється щорічна основна відпустка тривалістю 31 день. При цьому, якщо за загальним правилом право на щорічні основну та додаткові відпустки повної

тривалості у перший рік роботи настає після закінчення шести місяців безперервної роботи на даному підприємстві, то для неповнолітніх таке право виникає до настання шестимісячного терміну безперервної роботи на такому підприємстві [68].

Працівник, зокрема, і неповнолітній має право на оплату своєї праці відповідно до актів законодавства, колективного договору та на підставі укладеного трудового договору. Власник при укладенні трудового договору зобов'язаний повідомити працівнику всі умови оплати праці, її розміри, порядок і терміни виплати [67, 68].

Забороняється будь-яким способом обмежувати права неповнолітнього працівника вільно розпоряджатися своєю зарплатою.

Заробітна плата працівникам молодше вісімнадцяти років при скороченій тривалості щоденної роботи виплачується в такому ж розмірі, як працівникам відповідних категорій при повній тривалості щоденної роботи. Тобто, скорочення робочого часу для неповнолітніх означає, що їх скорочений робочий час оплачується за тією ж тарифною ставкою (тим же посадовим окладом), що й нормальний робочий день дорослого працівника тієї ж спеціальності, кваліфікації та за інших рівних умов [67, 68].

4.1.2. Інструкції роботи з обладнанням на підприємстві

Завантаження, транспортування і вивантаження сировини, відходів і готової продукції повинні бути механізовані [69].

Ємності чистять у відповідності з нормативно -технічною документацією

Теплове обладнання, а саме: реактори МЗС, теплообмінники і трубопроводи для гарячої води повинні бути покриті тепловою ізоляцією так, щоб температура їх зовнішньої поверхні не перевищувала 40°C. Перерахована апаратура та трубопроводи повинні бути герметичними і забезпеченими місцевою вентиляцією.

Апарати, що працюють під тиском (насоси, сепаратори) повинні бути обладнані манометрами і запобіжними клапанами.

Частини обладнання, що обертаються і рухаються, повинні бути надійно огороженими, огорожі повинні бути пофарбовані у червоний колір.

Для запобігання нещасних випадків використовують автоматичні прилади: регулятори рівня, тиску, автоматичного відключення двигунів, які обслуговують лінії при зупинці однієї з ліній.

В цеху має бути забезпечено необхідне освітлення, загальна та місцева вентиляція, опалення. Підлоги виготовляють неслизькі. Підлоги не повинні давати пилюки.

Для запобігання ураження людей електричним струмом проводиться контроль ізоляції електричних мереж. Електродвигуни і електроапаратура повинні бути заземленими [69].

Розчини лугів для миття скляної тари готують у ізольованому приміщенні. Робітники повинні бути забезпечені захисними окулярами, одягом, гумовими рукавицями.

У небезпечних місцях повинні бути встановлені плакати та попереджувальні написи.

Для попередження і захисту від пожеж цех повинен бути обладнаний протипожежним водопостачанням, вогнегасниками, протипожежним інструментом [69].

Електричні установки, до яких відноситься практично все обладнання ЕОМ, складають для людини велику потенційну небезпеку, так як в процесі експлуатації або проведенні профілактичних робіт людина може доторкнутися частин, що знаходяться під напругою. Специфічна небезпека електроустановок: струмоведучі провідники, корпуси ЕОМ і іншого обладнання, яке виявляється під напругою в результаті пошкодження ізоляції, не подають будь-яких сигналів, які б попереджували людину про небезпеку. Реакція людини на електричний струм виникає тільки при проходженні останнього через тіло людини. Винятково важливе значення для запобігання електротравматизму має правильна організація обслуговування наявного електрообладнання ОЦ, проведення ремонтних, монтажних і профілактичних робіт. При цьому під правильною

організацією розуміється суворе виконання ряду організаційних та технічних заходів і засобів, встановлених чинними «Правилами технічної експлуатації електрообладнання споживачів і правилами техніки безпеки при експлуатації електрообладнання споживачів» (ПТЕ і ПТБ споживачів) і «Правилами установа електрообладнання» (ПУЕ). В залежності від категорії приміщення необхідно прийняти певні міри, які забезпечують достатню електробезпеку при експлуатації і ремонті електрообладнання.

Так, в приміщеннях з підвищеною небезпекою електроінструменти, переносні світильники повинні бути виконані з подвійною ізоляцією або їхня напруга живлення не повинна перевищувати 42 В. В ОЦ до таких приміщень можуть бути віднесені приміщення машинного залу, приміщення для розміщення сервісної і периферійної апаратури [69].

Кожна з одиниць технологічного обладнання повинна бути забезпечена попереджуючою сигналізацією. Всі попереджувальні таблички повинні виділятися на фоні обладнання і мати лаконічний зміст.

Контрольно-вимірювальні прилади повинні бути справні, що підтверджується наявністю клейма про проходження атестації.

Підвищена увага робітників повинна бути при термічній обробці тари, сировини і консервів, митті тари, бланшуванні і уварюванні сировини.

Дотримання перерахованих вище заходів дозволить створити безпечні умови праці і уникнути виробничого травматизму [69]

4.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях

4.2.1. Розроблення заходів щодо підвищення стійкості роботи підприємства харчової промисловості у воєнний час

Під стійкістю роботи хлібзаводу розуміють здатність його в надзвичайних ситуаціях випускати продукцію у запланованому обсязі і номенклатурі, а при отриманні слабких і середніх руйнувань або порушенні зв'язків по кооперації і поставкам, відновлювати виробництво в мінімальні терміни [70]

На стійкість роботи хлібзаводу в умовах НС впливають такі чинники: надійність захисту робітників і службовців від впливу вражаючих факторів надзвичайних ситуацій; здатність інженерно-технічного комплексу об'єкта протистояти певною мірою ударну хвилю, світловому випромінюванню і радіації; захищеність об'єкта від вторинних вражаючих факторів (пожеж, вибухів, затоплень, зараження сильнодіючими отруйними речовинами); надійність системи постачання об'єкта всім необхідним для виробництва продукції (сировиною, паливом, електроенергією, водою і т. п.); стійкість і безперервність управління виробництвом та ЦЗ; підготовленість об'єкта до ведення рятувальних і невідкладних аварійно-відновлювальних робіт та робіт з відновлення порушеного виробництва [70].

З метою запобігання позаштатних ситуацій в умовах НС проводяться дослідження стійкості роботи хлібзаводу, які полягають у всебічному вивченні умов, які можуть скластися в НС і у визначенні їх впливу на виробничу діяльність. Мета дослідження полягає в тому, щоб виявити вразливі місця в роботі об'єкта в НС і виробити найбільш ефективні рекомендації, спрямовані на підвищення його стійкості. Надалі ці рекомендації включаються до плану заходів щодо підвищення стійкості роботи об'єкта, який і реалізується. Найбільш трудомісткі роботи (будівництво захисних споруд, підземна прокладка комунікацій і т. п.) виконуються завчасно. Дослідження стійкості підприємств проводиться силами інженерно-технічного персоналу із залученням фахівців науково-дослідних і проектних організацій, пов'язаних з даним підприємством. Організатором і керівником дослідження є керівник підприємства – начальник ЦЗ об'єкта. Весь процес планування і проведення дослідження можна розділити на три етапи: перший етап - підготовчий, другий – оцінка стійкості роботи об'єкта в умовах воєнного часу, третій етап – розробка заходів, котрі підвищують стійкість роботи об'єкта [70]

Оцінка стійкості роботи хлібзаводу в НС може бути виконана за допомогою моделювання уразливості (характер руйнувань, пожеж, уражень робітників і службовців) об'єкта при впливі вражаючих факторів НС на основі

використання результатів розрахункових даних. Основними вражаючими факторами НС є: повітряна ударна хвиля, світлове випромінювання, проникаюча радіація, радіоактивне зараження та електромагнітний імпульс. Всі ці вражаючі фактори можуть в різній мірі впливати на функціонування хлібзаводу після НС. Тому оцінювати стійкість хлібзаводу потрібно по відношенню до кожного з вражаючих факторів. При НС можуть виникати вторинні вражаючі фактори: пожежі, вибухи, зараження отруйними і сильнодіючими отруйними речовинами місцевості, атмосфери і водойм, катастрофічне затоплення в зонах, розташованих нижче гребель гідровузлів, і т. п. Вторинні вражаючі фактори НС в ряді випадків можуть мати значний вплив на роботу об'єкта і тому мають бути враховані при оцінці його стійкості [70].

Існують шляхи підвищення стійкості роботи хлібзаводу в надзвичайних ситуаціях. Перераховані раніше фактори визначають собою і основні, загальні для всіх об'єктів народного господарства, шляхи підвищення стійкості роботи в НС, а саме:

- забезпечення надійного захисту робітників і службовців від вражаючих факторів НС;
- захист основних виробничих фондів від вражаючих факторів НС, в тому числі і від вторинних;
- забезпечення сталого постачання всім необхідним для випуску запланованої продукції;
- підготовка до відновлення порушеного виробництва;
- підвищення надійності і оперативності управління виробництвом і ЦЗ.

Підвищення стійкості роботи хлібзаводу в НС досягається завчасним проведенням комплексу інженерно-технічних, технологічних і організаційних заходів, спрямованих на максимальне зниження впливу вражаючих факторів НС і створення умов для швидкої ліквідації наслідків. Інженерно-технічні заходи зазвичай включають комплекс робіт, що забезпечують підвищення стійкості виробничих будівель і споруд, обладнання, комунально-енергетичних систем. Технологічні заходи забезпечують підвищення стійкості роботи об'єкта шляхом

зміни технологічного процесу, що сприяє спрощенню виробництва продукції і виключає можливість утворення вторинних вражаючих факторів. Організаційні заходи передбачають розробку і планування дій керівного, командно-начальницького складу, штабу, служб і формувань ЦЗ при захисті робітників і службовців підприємств, проведенні рятувальних і невідкладних аварійно-відновлювальних робіт, відновлення виробництва, а також по випуску продукції на збереженому обладнанні [70, 71].

Для виробництва хліба необхідні електроенергія, вода, паливо, сировина та інші матеріально-технічні засоби. Стійкість постачання досягається проведенням таких заходів, які сприяють підвищенню захисту комунально-енергетичних мереж, транспортних комунікацій і джерел постачання, необхідних запасів палива, сировини, напівфабрикатів, комплектуючих виробів тощо. Для підвищення надійності комунікацій слід заглиблювати основні комунально-енергетичні мережі та технологічні комунікації або розміщувати їх на низьких естакадах і обвалювати ґрунтом; збільшувати міцність трубопроводів постановкою ребер жорсткості, хомутів, що з'єднують два-три трубопроводу в один пучок. При живленні підприємства від районної енергосистеми лінії електропередач доцільно підводити з двох напрямків. При неможливості живлення від двох джерел електропостачання на випадок виходу з ладу основного необхідно передбачати автономний (аварійний) джерело, в якості якого можуть використовуватися пересувні електростанції. Потужність такої станції розраховується на обмежену групу споживачів електроенергії. Перехід на живлення від аварійних електростанцій повинен здійснюватися автоматично без припинення подачі енергії споживачам. Електроенергія на промислові підприємства повинна подаватися по підземним кабельним лініям. Для запобігання виходу з ладу електричних мереж слід встановлювати пристрої автоматичного відключення їх при утворенні перенапруг, які можуть бути створені електромагнітними полями, що виникають при ядерному вибуху. На об'єктах народного господарства газ може використовуватися в якості палива і для технологічних цілей. Руїнування газових мереж призводить не тільки до

порушення технологічного процесу промислових підприємств, а й до виникнення вторинних вражаючих факторів, які можуть істотно збільшувати можливі руйнування міст і об'єктів народного господарства. При пошкодженні джерел газопостачання або газопроводів на великих підприємствах рекомендується мати підземні ємності – газгольдини постійного об'єму. Газові мережі прокладаються під землею і підводяться до об'єкту з двох напрямків. Паралельні газопроводи з'єднуються між собою, а вся система газопостачання закріплюється, що дозволяє відключати пошкоджені ділянки і використовувати збережені лінії. Для запобігання виникнення вторинних вражаючих факторів при руйнуванні газових мереж доцільно обладнати газові мережі пристроями для автоматичного відключення ділянок газопроводу. На газопроводах слід встановлювати запірну арматуру з дистанційним управлінням і крани, автоматично переключають потік газу при розриві труб. Для аварійно-відновлювальних робіт на газопроводах створюється необхідний резерв матеріальних засобів, запасних частин і інструментів. Промислові об'єкти повинні мати два джерела пара і тепла – зовнішній (ТЕЦ) і внутрішній (місцеві котельні). Котельні необхідно розміщувати в підвальних приміщеннях. Теплова мережа закріплюється, паралельні ділянки з'єднуються. Паропроводи прокладаються під землею в спеціальних траншеях, що забезпечують захист труб від впливу ударної хвилі. На паротеплових мережах встановлюються запірно-регулюючі пристрої [70, 71].

ВИСНОВКИ

1. За результатами проведених газохроматографічних досліджень встановлено жирнокислотний склад соєвої, соняшnikової, кукурудзяної та лляної олій і їх купажів, у яких частка соєвої олії становила 50, 55, 60 та 65%, а решта складали інші олії у різних співвідношеннях.
2. Показано, що сума насичених жирних кислот у соєвій олії становить 18,2%, у соняшниковій – 14,8%, у кукурудзяній – 16,4%, у лляній – 13,4% від загальної кількості кислот.
3. Встановлено, що найбільший вміст у соєвій, кукурудзяній та соняшниковій оліях складає лінолева кислота відповідно 48, 54 та 56%, а у лляній – ліноленова кислота (47,5%).
4. Встановлено, що вміст ПНЖК родини омега-3 у досліджуваних зразках олій зростає в ряді: соняшnikова > кукурудзяна > соєва > лляна.
5. Встановлено, співвідношення між вмістом насичених жирних кислот до поліненасичених жирних кислот складав у соєвій олії 1 : 4,6; у кукурудзяній – 1 : 5; у соняшниковій 1 : 5,8 та у лляній 1 : 6,5.
6. Встановлено співвідношення між вмістом ПНЖК родини омега-3 до ПНЖК родини омега-6, яка у соєвій олії становило 1 : 8, у кукурудзяній – 1 : 76; у соняшниковій 1 : 400 та у лляній 1 : 2,9.
7. У купажі №1, де 50% соєвої олії, 20% кукурудзяної олії, 20% соняшникової олії та 10% лляної олії співвідношення між ПНЖК родини омега-3, -6 та -9 склало 1 : 5,8 : 1,7.
8. Заміна 55% соєвої олії на 18% кукурудзяної олії, 18% соняшникової олії та 9% лляної олії у купажі №2 погіршила співвідношення між відносним вмістом насичених і ненасичених жирних кислот, а також між ПНЖК родин омега-3, -6 та -9.
9. У купажі №3 встановлено співвідношення між ПНЖК родин омега-3, -6 та -9, яке становило 1 : 5,2 : 2. Таке співвідношення між ПНЖК родин омега-3, -6 та -9 у купажі №3 відповідає рекомендаціям ВООЗ.

10. У купажі №4 встановлено співвідношення між ПНЖК родин омега-3, -6 та -9, яке становило 1 : 5,9 : 1,8. Таке співвідношення між ПНЖК родин омега-3, -6 та -9 у купажі №4 відповідає рекомендаціям ВООЗ щодо ліпідного харчування.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Tailoring oil blends for specific purposes: A study on nutritional and antioxidant properties of soybean oil mixed with corn, sunflower, and flaxseed oils URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643824009071> (дата звернення 09.10.2024)
2. Chemical, Rheological and Nutritional Characteristics of Sesame and Olive Oils Blended with Linseed Oil URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29670845/> (дата звернення 09.10.2024)
3. Antioxidants of Natural Plant Origins: From Sources to Food Industry Applications URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6891691/> (дата звернення 09.10.2024)
4. Aloe vera (L.) Webb.: Natural Sources of Antioxidants - A Review URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31209704/> (дата звернення 09.10.2024)
5. Bordón, María Gabriela, et al. «Enhancement of composition and oxidative stability of chia (*Salvia hispanica* L.) seed oil by blending with specialty oils» *Journal of food science* 84.5 (2019): 1035-1044.
6. Kapoor, Bharat, et al. "Dietary polyunsaturated fatty acids (PUFAs): Uses and potential health benefits." *Current nutrition reports* 10 (2021): 232-242.
7. Ogawa, Toshimi, et al. "Supplementation with flaxseed oil rich in alpha-linolenic acid improves verbal fluency in healthy older adults." *Nutrients* 15.6 (2023): 1499.
8. Müller, Lars, Kathleen Theile, and Volker Böhm. "In vitro antioxidant activity of tocopherols and tocotrienols and comparison of vitamin E concentration and lipophilic antioxidant capacity in human plasma." *Molecular nutrition & food research* 54.5 (2010): 731-742.
9. Corn oil intake favorably impacts lipoprotein cholesterol, apolipoprotein and lipoprotein particle levels compared with extra-virgin olive oil URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27677368/> (дата звернення 12.10.2024)

10. The Efficacy of Squalene in Cardiovascular Disease Risk-A Systematic Review URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32033387/> (дата звернення 12.10.2024)

11. Novel Strategy for the Recognition of Adulterant Vegetable Oils in Essential Oils Commonly Used in Food Industries by Applying ¹³C NMR Spectroscopy URL:https://www.researchgate.net/publication/353283522_Novel_Strategy_for_the_Recognition_of_Adulterant_Vegetable_Oils_in_Essential_Oils_Commonly_Used_in_Food_Industries_by_Applying_13C_NMR_Spectroscopy (дата звернення 12.10.2024)

12. USE of ¹H NMR to Detect the Percentage of Pure Fruit Juices in Blends URL:https://www.researchgate.net/publication/334521955_Use_of_1H_NMR_to_Detect_the_Percentage_of_Pure_Fruit_Juices_in_Blends (дата звернення 12.10.2024)

13. H-NMR and GC for detection of adulteration in commercial essential oils of Cymbopogon ssp URL: https://www.academia.edu/49293991/H_NMR_and_GC_for_detection_of_adulteration_in_commercial_essential_oils_of_Cymbopogon_ssp (дата звернення 12.10.2024)

14. Adulteration of clove essential oil: Detection using a handheld Raman spectrometer URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ffj.3438> (дата звернення 12.10.2024)

15. Detonation Jet Engine. Part II – Construction Features URL: http://www.ijese.net/makale_indir/IJESE_684_article_57ab457f85f0c.pdf (дата звернення 12.10.2024)

16. Application of near-infrared spectroscopy in quality control and determination of adulteration of African essential oils URL: https://www.researchgate.net/publication/7147093_Application_of_near-infrared_spectroscopy_in_quality_control_and_determination_of_adulteration_of_African_essential_oils (дата звернення 12.10.2024)

17. BLOOD MINERAL PROFILE IN NEWBORN CALVES WITH INTRAUTERINE GROWTH RETARDATION URL: https://www.researchgate.net/publication/364979271_BLOOD_MINERAL_PROFIL

E_IN_NEWBORN_CALVES_WITH_INTRAUTERINE_GROWTH_RETARDATI
ON (дата звернення 12.10.2024)

18. RETRACTED ARTICLE: Ecological and Biological Features of the Primrose Distribution in Transbaikalia as the Model Territory of Eastern Siberia URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12229-021-09264-0> (дата звернення 12.10.2024)

19. Traditional balsamic vinegar and balsamic vinegar of Modena analyzed by nuclear magnetic resonance spectroscopy coupled with multivariate data analysis URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002364381400677X> (дата звернення 12.10.2024)

20. Discrimination of vegetable oils using NMR spectroscopy and chemometrics URL: https://www.researchgate.net/publication/262224746_Discrimination_of_vegetable_oils_using_NMR_spectroscopy_and_chemometrics (дата звернення 12.10.2024)

21. Essential Oils as Potential Alternative Biocontrol Products against Plant Pathogens and Weeds: A Review URL: <https://www.mdpi.com/2304-8158/9/3/365> (дата звернення 12.10.2024)

22. Fatty Acids Composition of Vegetable Oils and Its Contribution to Dietary Energy Intake and Dependence of Cardiovascular Mortality on Dietary Intake of Fatty Acids URL: https://www.researchgate.net/publication/279224205_Fatty_Acids_Composition_of_Vegetable_Oils_and_Its_Contribution_to_Dietary_Energy_Intake_and_Dependence_of_Cardiovascular_Mortality_on_Dietary_Intake_of_Fatty_Acids (дата звернення 12.10.2024)

23. Characterization of Fatty Acid Profile of Argan Oil and Other Edible Vegetable Oils by Gas Chromatography and Discriminant Analysis URL: https://www.researchgate.net/publication/273596400_Characterization_of_Fatty_Acid_Profile_of_Argan_Oil_and_Other_Edible_Vegetable_Oils_by_Gas_Chromatography_and_Discriminant_Analysis (дата звернення 12.10.2024)

24. Classification of Edible Oils by Employing ^{31}P and ^1H NMR Spectroscopy in Combination with Multivariate Statistical Analysis. A Proposal for the Detection of Seed Oil Adulteration in Virgin Olive Oil URL: https://www.researchgate.net/publication/10586453_Classification_of_Edible_Oils_by_Employing_31_P_and_1_H_NMR_Spectroscopy_in_Combination_with_Multivariate_Statistical_Analysis_A_Proposal_for_the_Detection_of_Seed_Oil_Adulteration_in_Virgin_Olive_Oil (дата звернення 12.10.2024)

25. Edible oil consumption in India URL: https://www.researchgate.net/publication/281044669_Edible_oil_consumption_in_India (дата звернення 12.10.2024)

26. Effects on Coronary Heart Disease of Increasing Polyunsaturated Fat in Place of Saturated Fat: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials URL: https://www.researchgate.net/publication/42639628_Effects_on_Coronary_Heart_Disease_of_Increasing_Polyunsaturated_Fat_in_Place_of_Saturated_Fat_A_Systematic_Review_and_Meta-Analysis_of_Randomized_Controlled_Trials (дата звернення 12.10.2024)

27. Blending of Soybean Oil with Selected Vegetable Oils: Impact on Oxidative Stability and Radical Scavenging Activity URL: https://www.researchgate.net/publication/261880621_Blending_of_Soybean_Oil_with_Selected_Vegetable_Oils_Impact_on_Oxidative_Stability_and_Radical_Scavenging_Activity (дата звернення 12.10.2024)

28. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0753332202002536> (дата звернення 12.10.2024)

29. Dietary advance lipid oxidation end products are risk factors to human health URL: https://www.researchgate.net/publication/5986624_Dietary_advance_lipid_oxidation_end_products_are_risk_factors_to_human_health (дата звернення 12.10.2024)

30. An Increase in the Omega-6/Omega-3 Fatty Acid Ratio Increases the Risk for Obesity URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26950145/> (дата звернення 12.10.2024)

31. Modification of serum and tissue lipids in rats fed with blended and interesterified oils containing groundnut oil with linseed oil URL: https://www.researchgate.net/publication/264467507_Modification_of_serum_and_tissue_lipids_in_rats_fed_with_blended_and_interesterified_oils_containing_groundnut_oil_with_linseed_oil (дата звернення 12.10.2024)

32. Effect of rice bran oil addition on the oxidative degradation and fatty acid composition of soybean oil during heating URL: https://www.researchgate.net/publication/338569000_Effect_of_rice_bran_oil_addition_on_the_oxidative_degradation_and_fatty_acid_composition_of_soybean_oil_during_heating (дата звернення 12.10.2024)

33. Development of rice bran oil blends for quality improvement URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814614016136> (дата звернення 12.10.2024)

34. Healthy blends of high linoleic sunflower oil with selected cold pressed oils: Functionality, stability and antioxidative characteristics URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926669012003822> (дата звернення 12.10.2024)

35. A novel approach for improvement of Oxidative stability of flaxseed oil by blending with palm oil URL: https://www.researchgate.net/publication/285674300_A_novel_approach_for_improvement_of_Oxidative_stability_of_flaxseed_oil_by_blending_with_palm_oil (дата звернення 12.10.2024)

36. Sensory Qualities of sesame oil, palm olein and the blend of them during frying of potato chips URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Sensory-Qualities-of-sesame-oil%2C-palm-olein-and-the-Bakhtiary-Asadollahi/1859c91bedac92246acece599267d14474bb6787> (дата звернення 12.10.2024)

37. Retention of natural antioxidants of blends of groundnut and sunflower oils with minor oils during storage and frying URL: https://www.researchgate.net/publication/291970404_Retention_of_natural_antioxidants_of_blends_of_groundnut_and_sunflower_oils_with_minor_oils_during_storage_and_frying_L_Sunil_PV_Reddy_AGG_Krishna_A_Urooj_Journal_of_food_science_and_technology_52_2_8 (дата звернення 12.10.2024)

38. Utilization of zero-trans non-interesterified and interesterified shortenings in cookie production
URL: https://www.researchgate.net/publication/257798024_Utilization_of_zero-trans_non-interesterified_and_interesterified_shortenings_in_cookie_production (дата звернення 12.10.2024)

39. Semi-solid fat by interesterification of red palm oil and other vegetable oils
URL: https://www.researchgate.net/publication/227691260_Semi-solid_fat_by_interesterification_of_red_palm_oil_and_other_vegetable_oils (дата звернення 12.10.2024)

40. Interesterification of tea seed oil and its application in margarine production
URL: https://www.researchgate.net/publication/227167194_Interesterification_of_tea_seed_oil_and_its_application_in_margarine_production (дата звернення 12.10.2024)

41. Effect of enzymatic interesterification on physiochemical and thermal properties of fat used in cookies URL: https://www.researchgate.net/publication/305394121_Effect_of_enzymatic_interesterification_on_physiochemical_and_thermal_properties_of_fat_used_in_cookies (дата звернення 12.10.2024)

42. Vegetable Oil Blending: A Review of Physicochemical, Nutritional and Health Effects
URL: https://www.researchgate.net/publication/308392352_Vegetable_Oil_Blending_A_Review_of_Physicochemical_Nutritional_and_Health_Effects (дата звернення 12.10.2024)

43. Effect of frying process on fatty acid composition and iodine value of selected vegetable oils and their blends URL: https://www.researchgate.net/publication/235907043_Effect_of_frying_process_on_fatty_acid_composition_and_iodine_value_of_selected_vegetable_oils_and_their_blend (дата звернення 12.10.2024)

44. Performance of virgin olive oil and vegetable shortening during domestic deep-frying and pan-frying of potatoes URL: https://www.researchgate.net/publication/227735133_Performance_of_virgin_olive_oil_and_vegetable_shortening_during_domestic_deep-frying_and_pan-frying_of_potatoes (дата звернення 12.10.2024)

45. Effects of β -carotene and lycopene thermal degradation products on the oxidative stability of soybean oil URL: https://www.researchgate.net/publication/226363046_Effects_of_beta-carotene_and_lycopene_thermal_degradation_products_on_the_oxidative_stability_of_soybean_oil (дата звернення 12.10.2024)

46. Blending of corn oil with black cumin (*Nigella sativa*) and coriander (*Coriandrum sativum*) seed oils: Impact on functionality, stability and radical scavenging activity URL: https://www.researchgate.net/publication/230703099_Blending_of_corn_oil_with_black_cumin_Nigella_sativa_and_coriander_Coriandrum_sativum_seed_oils_Impact_on_functionality_stability_and_radical_scavenging_activity (дата звернення 12.10.2024)

47. Rats fed blended oils containing coconut oil with groundnut oil or olive oil showed an enhanced activity of hepatic antioxidant enzymes and a reduction in LDL oxidation URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26065757/> (дата звернення 12.10.2024)

48. L. Sunil, P.V. Reddy, A.G. Krishna, A. Urooj, Retention of natural antioxidants of blends of groundnut and sunflower oils with minor oils during storage and frying. *Journal of food science and technology*, 2015, 52(2), 849-857

49. A. Siddeeg, W. Xia, Oxidative stability, chemical composition and organoleptic properties of seina (Cucumis melo var. tibish) seed oil blends with peanut oil from China. *Journal of food science and technology*, 2015, 52(12), 8172-8179.

50. A. De Leonardis, V. Macciola, Heat-oxidation stability of palm oil blended with extra virgin olive oil, *Food chemistry*, 2012, 135(3), 1769-1776

51. M. B. Reena, B. R. Lokesh, Hypolipidemic effect of oils with balanced amounts of fatty acids obtained by blending and interesterification of coconut oil with rice bran oil or sesame oil. *Journal of agricultural and food chemistry*, 2007, 55(25), 10461-10469.

52. Hypolipidemic Effect of Blended Oil in Hamster: Biochemical Analysis and Gene Expression Profiling URL: <https://www.sciepub.com/JFNR/abstract/5523> (дата звернення 12.10.2024)

53. S. Kanjilal, S. S. Kaki, B. V. Rao, D. Sugasini, Y. P. Rao, R. B. Prasad, B.R. Lokesh, Hypocholesterolemic effects of low calorie structured lipids on rats and rabbits fed on normal and atherogenic diet. *Food chemistry*: 2013, 136(1), 259-265.

54. S. S. Umesha, K. A. Naidu, Vegetable oil blends with α -linolenic acid rich Garden cress oil modulate lipid metabolism in experimental rats, *Food chemistry*, 2012, 135(4), 2845-2851.

55. P. Adhikari, X. M. Zhu, A. Gautam, J. A. Shin, J. N. Hu, J. H. Lee, C.C. Akoh, K. T. Lee, Scaled-up production of zero-trans margarine fat using pine nut oil and palm stearin, *Food chemistry*, 2010, 119(4), 1332- 1338.

56. M. D. M. Ribeiro, C. C. Ming, T. I. Lopes, R. Grimaldi, A. J. Marsaioli, L. A. Gonçalves, Synthesis of structured lipids containing behenic acid from fully hydrogenated *Crambe abyssinica* oil by enzymatic interesterification. *Journal of food science and technology*, 2017, 54(5), 1146-1157.

57. Cocoa butter equivalents prepared by blending fractionated palm stearin and shea stearin

URL: https://www.researchgate.net/publication/257474012_Cocoa_butter_equivalents_prepared_by_blending_fractionated_palm_stearin_and_shea_stearin (дата звернення 12.10.2024)

58. N. Ramli, M. Said, A. B. A. Mizan, Y. N. Tan, M. K. Ayob, Physicochemical Properties of Blends of Palm Mid Fraction, Palm Stearin and Olive Oil, *Journal of food quality*, 2014, 37(1), 57-62.
59. P. Gao, Y. Ding, Z. Chen, Z. Zhou, W. Zhong, C. Hu, D. He, X. Wang. Characteristics and antioxidant activity of walnut oil using various pretreatment and processing technologies // *Foods*. – 2022 – 11. - (12). - p. 1698. 10.3390/foods11121698
60. S. Hart, C. Marnane, C. Master, A. Thomas. Development of the “Recovery from eating disorders for life” food guide (real food guide) - a food pyramid for adults with an eating disorder // *Journal of Eating Disorders* – 2018 - 6 – 1. – pp. 1-11, 10.1186/s40337-018-0192-4
61. F. Hashempour-Baltork, M. Torbati, S. Azadmard-Damirchi, G.P. Savage. Vegetable oil blending: A review of physicochemical, nutritional and health effects // *Trends in Food Science & Technology* – 2016 – 57. – pp. 52-58, 10.1016/j.tifs.2016.09.007
62. Y. Mazaheri, M. Torbati, S. Azadmard-Damirchi, G.P. Savage. Effect of roasting and microwave pre-treatments of *Nigella sativa* L. seeds on lipase activity and the quality of the oil // *Food Chemistry* – 2019 – 274 – pp. 480-486, 10.1016/j.foodchem.2018.09.001
63. T. Ogawa, K. Sawane, K. Ookoshi, R. Kawashima. Supplementation with flaxseed oil rich in alpha-linolenic acid improves verbal fluency in healthy older adults // *Nutrients* – 2023– 15 . – 6 - p. 1499. 10.3390/nu15061499
64. B. Kapoor, D. Kapoor, S. Gautam, R. Singh, S. Bhardwaj. Dietary polyunsaturated fatty acids (PUFAs): Uses and potential health benefits // *Current Nutrition Reports* – 2021– 10. -3 -), pp. 232-242. 10.1007/s13668-021-00363-3
65. Y. Han, P. Gao, Y. Yang, M. Zou, W. Zhong, J. Yin, C. Hu, D. He. Frying characteristics of high-oleic rapeseed blended oil: A comparative study // *Journal of the American Oil Chemists' Society*. – 2023 – Article 15589331, 10.1002/aocs.12773

66. D. Kmiecik, M. Fedko, A. Siger, P.Ł. Kowalczewski Nutritional quality and oxidative stability during thermal processing of cold-pressed oil blends with 5:1 ratio of $\omega 6/\omega 3$ fatty acids // Foods – 2022. – 11.(8). - p. 1081. 10.3390/foods1108108

67. URL: <https://nadrda.gov.ua/okhorona-pratsi-nepovnolitnikh-2/> (дата звернення 14.11.2024)

68. URL: <https://rv.dsp.gov.ua/pratsia-nepovnolitnikh/> (дата звернення 14.11.2024)

69. URL: <https://studfile.net/preview/7807212/page:5/> (дата звернення 14.11.2024)

70. Запорожець О., Азаров С., Сидоренко В. ПРОБЛЕМИ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ НАСЕЛЕННЯ ПІД ЧАС ВІЙСЬКОВИХ КОНФЛІКТІВ. Безпека життєдіяльності на транспорті і виробництві - освіта, наука, практика : ІІ МІЖНАР. НАУКОВО-ПРАКТ. КОНФ., м. Херсон, 17–18 верес. 2015 р. Херсон, 2015. С. 332.

71. Кафедра охорони праці, промислової та цивільної безпеки. | Офіційний сайт. URL: http://opcb.kpi.ua/wp-content/uploads/2014/09/Лекц_я-4.pdf (дата звернення: 29.11.2024).

ДОДАТКИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)
Університет імені П'єра і Марії Кюрі (Франція)
Маріборський університет (Словенія)
Технічний університет у Кошице (Словаччина)
Вільнюський технічний університет ім. Гедимінаса (Литва)
Наукове товариство ім. Т.Шевченка

АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Збірник
тез доповідей

**XIII Міжнародної науково-практичної
конференції молодих учених та студентів**
11-12 грудня 2024 року



УКРАЇНА
ТЕРНОПІЛЬ – 2024

*Матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів
«АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ» – Тернопіль, 11-12 грудня 2024 року*

A43

Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей XIII міжнар. наук.-практ. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 11-12 грудня 2024) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін.]. – Тернопіль: ФОРП Палкишич В. А., 2024. – 543. ISBN 978-617-7875-88-7

ПРОГРАМНИЙ КОМПІТЕТ

Голова: Митник Микола Мирославович – к.т.н., доцент, Ректор ТНТУ ім. І. Пулюя (Україна)

Заступник голови: Марущак Павло Орестович – д.т.н., проф. ТНТУ ім. І. Пулюя (Україна)

Вчений секретар: Гладь Сергій Володимирович – к.т.н., ст. викл. ТНТУ ім. І. Пулюя (Україна)

Члени: Вузерер Т. – професор факультету інженерної механіки Маріборського університету (Словенія); Вікши Я. – професор кафедри технології металів Технічного університету у Кошице (Словаччина); Прентковскіс О. – декан факультету Вільнюського технічного університету ім. Гедимінаса (Литва); Сташович Ф. – завідувач кафедри обробки матеріалів тиском Жешувського політехнічного університету ім. Лукашевича (Польща); Андрейків О. – д.т.н., професор кафедри механіки Львівського національного університету ім. І. Франка, член-корр. НАН України.

Адреса оргкомітету:

ТНТУ ім. І. Пулюя, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, 46001,

тел. 0971640355, факс (0352) 255798

E-mail: sergiigladol@gmail.com

Редагування, оформлення, верстка: Гладь С.В.

СЕКЦІЇ КОНФЕРЕНЦІЇ, ЯКІ ПРЕДСТВЛЕНІ В ЗБІРНИКУ

- фізико-технічні основи розвитку нових технологій;
- нові матеріали, міцність і довговічність елементів конструкцій;
- сучасні технології в будівництві, машино- та приладобудуванні;
- сучасні технології на транспорті;
- електротехніка та енергозбереження;
- фундаментальні проблеми харчових, біо- та нанотехнологій;
- економічні та соціальні аспекти нових технологій;
- комп'ютерно-інформаційні технології та системи зв'язу.

УДК 665

П.В. Криса; Б.М. Качарай; А.Т. Лялик, к.т.н.; Х.Ю. Кравченко, к.т.н.;
К.Є. Датишин, к.т.н., доцент
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

УДОСКОНАЛЕННЯ ЖИРНОКІСЛОТНОГО СКЛАДУ КУПАЖОВАНИХ ОЛІЙ НА ОСНОВІ СОЄВОЇ ОЛІЇ

P. Krysa; B. Kacharay; A. Lialyk Ph.D; K. Kravcheniuk Ph.D; K. Datsyshyn Ph.D.,
Associate Professor

IMPROVEMENT OF THE FATTY ACID COMPOSITION OF SOYBEAN OIL-BASED BLENDED OILS

Хартові олії забезпечують необхідні поживні речовини та відіграють важливу роль у раціоні для підтримки нормальної фізіологічної функції. Фактори якості, що впливають на хартові олії, включають їх жирнокислотний склад, поживні речовини та стійкість до окислення. Однак олія з одного ботанічного джерела часто не має збалансованих функціональних властивостей, поживних властивостей і належної стійкості до окислення. Дієтичні поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК) необхідні для здоров'я, а олії, багаті ПНЖК, особливо вразливі до окислення. Окислення жирних кислот може зробити їх недоступними як поживні речовини, а також створити небезпечні присмаки та токсичні сполуки. Окислення олії знижує поживну цінність олії та потенційно створює продукт, який є шкідливим для здоров'я людини. Щоб стабілізувати олію, збагачену ПНЖК, проти окислення, попередні дослідження в першу чергу зосереджувалися на додаванні антиоксидантів до олії як головної стратегії. Антиоксиданти пригнічують вільні радикальні ланцюгові реакції і ефективні при дуже низьких концентраціях. Поширеними антиоксидантами є синтетичні антиоксиданти та природні антиоксиданти. Поширені синтетичні антиоксиданти третинний бутилгідрокілон можуть бути пов'язані з ризиками для здоров'я, такими як подразнення шкіри, шлунково-кишкові проблеми та рак. Хоча природні антиоксиданти не становлять загрози здоров'ю, вони як правило, дорогі. Змішування двох або більше олій може ефективно боротися з окисленням олій шляхом зміни складу жирних кислот, окислювальних властивостей, поживної якості та промислового застосування за менших витрат і без негативного впливу на споживачів [1].

Соє є однією з найбільших олійних культур у світі, відома своїм великим урожаєм і низькою середньою оптовою ціною порівняно з іншими рослинними оліями. Однак соєва олія має високий вміст ПНЖК та низьку термічну стабільність і схильна до окислювального псування, що може призвести до поганого смаку та втрати поживних речовин під час обробки і зберігання [2]. Таким чином, стратегії, які включають купажування олій на основі соєвої олії, можуть покращити антиоксидантну здатність, водночас створюючи можливості для оптимізації складу жирних кислот продуктів, призначених для споживачів. Підхід до купажування олій пропонує економічну альтернативу хімічним добавкам. Тому доцільно удосконалити жирнокислотний склад купажованих олій на основі соєвої олії.

Література

1. Tailoring oil blends for specific purposes: A study on nutritional and antioxidant properties of soybean oil mixed with corn, sunflower, and flaxseed oils URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643824009071>
2. Improvement of thermo-resistance and quality of soybean oil by blending with cold-pressed oils using simplex lattice mixture design URL: https://www.oil-journal.org/fr/articles/oil/full_html/2022/01/oil220033/oil220033.html

2. Х.Ю. Кравченко, Л.П. Криськова; А.Т. Лялик 313
 ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ У ВИРОБНИЦТВІ МАЙОНЕЗІВ
3. П.В. Криса; Б.М. Качарай; А.Т. Лялик, Х.Ю. Кравченко, К.Є. Дацишин 314
 УДОСКОНАЛЕННЯ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СКЛАДУ КУПАЖОВАНИХ ОЛІЙ НА
 ОСНОВІ СОЄВОЇ ОЛІЇ
4. Х.Ю. Кравченко, к.т.н.; Ю.М. Ціко 315
 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ
 ЗБАГАЧЕНИХ ЙОДОМ ТА СЕЛЕНОМ
5. А. М. Коляденко 316
 ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА ВМІСТ МОЛЕКУЛЯРНОГО ВОДНЮ У
 КАТОЛІТНИХ РОЗЧИНАХ
6. А.Б. Заставна 317
 ВАЖЛИВІСТЬ ОЦІНКИ ФРУКТОВИХ СОКІВ ЗА ПОКАЗНИКОМ PH І РЕДОКС-
 ПОТЕНЦІАЛОМ
7. А.В. Оленюк 319
 ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ЕКСТРУДЕРІВ ДЛЯ КУКУРУДЗЯНИХ ПАЛИЧОК
8. А.В. Сорошська, Г.В. Карпик 320
 ДОСЛІДЖЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПАЖИТНИКА В ТЕХНОЛОГІЇ
 ЗДОБНИХ ВИРОБІВ
9. А.М.Василишин 321
 ЕЛЕКТРОМАГНІТНА ОБРОБКА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ
10. А.О. Гриненко, Л.А. Сторож 323
 ХАРАКТЕРИСТИКА СИРКОВОЇ ПАСТИ З ГАРБУЗОВИМ Й МОРКВЯНИМ
 НАПОВНЮВАЧЕМ
11. Б. І. Петришин, О. І. Вічко 324
 ВПЛИВ КОНСЕРВАНТУ НІЗИНУ НА МІКРОФЛОРУ КИСЛОМОЛОЧНОГО СИРУ
 ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ
12. Б.В.Буцій 325
 АНАЛІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВТОРИННОЇ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ
 ПИВЗАВОДУ
13. В. В. Мартинюк, Є. Б. Береженко, Н. І. Хомик 326
 ВИЯВЛЕННЯ МІКРОПЛАСТИКУ В СЕРЕДОВИЩІ ПРИ
 СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІЙ ДІЯЛЬНОСТІ
14. В. Є. Олійник; Н. М. Зварич 327
 ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЗАМІШУВАННЯ
 ТІСТА
15. В. С. Вербішська, А. М. Сідоров 328
 ТЕХНОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЗДОБНИХ ВИРОБІВ ЗБАГАЧЕНИХ МІКРОБНИМ