

(повна назва факультету)

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Оцінка жирнокислотного профілю купажованих олій на основі
ляної олії**

Виконав: студент _____ 6 курсу, групи МХм-61
спеціальності _____ 181 «Харчові технології»

(шифр і назва спеціальності)

	_____	Новіков І.Т.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівник	_____	Покотило О.С.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	_____	Покотило О.С.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	_____	Покотило О.С.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Рецензент	_____	Пилипець О.М.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)

Тернопіль 2020р.

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

проф.

Покотило О.С.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

20__ р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 181 «Харчові технології»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Новікову Іллі Тарасовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Оцінка жирнокислотного профілю купажованих олій на основі лляної олії

Керівник роботи Покотило Олег Степанович, д.б.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 29 » вересня 2020 року № 4/7 - 668

2. Термін подання студентом завершеної роботи грудень 2020р.

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

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

Проаналізувати стан ринку традиційних олій, які характеризуються різним вмістом полі ненасичених жирних кислот родин омега-3, -6, -9. Дослідити жирнокислотний склад традиційних олій, лляної олії і їх купажів. Встановити особливості жирнокислотного складу купажованих олій, особливо врахуючи співвідношення полі ненасичених жирних кислот родини омега -3, -6, -9.

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

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка

Студент

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

	Реферат	5
	Вступ	7
1	РОЗДІЛ 1. Огляд літератури.	11
1.1	Нові напрямки у створенні функціональних харчових продуктів	11
1.2	Формування асортименту і харчова цінність олії	15
1.3.	Показники якості і дефекти олії	20
1.4	Характеристика ринку купажованих олій в Україні і світі	21
1.5	Біологічна і харчова цінність олії	23
1.5.1	Характеристика соняшnikової олії	29
1.5.2	Характеристика кукурудзяної олії	30
1.5.3	Характеристика лляної олії	32
1.6.	Підсумки з огляду літературних джерел	34
2	Матеріали і методи досліджень	36
2.1	Схема досліджень	36
2.2	Методика визначення жирнокислотного складу олій	37
3	Результати дослідження та їх обговорення	39
3.1	Жирнокислотний склад досліджуваних олій	39
3.1.1.	Жирнокислотний склад лляної олії	40
3.1.2.	Жирнокислотний склад соняшnikової олії	43
3.1.3.	Жирнокислотний склад кукурудзяної олії	46
3.1.4.	Порівняльна характеристика рівнів насиченості досліджуваних олій	49
3.2.	Жирнокислотний склад купажів олій	52
3.2.1.	Жирнокислотний склад купажу олій: соняшnikова: лляна	52
3.2.2.	Жирнокислотний склад купажу олій: кукурудзяна : лляна	57
	Висновки і пропозиції виробництву	64
4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	65
4.1	Вимоги до виробничого освітлення та його нормування на	65

	підприємствах консервної промисловості	
	Бібліографія	72
	Додатки	80

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 85 с., 3 рис., 22 табл., 82 джерела.

Ляна олія, соняшникова олія, кукурудзяна олія, купаж, жирнокислотний склад, поліненасичені жирні кислоти.

Об'єкт дослідження: ляна олія, соняшникова олія, кукурудзяна олія, купаж олій.

Метою роботи було провести порівняльне дослідження жирнокислотного складу ляної, соняшничкової кукурудзяної олій та їх купажів для визначенням оптимального купажу із балансом поліненасичених жирних кислот родин омега-3, -6 та -9.

Методи дослідження: біохімічні (газохроматографічні), статистичні.

Проведено експериментальне дослідження жирнокислотного профілю окремих традиційних олій: ляної, соняшничкової кукурудзяної олій і на основі їх аналізу проведено також дослідження кужів цих олій з різним співвідношенням і встановлено найоптимальніший купаж за співвідношенням поліненасичених жирних кислот родин омега-3, -6 та -9.

На основі проведених газохроматографічних досліджень встановлено жирнокислотний профіль соняшничкової, кукурудзяної та ляної олій і їх купажів, в яких частка соняшничкової або кукурудзяної олії становила 90, 70 або 50%, а решта складала ляна олія. Встановлено, що сума насичених жирних кислот у соняшничковій олії становить 15,5% від загальної кількості кислот у олії, у кукурудзяній – 10,7%, у ляній – 9,1%.

Встановлено, що вміст есенціальних омега-3 поліненасичених жирних кислот у досліджуваних оліях зростає в ряді: соняшникова > кукурудзяна > ляна. Встановлено, що найоптимальніший купаж соняшничкової і ляної олій у співвідношенні 70 : 30, при якому співвідношення між ПНЖК родин омега-3, -6 та-9 становило 1,2 : 4,4 : 1, а для кукурудзяної і ляної олій був при співвідношенні 90 :10, при якому між ПНЖК родин омега-3, -6 та-9

співідношення становило $1 : 5,4 : 3,9$.

Вступ

Актуальність теми. Балансування раціону кожної людини за оптимальним співвідношенням усіх необхідних біологічно активних компонентів – це складне завдання. Проте його вирішення забезпечує адекватну відповідь на потреби організму у поживних речовинах та енергії у даний момент часу. Окремі категорії поживних речовин на сьогодні залишаються досить серйозно розбалансовані у харчовому раціоні. До них відносяться поліненасичені жирні кислоти родин омега-3, -6 та -9. Оскільки, домінуюча частина населення України в основному споживає продукти, які містять ПНЖК групи ω -6 – в основному соняшникову, дещо менше – кукурудзяну олії, і дуже мало споживають джерел омега-3 ПНЖК, а це впершу чергу лляна олія. Інші рослинні олії, що також багаті на ПНЖК групи ω -3 – соєва, гарбузова, конопляна, рижикова – вживаються в обмеженій кількості або виключені з раціону харчування взагалі. Виходячи з цього, населенню України для компенсації дефіциту в організмі ПНЖК ω -3 групи, необхідно споживати олії, як багаті на ω -3 поліненасичені жирні кислоти або вже готові купажовані олії із збалансованим вмістом поліненасичених жирних кислот родин омега-3, -6 та -9.

Постановка проблеми. Враховуючи сказане вище, необхідно підібрати традиційні і водночас багаті на омега- ПНЖК і поєднати їх у купажі для подолання існуючого дефіциту ПНЖК омега-3, шляхом створення нового харчового продукту.

У даній кваліфікаційній магістерській роботі передбачено дослідити 3 зразки традиційних олій шляхом визначення їх жирнокислотного складу – соняшnikової, кукурудзяної і лляної. За результатами проведеного газохроматографічного дослідження жирнокислотного складу соняшnikової, кукурудзяної і лляної, проведеної статистичної обробки отриманих результатів, розробити на їх основі купажі у різному співвідношенні і також провести дослідження їх жирнокислотного складу.

Виходячи з цього актуальним, науково-обґрунтованим і реальним у виконанні є завдання визначити купаж із оптимальним співвідношення поліненасичених жирних кислот родини ω -3, ω -6 і ω -9, дати йому кількісну і якісну оцінку щодо вмісту окремих жирних кислот вказаних родин ПНЖК.

Мета і завдання досліджень.

Мета роботи – провести порівняльне дослідження жирнокислотного складу соняшникової, кукурудзяної і лляної і їх купажів для визначення купажу із оптимальним співвідношення поліненасичених жирних кислот родин омега-3, -6 та -9 і оцінити перспективне функціональне значення даного продукту.

Для виконання поставленої мети були визначені наступні завдання:

- Проаналізувати стан і перспективи насичення ринку оліями у світі та Україні;
- Визначити газохроматографічно жирнокислотний склад соняшникової, кукурудзяної і лляної олій;
- Розробити математичну модель купажів соняшникової, кукурудзяної і лляної олій;
- Дослідити газохроматографічно жирнокислотний склад купажів соняшникової, кукурудзяної і лляної олій;
- Провести статистичний аналіз щодо вмісту і співвідношення поліненасичених жирних кислот родин омега-3, -6 та -9 у соняшниковій, кукурудзяній і лляній оліях та їх купажах;
- Дати оцінки досліджуваним купажам як можливим новим функціональним харчовим продуктам
- Розробити рекомендації для споживання найоптимальнішого купажу із соняшникової, кукурудзяної і лляної олій за співвідношенням ПНЖК омега-3, -6 та -9 як функціонального продукту.

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

Предмет дослідження – жирнокислотний склад соняшникової, кукурудзяної і лляної олій та їх купажів.

Наукова новизна одержаних результатів. На підставі проведених газохроматографічних досліджень встановлено жирнокислотний профіль соняшникової, кукурудзяної та лляної олій і їх купажів, в яких частка соняшникової або кукурудзяної олії становила 90, 70 або 50%, а решта складала лляна олія. Встановлено, що сума насичених жирних кислот у соняшниковій олії становить 15,5% від загальної кількості кислот у олії, у кукурудзяній – 10,7%, у лляній – 9,1%. В результаті експериментальних досліджень встановлено, що домінуючими жирними кислотами у лляній олії є α -ліноленова (ω -3) – із вмістом 52%, у соняшниковій – лінолева із вмістом 60%, у кукурудзяній також лінолева із вмістом 47%. Встановлено, що вміст есенціальних омега-3 поліненасичених жирних кислот у досліджуваних оліях зростає в ряді: соняшникова > кукурудзяна > лляна. Встановлено, що найоптимальніший купаж соняшникової і лляної олій у співвідношенні 70 : 30, при якому співвідношення між ПНЖК родин омега-3, -6 та-9 становило 1,2 : 4,4 : 1. Доведено, що найоптимальніший купаж кукурудзяної і лляної олій був при їх співвідношенні 90 :10, при якому між ПНЖК родин омега-3, -6 та-9 співвідношення становило 1 : 5,4 : 3,9.

Практичне значення. Результати досліджень жирнокислотного складу традиційних олій таких як соняшникової, кукурудзяної та лляної і виходячи із позиції встановленої біологічної цінності рекомендовано споживати купаж соняшникової і лляної олій у співвідношенні 70 : 30 та купаж кукурудзяної і лляної олій у співвідношенні 90 :10 і можна їх рекомендувати для виробництва як функціональні продукти.

Особистий внесок. Полягає у проведенні огляду вітчизняних і закордонних літературних наукових видань, проведені експериментальних досліджень у відборі зразків олій, а саме підготовці проб для аналізу жирнокислотного складу олій на хроматографі, статистичне опрацювання

отриманих даних, формулюванні висновків, підготовці тез, написанні магістерської роботи.

Апробація результатів. Виступ на міжнародній науково-технічній конференції в ТНТУ імені Івана Пулюя в 2020 році.

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

І.Т. Новіков, О.С. Покотило. Ляна олія як джерело омега-3 поліненасичених кислот при створенні купажів. Збірник тез доповідей VII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів” Актуальні задачі сучасних технологій”, Тернопіль, ТНТУ 26-27 листопада 2020 р. – Т.3. – 154 с.

Методи досліджень: Ліпіди з досліджуваних зразків нетрадиційних олій екстрагували сумішшю хлороформ-метанолу у співвідношенні 2:1 за методом Фолча і визначали їх жирнокислотний склад методом газорідинної хроматографії. Методом математичного аналізу прораховували відсотковий вміст жирних кислот у досліджуваних оліях.

Структура і обсяг роботи. Робота складається із вступу, основної частини (чотирьох розділів), висновків та пропозицій виробництву, переліку посилань та додатків. Основний зміст роботи викладено на 85 сторінках і містить 22 таблиць, 3 рис. Перелік посилань містить 82 найменування.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Нові напрямки у створенні функціональних харчових продуктів

Харчові олії становлять важливу частину сучасного раціону. Ці олії відіграють роль джерела енергії та забезпечують раціон багатьма корисними мікроелементами. Хоча популярною концепцією є те, що слід уникати жиру, деякі їстівні олії як дієтична добавка можуть зіграти важливу роль у покращенні здоров'я серцево-судинної системи [2, 6, 14, 17]. Серцево-судинні захворювання стали однією з провідних причин смерті у всьому світі [2]. Дієтичні добавки з різними оліями можуть мати сприятливий вплив на здоров'я серцево-судинної системи [11, 16, 30, 44]. Хоча відомо, що оливкова олія та олія насіння соняшнику знижують рівень холестерину в сироватці крові, риб'ячий жир став добре відомим завдяки зменшенню потенційно смертельних серцевих аритмій. Нещодавно дослідження червоної пальмової олії показали сприятливий вплив на відновлення серця після пошкодження ішемією та реперфузією [3]. Зрозуміло, що дієтичні добавки харчовими оліями можуть зіграти життєво важливу роль у зниженні смертності від серцевих захворювань. Однак конкретні переваги та недоліки цих олій слід вивчати більш детально [42, 44, 62].

Створення функціональних харчових продуктів, в тому числі жирів, передбачає розробку продуктів, які збалансовані за жирнокислотним складом і вмістом жироподібних речовин та мають відповідні функціональні властивості. Біологічне значення жирів зумовлено тим, що вони є носіями життєво необхідних для організму поліненасичених жирних кислот, жиророзчинних вітамінів, фосфоліпідів, стеринів [73, 82].

Соняшникова олія - це сільськогосподарська сировина в основному використовується для приготування їжі і продається за ціною, що не відрізняється від інших насінневих олій і значно нижче оливкової олії.

Мільйони доларів були витрачені в США на рекламу деяких товарних товарів для підвищення лояльності споживачів. Медичні знання та прогрес у біотехнологіях та геноміці дозволяє створювати нові сорти соняшнику шляхом зміни суміші жирних компонентів та кидає виклик потребам споживачів. Слово нутрицевтичний походить від поєднання елементів слова "поживні речовини" та "фармацевтичні препарати" і охоплюють дуже різні харчові продукти зі здоровим ефектом. Французька Нутрицевтична школа базується на принципі харчування синергія: «Чим ширший спектр поживних речовин у природному складі, тим краща асиміляція та ефективність» [3, 5].

Функціональними продуктами харчування також були визначені продукти, які були модифіковані або збагачені природними речовинами зі специфічними фізіологічно-профілактичними та (або) оздоровчими ефектами [52]. Функціональна позиція їжі означає що їжа надає позитивні ефекти на одну або декілька специфічних функцій людського організму, що виходить за рамки нормальних дієтичних ефектів, що сприяють покращенню стану здоров'я, добробуту та / або можливого продемонстрованого зниження ризику захворювання. Звідси і функціональні продукти харчування мають оптимальні склади активного здорового компонента, як мінерали, вітаміни, жирні кислоти або харчові волокна. Ця група вбудовує продукти з доданими біологічно активними властивостями, такими як рослинні інгредієнти, антиоксиданти та пробіотики з живими додані культури, що мають сприятливий вплив на здоров'я людини [47, 50, 63].

Нутрицевтики, як окремі компоненти харчування, мають терапевтичні і функціональні властивості. Нутрицевтика як наука ідентифікує харчові продукти із системною дією через критерії і компоненти, які взаємодіють разом і забезпечують таким чином переваги для людини - обмін речовин, в цілому здоров'я і самопочуття. У науковій літературі функціональними продуктами харчування і живлення вважаються пробіотики та пребіотики. Пробиотики це живі мікробні харчові інгредієнти. Вони мають корисний вплив на здоров'я

людини. Вони як правило, виявляються у ферментованих молочних продуктах, а також і у рослинних оліях, які як відомо, містять поліненасичені жирні кислоти. З останніх важливі є омега-3 та омега-6 жирні кислоти [16, 33, 47].

Збалансований склад ПНЖК у раціоні людини впливає на усі системи і органи та на різні аспекти імунітету і ланки обміну речовин. Відомо, що взаємодія між ПНЖК і мікробіотою кишківника може впливати на біологічну роль мікроорганізмів. Фітохімікати, а це вже біоактивні, але непоживні рослинні сполуки, викликають інтерес до харчування людини. Це пов'язано з їх потенційною дією як антиоксидантів, імуномодулюючих, протизапальних, антиестрогенних або антиканцерогенні засоби [13, 39, 74, 79].

Наприклад, мікробіота кишечника може, наприклад, перетворювати і впливати на біодоступність та ефекти поліфенолів. Фітохімікати як продукти обміну можуть також пригнічувати патогенні бактерії і стимулюють ріст корисних бактерій, докладаючи зусиль у пребіотикоподібні ефекти. Взаємодія між функціональними харчовими компонентами, такими як пребіотики, пробіотики, фітохімікати і мікробіотою кишечника, мають різні наслідки для здоров'я людини. Законодавство, яке стосується цих інгредієнтів, дозволяє деякі зміни в різних країнах з точки зору дозування, походження та джерела сировини, обробок або процесів, до яких вони можуть або не можуть належати, регулюється різними провідними об'єднаннями. Це такі як Організація Об'єднаних Націй Організації, FAO, WHO, Codex Alimentarius, Рада Федерації Європи та національні регуляторні органи. Вони власне встановлюють кодекси поведінки для виробників, які фіксують на упаковці твердження з науково доведеними корисними властивостями продукту. Європейське законодавство про маркування забороняє віднесення для будь-яких продуктів харчування властивість запобігання, лікування людської хвороби або посилення до таких властивостей. За відсутності чіткої директиви щодо цього суб'єкт подали заявки держави-члени Європейського Союзу різні тлумачення чинного законодавства про маркування. Наприклад, вживання жирних кислот також

дозволено багатьма Членами ЄС, але, наприклад в Бельгії, їх використання повинно бути завжди з подальшим повідомленням щодо таких країн як Данія та Фінляндії. Також дозволяти їх використання лише у тому випадку, якщо вони зустрічаються у природі. У Франції їх можна споживати лише в дієтичному раціоні [21, 29, 75, 76].

Для здійснення біологічної і харчової оцінки жирів або олій використовують ряд показників. Вони включають дослідження спектру жирнокислотного складу, відносного або абсолютного вмісту біологічно активних речовин, в тому числі вітамінів А, D, Е, фосфоліпідів . Для цього проводиться порівняння жирів та олій із ідеальним жиром. Також відомо, що не існує жиру, який наближується за жирнокислотним складом до ідеального у людини [75].

Відомо, що функціональними визначають жири із заниженим вмістом насичених і транс-ізомерних жирних кислот. Поліненасичені жирні кислоти, такі як лінолева і ліноленова, наприклад, є обов'язковими і незамінними компонентами харчування у раціоні людини. Тобто, вони не синтезуються у організмі і повинні надходити з їжею, оскільки витрачаються для побудови мембран майже усіх клітин, проте найбільше головного мозку й нервової системи [26, 53, 75, 78].

На сьогодні розробляються нові методи і способи концентрування і капсулювання транс-ізомерів лінолевої кислоти, які містять дієнові подвійні зв'язки на рівні добової норми. Також виробляють такі жирові продукти, які збагачені цими сполуками і їх перспективно використовують у виробництві печива та інших виробів [45, 51, 53].

В олійно-жировій галузі створюються нові комбіновані жирові і ліпідно-білкові продукти, які відповідають високим сучасним вимогам науки про харчування і виробництва. Сформульовані три концептуальні підходи їх отримання. Перший підхід базується на ефекті підсумовування. Він передбачає

комбінування сировинних джерел з наступним видаленням одного чи декількох компонентів і дозволяє отримувати харчові композиції з поліпшеним жирнокислотним складом без зміни природних властивостей ліпідів. Другий підхід полягає у вилученні одного чи кількох цільових компонентів із жирової сировини та наданні їм бажаних фізико-хімічних, реологічних і біологічних властивостей. Третій підхід передбачає отримання жирових композицій із заданим кількісним і якісним вмістом біологічно активних речовин. Встановлення остаточного значення функціональної їжі не лише призведе до консенсусу між науковцями та урядовцями; це також допоможе офіційно представити функціональні продукти харчування у всьому світовому ринку. До 1997 року Японія, Європа та Сполучені Штати отримували по 3 млрд. дол. І вже 130 мільярдів доларів глобальних продажів у 2015 році [4, 15, 31]. Однак підприємства харчової промисловості заявили претензії на основі різних визначень. Як результат, їхні твердження про здоров'я не завжди ґрунтуються на сильних наукових дослідженнях та експериментах. Тому, коли на ринок надходять більш функціональні харчові продукти, ризики охорони здоров'я зростають. Вчені з функціональної їжі хотіли б переглянути цей процес, встановивши нове визначення для функціонального харчування, що дозволило б харчовим промисловцям обґрунтувати свої твердження щодо здоров'я на підкріплених дослідженнях [53, 55, 75]. Виведення законних функціональних продуктів харчування на ринки принесе користь мільярдам, які страждають на хронічні захворювання та мають загальні проблеми зі здоров'ям.

Реалізація цих підходів дозволила створити рослинні олії з поліпшеним жирно-кислотним складом для функціонального харчування, які мають спрямовано-сформовані фізіологічно функціональні властивості.

1.2. Формування асортименту і харчова цінність олії

Тваринні жири, що використовуються людиною, - це вершкове масло, лій (яловичий жир), сало (свинячий жир) та риб'ячий жир. До важливих

рослинних олій належать соняшникова, оливкова олія, арахісова (арахісова) олія, кокосова олія, бавовняна олія, олія насіння соняшнику, соєва олія, сафлорова олія, ріпакова олія, кунжутна олія, гірчична олія, червона пальмова олія та кукурудзяна олія. Жири та олії забезпечують більше калорій на грам, ніж будь-яка інша їжа, але вони не містять білка і мало мікроелементів. Тільки вершкове масло та згадані раніше олії риб'ячої печінки містять будь-який вітамін А або D, хоча червона пальмова олія містить каротин, який в організмі перетворюється на вітамін А. У маргарини додають вітаміни А і D. Усі природні жири та олії містять різну кількість вітаміну Е, жиророзчинного вітамінного антиоксиданту [57, 60, 66, 75].

Найменування оліям надають за назвою рослин, з насіння, частин або тканин яких їх виробляють. В межах кожного найменування залежно від способу виділення (пресовий, екстракційний) і очищення (рафінація) формуються види олії. Використовують два способи вилучення олії з олійної сировини — пресовий і екстракційний [37, 40, 81].

Олію, виділену пресовим способом, можна не рафінувати. Але у зв'язку з хімізацією сільського господарства, погіршенням екології навколишнього середовища в сировині і олії можуть міститися пестициди, токсичні метали, мікотоксини, канцерогенний бензопірен. З цих причин вчені і фахівці вважають, що усі види олії повинні підлягати обов'язковому лягати обов'язковому рафінуванню, а сировина — санітарно-гігієнічному контролю на вміст цих речовин [38, 41].

Переважаючими речовинами у жирах та оліях є тригліцериди, хімічні сполуки, що містять будь-які три жирні кислоти, поєднані з молекулою гліцерину. Коли відсутні подвійні зв'язки, жирна кислота називається насиченою; за наявності одного або декількох подвійних зв'язків жирна кислота називається ненасиченою (див. розділ Основні поживні речовини: Ліпіди). Жири з високим відсотком насичених жирних кислот, наприклад, вершкове масло та сало, як правило, тверді при кімнатній температурі. Олії в яких високий відсоток ненасичених жирних кислот, зазвичай є рідкими оліями,

наприклад, соняшnikовою, сафлоровою та кукурудзяною. Харчова промисловість використовує процес гідрування для перетворення ненасичених олій у насичені тверді жири, які більш стійкі до згіркнення. Однак гідрування також спричинює утворення трансжирних кислот. Вони, як видається, мають однакові небажані ефекти на рівень холестерину в крові, як насичені жирні кислоти [34, 38, 46].

Невелика група жирних кислот необхідна в харчуванні. Вони трапляються в структурах тіла, особливо в різних мембранах всередині та навколо клітин, і не можуть синтезуватися в організмі з іншими жирами. Лінолева кислота є найважливішою з цих жирних кислот, оскільки вона конвертована в інші незамінні жирні кислоти. Лінолева кислота має два подвійні зв'язки і є поліненасиченою жирною кислотою і знижує рівень холестерину в крові. Лінолева кислота міститься в помірних та високих пропорціях у багатьох оліях насіння, наприклад, кукурудзяному, соняшниковому, бавовняному та сафлоровому. Деякі маргарини (поліненасичені маргарини) використовують суміш масел, обраних для забезпечення помірно високого вмісту лінолевої кислоти [1, 54, 64, 75].

Рослинні олії в основному виробляються з олійних насіння (наприклад, насіння ріпаку та соняшнику), а також із бобових (наприклад, арахісу та сої), горіхів (наприклад, волоських та мигдалю) і м'якоті деяких фруктів (наприклад, оливок). Рослинні олії пресують з рослин, а потім обробляються та переробляються з отриманням високоякісних олій, придатних для використання в якості інгредієнтів у рецептах, для смаження, в заправках для салатів та у виробництві маргаринів та спредів [1, 10, 53].

За останні 30 років на ринках олійних культур спостерігається значне зростання. Спочатку це було обумовлено проблемами здоров'я, але нещодавно це було пов'язано з інтересом до біопалива та мінливістю ринку. У 2008 році було виділено чотири основних типи рослинних олій, яка домінували на світовому ринку. За кількістю вироблених були пальмова олія, соєва олія, ріпакова олія та олія насіння соняшнику. У Великобританії єдиною зібраною

олійною культурою є ріпак, коноплі та лляне насіння. Однак є значний імпорт арахісу, сої, соняшника та пальмових ядер, які переробляються у Великобританії, що призводить до виробництва різноманітних олій у Великобританії [1, 3].

Рослинні олії в основному містять триацилгліцериди. Основна поживна речовина, яку вони забезпечують є жири. Єдиною іншою поживною речовиною, яка присутня у значній кількості, є вітамін Е (токоферолі та токотрієноли). Рослинні олії також є основним джерелом природних речовин - рослинні стерини є в раціоні і містять незначні компоненти, такі як сквален і сфінголіпіди, які можуть надати цілий ряд переваг для здоров'я [8, 9, 15, 43].

Склад жирних кислот рослинних олій різний, і всі рослинні олії складаються з суміші різних жирних кислот, у різних пропорціях. Більшість кулінарних олій мають тенденцію бути ненасиченими або мононенасиченими, або поліненасиченими, за винятком пальмовоядерних та кокосових олій з високим вмістом насичених речовин. Класифікація жирів проста: „насичені жири», «мононенасичені жири» або «поліненасичені жири» (на основі переважаючих жирних кислот) і може бути корисною для розуміння споживачами. Однак це спрощена подача фактичної ситуації [44].

Складні жирні кислоти кожної кулінарної олії в першу чергу відповідають за функціональність олії. Властивості олії можуть бути модифіковані за допомогою технічних процесів, включаючи гідрування, фракціонування та переетерифікація. Процеси, що використовуються для модифікації властивостей олій можуть стати широко обговорюваною темою. Гідрогенізація була загальноживим процесом, що збільшує твердість і стабілізує жири без необхідності збільшувати насичені речовини до будь-яких значною мірою. Однак, оскільки часткове гідрування призводить до утворення транс-жирів і кислот, його використання у Великобританії для споживчих товарів фактично припинилося. Трохи виробники використовують переетерифікацію, щоб переконатись, що олія працює і є бажані властивості та органолептичні якості, без утворення трансжирних жирів [19, 56].

Як варіант, виробники шукають нові олії з більш вигідними профілями жирних кислот. Це стало можливим завдяки програмам селекції рослин, використовуючи як звичайні методи, так і генетичну модифікацію, що матиме важливий вплив на жирнокислотний профіль дієти в майбутньому [65, 67].

Однак загалом існує мало доказів корисності того, що слід використовувати лише одну рослинну олію і просувати її над будь-якою іншою олією на основі додаткових наслідків для здоров'я, які існують [47].

Дійсно, більшість людей мають використання різноманітних олій на рослинній основі в процесі виробництва харчових продуктів, споживаючи широкий вибір різноманітних олій щодня. Натомість вибір олії часто залежить від функціональності олії для конкретного харчового застосування або від смаку, особистих переваг або вартість. Найважливіше повідомлення для споживачів розуміти, що всі олії, незалежно від того, містять вони “хороші” чи “погані” жири, складають майже 100% жиру і що самі олії, а також вироблені продукти від них, слід коли-небудь включати в раціон в помірних кількостях [47, 58, 59, 70].

Виробничий асортимент олії ширший від торгового. Для торговельної мережі і підприємств громадського харчування постачають олію кукурудзяну, рафіновану, дезодоровану, екстракційну, а також пресову рафіновану, недезодоровану, гідратовану вищого і першого сортів і нерафіновану вищого і першого сортів; олію соєву екстракційну рафіновану, дезодоровану і пресову гідратовану першого сорту; олію кукурудзяну першого сорту; олію кукурудзяну рафіновану, дезодоровану; олію бавовняну пресову і екстракційну рафіновану дезодоровану і пресову недезодоровану вищого і першого сортів [53, 77, 82].

Харчову рафіновану, гідратовану, нерафіновану олії методом пресування і екстрактування виробляють і з іншої сировини. Зокрема, у виноградному насінні міститься від 10 до 20% олії, в ядрах кісточок абрикосів - 51, вишень — 33, слив - 40, черешень - 26%. Використання плодкових кісточок і насіння для виробництва олії дасть можливість збагатити асортимент і

заощадити значну кількість насіння соняшнику. З впровадженням безвідходних і маловідходних технологій переробки фруктів на ринок буде надходити олія абрикосова, сливова, виноградна, мигдальна та інші [45, 54].

1.3. Показники якості і дефекти олії

Відомо, що залежно від способу очищення або рафінування олії їх розділяють на види, а кожний вид вже на товарні сорти. Оцінку виду і товарного сорт олій визначають за прозорістю, смаком, запахом, кольором. Також оцінюють за фізико-хімічними показниками, а саме колірне, кислотне числа, нежирові домішки, вміст фосфоровмісних речовин, вологи та летких речовин, неомилюваних речовин, проби на мило [46].

Для визначення колірного числа олії його визначають порівнянням проби, яку наливають у пробірку, з кольором одного з еталонів - він найбільш подібний до кольору даної олії. Еталони, які відомо, виготовляють з розчину йоду різної концентрації. Тому йодне число виражають в мг йоду на 100 г олії. Йодне число характеризує наявність в олії ненасичених жирних кислот або кількість подвійних зв'язків у ненасичених жирних кислотах олії. Йод здатний приєднуватись за місцем подвійних зв'язків жирних ненасичених кислот. Вже кислотне число виражають кількістю мг 0,1нормального розчину лугу, який може нейтралізувати вільні жирні кислоти, які містяться в 1 г олії. Вільні жирні кислоти накопичуються в олії через гідроліз ацилгліцеридів. Таким чином, кислотне число показує сортовий показник олії. Масова частка фосфоровмісних речовин характеризує наявність в олії фосфоліпідів і вона визначається у %. Масова частка вологи і летких речовин є видовим і сортовим показником олії. Вміст пестицидів, важких металів, мікотоксинів у олії не повинен перевищувати кількостей, передбачених санітарно-гігієнічними нормами та чинними стандартами [65].

Відомо, що фальсифікацію, змішування різних видів і найменувань олії визначають за допомогою показника заломлення, йодного числа тощо. Дефекти

олії такі, як сторонній смак чи запах, різний присмак гіркоти, сторонній запах, прогірклий смак чи запах оліфи. Тому бракується та олія, яка має невідповідні певні фізико-хімічні параметри, уміст пестицидів або важких металів чи мікотоксинів і в якій вища від граничної допустима концентрація [28, 44, 65].

1.4. Характеристика ринку купажованих олій в Україні і світі

Ринок олій і в тому числі купажованих олій регулюється попитом споживача на продукти здорового харчування. Це забезпечує безперечну маркетингову й комерційну перспективу для виробників, їх стимулює. Разом з тим, реально змішування різних видів олій часто викликано економічними міркуваннями через розбавлення дешевшими оліями, а не необхідністю поліпшення їхніх споживних властивостей. Інший аспект вказує, що збільшення частки купажованих олій може пояснити прагненням виробників олій розширити асортимент своєї продукції [31, 35, 41]. Для отримання купажованої олії зі збалансованим вмістом ПНЖК необхідно врахувати їхній склад в обраних для дослідження оліях, як це подано наприклад у табл. 1.

Таблиця 1.1. - Вміст окремих ненасичених жирних кислот у рослинних оліях, які часто входять до купажованих, %

ПНЖК	Вид олії		
	соєва	кунжутна	кукурудзяна
Олеїнова (18:1)	1,4	42,1	31,1
Лінолева (18:2) – ω-6	48,6	37,2	45,8
Ліноленова (18:3) – ω-3	8,4	0,4	3,1
Співвідношення ω-6/ω-3	7,2 : 1	93 : 1	14,8 : 1

Купажовані олії, що виробляються в Україні та у ряді інших країн, можна поділяють на дві групи:

- Вітамінізовані купажовані олії відносно невисокої вартості із збалансованим складом ПНЖК. Вони стабілізовані компонентами синтетичного походження від окислювального псування [45];

- Вітамінізовані купажовані олії високої вартості, які збагачені біологічно активними речовинами. Останні входять до складу так званих екзотичних або нетрадиційних олій: шипшини, зародків пшениці, гарбузової, кедрової, льняної та інших. Вони не збалансовані за бажаним складом ПНЖК [44]. На сьогоднішній день в Україні олії купажовані залежно від технології, складу компонентів, показників якості і безпеки поділяють на види, зазначені у таблиці 1. 2.

Таблиця 1.2. - Класифікація найпоширеніших купажованих олій

Складові купажу	Співвідношення компонентів купажу
Рафіновані дезодоровані олії купажовані	
Соняшникова, соєва	60:40 80:20
Соняшникова, гірчична	80:20
Соняшникова, ріпакова	70:30
Соняшникова, лляна	85:15
Соняшникова, ріпакова, соєва	35:40:25
Нерафіновані гідратовані олії купажовані	
Соняшникова, ріпакова, соєва	40:35:25; 60:20:20
Соняшникова, соєва	30:70; 40:60; 60:40
Соняшникова, ріпакова	50:50 70:30
Кукурудзяна, ріпакова, пальмовий олеїн	30:40:30
Кукурудзяна, пальмовий олеїн	70:30
Кукурудзяна, оливкова	80:20
Соєва, кукурудзяна	60:40
Соєва, оливкова	60:40
Соєва, пальмова	75:25 60:40
Соєва, пальмовий олеїн	70:30

1.5. Біологічна і харчова цінність олії

Збереження здоров'я кожного, збільшення тривалості життя людини і нації в цілому – одна з актуальних завдань сучасності. Одним із ключових напрямків його вирішення є створення та активне впровадження у структуру харчування функціональних за призначенням, так і лікувально-профілактичних продуктів. Це відноситься і до олієжирових.

Відомо, наприклад, що рафінована дезодорована соєва олія, яка є базовою для купажованої, містить у своєму складі значну кількість ліноленової кислоти. Нерафінована кунжутна олія, як другий компонент купажу, це джерело унікального природного антиоксиданту сезаміну. Він перешкоджає окисненню олії, а при споживанні в раціону вже на молекулярному рівні захищає органи і системи від дії вільних радикалів [27, 42].

Олієжирові продукти повинні бути як носієм енергії та пластичного матеріалу, так і важливим джерелом фізіологічно функціональних інгредієнтів: поліненасичених жирних кислот (ПНЖК), жиророзчинних вітамінів, фосфоліпідів та інших біологічно активних компонентів. Особливе значення надається присутності в продуктах есенціальних (незамінних) поліненасичених жирних кислот, до яких у першу чергу слід віднести лінолеву (C18:2) та ліноленову (C18:3) кислоти. Ліолева кислота є основним представником довголанцюгових жирних кислот родини омега-6 (ω -6), а α -ліноленова кислота – еквівалентом довголанцюгових жирних кислот родини омега-3 (ω -3). Поліненасичені жирні кислоти виконують багато функцій, проте є дві головні функції: перша - вони є компонентами фосфоліпідів усіх клітинних мембран, а вже від яких залежить як передається імпульс і працюють рецептори, друга – вони є попередниками для синтезу комплексу ліпідних медіаторів - ейкозаноїдів, а вони є дуже важливими при регулюванні ряду фізіологічних процесів. Жирні кислоти ω -6 і ω -3 конкурують між собою за метаболізм однаковими ферментними системами і тому можуть заміщувати одні одних [22, 25, 75].

Надалі дискусійним є питання про оптимальне співвідношення окремих класів жирних кислот у ліпідах харчових продуктів. Більшість науковців дотримуються думки, що найбільшу біологічну ефективність ліпідів забезпечує достатній рівень вмісту омега-3 кислот. Співвідношення між ω -6 та ω -3 поліненасичених жирних кислот, яке регламентується в раціоні здорової людини повинно становити 10:1, тоді як для лікувального харчування мало б бути від 3:1 до 5:1. На ряді підставі клінічних та експериментальних досліджень в основному зарубіжних учених співвідношення кислот ω -6 та ω -3 становить від 4:1 до 2:1 [12, 68, 71].

Відомо з курсу хімії і біохімії, що до ω -6 жирних кислот відносять лінолеву (C18:2), γ -ліноленову (C18:3n6) та арахідонову (C20:4) кислоти. Лінолева кислота може бути в організмі ферментативно подовжена та десатурована до арахідонової, а остання вже є попередником утворення ейкозаноїдів. Лінолевою кислотою збагачена переважна більшість олій. Виключенням з ряду є оливкова олія, в якій домінує олеїнова кислота (ω -9). Вона сприяє зниженню рівня холестерину в плазмі і є надзвичайно необхідною для балансу поліненасичених жирних кислот в організмі [3, 14, 68].

До складу ω -3 ПНЖК жирів входять три незамінних жирних кислоти: α -ліноленова (C18:3n3), ейкозапентаєнова (C20:5) і докозагексаєнова (C22:6). В організмі α -ліноленова кислота здатна через подовження і десатурацію перетворитися в ейкозапентаєнову кислоту – попередник для синтезу ейкозаноїдів та докозагексаєнову кислоту – важливий компонент структурних фосфоліпідів кліткових мембран. Довголанцюгові ПНЖК ω -3 кислоти синтезуються морськими водоростями і планктоном. Риба та морські тварини, які живляться планктоном, мають риб'ячий жир є основним джерелом ейкозапентаєнової (6-10%) та докозагексаєнової (10-15%) кислоти для людини. У рослинних жирах зустрічається, в основному, α -ліноленова кислота, яка міститься в значних кількостях у грецьких горіхах (8-10%) і та у деяких рослинних оліях: соєвій (5-14%), лляній (35-65%), ріпаковій (6-13%), ріжівій

(30-42%), конопляній (14-28%) та навіть у олії зародків пшениці (4-10%) [3, 23, 27, 34, 82].

Дослідженнями вчених встановлено, що живий організм не синтезує лінолеву і ліноленову кислоти, вони повинні надходити лише з їжею. Залежно від вихідної жирної кислоти синтезовані ейкозаноїди мають різну структуру і біологічну дію на організм, часто обернено пропорційну. Ейкозаноїди, які утворюються із ω -3 жирів, а саме з ейкозапентаєнової кислоти, проявляють протизапальну, протиалергійну дію, розріджують кров і убезпечують від утворення тромбів, також покращують кровообіг, дещо розширюють кровоносні судини та відчутно знижують артеріальний тиск. В протизапальній дії ейкозаноїди, які утворені із арахідонової кислоти (ω -6), сприяють розвитку запалення, посиленню алергії, злипанню тромбоцитів і сприяють утворенню тромбів, дещо звужують кровоносні судини. Клінічними дослідженнями встановлено, що дефіцит у клітинах есенціальних поліненасичених жирних кислот, а особливо ПНЖК ω -3 створює високий потенціал запалення у тканинах [3, 14, 26, 68].

Тому дуже важливим є введення до складу харчових раціонів таких жирних продуктів, які забезпечать необхідний фізіологічний баланс есенціальних кислот ω -6 та ω -3.

Слід відмітити, що і харчова цінність, і біологічні властивості олій не обмежуються тільки жирнокислотним складом. Велике значення мають в олії супутні речовини, а серед них особлива роль відводиться антиоксидантам – токоферолам. Вони не тільки захищають олію від окислювального псування, а і самі є природними джерелами надходження в організм цінного вітаміну Е. Він має властивість позитивно впливати на розвиток ембріону, попереджати утворення тромбів, сприяти укріпленню стінок кровоносних судин, роботі м'язової системи та функціонуванню нервових клітин. Встановлено тісний зв'язок цих токоферолів із функцією ендокринних систем [8].

Відомими антиоксидантами є β -, γ - та особливо δ -токоферолі. Вони захищають внутрішньоклітинні ліпіди від надмірного окиснення. Власне воно

призводить до утворення токсичних для клітин пероксидів ліпідів. Токоферолі перешкоджають накопиченню в тканинах надмірної кількості вільних радикалів [8, 18, 43].

Велику цінність, значення і роль для організму людини представляють поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК), в тому числі і такі незамінні ненасичені кислоти як лінолева і ліноленова. Вони нездатні синтезуватися в організмі людини, тому повинні надходити власне з їжею. Незамінні жирні кислоти регулюють різні важливі процеси життєдіяльності всього організму. Вони - кращі союзники в боротьбі проти атеросклерозу, який є найчастішою причиною розвитку серцево-судинних захворювань і порушень мозкового кровообігу. Основним джерелом ПНЖК є рослинні олії, які також багаті фосфатидом - лецитином. Він регулює уміст холестерину в організмі загалом і сприяє накопиченню білків, стеринів - гальмують всмоктування холестерину з кишечника, а також вітамінів -токоферолів [31, 42, 53].

ПНЖК можуть надходити в організм з раціоном в різних кількостях, створюючи дефіцит або надлишок. Та реалізація їх біологічної дії можлива за умови дотримання конкретного співвідношення ω -3 і ω -6 жирних кислот. Враховуючи рекомендації провідного Інституту харчування, співвідношення ω -6: ω -3 в повноцінному раціоні дорослої здорової людини повинно бути 10:1, а при лікувальному харчуванні – в межах від 3:1 до 5:1 [33].

Індивідуальні рослинні олії, тобто кожна окремо, не забезпечують рекомендовану фахівцями співвідношення ω -6 і ω -3 жирних кислот. Відомо, що основною переважаючою рослинною олією в харчуванні населення України і ряду інших сусідніх держав є соняшникова. Вона власне містить надмірну кількість жирних кислот родини ω -6 і дуже мало кислот родини ω -3, що відносяться також до незамінних. Тому дуже актуальним і перспективним є робота у створенні нових функціональних продуктів харчування, яка полягає у розробці і впровадженні нових купажів рослинних олій, що володіють оптимізованим збалансованим необхідним жирнокислотним складом [1, 60, 62].

В даний час в основному проводяться експериментально-прикладні роботи по комплексному дослідженню трьохкомпонентних і більше композицій олій. До їх складу входять кукурудзяна, ріпакова та льняна олії, а також деякі маловідомі олій з нетрадиційної сировини [66, 71, 72].

Ведуться також роботи по розробці рецептур купажованих олій, збагачених лікопіном, який володіє вираженими і доведеними антиоксидантними властивостями. Крім того, для створення високоякісних дієтичних олій, що володіють здатністю попереджати на ранніх стадіях ряд захворювань, пов'язаних з вільно-радикальним окисленням, в першу чергу з порушенням ліпідного обміну, в даний час ведуться розробки рецептур рослинних олій, збагачених жиророзчинними вітамінами А, Е, D₃. При цьому буде враховуватися природний вміст вітаміну Е в оліях [49, 63, 74, 76, 80].

Олії, які отримано шляхом холодного пресування першого віджиму, можна розглядати як харчові функціональні продукти, тому що вони збагачені біологічно активними речовинами. Олії холодного пресування у своєму складі зберігають всі корисні людині речовини і тільки цей процес залишає всі характеристики олії у первісному вигляді, тому що температура процесу повинна бути від 40°C до 50°C. Теплова обробка олій під час виробництва істотно знижує рівень токоферолів [53, 63].

При високих температурах пресування, які застосовують в традиційних технологіях, олія піддається як ризику окиснення киснем повітря, так і зміні свого нативного стану. При низьких температурах видалення олії таких явищ не відбувається. Одержана в такий спосіб олія не втрачає своїх нативних природних властивостей, має добрі фізико-хімічні характеристики і більш стабільна до окиснення, тому і характеризується нижчим умістом продуктів окиснення. Така олія не потребує подальшої рафінації. Холодне пресування, через короткотривалу теплову та механічну дію на біохімічну структуру олії, дозволяє зберегти в цій олії токофероли, значну кількість фосфоліпідів, які захищають олію від надмірного подальшого окиснення. Вихід такої олії є

нижчим, проте він компенсується вартістю і високою фізіологічною цінністю та корисністю продукту [46, 48, 56].

У таблиці 3 наведено жирнокислотний склад найбільш поширених рослинних олій з олійних культур і плодкових кісточок. Відповідно до даних таблиці 3, соняшникова та кукурудзяна олії містять високу кількість кислот ω -6 і зовсім незначну – кислот ω -3 та відповідно не мають оптимального жирнокислотного складу. Соева олія має рекомендоване для споживання співвідношення ω -3/ ω -6 ПНЖК (1:10). Відомо, що для ріпакової та гірчичної олій притаманним є відносно низький відносний вміст насичених жирних кислот (4-7%), а також високий рівень олеїнової кислоти (33-59%) та середній рівень ліноленової кислоти (9-11%) і, відповідно, є сприятливим баланс ω -3/ ω -6 як 1:1-2 [3, 37, 38, 44, 53, 66, 82].

Таблиця 1.3. - Вміст жирних кислот рослинних олій, отриманих способом холодного пресування (% від загальної маси)

Олії	Вміст жирних кислот					Співвідношення ω -3/ ω -6
	Насичені	мононенасичені		поліненасичені		
		ω -9 олеїнова	Інші МНЖК	ω -6 (лінолева)	ω -3 (α -ліноленова)	
1	2	3	4	5	6	7
Соняшникова	11,34	24,61	C _{20:1} - 0,17	62,58	0,09	1: 695
Соева	15,64	21,36	C _{16:1} - 0,1	55,60	5,73	1: 10
Ріпакова	6,86	58,99	C _{20:1} - 1,46 C _{22:1} - 0,77	18,68	9,13	1: 2
Кукурудзяна	11,31	43,1	C _{16:1} - 0,27 C _{20:1} - 0,13	44,90	0,65	1: 69
Оливкова	15,53	72,06	C _{16:1} - 0,93 C _{24:1} - 0,38	7,12	0,59	1: 12
Лляна	10,24	17,30	C _{16:1} - 0,05	14,31	57,26	1: 0,25
Конопляна	10,74	13,53	C _{20:1} - 0,33	55,40	15,32	1: 3,6

Амарантова	17,83	23,97	C _{16:1} - 0,36 C _{20:1} - 0,32	53,75	1,31	1: 41
Кунжутна	11,31	38,0	C _{16:1} - 0,11 C _{20:1} - 0,17	40,71	0,34	1: 130
Кедрова	7,54	26,08	C _{16:1} - 0,04 C _{20:1} - 1,19	44,14 C _{18:3} -18,81	0,24	1: 262
Гарбузова	19,71	21,47	C _{16:1} - 0,11 C _{20:1} -0,09	58,38	0,14	1: 417
Олія волоського горіха	8,21	16,56	C _{16:1} - 0,10 C _{20:1} - 0,18	61,35	13,58	1: 4,5

Відомо, що для оливкової олії притаманним є високий вміст олеїнової кислоти та разом з тим, невеликий рівень ПНЖК родин омега-3. Тоді як у лляній чи рижівій олії вміст незамінної α -ліноленової кислоти істотно перевищує рекомендовані рівні. Це свідчить про їх високу фізіологічну цінність та доцільність використання як жирової добавки для збагачення ω -3 кислотою харчових продуктів. Відмінною особливістю рижівій олії є також вміст гондоїнової кислоти біля 14% та ерукової кислоти - біля 3%. Лише у відомій за біологічною активністю кедровій олії знайдено есенціальну γ -ліноленову кислоту (18%). Олія грецького горіха і конопляна олії мають достатньо високий вміст α -ліноленової кислоти, та їх використовують обмежено через високу вартість [3, 44, 53, 82].

1.5.1. Соняшникова олія

Соняшникова олія – основна традиційна з давна олія, яка становить 75% виробництва усіх олій в Україні. Це традиційний та недорогий у технології виробництва харчовий продукт для щоденного споживання. Склад олії соняшнику може істотно відрізнятися і залежить і від способу, і від місця вирощування соняшника, а ще дуже залежить від способу технології олії.

Позитивним аспектом є те, що в соняшниковій олії містяться вітаміни А, групи В і D, але найбільше міститься вітаміну Е - токоферолів. Також соняшникова олія багата різними вуглеводами, рядом мінеральних речовин, лецитином, дубильними речовинами та фітином. Останній, як відомо, добре покращує процес кровотворення, впливає на розвиток і ріст кісток, позитивно покращує роботі нервової системи. Також соняшникова олія містить інулін, який зміцнює імунну систему та в цілому поліпшує обмін речовин в організмі. Користь соняшникової олії, як джерела ліпідів в тому, що в ній містяться 99% жирних кислот, як насичених, так і ненасичених. І незалежно від способу виготовлення лідером у соняшниковій олії вважається поліненасичена лінолева кислота, із родини омега-6 ПНЖК, якої в олії міститься 55-65% [1, 3, 11].

Звичайний хімічний склад соняшникової олії з іншого боку так само простий, як і у більшості інших рослинних олій. На 99,9% вона складається з жирів і жирних кислот, а решта 0,1% включають в себе незначну кількість води, вітаміну Е і фосфору. Калорійність соняшникової олії відповідає чистим рослинним маслам і становить 899 кКал на 100 г продукту [37, 38]. Результати аналізів показують, що за вмістом альфа-токоферолу в харчовому раціоні майже немає більш багатих продуктів, ніж соняшникова олія. Користь альфа-токоферолу полягає у виражених антиоксидантних властивостях. Токоферол запобігає шкідливій діяльності вільних радикалів, через які відбувається оксидативний стрес, зростає ризик виникнення раку, а також прискорюються процеси старіння в організмі. За вмістом цієї речовини соняшникова олія домінує над оливковою [1, 8, 63].

Таблиця 1.4. - Жирнокислотний склад олії соняшникової, %

Код жирної кислоти	Назва жирної кислоти	Вміст
C 16:0	Пальмітинова	3,0—10,0
C 18:0	Стеаринова	1,0—10,0

C 18:1	Олеїнова	14,0—35,0
C 18:2	Линолева	50,0—75,0
C 20:0	Арахінова	до 1,5
C 22:0	Бегенова	до 1,5

Отримання соняшникової олії за допомогою екстрагування здійснюється за допомогою занурення в органічні розчинники в екстракторі. В результаті такої обробки отримують два продукти: знежирений твердий шрот та розчин з розчинника і олії. Проходячи через шнекові випарники і дистилятори, олія відділяється, проходить відстій, фільтрацію і подальші технологічні етапи. Найчастіше в якості розчинників застосовуються екстракційні бензини. З їх допомогою вдається витягти до 99% закладених у насінні олій [1, 46, 48, 65].

1.5.2. Кукурудзяна олія

Кукурудзяна олія виготовляється шляхом пресування або екстракції насіння кукурудзи. Це основна харчова олія нашої країни, на частку якої припадає $\frac{3}{4}$ загального виробництва олій. Кукурудзяна олія має приємні запах і смак. Колір знаходиться в діапазоні від світло-жовтого до червонувато-коричневого. Густина олії при 10 С становить 924 кг/м³, а температура її застигання від -10 до -15 С, кінематична в'язкість при 20 С $60,6 \cdot 10^{-6}$ м²/сек, а показник заломлення (при 20°C) 1,471-1,473. Йодне число цієї олії становить 117–123 [37, 38].

Кукурудзяна олія в основному виробляється та споживається в Сполучених Штатах, де в основному вона продається в сумішах рослинних олій, а також у Китаї та Бразилії. Більшість рослин кукурудзи в США генетично модифіковані для отримання більш витривалих культур. У США було доведено, що кукурудзяна олія в основному використовується в ресторанах швидкого харчування, тоді як м'ясо, яке використовується у фаст-фудах, таких як яловичина та курятина, отримується від тварин, яких годують кукурудзою. Слід зазначити, що сільське господарство США з кукурудзи критикували як

екологічно нежиттєздатне. Рафінована кукурудзяна олія складається з PUFA 59%, MUFA 24% і SFA 13% із співвідношенням LA / ALA 83. Кукурудзяна олія також містить гамма- та альфа-токоферолі та бета-ситостерин [1, 3, 8].

Протягом останніх двох десятиліть є лише дефіцитні дослідження щодо споживання кукурудзяної олії та здоров'я. Дослідження, що вивчало вплив дієти з високим вмістом жиру, багатой на ПНЖК та з низьким вмістом SFA або TFA, у порівнянні з дієтою з високим вмістом SFA або TFA призводить до поліпшення ліпідних профілів, включаючи рівень загального холестерину в сироватці крові та рівня холестерину LDL та тригліцеридів, таким чином зменшуючи серцево-судинні захворювання ризик. Дієта, приготована з кукурудзяною олією (або пальмовим олеїном), зменшує не тільки загальний холестерин та холестерин ЛПНЩ, але й холестерин ЛПВЩ порівняно з дієтою, приготовленою з кокосовою олією. Дієта на кукурудзяній олії також знизилася рівень тригліцеридів у сироватці крові [12, 14].

Кукурудзяна олія є чудовим джерелом незамінних жирних кислот, які зазвичай перевищують 60% від загального складу, з основним внеском лінолевої кислоти (C18:2) і відсоткового вмісту α -ліноленової кислоти (C18:3) нижче 1,5%. Тому її не можна вважати джерелом омега-3 жирних кислот у раціоні. Друга основна жирна кислота – олеїнова [37, 38].

Кукурудзяна олія широко застосовувалась у дослідженнях взаємозв'язку між харчовим жиром та рівнем холестерину в крові як єдина високополіненасичена та негідрогенізована олія, яка доступна дослідникам та пацієнтам з середини 1950-х років. Завдяки високій стабільності, приємному смаку та багаторазовому застосуванню кукурудзяна олія стала еталоном, з яким інші олії порівнювали для зниження рівня холестерину. Було проведено 30 досліджень, в яких кукурудзяна олія була важливою частиною раціону, що призвело до зменшення рівня холестерину в крові. При цьому середнє зниження рівня холестерину дорівнювало 16%. Кукурудзяна олія показала більший гіпохолестеринемічний ефект, ніж очікувалося, завдяки своєму складу жирних кислот. Це пояснювалося відносно високим рівнем нетригліцеридних

сполук, особливо стеринів. Його ефективність була також кращою в порівнянні з іншими маслами, такими як соняшник, насіння бавовни та сої. Крім того, кукурудзяна олія також допомагає в лікуванні інших хронічних захворювань людини, таких як згортання крові та агрегація тромбоцитів, а також цукровий діабет у дорослих, не викликаючи небажаних побічних ефектів [44, 53, 75].

1.5.3 Ляна олія

Ляна олія виробляється шляхом пресування або екстракції насіння льону олійного. Ляна олія виробляється з насіння льону і зараз все частіше використовується в харчуванні. Вона містить 9,0 г SFA / 100 г, 18,4 г MUFA / 100 г та 67,8 г PUFA / 100 г, з яких 53,4г - ALA. Цей надзвичайно високий вміст альфа-ліноленової кислоти (АЛК або ALA) змушує цю олію швидко окислюватися, і тому вона часто постачається з відповідним антиоксидантним препаратом. Ляна олія також багата альфа- та гамма-токоферолом, вітаміном К та фітостеринами [3, 7, 8, 18, 80].

Передбачувана користь для здоров'я, пов'язана з омега-3 ПНЖК, зробила ляну олію хорошим дієтичним джерелом досягнення харчової адекватності АЛК. Це підтверджується недавнім оглядом, який у сукупності показує, що збільшення споживання АЛК пов'язане з меншим ризиком захворюваності та смертності від ішемічної хвороби серця, меншими шансами на каротидні бляшки та більш тонкими сегментально-специфічними товщинами інтиму / середовища сонної артерії, тоді як збільшення вмісту фосфоліпідної АЛК асоціюється з меншим ризиком інсульту. Хоча більшість досліджень повідомили про помірне вплив ляної олії на крові загального холестерину, холестерину ЛПНЩ і ЛПВЩ, ALA з ляної олії має тенденцію до збільшення концентрацій великих, менш атерогенних субфракцій ЛПНЩ-холестерину. Модуляція рівня тригліцеридів у сироватці крові за допомогою ALA та споживання ляної олії залишається неясною. Докази також свідчать про те, що дієтична АЛК пов'язана із зниженням артеріального тиску, але пов'язаність споживання ляної олії з рівнем артеріального тиску є безперечною.

Проковтування лляної олії або ALA може допомогти у запобіганні чи лікуванні різноманітних ускладнень діабету та модулює коагуляцію у хворих на цукровий діабет, але не у здорових людей [4, 10, 14, 20, 61, 64, 67, 82].

Таблиця 1.5. - Фізико-хімічні властивості лляної олії

Показник	Значення
Число омилення, мг КОН/г	184...195
Йодне число, г I ₂ /100г	130-205
Густина за температури 15°C, кг/м ³	934-935
Показник заломлення за температури 20°C	1,485-1,487

Таблиця 1.6. - Орієнтовний жирнокислотний склад лляної олії різних виробників, %

Жирна кислота	% від загального вмісту жирних кислот
Пальмітинова	4-8
Стеаринова	3-5
Олеїнова	19-28
Лінолева	13-20
α-Ліноленова	41-62

Олія лляна згідно ГОСТ 5791-81 розрізняють олію лляну нерафіновану 1-го гатунку, олію лляну рафіновану, олію лляну рафіновану відбілену 1-го гатунку [37, 38].

Олія лляна за своєю біологічною цінністю стоїть на першому місці серед інших традиційних і багатьох нетрадиційних олій.

Саме через високий вміст альфа-ліноленової кислоти і вітаміну Е збільшується її використання як у харчовій промисловості, так і для здорового харчування [8, 42, 44, 75,82].

1.6. Підсумки з огляду літературних джерел

Таким чином, підсумовуючи аналіз вищевикладених літературних даних про особливості біологічної і харчової цінності різних олій, їх жирнокислотного складу, направленості на ті чи інші фізіолого-біохімічні функції організму можна зробити висновок про необхідність більш глибокого вивчення жирнокислотного складу традиційних олій для створення купажів.

Отримані результати дадуть можливість одночасно покращити зразу кілька позицій, з одного боку для пересічного споживача буде більше інформації щодо безпечності і якості, а з іншої і для виробників саме таких традиційних олій з економічної сторони і вигоди.

Для цього необхідно дослідити жирнокислотний склад представлених на ринку традиційних олій, а саме соняшникової, кукурудзяної та лляної.

На основі досліджень жирнокислотного складу традиційних олій провести порівняльний аналіз вмісту окремих жирних кислот, визначити вміст жирних кислот насичених і ненасичених, а також поліненасичених жирних кислот родин омега-3, -6 та-9 у досліджуваних оліях.

На основі інформації про вміст і співвідношення різних жирних кислот у досліджуваних оліях необхідно визначити прогнозований біологічний ефект кожної олії.

- На основі отриманих даних про жирнокислотний профіль кожної із досліджуваних олій створити купажі із цих олій і дослідити їх жирнокислотний склад.
- Це дасть можливість обґрунтувати купажі як функціональні харчові продукти. З іншого боку така характеристика досліджуваних олій буде визначати і практичну значимість даної роботи.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Схема досліджень

Виконання експериментальних досліджень магістерської роботи проведилося 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:

- 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	Соняшникова	Кукурудзяна	Лляна
1.	100	-	-
2.	-	100	-
3.	-	-	100
4.	90	-	10
5.	70	-	30
6.	50	-	50
7.	-	90	10
8.	-	70	30
9.	-	50	50

Жирнокислотний склад досліджуваних зразків олій і їх сумішей визначали у свіжоприготовлених зразках олії. Температура зберігання зразків

коливалась в діапазоні $+12\pm 4^{\circ}\text{C}$. Усі досліджувані зразки були розфасовані у непрозорі скляні пляшки, ємністю 100 мл, масою 92 грами.

З кожної досліджуваної пляшки проводився відбір проб. Кількість серій для кожного зразку була кратна трьом.

2.2. Дослідження жирнокислотного складу олій

Жирнокислотний склад досліджуваних зразків олій і їх купажів визначали у зразках олії, які на час проведення досліджень їх термін становив 1-1,5 місяця з дня виготовлення. Температура зберігання зразків коливалась в діапазоні $+12\pm 4^{\circ}\text{C}$.

З кожної досліджуваної олії і купажів проводили відбір проб.

У досліджуваних зразках олій вимірювали також кислотне число (КЧ) – за ГОСТ 5476 та перекисне число (ПЧ) – за ГОСТ 5475 [37, 38, 65].

Класично ліпіди з досліджуваних зразків олій екстрагували сумішшю хлороформ-метанолу у відомому співвідношенні 2:1 за методом Фолча та визначали їх жирнокислотний склад методом газорідинної хроматографії. Традиційно метилові ефіри жирних кислот одержували шляхом прямої переестерифікації шляхом метилування ліпідного екстракту в запаяних скляних ампулах в термостаті при температурі 65°C протягом 24 годин в 3% розчині HCl в абсолютному метанолі. Розділення жирних кислот проводили на хроматографі Chrom-4 (Чехія) з полум'яно-іонізаційним детектором (довжина колонки – 2,4 м, діаметр – 4 мм, наповнювач – поліетиленгліколь, сукупність на хромосорбі – 60-80 мм, температура випаровування – 220°C , температура колонки – 183°C , використання H_2 – 30 мл/хв, повітря – 400 мл/хв. Жирні кислоти ідентифікували, визначаючи час їх виходу після введення, порівнюючи зі стандартом, яким служили метилові ефіри відомих жирних кислот. Для визначення процентного відносного вмісту кожної з жирних кислот обчислювали загальну площу піків кривої, приймаючи її за 100%. Потім,

знаходячи частку піку кривої для кожної жирної кислоти у процентах, одержували значення їх процентного вмісту.

Отримані експериментальні дані опрацьовували статистично із застосуванням коефіцієнта Стьюдента за стандартною методикою.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Жирнокислотний склад досліджуваних традиційних олій

Дотримуючись мети і завдань роботи за результатами проведених нами досліджень встановлено жирнокислотний склад декількох традиційних олій, які використовувалися, а саме соняшnikової, кукурудзяної і лляної. Останню за динамікою росту споживання можна також віднести до традиційних, якою вона і була раніше в Україні. Результати статистичної обробки отриманих даних наведено у таблицях 3.1-3.6. З цих даних видно, що існують істотні відмінності як у якісному, так і у кількісному вмісті окремих жирних кислот у складі кожної з олій.

Аналіз отриманих даних, які представлені у таблиці 3.1-3.4. та рис. 3.1-3.4 свідчить про те, що кожна із досліджуваних олій визначається у складі домінуючою перевагою вмісту певної поліненасиченої жирної кислоти.

Аналіз даних, наведених у таблиці 4.1 – 4.5. та рис. 4.1-4.5 свідчить про те, що кожна із досліджуваних олій характеризується у своєму складі домінуючою перевагою відносного вмісту певної поліненасиченої жирної кислоти. Так, у соняшnikовій олії це лінолева кислота (ω -6), у лляній – α -ліноленова (ω -3), у кукурудзяній - лінолева кислота (ω -6).

Однією із важливих характеристик жирнокислотного складу олії є сума жирних кислот за ступенем насичення та співвідношення різних класів жирних кислот між собою, в першу чергу насичених до ненасичених, а також ПНЖК ω -6 до ПНЖК ω -3. Такі результати у нашому дослідженні представлені у наведених нижче таблицях.

Отримані нами результати експериментальних досліджень та їх статистичний аналіз показали значні відмінності у відносному вмісті найбільш лімітуючих жирних кислот у досліджуваних нами оліях. Необхідно відмітити,

що соняшникова олія, яка є основною споживчою олією у раціоні більшості населення України, містить дуже малі кількості ПНЖК родини ω -3 (до 0,5%). Одночасно у соняшниковій олії зафіксовано дуже високий відносний вміст лінолевої кислоти, а вона належить до ПНЖК родини ω -6. Відомо, що в організмі як людини, так і тварин ПНЖК родини ω -3 і ω -6 є конкурентними за цілий комплекс ферментів, які забезпечують їх перетворення. Ці перетворення у дуже важливі біологічно активні речовини, які належать до різних класів простагландинів, простациклінів, тромбоксанів, лейкотриєнів та інших. Вони регулюють напрями та інтенсивність метаболічних реакцій на клітинному рівні. При цьому із ПНЖК родини ω -6 синтезуються більшою мірою прозапальні біологічно активні речовини, тоді як із ПНЖК родини ω -3 – протизапальні. Тому при щоденному чи частому вживанні лише кукурудзяної або соняшникової олії організм схильний більшою мірою синтезувати прозапальні метаболіти – похідні лінолевої кислоти і меншою – протизапальні. Очевидним є висновок про доцільність разом із соняшnikовою олією, яка в помірних дозах все таки постачає есенціальні ПНЖК для організму, вводити в раціон і інші олії, які відрізняються за жирнокислотним складом, в першу чергу з більшим вмістом ПНЖК родини ω -3 .

3.1.1. Жирнокислотний склад соняшникової олії

Аналізуючи дані про жирнокислотний склад досліджуваної соняшникової олії, які наведені в таблиці 4.1, встановлено, що кількість насичених жирних кислот сумарно становить 15,5% від загальної кількості кислот у олії, тоді як вміст усіх ненасичених жирних кислот родини омега-6 становить 84,5%. Найбільший вміст у досліджуваній соняшниковій олії становить лінолева кислота із вмістом 60%. При цьому майже відсутні поліненасичені жирні кислоти родини омега-3. Виходячи із даних жирнокислотного складу соняшникової олії, можна стверджувати, що дана олія може використовуватися

для створення купажів, як джерело, в першу чергу, поліненасичених жирних кислот родини омега-6.

Таблиця 3.1. Жирнокислотний склад соняшникової олії

Код ЖК	Назва жирної кислоти	Масова частка жирних кислот, %
C _{16:0}	Пальмітинова	6,9
C _{18:0}	Стеаринова	6,8
C _{18:1 ω-9}	Олеїнова	25
C _{18:2 ω-6}	Лінолева	60
C _{20:4 ω-6}	Арахідонова	1,5
C _{22:0}	Бегенова	1,5

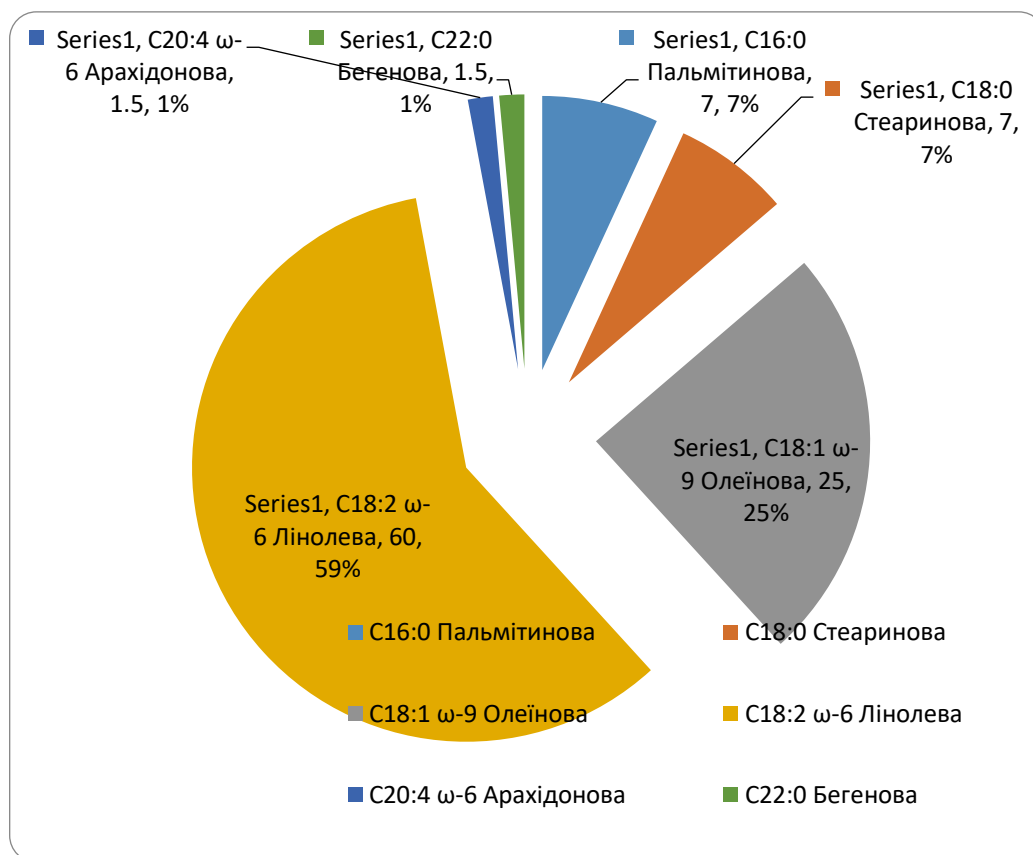


Рис. 3.1. Жирнокислотний склад соняшникової олії, %

У таблиці 3.2. наведено дані про рівень насиченості жирних кислот соняшникової олії у відсотках від загальної кількості жирних кислот. Ці дані свідчать, що співвідношення між насиченими і ненасиченими жирними кислотами у досліджуваній соняшковій олії становить 1 : 10,1 і відповідає такому для більшості традиційних олій.

Таблиця 3.2. - Рівень насиченості жирних кислот соняшникової олії, (% від загальної кількості жирних кислот, n=3)

Жирні кислоти	Соняшникова олія
Σ НЖК	9,0
Σ ω-3	0,5
Σ ω-6	66,4
Σ ω-9	23,8
Σ ННЖК	90,7
НЖК / ПНЖК	1 : 10,1
ω-6 / ω-3	133 : 1

Важливим для інтерпретації даних і перспектив для наступних досліджень щодо створення купажів є дані про відношення між сумарним вмістом ПНЖК родини омега-6 до ПНЖК родини омега-3. Як видно із даних таблиці 3.2, цей відносний показник становить 133 : 1. Це означає, що дана соняшникова олія, яка є типовим представником серед інших олій виготовлених із насіння соняшника є ключовим фактором у перенавантаженні раціону людини омега-6 ПНЖК. При відомому необхідному балансі в раціоні ПНЖК родин омега-6 до ПНЖК омега-3 як 4-5 : 1, домінуюче щоденне споживання соняшникової олії населенням України призводить зміщення цього співвідношення в гіршу сторону до

показника 15-20 : 1. В подальшому на цій основі виникають різноманітні порушення метаболізму, які часто визначаються як цивілізаційні хвороби.

3.1.2. Жирнокислотний склад кукурудзяної олії

Кукурудзяна олія за кількістю споживання серед населення України знаходиться на другому місці після соняшникової. Черговим нашим завданням у даній роботі було дослідити жирнокислотний склад цієї традиційної олії, проаналізувати і порівняти із жирнокислотним складом соняшникової і лляної. Кінцевою метою такого порівняння є створення купажів на їх основі. І вже за даними результатів газохроматографічного дослідження жирнокислотного складу стіорених купажів вибрати оптимальний і рекомендувати саме таку пропорцію досліджуваних олій у ньому.

В результаті газохроматографічного дослідження жирнокислотного складу кукурудзяної олії дані, які представлено у таблиці 3.3. Як показують дані таблиці 3.3 і графічні зображення на малюнку 3.2, жирнокислотний склад досліджуваної кукурудзяної олії характеризується невеликим числом встановлених жирних кислот – всього 7. При цьому із насичених жирних кислот виявлено пальмітинову і стеаринову, а із поліненасичених олеїнову, лінолеву, ліноленову, арахідонову. Відносний вміст жирних кислот у досліджуваній олії зменшується в ряді: лінолева > олеїнова > пальмітинова > ліноленова > стеаринова > арахідонова > пальмітоолеїнова.

Найбільший відносний вміст у досліджуваній кукурудзяній олії встановлено для лінолевої кислоти із показником – 47,2%. Виходячи із цього, кукурудзяну олію можна віднести до омега-6 олій, оскільки лінолева кислота є представником родини омега-6 поліненасичених жирних кислот.

Необхідно відмітити, що однією із вагомих характеристик жирнокислотного складу кукурудзяної та і всіх олій є сума жирних кислот за ступенем насичення та співвідношення різних класів жирних кислот між собою.

Таблиця 3.3.- Жирнокислотний склад кукурудзяної олії, %

Код ЖК	Назва жирної кислоти	Відносний вміст жирних кислот, %
C _{16:0}	Пальмітинова	10,5
C _{16:1} ω-6	Пальмітоолеїнова	0,2
C _{18:0}	Стеаринова	3,2
C _{18:1} ω-9	Олеїнова	34,3
C _{18:2} ω-6	Лінолева	47,2
C _{18:3} ω-3	Ліноленова	3,8
C _{20:4} ω-6	Арахідонова	0,4

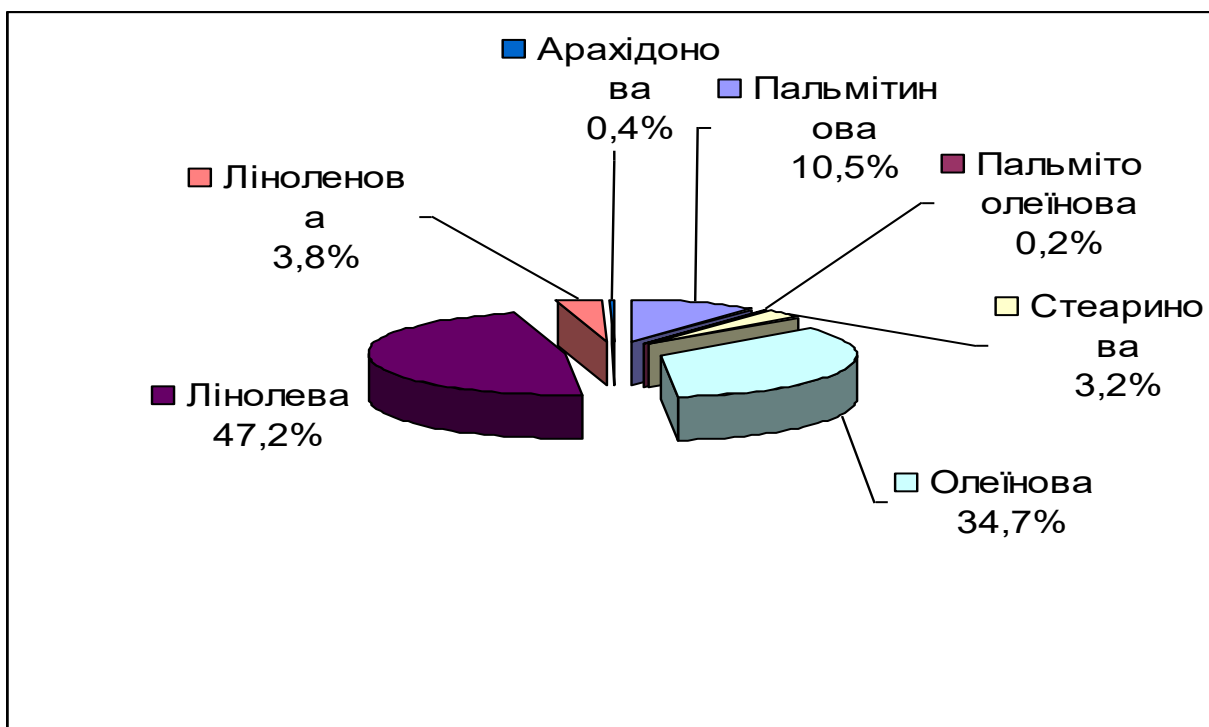


Рис. 3.2. Жирнокислотний склад кукурудзяної олії

У нашій роботі ми враховували співвідношення насичених жирних кислот до ненасичених, а також ПНЖК ω-6 до ПНЖК ω-3, що визначає

біологічну і харчову цінність досліджуваних олій. Отримані нами результати щодо вказаних характеристик представлено у таблиці 3.4, які наведена нижче в даному розділі.

Таблиця 3.4. - Рівень насиченості жирних кислот кукурудзяної олії, (% від загальної кількості жирних кислот, n=3)

Жирні кислоти	Вміст і співвідношення жирних кислот, %
Σ НЖК	10,7
Σ ω-3	3,8
Σ ω-6	47,2
Σ ω-9	34,3
Σ ННЖК	89,3
НЖК / ПНЖК	1 : 8,3
ω-6 / ω-3	12,4 : 1
ω-3 / ω-6 / ω-9	1 : 12,4 : 9

Як видно із даних наведених у таблиці 3.4, сумарний вміст поліненасичених жирних кислот родини омега-3 у досліджуваній кукурудзяній олії становив 3,8%, сумарний вміст поліненасичених жирних кислот родини омега-6 – 47,2%, а сумарний вміст поліненасичених жирних кислот родини омега-9 складав 34,3%. Отримані нами результати дозволять встановити співвідношення між вказаними родинками. Це має важливе значення для характеристики харчового продукту, в даному випадку кукурудзяної олії з позиції біологічної цінності і функціональної направленості. Отже, співвідношення між поліненасиченими жирними кислотами родини омега-3, омега-6 та омега-9 у досліджуваній кукурудзяній олії становить 1 : 12,4 : 9. Виходячи з позиції біохімічного і функціонального значення поліненасичених жирних кислот родин омега-3, омега-6 та омега-9 в організмі людини та із нормованого їх баланку в раціоні, можна зробити висновок, що

встановлене нами співвідношення між цими родинами поліненасиченими жирними кислотами родини не відповідає такому, яке потрібне для забезпечення оптимального балансу для організму. Воно є зміщеним в бік переважання омега-6 та омега-9 поліненасичених жирних кислот.

Представлені у таблицях 3.3 і 3.4 результати дослідження жирнокислотного складу взятої для аналізу кукурудзяної олії засвідчують один позитивний і вагомий результат, який буде важливим для створення купажів на основі кукурудзяної олії. Це високий вміст олеїнової кислоти із показником 34,3, яка належить до поліненасичених жирних кислот родини омега-9. Відомо, що споживання достатньої кількості цієї жирної кислоти є підтвердженою профілактикою серцево-судинних захворювань. Споживання великої кількості поліненасичених жирних кислот родини омега-9 має місце у традиційній кухні населення середземноморських країн, які як джерело їх використовують оливкову олію [16, 20].

3.1.3. Жирнокислотний склад досліджуваної лляної олії

Аналіз літературних наукових даних в процесі підготовки огляду літератури за темою магістерського дослідження запевнив, що лляна олія, яка раніше була традиційною, починає повертати свої позиції [3, 45, 77, 82]. Щороку зростає популярність споживання лляної олії через відкриття нових чи забутих її позитивних впливів як на здоровий організм, так і допомагає при різних патологічних станах. Проте на загал кількість її на продовольчому ринку ще недостатня, щоб забезпечити потреби населення. Разом з тим, недостатньо проінформований і пересічний споживач про жирнокислотний склад і біологічну і харчову цінність лляної олії.

Лляна олія, отримана шляхом холодного віджиму, характеризується особливим корисним складом через наявність великої кількості антиоксидантів. Як правило це токофероли, тобто біологічно активні речовини, які представляють вітамін Е. Ці речовини, як антиоксиданти

відіграють основну роль у збереженні стабільності жирнокислотного складу олій, вони зв'язують вільні радикали, які утворюються при тривалому зберіганні олій, а також при дії підвищеної температури або при зберіганні при дії прямих сонячних променів. З іншого боку, дані токофероли у складі лляної олії чинять свою антиоксидантну дію і в організмі людини [8, 63].

Отримані нами дані про жирнокислотний склад досліджуваної лляної олії представлено в таблиці 3.5. Відмітимо, що отримані нами результати більшою мірою співпадають із результатами досліджень інших науковців [82]. Нами встановлено, що у жирнокислотному складі досліджуваної лляної олії вміст окремих жирних кислот зменшувався в ряді: ліноленова > олеїнова > лінолева > пальмітинова > стеаринова.

Таблиця 3.5. - Жирнокислотний склад лляної олії, %

Код ЖК	Назва жирної кислоти	Масова частка жирних кислот, %
C _{16:0}	Пальмітинова	5,6
C _{18:0}	Стеаринова	3,5
C _{18:1} ω-9	Олеїнова	22,5
C _{18:2} ω-6	Лінолева	16,2
C _{18:3} ω-3	Ліноленова	52,2

З наведених у таблиці 3.6 даних можна стверджувати, що лляна олія є найбільш насиченою олією за поліненасиченими жирними оліями родини омега-3. І це за рахунок ліноленовою кислотою. Враховуючи сумарний вміст жирних кислот окремих родин, нами встановлено співвідношення між вмістом поліненасичених жирних кислот омега-3, -6, -9 у досліджуваній лляній олії, яке становить 3,25 : 1 : 1,4.

Таке співвідношення між омега родиними ПНЖК є досить корисним для людини, оскільки на сьогодні у більшості населення в раціоні є надлишок омега-6 і дефіцит омега-3 [20, 45, 78]. Регулярне споживання такої

ляної олії покриє вказаний дефіцит і вирівняє необхідний для організму баланс ПНЖК різних родин омега.

Таблиця 3.6. - Рівень насиченості жирних кислот ляної олії, (% від загальної кількості жирних кислот, n=3)

Жирні кислоти	Ляна олія
Σ НЖК	9,1
Σ ω-3	52,2
Σ ω-6	16,2
Σ ω-9	22,5
Σ ННЖК	90,9
НЖК / ПНЖК	1 : 10
ω-6 / ω-3	1 : 3,2

Підсумовуючи наведені вище дані, напрашується перспективна рекомендація щодо додавання власне ляної олії, як найбагатшого рослинного джерела ПНЖК родини ω-3 до інших традиційних олій, таких як соняшникова чи кукурудзяна. На основі комінацій їх співвідношень можна створювати купажі олій, що будуть більш корисними, ніж окремі олії, які багаті омега-6 ПНЖК.

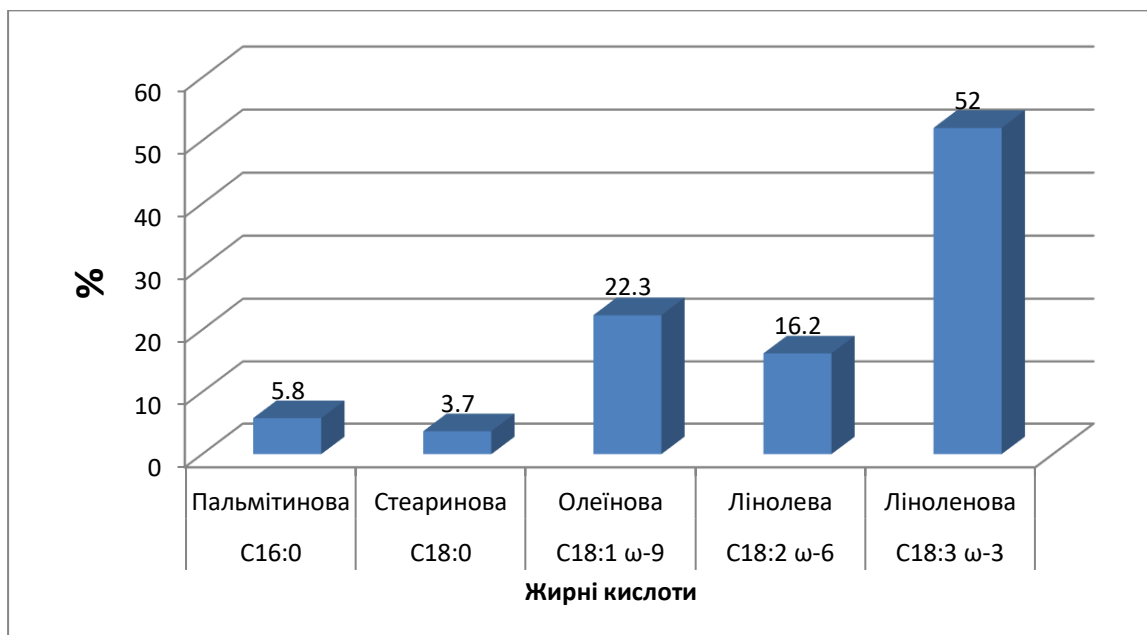


Рис. 3.3. Жирнокислотний склад лляної олії, %

Лляна олія, як було в інших дослідженнях через високий вміст антиоксидантів – токоферолів і унікальному жирнокислотному складу заслуговує високої оцінки з позицій надання їй статусу функціонального продукту [3, 8, 18, 24, 36, 61, 63].

3.1.4. Порівняльна характеристика рівнів насиченості досліджуваних олій

Аналіз результатів газохроматографічного визначення жирнокислотного складу досліджуваних у роботі олій засвідчив значні відмінності у вмісті домінуючих і лімітуючих жирних кислот у кожній із досліджуваних олій. Більшість отриманих нами результатів збігаються із відомою тенденцією щодо жирнокислотного складу досліджуваних олій. Разом із тим, встановлено ряд нових даних та на основі їх аналізу подано оцінку кожної із досліджуваних олій в якості функціональних продуктів. Самі ці отримані нами дані і є науковою новизною даної роботи, мають практичне значення і заслуговують рекомендаційного поширення.

Біологічна і харчова цінність олій визначається також і ступенем насиченості жирних кислот [24, 32, 44, 69]. Тому черговим завданням

дослідження було порівняти ступені насиченості жирних кислот у досліджуваних оліях, також розрахувати співвідношення між вмістом насичених і поліненасичених олій. У таблиці 3,7 представлено дані щодо рівня насиченості жирних кислот та їх співвідношення у досліджуваних оліях: соняшниковій, кукурудзяній і лляній.

Аналіз цих даних показує, що вміст ненасичених жирних кислот у досліджуваних оліях зменшується в ряді: лляна > соняшникова > кукурудзяна. З отриманих даних і їх порівняння випливає, що лляна олія серед досліджуваних характеризується найбільшим вмістом ненасичених жирних кислот.

При дослідженні біологічної ролі тієї чи іншої олії одним із визначних параметрів є співвідношення між поліненасиченими жирними кислотами омега-3, -6 та -9. Виходячи з цього, слід відзначити як відрізняються за вмістом цих кислот досліджувані нами олії. За вмістом поліненасичених жирних кислот родини омега-3 у досліджуваних оліях лідирує беззаперечно соняшникова олія – 60%, далі іде кукурудзяна олія із вмістом 47,2% і найменша кількість поліненасичених жирних кислот родини омега-6 є у лляній олії – 16,2%.

За вмістом поліненасичених жирних кислот родини омега-3 у досліджуваних оліях на першому місці буде лляна олія – 52%, далі іде кукурудзяна олія із вмістом 47,2% і найменша кількість поліненасичених жирних кислот родини омега-3 є у соняшниковій олії – 16,2%.

Щодо вмісту поліненасичених жирних кислот родини омега-9 у досліджуваних оліях беззаперечним лідером є кукурудзяна олія – 34,2%, далі іде лляна олія і найменша кількість поліненасичених жирних кислот родини омега-9 є у соняшниковій олії.

Характеризуючи вище вказані дані, можна проаналізувати їх у порівняльному аспекті щодо співвідношення між омега-3, омега-6 та омега-9 жирними кислотами згідно даних таблиці 3.7. Як видно із наведених у таблиці 3.7 даних, співвідношення між омега-3, омега-6 та омега-9 жирними кислотами

у соняшниковій олії становило 1 : 133 : 48, у кукурудзяній - 1 : 12,4 : 9 та у лляній - 3,2 : 1 : 1,4.

Отримані результати і їх представлення мають надзвичайно важливе значення з позиції оцінки біологічного ролі кожної із досліджуваних олій. Кожна окремо взята досліджувана олія не відповідає рекомендованому балансу поліненасичених жирних кислот родин омега в раціоні, проте їх комбінування при змішуванні дасть перспективно можливість створити обхідний баланс ненасичених жирних родини омега [49, 50, 70, 73]. Це послужили наступним завданням нашої магістерської роботи.

Виходячи із отриманих нами даних щодо ступеня насиченості досліджуваних олій можна зробити висновок, що біологічна цінність досліджуваних олій зростає із зменшенням вмісту насичених жирних кислот та відповідно збільшення поліненасичених.

Таблиця 3.7. - Рівень насиченості жирних кислот і їх співвідношення у соняшниковій, кукурудзяній та лляній оліях, (% від загальної кількості жирних кислот, n=3).

Сумарний вміст жирних кислот і їх співвідношення	Олії		
	Соняшникова	Кукурудзяна	Ляна
Σ НЖК	9,0	10,7	9,1
Σ ω-3	0,5	3,8	52,2
Σ ω-6	66,4	47,2	16,2
Σ ω-9	23,8	34,3	22,5
Σ ННЖК	90,7	89,3	90,9
НЖК / ПНЖК	1 : 10,1	1 : 8,3	1 : 10
ω-6 / ω-3	133 : 1	12,4 : 1	1 : 3,2
ω-3 / ω-6 / ω-9	1 : 133 : 48	1 : 12,4 : 9	3,2 : 1 : 1,4

Як впливає із отриманих нами даних з результатів досліджень, які представлені у таблицях 3.5-3.7, вміст есенціальних омега-3 поліненасичених жирних кислот у досліджуваних оліях найбільший у лляній олії. Таким чином, дану лляну олію можна рекомендувати окремо як функціональний харчовий продукт, а також ще більше для купажу олій із підвищеним вмістом поліненасичених жирних кислот родини саме омега-3.

Варто сказати, що отримані нами результати жирнокислотного профілю мають значення саме до досліджуваних олій, а тому ці дані можуть мають право несуттєво відрізнитися від інших олій даного класу. Це можна пояснити різним вмістом олії в насінні льону, соняшнику та зерні кукурудзи, що залежить від ряду факторів: сорту, кліматичних умов, ґрунту та умов вирощування олійних культур.

3.2. Жирнокислотний склад купажів олій

3.2.1. Жирнокислотний склад купажів соняшnikової і лляної олій

Виходячи із отриманих результатів проведених газохроматографічних досліджень жирнокислотного складу соняшnikової і лляної олій, доцільним виявляється виготовлення сумішей соняшnikової і лляної олій. Це, з одного боку, дозволить збалансувати жирнокислотний склад, який зможе відповідати нормам харчування людини, а з другого - дозволить забезпечити більшу стійкість до окислення купажу, за рахунок сумачії різних фракцій токоферолів з обох олій. Це стало насупним завданням нашого дослідження, результати якого подані нижче.

З наведених у таблиці 3.8-3.13 даних експериментальних досліджень видно, що жирнокислотний склад купажованих олій залежить від співвідношення у ньому соняшnikової і лляної олій, які відрізняються своїм нативним жирнокислотним складом.

При збільшенні частки лляної олій і відповідно зменшенні соняшnikової у купажі знижується відносний вміст насичених кислот. Так,

відносний вміст пальмітинової кислоти у купажі з рівним вмістом соняшnikової і лляної олії (зразок №3) зменшується до 5,1% порівняно із 5,4% у купажі №1 (С – 90%, Л – 10%), а відносний вміст стеаринової кислоти зменшується відповідно з 3,3% до 5,5%. При цьому також суттєво міняється жирнокислотний склад і співвідношення ненасичених жирних кислот різних родин. Збільшення частки лляної олії до 50% у купажі призводить до збільшення відносного вмісту ліноленової кислоти (C_{18:1} ω-9) до 40,4% порівняно із таким у купажі №1 (С – 90%, Л – 10%), де її вміст становив лише 26,2%.

Таблиця 3.8. - Жирнокислотний склад купажу (№3) соняшnikової і лляної олії у співвідношенні 90 : 10%, (% від загальної кількості жирних кислот, n=3).

Код жирної кислоти	Відносний вміст жирних кислот, %
C _{16:0}	5,4
C _{16:1} ω-6	0,3
C _{17:0}	0,1
C _{18:0}	3,5
C _{18:1} ω-9	10,9
C _{18:2} ω-6	73,1
C _{18:3} ω-3	6,2
C _{20:1} ω-3	0,2
C _{22:1} ω-6	0,2

Як видно із даних наведених у таблиці 3.9, заміщення соняшnikової олії на 10% лляною свідчить про зміщення у співвідношенні між ними.

Таблиця 3.9.- Рівень насиченості жирних кислот купажу (№1) соняшникової і лляної олії у співвідношенні 90 : 10, (% від загальної кількості жирних кислот, n=3).

Код жирної кислоти	
Σ НЖК	9,0
Σ ω-9	10,6
Σ ω-6	73,0
Σ ω-3	6,4
Σ ННЖК	90,0
НЖК / ПНЖК	1:10,0
ω-6 / ω-3	11,8 :1
ω-3 / ω-6 / ω-9	1 : 11,8: 1,7

Поліненасиченими жирними кислотами родин омега-3, -6 та -9, яке у 100% соняшниковій олії становило 1 : 133 : 48, а у даному купажі склало - 1 : 11,8: 1,7.

Таким чином, додавання лише 10% лляної олії до соняшникової надзвичайно кардинально змінює співвідношення між поліненасиченими жирними кислотами родин омега-3, -6 та -9 у соняшниковій олії. І таке отримане нами співвідношення між поліненасиченими жирними кислотами родин омега-3, -6 та -9 у соняшниковій олії уже є більш наближеним для організму людини, а ніж у чистій соняшниковій олії.

В таблиці 3.10 показані результати жирнокислотного складу купажу соняшникової і лляної олії у співвідношенні 70 : 30%. Збільшення частки лляної олії на 30% суттєво впливало на жирнокислотний склад купажу.

Особливо необхідно відмітити про значне зростання поліненасичених жирних кислот родини омега-3, відносний сумарний вміст який склав 17,1%, тобто майже 1/5 від загальної кількості усіх жирних кислот.

Таблиця 3.10. - Жирнокислотний склад купажу (№2) соняшникової і лляної олії у співвідношенні 70 : 30%, (% від загальної кількості жирних кислот, n=3)

Код жирної кислоти	Відносний вміст жирних кислот, %
C _{16:0}	5,3
C _{16:1} ω-6	0,5
C _{17:0}	0,1
C _{18:0}	3,1
C _{18:1} ω-9	14,7
C _{18:2} ω-6	61,0
C _{18:3} ω-3	16,4
C _{20:1} ω-3	0,7
C _{22:1} ω-6	0,7

Аналізуючи дані таблиці 3.11, можна констатувати, що збільшення частки лляної олії до 30% у купажі із соняшниковою призводило до суттєво зміщення співвідношення між поліненасиченими жирними кислотами ω-6 / ω-3, яке становило 3,6 : 1.

Таблиця 3.11. - Рівень насиченості жирних кислот купажу (№2) соняшникової і лляної олії у співвідношенні 70 : 30, (% від загальної кількості жирних кислот, n=3).

Код жирної кислоти	Відносний вміст жирних кислот, %
Σ НЖК	8,5
Σ ω-9	13,9
Σ ω-6	61,2
Σ ω-3	17,1
Σ ННЖК	91,5
НЖК / ПНЖК	1:10,8
ω-6 / ω-3	3,6 : 1
ω-3 / ω-6 / ω-9	1,2 : 4,4 : 1

Загалом у даному купажі із соняшnikової і лляної олії у співвідношенні 70 : 30 співвідношення між поліненасиченими жирними кислотами родин ω -3 / ω -6 / ω -9 становило 1,2 : 4,4 : 1. На тлі загального дефіциту омега-3 ПНЖК і надлишку омега-6 ПНЖК у раціоні, такий купаж може бути рекомендований як корегуючий для відновлення загального балансу омега ПНЖК у раціоні. Таке співвідношення соняшnikової і лляної олії у співвідношенні, а саме як 70 : 30 може буди рекомендоване для щоденного вживання.

Представлені у таблиці 3.12 дані про жирнокислотний склад купажу (№3) соняшnikової і лляної олії у співвідношенні 50 : 50% свідчать суттєві зміни у жирнокислотному складі даного купажу, порівнюючи із нативною соняшnikовою чи лляною олією. Так, необхідно відміти значне збільшення ПНЖК родини омега-3, яке сукупно становило 41,5%.

Таблиця 3.12. - Жирнокислотний склад купажу (№3) соняшnikової і лляної олії у співвідношенні 50 : 50%, (% від загальної кількості жирних кислот, n=3)

Код жирної кислоти	Відносний вміст жирних кислот, %
C _{16:0}	5,1
C _{16:1} ω -6	0,6
C _{18:0}	2,5
C _{18:1} ω -9	16,4
C _{18:2} ω -6	35,1
C _{18:3} ω -3	40,4
C _{20:1} ω -3	1,1
C _{22:1} ω -6	1,2

Також, як показано у таблиці 3.13, у купажі соняшникової і лляної олії у пропорції 50 : 50 співвідношення між усіма поліненасиченими жирними кислотами родин омега-3, -6 та -9 становило 2,3 : 2,1 : 1.

Таблиця 3.13. Рівень насиченості жирних кислот купажу (№3) соняшникової і лляної олії у співвідношенні 50 : 50, (% від загальної кількості жирних кислот, n=3).

Код жирної кислоти	Відносний вміст жирних кислот, %
Σ НЖК	7,6
Σ ω-9	17,5
Σ ω-6	36,9
Σ ω-3	41,5
Σ ПНЖК	93,4
НЖК / ПНЖК	1:12,3
ω-6 / ω-3	1 : 1,1
ω-3 / ω-6 / ω-9	2,3 : 2,1 : 1

Підсумовуючи вище викладені дані, необхідно також відмітити зміни відносного вмісту ПНЖК родини ω-6 у жирнокислотному складі в усіх купажах олій. Так, при збільшенні частки лляної олії з 10% до 50% у складі купажу відносний вміст основної ПНЖК родини ω-6 – лінолевої - зменшувався відповідно від 73,1% до 35,1%. Одночасно збільшувався відносний вміст ПНЖК родини ω-3, в першу чергу за рахунок C_{18:3} ω-3 ліноленової кислоти.

Як було відмічено вище, біологічна і харчова цінність олій або їх купажів визначається співвідношенням суми насичених до ненасичених жирних кислот, а також співвідношенням між полі ненасиченими жирними кислотами різних класів: омега-3, омега-6 та омега-9. Як видно з даних результатів досліджень представлених у таблицях 3.8-3.13, при зростання частки лляної олії у купажі від 10 до 50% відповідно і зменшується відносний сумарний вміст насичених жирних кислот і збільшується вміст поліненасичених. Іншою важливою зміною жирнокислотного складу у

досліджуваних купажах було істотне зростання відносного вмісту омега-3 поліненасичених жирних кислот від 6,4% в купажі з співвідношенням соняшnikової до лляної олії 90:10 до 41,5% у купажі з співвідношенням соняшnikової до лляної олії 50:50. Такі зміни у вмісті омега-3 жирних кислот призвели і змін відношення між омега-6 та омега-3 поліненасиченими жирними кислотами. Так, у купажі з співвідношенням соняшnikової до лляної олії 90:10 відношення між омега-6 та омега-3 поліненасиченими жирними кислотами становило 11,8 : 1, а у купажі з співвідношенням соняшnikової до лляної олії 50:50 було 1:1,1.

3.2.2. Жирнокислотний склад купажів кукурудзяної і лляної олій

Наступним завданням нашої роботи було провести газохроматографічне дослідження жирнокислотного складу купажів кукурудзяної і лляної олій.

Такі купажі перспективно, з одного боку, дозволять збалансувати жирнокислотний склад раціону, який зможе відповідати нормам харчування людини, а з другого - дозволить забезпечити більшу стійкість до окислення купажу, за рахунок сумації різних фракцій токоферолів з обох олій. Отримані результати подано у нижче розміщених таблицях.

З наведених у таблиці 3.14-3.19 даних експериментальних досліджень видно, що жирнокислотний склад купажованих олій (№4-6) залежить від співвідношення у них кукурудзяної і лляної олій, кожна з яких відрізняються своїм натуральним жирнокислотним профілем.

Таблиця 3.14.- Жирнокислотний склад купажу (№4) кукурудзяної і лляної олій у співвідношенні 90 : 10%, (% від загальної кількості жирних кислот, n=3).

Код ЖК	Назва жирної кислоти	Відносний вміст жирних кислот, %
-----------	----------------------	-------------------------------------

C _{16:0}	Пальмітинова	10,1
C _{16:1} ω-6	Пальмітоолеїнова	0,2
C _{18:0}	Стеаринова	3,0
C _{18:1} ω-9	Олеїнова	33,1
C _{18:2} ω-6	Лінолева	45,0
C _{18:3} ω-3	Ліноленова	8,5
C _{20:4} ω-6	Арахідонова	0,4

При збільшенні частки лляної олії і відповідно зменшенні кукурудзяної у купажі зростає відносний вміст насичених кислот. Так, відносний вміст пальмітинової кислоти у купажі №4 (С – 90%, Л – 10%) кукурудзяної і лляної олії становить 10,1%, а відносний вміст стеаринової кислоти 3,0%. При цьому також суттєво міняється жирнокислотний склад і співвідношення ненасичених жирних кислот різних родин. Збільшення частки лляної олії до 10% у купажі з кукурудзяною призводить до збільшення відносного вмісту ліноленової кислоти (C_{18:3} ω-3) до 8,5% порівняно із натуральною кукурудзяною олією.

Як видно із даних наведених у таблиці 3.15, заміщення кукурудзяної олії на 10% лляною свідчить про зміщення у співвідношенні між поліненасиченими жирними кислотами родин омега-3, -6 та -9, яке у 100% соняшниковій олії становило 1 : 12,4 : 9, а у даному купажі склало - 1 : 5,4 : 3,9. Таким чином, додавання лише 10% лляної олії до кукурудзяної покращує співвідношення між поліненасиченими жирними кислотами родин омега-3, -6 та -9 у купажованій олії. Отримане нами співвідношення між поліненасиченими жирними кислотами родин омега-3, -6 та -9 у даному купажі №4 є найбільш наближеним для організму людини і може представлятися як функціональний продукт.

Таблиця 3.15.- Рівень насиченості жирних кислот купажу (№4) кукурудзяної і лляної олії у співвідношенні 90 : 10, (% від загальної кількості жирних кислот, n=3).

Код жирної кислоти	Відносний вміст жирних кислот, %
Σ НЖК	13,1
Σ ω-9	33,1
Σ ω-6	45,6
Σ ω-3	8,5
Σ ННЖК	86,9
НЖК / ПНЖК	1:6,6
ω-6 / ω-3	5,4 :1
ω-3 / ω-6 / ω-9	1 : 5,4 : 3,9

В таблиці 3.16 показані результати жирнокислотного складу купажу кукурудзяної і лляної олії у співвідношенні 70 : 30%. Збільшення частки лляної олії на 30% суттєво впливало на жирнокислотний склад купажу.

Зменшився вміст насичених жирних кислот у купажі №5. Особливо необхідно відмітити про значне зростання поліненасичених жирних кислот родини омега-3, відносний сумарний вміст який склав 19,8%, за рахунок ліноленової кислоти. Це в цілому покращило співвідношення між різними родинками сумарного вмісту омега ПНЖК, що показано в таблиці 3.17.

Таблиця 3.16. - Жирнокислотний склад купажу (№5) кукурудзяної і лляної олії у співвідношенні 70 : 30%, (% від загальної кількості жирних кислот, n=3).

Код ЖК	Назва жирної кислоти	Відносний вміст жирних кислот, %
C _{16:0}	Пальмітинова	8,7
C _{16:1} ω-6	Пальмітоолеїнова	0,1

C _{18:0}	Стеаринова	3,3
C _{18:1} ω-9	Олеїнова	31,2
C _{18:2} ω-6	Лінолева	36,9
C _{18:3} ω-3	Ліноленова	19,8
C _{20:4} ω-6	Арахідонова	0,3

Аналізуючи дані таблиці 3.17, можна констатувати, що збільшення частки лляної олії до 30% у купажі із кукурудзяною призводило до суттєво зміщення співвідношення між поліненасиченими жирними кислотами ω-6 / ω-3, яке становило 3,6 : 1. Загалом у даному купажі № 5 із кукурудзяною і лляною оліями у співвідношенні 70 : 30 співвідношення між поліненасиченими жирними кислотами родин ω-3 : ω-6 : ω-9 становило 1 : 1,9 : 1,6. На тлі загального дефіциту омега-3 ПНЖК і надлишку омега-6 ПНЖК у раціоні, такий купаж може бути рекомендований як корегуючий для відновлення загального балансу омега-3 ПНЖК у раціоні. Тому даке співвідношення кукурудзяної і лляної олії у співвідношенні, а саме як 70 : 30, може буди рекомендоване для щоденного вживання.

Таблиця 3.17. - Рівень насиченості жирних кислот купажу (№5) кукурудзяної і лляної олії у співвідношенні 70 : 30, (% від загальної кількості жирних кислот, n=3).

Код жирної кислоти	Відносний вміст жирних кислот, %
Σ НЖК	12
Σ ω-9	31,2
Σ ω-6	37,2
Σ ω-3	19,8
Σ ННЖК	88
НЖК / ПНЖК	1:7
ω-6 / ω-3	1,9 : 1
ω-3 / ω-6 / ω-9	1 : 1,9 : 1,6

Представлені у таблиці 3.18 дані про жирнокислотний склад купажу кукурудзяної і лляної олії у співвідношенні 50 : 50% свідчать суттєві зміни у жирнокислотному складі даного купажу, порівнюючи із натуральними кукурудзяної чи лляною оліями. Так, необхідно відміти значне збільшення ліноленової кислоти, що належить до ПНЖК родини омега-3, яке становило 27,3%.

Також, як показано у таблиці 3.19, у купажі кукурудзяної і лляної олії у пропорції 50 : 50 співвідношення між усіма поліненасиченими жирними кислотами родин омега-3, -6 та -9 становило 2,3 : 2,1 : 1.

Таблиця 3.18. - Жирнокислотний склад купажу (№6) кукурудзяної і лляної олії у співвідношенні 50 : 50%, (% від загальної кількості жирних кислот, n=3)

Код ЖК	Назва жирної кислоти	Відносний вміст жирних кислот, %
C _{16:0}	Пальмітинова	7,8
C _{16:1} ω-6	Пальмітоолеїнова	0,1
C _{18:0}	Стеаринова	3,4
C _{18:1} ω-9	Олеїнова	28,1
C _{18:2} ω-6	Лінолева	33,1
C _{18:3} ω-3	Ліноленова	27,3
C _{20:4} ω-6	Арахідонова	0,2

Таблиця 3.19.- Рівень насиченості жирних кислот купажу (№6) кукурудзяної і лляної олії у співвідношенні 50 : 50, (% від загальної кількості жирних кислот, n=3)

Код жирної кислоти	Відносний вміст жирних кислот, %
Σ НЖК	11,2
Σ ω-9	28,1
Σ ω-6	33,3
Σ ω-3	27,3
Σ ННЖК	88,8
НЖК / ПНЖК	1 : 8
ω-6 / ω-3	1 : 1,2
ω-3 / ω-6 / ω-9	1 : 1,2 : 1

Підсумовуючи вище викладені дані, необхідно також відмітити зміни відносного вмісту ПНЖК родини ω-6 у жирнокислотному складі в усіх купажах кукурудзяної і лляної олій. Так, при збільшенні частки лляної олії з 10% до 50% у складі купажу відносний вміст основної ПНЖК родини ω-6 – лінолевої - зменшувався відповідно від 45,0% до 33,1%. Одночасно збільшувався відносний вміст ПНЖК родини ω-3, в першу чергу за рахунок C_{18:3} ω-3 ліноленової кислоти із лляної олії.

Як було відмічено вище, біологічна і харчова цінність олій або їх купажів визначається співвідношенням суми насичених до ненасичених жирних кислот, а також співвідношенням між полі ненасиченими жирними кислотами різних класів: омега-3, омега-6 та омега-9. Як видно з даних результатів досліджень представлених у таблицях 3.14-3.19, при зростанні частки лляної олії у купажі від 10 до 50% відповідно і зменшується відносний сумарний вміст насичених жирних кислот. Це призвело до зміни співвідношення між насиченими і ненасиченими жирними кислотами. Так, у купажі № 4 (кукурудзяна і лляна 90 : 10) співвідношення між сумою

насичених і ненасичених жирних кислот становило 1 : 6,6, тоді як у купажі №6 (кукурудзяна і лляна 50 : 50) співвідношення між сумою насичених і ненасичених жирних кислот вже складало 1 : 8.

Іншою важливою зміною жирнокислотного складу у досліджуваних купажах №№4-6 було істотне зростання відносного вмісту омега-3 поліненасичених жирних кислот від 8,5% в купажі №4 із співвідношенням кукурудзяної до лляної олії 90:10 до 27,3% у купажі №6 із співвідношенням соняшникової до лляної олії 50:50. Такі зміни у вмісті омега-3 жирних кислот призвели і змін відношення між омега-6 та омега-3 поліненасиченими жирними кислотами. Так, у купажі із співвідношенням соняшникової до лляної олії 90:10 відношення між омега-6 та омега-3 поліненасиченими жирними кислотами становило 11,8 : 1, а у купажі № 6 із співвідношенням кукурудзяної до лляної олії 50:50 складало 1 : 1,2 : 1. Останнє було близьким до такого у купажі №3 із співвідношенням соняшникової до лляної олії 50:50.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. На підставі проведених газохроматографічних досліджень встановлено жирнокислотний профіль соняшникової, кукурудзяної та лляної олій і їх купажів, в яких частка соняшникової або кукурудзяної олії становила 90, 70 або 50%, а решта складала лляна олія.

2. Встановлено, що сума насичених жирних кислот у соняшниковій олії становить 15,5% від загальної кількості кислот у олії, у кукурудзяній – 10,7%, у лляній – 9,1%.

3. В результаті експериментальних досліджень встановлено, що домінуючими жирними кислотами у лляній олії є α -ліноленова (ω -3) – із вмістом 52%, у соняшниковій – ліолева із вмістом 60%, у кукурудзяній також ліолева із вмістом 47%.

4. Встановлено, що вміст есенціальних омега-3 поліненасичених жирних кислот у досліджуваних оліях зростає в ряді: соняшникова > кукурудзяна > лляна.

5. Встановлено, що найоптимальніший купаж соняшникової і лляної олії у співвідношенні 70 : 30, при якому співвідношення між ПНЖК родин омега-3, -6 та-9 становило 1,2 : 4,4 : 1.

6. Доведено, що найоптимальніший купаж кукурудзяної і лляної олії був при їх співвідношенні 90 : 10, при якому між ПНЖК родин омега-3, -6 та-9 співвідношення становило 1 : 5,4 : 3,9.

7. З позиції біологічної цінності на основі даних дослідження рекомендовано споживати купаж соняшникової і лляної олії у співвідношенні 70 : 30 та купаж кукурудзяної і лляної олії у співвідношенні 90 : 10 і можна їх рекомендувати для виробництва як функціональні продукти.

РОЗДІЛ 4

4.1. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Додержання правил техніки безпеки і виробничої санітарії залежить не тільки від виконання власником або уповноваженим ним органом своїх обов'язків, а й від того, наскільки кожний працівник знає і виконує їх під час роботи. Законом України «Про охорону праці» на працівника покладається обов'язок знати і виконувати вимоги нормативних актів про охорону праці, правила поведіння з машинами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, користуватися засобами колективного та індивідуального захисту; додержуватися зобов'язань щодо охорони праці, передбачених колективним договором та правилами внутрішнього трудового розпорядку підприємства; проходити у встановленому порядку попередні та періодичні медичні огляди; співробітничати з власником у справі організації безпечних і нешкідливих умов праці; особисто вживати посильних заходів щодо усунення будь-яких виробничих ситуацій, які створюють загрозу для працюючих.

Тому усі працівники при прийнятті на роботу і в процесі роботи проходять на підприємстві інструктаж з питань охорони праці, надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків, правил поведінки при виникненні аварій згідно з Типовим положенням, затвердженим наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 4 квітня 1994 р. № 30 із змінами і доповненнями, внесеними наказом від 23 квітня 1997 р. № 109.

Навчання та інструктаж працівників з питань охорони праці є складовою частиною системи управління охороною праці і провадиться з усіма працівниками в процесі їх трудової діяльності.

Перед перевіркою знань з охорони праці на підприємстві організуються заняття, лекції, семінари та консультації. Перелік питань для перевірки знань з охорони праці з урахуванням специфіки виробництва складають члени комісії

по перевірці знань з питань охорони праці, узгоджує служба охорони праці і затверджує керівник підприємства. У складі комісії по перевірці знань з питань охорони праці повинно бути не менше трьох осіб, які у встановленому порядку пройшли навчання та перевірку знань з питань охорони праці.

Результати перевірки знань працівників з питань охорони праці оформляються протоколом. Особам, які при перевірці знань показали задовільні результати, видаються посвідчення. Допуск до роботи осіб, які не пройшли навчання і перевірку знань, забороняється.

Відповідальність за організацію навчання і перевірку знань з охорони праці на підприємстві покладається на його керівника, а в структурних підрозділах – на керівників цих підрозділів. Контроль за навчанням і періодичністю перевірки знань з питань охорони праці здійснює служба охорони праці або працівники, на яких керівником підприємства покладені ці обов'язки.

За характером і часом проведення інструктажі з питань охорони праці поділяються на вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий.

Вступний інструктаж з питань охорони праці провадиться з усіма працівниками, які щойно прийняті на постійну чи тимчасову роботу, незалежно від їх освіти, стажу роботи за цією професією або посади; з працівниками, які перебувають у відрядженні на підприємстві і беруть безпосередню участь у виробничому процесі; з водіями транспортних засобів, які вперше в'їжджають на територію підприємства; з учнями, вихованцями та студентами, які прибули на підприємство для проходження виробничої практики; з учнями, вихованцями та студентами в навчально-виховних закладах перед початком трудового і професійного навчання в лабораторіях, майстернях, на полігонах тощо.

Вступний інструктаж проводить спеціаліст з охорони праці або особа, на яку наказом по підприємству покладено ці обов'язки, а з учнями в навчально-виховних закладах – викладач або особа, компетентна в питаннях охорони

праці, на яку покладено ці обов'язки. На великих підприємствах окремі питання вступного інструктажу можуть висвітлювати відповідні фахівці.

Інструктаж провадиться в кабінеті охорони праці або приміщенні, що спеціально для цього обладнано, з використанням сучасних технічних засобів навчання та наочних посібників за програмою, що розроблена службою охорони праці з урахуванням особливостей виробництва. Програма і тривалість інструктажу затверджуються керівником підприємства чи навчально-виховного закладу. Орієнтовний перелік для складання програми міститься в Типовому положенні.

Запис про проведення вступного інструктажу робиться в спеціальному журналі, а також у документі про прийняття працівника на роботу.

Первинний інструктаж провадиться на робочому місці до початку роботи з працівником, новоприйнятим на підприємство постійно чи тимчасово; з працівником, який переводиться з одного цеху виробництва до іншого; з працівником, який виконуватиме нову для нього роботу; з відрядженим працівником, який бере безпосередню участь у виробничому процесі на підприємстві; зі студентом, учнем чи вихованцем, який прибув на виробничу практику, перед виконанням ним нових видів робіт, перед вивченням кожної нової теми під час проведення трудового і професійного навчання в навчальних лабораторіях, класах, майстернях, на дільницях, під час проведення позашкільного навчання в гуртках та секціях тощо.

Первинний інструктаж провадиться індивідуально або з групою осіб спеціального фаху за програмою, складеною з урахуванням вимог відповідних актів про охорону праці, технічної документації і орієнтовного переліку питань первинного інструктажу.

Програма первинного інструктажу розробляється керівником цеху, дільниці, узгоджується із службою охорони праці і затверджується керівником підприємства, навчального закладу або їх відповідного структурного підрозділу.

Усі робітники, у тому числі випускники професійних навчальних закладів, після первинного інструктажу на робочому місці мають протягом 2 – 15 змін, залежно від характеру роботи та кваліфікації працівника, пройти стажування під керівництвом досвідчених, кваліфікованих робітників або спеціалістів, які призначаються наказом по підприємству. Керівник підприємства або структурного підрозділу має право звільнити від проходження стажування робітника, який має стаж роботи за своєю професією не менше трьох років, переміщується з одного цеху до іншого, де характер його роботи та тип обладнання, на якому він працюватиме, не змінюються.

Повторний інструктаж: провадиться на робочому місці з усіма працівниками: на роботах з підвищеною небезпекою один раз у квартал, на інших роботах – один раз на півріччя. Він провадиться індивідуально або з групою працівників, які виконують однотипні роботи, за програмою первинного інструктажу в повному обсязі.

Позаплановий інструктаж: провадиться з працівниками на робочому місці або в кабінеті охорони праці при введенні в дію нових або переглянутих нормативних актів про охорону праці, а також при внесенні змін та доповнень до них; при зміні технологічного процесу, зміні або модернізації устаткування, приладів та інструменту, вихідної сировини, матеріалів та інших чинників, що впливають на охорону праці; при порушенні працівником, студентом, учнем або вихованцем нормативних актів про охорону праці, що може призвести або призвело до травми, аварії чи отруєння; на вимогу працівників органу державного нагляду за охороною праці, вищої господарської організації або державної виконавчої влади у випадку, якщо виявлено незнання працівником, студентом або учнем безпечних методів, прийомів праці чи нормативних актів про охорону праці; при перерві в роботі виконаних робіт більше як на 30 календарних днів – для робіт з підвищеною небезпекою, а для решти робіт – не більше 60 днів.

Позаплановий інструктаж провадиться індивідуально або з групою працівників спільного фаху. Обсяг і зміст інструктажу визначаються в кожному окремому випадку залежно від причин і обставин, що спричинили необхідність його проведення.

Цільовий інструктаж провадиться з працівниками при виконанні разових робіт, не пов'язаних з їх безпосередніми обов'язками за фахом (навантаження, розвантаження, разові роботи за межами підприємства тощо); ліквідації аварії, стихійного лиха; проведенні робіт, на які оформляються наряд-допуск, дозвіл та інші документи; екскурсіях на підприємства; організації масових заходів з учнями та вихованцями (екскурсії, походи, спортивні змагання тощо). Проведення інструктажу фіксується нарядом-допуском або іншою документацією, що дозволяє проведення робіт.

Первинний, повторний, позаплановий і цільовий інструктажі проводить безпосередньо керівник робіт. Інструктажі завершуються перевіркою знань усним опитуванням за допомогою технічних засобів навчання, а також перевіркою набутих навичок безпечних методів праці. Знання перевіряє особа, яка проводила інструктаж.

Про проведення всіх видів інструктажу, стажування та допуску до роботи особа, яка проводила інструктаж, робить запис до журналу. При цьому обов'язкові підписи як того, кого інструктували, так і того, хто інструктував. Журнали інструктажів повинні бути пронумеровані, прошнуровані і скріплені печаткою.

В разі необхідності інструктаж і стажування працівник може проходити у встановленому порядку на іншому спорідненому за технологією підприємстві, де є необхідні для цього умови та спеціалісти. Проведена в такому випадку робота фіксується у журналі на підприємстві, де відбувався інструктаж чи стажування, а працівнику видається відповідна довідка, що додається до особистої справи працівника на підприємстві, яке його відряджало.

Примірник інструкції з охорони праці повинен бути виданий працівникові за його професією або вивішений на його робочому місці.

Посадові особи до початку виконання своїх обов'язків і періодично один раз на три роки проходять навчання і перевірку знань з питань охорони праці, техногенної безпеки та надзвичайних ситуацій на виробництві. У спеціалістів виробництва перевіряються знання тих нормативних актів по охороні праці, виконання яких входить до їх службових обов'язків.

Працівники, які показали незадовільні знання, повинні протягом одного місяця пройти повторну перевірку знань з питань охорони праці, техногенної безпеки та надзвичайних ситуацій на виробництві. Особи, які й при повторній перевірці знань показали незадовільні знання, працевлаштовуються згідно з чинним законодавством.

Керівники та інші посадові особи підприємств та об'єднань чисельністю понад 500 працюючих у випадках аварії чи катастрофи можуть проходити позачергове навчання та перевірку знань з охорони праці в науково-інформаційному та навчальному центрі охорони праці.

В усіх навчально-виховних закладах системи освіти провадиться вивчення основ охорони праці за програмами, що розробляються і затверджуються Міністерством освіти України за погодженням з Комітетом по нагляду за охороною праці. Навіть учні загальноосвітніх шкіл вивчають спеціальний курс «Охорона життя та здоров'я дітей».

а підприємствах виробничої сфери з числом працюючих понад 50 чоловік власник зобов'язаний створити службу охорони праці, діяльність якої регулюється Типовим положенням про службу охорони праці, затвердженим Державним комітетом України по нагляду за охороною праці. При кількості працюючих менше 50 чоловік функції служби охорони праці можуть виконувати у порядку сумісництва особи, які мають відповідну підготовку.

Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо керівникові підприємства і прирівнюється до основних виробничо-технічних служб.

Спеціалісти з охорони праці мають право видавати керівникам структурних підрозділів підприємства обов'язкові для виконання приписи щодо усунення наявних недоліків; одержувати від них необхідні відомості, документацію і пояснення з питань охорони праці; вимагати відсторонення від роботи осіб, які не пройшли медичного огляду, навчання, інструктажу, перевірки знань і не мають допуску до відповідних робіт або виконують нормативи з охорони праці; зупиняти роботу виробництв, дільниць, машин, механізмів, які створюють загрозу життю або здоров'ю працюючих; надсилати керівникові підприємства подання про притягнення до відповідальності працівників, які порушують вимоги щодо охорони праці. Припис спеціаліста з охорони праці може скасувати лише керівник підприємства.

Ліквідація служби охорони праці допускається лише у разі ліквідації підприємства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Bashir T, Mashwani ZR, Zahara K, Haider S, Mudrikah TS. Chemistry, pharmacology and ethnomedicinal uses of *Helianthus annuus* (sunflower): a review // Pure Appl Biol. - 2015;4(2). – P. 226–235. doi: 10.19045/bspab.2015.42011
2. Binkoski AE, Kris-Etherton PM, Wilson TA, Mountain ML, Nicolosi RJ. Balance of unsaturated fatty acids is important to a cholesterol-lowering diet: comparison of midoleic sunflower oil and olive oil on cardiovascular disease risk factors // J. Am. Diet. Assoc. – 2005. – 105. –P. 1080–1086.
3. Bozan B. and Temelli F. Chemical composition and oxidative stability of flax, safflower and poppy seed and seed oils // Bioresource Technol. - 2008. – 99. – P. 6354-6359.
4. Canfield L.M. Sesame seed is a rich source of dietary lignans // J. Amer. Oil Chem. Soc. – 2006. – 8. - №8. - с. 718-723.
5. Danie IBarrera-Arellano, Ana Paula Badan-Ribeiro, Sergio O.Serna-Saldivar / Corn Oil: Composition, Processing, and Utilization // Chemistry and Technology. - 2019, P. 593-613. doi.org/10.1016/B978-0-12-811971-6.00021-8.
6. Dietary defatted sesame flour decreases susceptibility to oxidative stress in hypercholesterolemic rabbits / M. H Kang, Y. Kawai, M. Naito, T. Osawa // J. Nutr. - 1999. - Vol. 129. - P. 1885-1890.
7. Evans J.C. Optimal Tocopherol Concentrations to Inhibit Soybean Oil Oxidation // JAOCS. – 2002. – V. 79, №1.– P.47-51.
8. Fisk L.D., White D.A., Carvalho A., Gray D.A. Tocopherol—an intrinsic component of sunflower seed oil bodies // J. Am. Oil. Chem. Soc. – 2006. – 83. – P. 341–344. doi: 10.1007/s11746-006-1210-2.
9. Free Radical Reactions and Antioxidant Activities of Sesamol: Pulse Radiolytic and Biochemical Studies / Ravi Joshi, M. Sudheer Kumar, K. Satyamoorthy et al. — Режим доступу: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf0489769>.
10. Ganorkar, P. M. and Jain, R. K. Flaxseed – a nutritional punch // International Food Research Journal. – 2013. - 20(2). – P. 519-525.

11. González-Pérez S, Vereijken JM. Sunflower proteins: overview of their physicochemical, structural and functional properties // *J. Sci. Food Agric.* – 2007. – 87. - (12). - P. 2173–2191. doi: 10.1002/jsfa.2971
12. Heller A. Omega-3-Fettsauren als adjuvante Therapie bei inflammatorischen Reaktionen / A. Heller, T. Koch // *Anaesthesiologie & Intensivmedizin.* – 1996. – V. 10(37). – P. 517-529.
13. Kelly G.S. Squalene and its potential clinical uses. *Altern Med Rev* 1999; 4(1): P. 29-36.
14. Knapp H. R. Physiological and biochemical effects of ω -3 fatty acids in man / H. R. Knapp / *Essential Fatty Acids and Eicosanoids*; ed. A. Sinclair, R. Gibson. — Champaign : AOCS Publications, 1993. — P. 330—333.
15. Kochhar S.P. Stabilization of Frying Oils with Natural Antioxidative Components. *Eur. J. Lipid. Sc. Technol.*, 2000, v.102, N 8/9.
16. *Lipids in modern nutrition* / Ed. By M.Horisberger and U. Bracco. Nestle nutrition. –N. –Y.: Raven Press, 1987. – 248 p.
17. Maki K.C., Lawless A.L, Kelley K.M., Kaden V.N., Geiger C.J, Palacios OM, Dicklin MR. Corn oil intake favorably impacts lipoprotein cholesterol, apolipoprotein and lipoprotein particle levels compared with extra-virgin olive oil. // *Eur. J. Clin. Nutr.* – 2017. - Jan;71(1). – P.33-38.
18. Magrone T, Perez de Heredia F, Jirillo E, Morabito G, Marcos A, Serafini M. // *Can. J. Physiol. Pharmacol.*- 2013.- Jun;91(6).- P. 387-96.
19. Marmesat S, Morales A, Velasco J, Dobarganes MC. Influence of fatty acid composition on chemical changes in blends of sunflower oils during thermoxidation and frying // *Food Chem.* – 2012. – P. 135:2333–2339.
20. Martin-Moreno J. M. The role of olive oil in lowering cancer risk : Is this real gold or simply pinchbeck? / J. M. Martin-Moreno // *J. Epidemiologic and Community Health.* — 2000. — Vol. 54, N 10. — P. 726—727.
21. Potter D. *Positive Nutrition – Making and Happen* / D. Potter // *Food Ingredients Europe. Conference Processing.*–1995. – P. 180.

22. Rosa Franco, Luca Iseppi, Mario Taverna. Sunflower Oil Functional Properties for Specialty Food // *Nutri Food Sci Int J.* 2018; 5(4): 555668. DOI: 10.19080/NFSIJ.2018.05.555668.

23. Valentova O. Influence of microwave treatment on the quality of rapeseed oil / O. Valentova, Z. Hovotna, Z. Zvoboda // *Journal of American oils chemists Society.* 2002. – № 79. – P. 1271-1272.

24. Vijaya Tripathia, A.B.Abidia , S. Markerb , S.Bilalc. Linseed and linseed oil: health benefits- a review // *IJPBS.* – Vol. 3. – Iss. 3. – 2013. - P. 434-442.

25. Wagner K.H., Tomasch R., Elmadfa I. Impact of diets containing corn oil or olive/sunflower oil mixture on the human plasma and lipoprotein lipid metabolism // *Eur. J. Nutr.* – 2001. - Aug;40(4) P. 161-7. doi: 10.1007/s003940170004.

26. What is the optimum w-3 to w-6 fattyacid (FA) ratio of parenteral lipid emulsions in postoperative trauma? / B.J. Morlion [etc.] // *Clinical Nutrition.* – 1997. – Vol. 16 (Suppl. 2). – P. 49.

27. Амброзевич Е. Г. Особенности европейского и азиатского подходов к ингредиентам для продуктов здорового питания / Е. Г. Амброзевич // *Пищевая промышленность.* – 2005. – № 4. – С. 12–13.

28. Арутюнян, Н.С. Рафинация масел и жиров: Теоретические основы, практика, технология, оборудование / Н.С. Арутюнян, Е.П. Корнена. – СПб.: Гиорд, 2004. – 288 с.

29. Белинская А.П. Разработка функционального продукта со сбалансированным составом полиненасыщенных жирных кислот / А.П. Белинская, Л.В Кривковская, Т.И. Зекунова // *Вісник Національного технічного університету «Харківського політехнічного інституту».* - Харків: НТУ «ХПІ». - 2009. - №15. - С. 94-98.

30. Белинская А.П. Смесевые масла как продукт функционального назначения / А.П. Белинская, Л.В. Кривковская // *Пищевые технологии и биотехнологии [Текст]: материалы X междунар. конф. молодых ученых, 12-15*

мая 2009 г. Казань. - Казань: Институт пищевых производств и биотехнологии. - 2009. - С.379.

31. Белінська А.П. Олійні суміші як збалансований за складом та стабільний до окислювання продукт / А.П. Белінська, Л.В. Кричківська // Наукові здобутки молоді - вирішенню проблем харчування людства у ХХ столітті: матеріали 75-ї наук. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів, 13-14 квітня, 2009 р. Київ / Київ: НУХТ. - 2009. - С. 106.

32. Біологічна хімія: підручник / Н.Г. Марінцова [та ін.]. – Л.: Львів. політехніка, 2009. – 324 с.

33. Возіанов О.Ф. Харчування та здоров'я населення України (концептуальні основи раціонального харчування) / О.Ф.Возіанов // Журн. Академії медичних наук України. – 2002. – Т. 8, №4. – С. 647-657.

34. Голубева В. С., Бабодей В. Н., Воронцов О. С., Тимофеева О. Н. Опыт разработки масложировых продуктов для функционального питания / В. С. Голубева, В. Н. Бабодей, О. С. Воронцов О. Н. Тимофеева // Пищевая промышленность: наука и технология. – 2009. – №2. – С. 37 – 41.

35. Григорьева В. Н., Лисицын А. Н. Смеси растительных масел – биологически полноценные продукты / В. Н. Григорьева, А. Н. Лисицын // Масложировая промышленность. – 2005. – №1. – С. 9 – 10.

36. Дрозд І. Ф. Олійність сортів льону в різних умовах вирощування /Дрозд І.Ф., Шпек М.П., Лях В.О. // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. – 2010. – №15. – С.45-48.

37. ДСТУ ISO 3960-2001 Жири та олії тваринні і рослинні. Визначення пероксидного числа. – Вид. офіц. – К.: Держспоживстандарт України, 2002. – 6 с.

38. ДСТУ ISO 3960-2001 Олії тваринні і рослинні. Методи визначення кислотного числа. – Вид. офіц. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 8 с.

39. Жмурина, Н.Д. Соево-жировые эмульсии с оптимизированным жирнокислотным составом / Н.Д. Жмурина, Л.С. Большакова, Е.В. Литвинова // Вестник ОрелГИЭТ. – 2012. – № 3(21). – С. 160 – 162.

40. Зайцева А.В. Извлечение растительных масел с применением ферментных препаратов / А.В. Зайцева, Р.Р. Сироткин, А.П. Нечаев // Масложировая промышленность. — 1999. — № 4. — С. 14—17.
41. Зайцева Л.В. Инновационные технологии получения и модификации масел и жиров / Л.В. Зайцева, А.П. Нечаев // Масложировая промышленность. — 2012. — № 6. — С. 10—15.
42. Кочеткова А. А. Современная теория позитивного питания и функциональные продукты / А. А. Кочеткова [и др.] // Пищевая промышленность. — 1999. — № 4. — С. 7—10.
43. Кричковская Л.В. Природные антиоксиданты / Л.В.Кричковская, Г.В.Донченко, С. И. Чернышов. — Х. : Модель вселенной. — 2002. — 376 с.
44. Кулакова С. Н., Байков В. Г., Бессонов В. В., Нечаев А. П., Тарасова В. В. Особенности растительных масел и их роль в питании / С. Н. Кулакова В. Г. Байков, В. В. Бессонов А. П. Нечаев В. В. Тарасова // Масложировая промышленность. — 2009. — №3. — С. 16 – 20.
45. Кулакова, С.Н. Особенности растительных масел и их роль в питании / С.Н. Кулакова, В.Г. Байков, В.В. Бессонов, А.П. Нечаев, В.В. Тарасова // Масложировая промышленность. — 2009. — № 3. — С. 16 – 20.
46. Лабораторный практикум по химии жиров / Н.С. Арутюнян, Е.П. Корнева, Е.В. Мартовщук и др.; под ред. проф. Н.С. Арутюнян и проф. Е.П. Корневой. — СПб.: ГИОРД, 2004. — 264 с.
47. Левицкий А. П. Идеальная формула жирового питания / А. П. Левицкий. — Одесса: НПА "Одесская Биотехнология". — 2002. — 62 с.
48. Ливинская С.А. Использование ферментов в технологии получения растительных масел / С.А. Ливинская // Масложировая промышленность. — 2009. — № 5. — С. 14—15.
49. Матвеева, Т.В. Купажування олій з оптимізованим жирнокислотним складом / Т.В. Матвеева, З.П. Федякіна, І.Є. Шаповалова, І.П. Петік // Вісник НТУ «ХП». — 2013. — № 11. — С. 116 – 120.

50. Матвеева, Т.В. Математичне обґрунтування складання сумішей олій / Т.В. Матвеева, П.Ф. Петік З.П. Федякіна // Східно-європейський журнал передових технологій. – 2013. – № 3/6 (63). – С. 26 – 28.

51. Нечаев А. П. Научные основы технологий получения функциональных жировых продуктов нового поколения / А. П. Нечаев // Масла и жиры. – 2007. – №8. – С. 26 – 27.

52. Нечаев А. П., Кочеткова А. А. Растительные масла функционального назначения / А. П. Нечаев, А. А. Кочеткова // Масложировая промышленность. – 2005. – №3. – С. 20 – 21.

53. Нечаев, А.П. Растительные масла функционального назначения / А.П. Нечаев, А.А. Кочеткова // Масложировая промышленность. – 2005. – № 3. – С. 20 – 21.

54. Никонович С Н Разработка новых типов растительных масел и биологически активных добавок для функционального питания: автореф. дис.... на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.18.10; спец. 05.18.06 / Никонович Сергей Николаевич – Краснодар, 2003. – 24 с.

55. Никонович С Н Тимофеенко Т И Гринь Н Ф Функциональные свойства жировых продуктов нового поколения / С Н Никонович Т И Тимофеенко Н. Ф Гринь // Известия вузов. Пищевая технология. – 2006. – №1. – С. 18 – 20.

56. Осейко М.І. Технологія рослинних олій: підручник / М.І. Осейко. — К: Варта, 2006. — 280 с.

57. Особенности растительных масел и их роль в питании. Методические рекомендации МР 2.3.1.1915 – 04. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ. – М., 2004.

58. Пешук Л. В., Косенко Т. Т. Біохімія та технологія олієжирової сировини: навч. посіб.– К.: Центр учбової л-ри, 2011. – 296 с.

59. Покотило О. С. Вплив поліненасичених жирних кислот родини ω -3 і ω -6 на ліпогенез і холестериногенез в організмі морських свинок і білих щурів

за нормальних умов і при холестеринівому навантаженні : автореф. дис... д-ра біол. наук / О. С. Покотило; Ін-т біології тварин УААН. – Л., 2008. – 36 с.

60. Покотило О., Жебрацький Р. Купаж олій з підвищеним вмістом омега-3 ПНЖК // IV Міжнародна науково-технічна конференція "Стан і перспективи харчової науки та промисловості" – Тернопіль, ТНТУ, 11-12 жовтня 2017р. – 123.

61. Покотило О., Лялик А. Використання лляної олії у технології виробництва сиру // Збірник тез доповідей XVII наукової конференції ТНТУ ім. Івана Пулюя, 20-21 листопада 2013 року. — Т. : ТНТУ, 2013. — Том: Природничі науки та інформаційні технології. — С. 76.

62. Покотило О., Ониськів В. Властивості та жирнокислотний склад нетрадиційних олій // Матеріали 23-ї наукової конференції ТНТУ ім. І. Пулюя, 29-30 жовтня 2014 року — Т. : ТНТУ, 2014 — С.171.

63. Покотило О., Ониськів В. Вміст токоферолів у рослинних оліях // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 11-12 грудня 2013. – С. 267.

64. Покотило О., Юзва Ю., Ониськів В. Технологія виготовлення йогурту з лляним насінням // Всеукраїнська науково-технічна конференція "Актуальні проблеми харчової промисловості" – Тернопіль, ТНТУ, 8-9 жовтня 2013р. – 161 с.

65. Прикладна біохімія та управління якістю продукції рослинництва / [М.М. Городній, С.Д. Мельничук, О.М. Гончар та ін.] / За ред. М.М. Городнього. - К.: Арістей, 2006. – 486 с.

66. Прокопенко Л Г Бойняжева Л И Павлова Е. В Полиненасыщенные жирные кислоты в растительных маслах / Л Г Прокопенко Л И Бойняжева, Е. В Павлова // Масложировая промышленность. – 2009. – №2. – С. 11 – 12.

67. Распутин В. М. Повышение масличности льна в процессе селекции / В. М. Распутин, К. А. Исаков, И. А. Смирнов // Масличные культуры. – 1987. – № 1. – С. 65–69.

68. Рыженков В. Е. Особенности влияния насыщенных и ненасыщенных жирных кислот на обмен липидов, липопротеидов и развитии ишемической болезни сердца / В. Е. Рыженков // Вопросы питания. — 2002. № 3. - С. 40-45.

69. Самойлов А. В., Кочетков А. В. Оптимизация расчета смесей растительных жиров и масел с использованием критериев их физиологической функциональности / А. В. Самойлов, А. В. Кочетков // Пищевая промышленность. – 2010– №9, С. 68 – 70.

70. Самойлов, А.В. Оптимизация расчета смесей растительных жиров и масел с использованием критериев их физиологической функциональности / А.В. Самойлов, А.В. Кочетков, С.М. Севериненко, Е.И. Конопленко, А.А. Романенко// Пищевая промышленность. – 2010. – № 9. – С. 68 – 70.

71. Сикоев З. Х. Улучшение потребительских свойств растительного масла методом купажирования / З. Х. Сикоев // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009. – Т. 11, № 1. – С. 1094 – 1096.

72. Скорюкин А. Н. Технология получения и применения купажированных жировых продуктов с оптимальным составом ПНЖК: автореф. дис.... на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук.: спец. 05.18.06 / Скорюкин А Н М., 2005. – 20 с.

73. Скорюкин А. Н., Нечаев А. П., Кочеткова А. А., Барышев А. Г. Купажированные растительные масла со сбалансированным жирнокислотным составом для здорового питания / А Н Скорюкин, А. П Нечаев, А А Кочеткова А Г Барышев // Масложировая промышленность. – 2002. – №2. – С. 26 – 27.

74. Скорюкин А. Н., Нечаев А. П., Кочеткова А. А., Барышев А. Г. Купажированные растительные масла со сбалансированным жирнокислотным составом для здорового питания / А Н Скорюкин А П Нечаев, А. А Кочеткова, А Г Барышев // Масложировая промышленность. – 2002. – №2. – С. 26 – 27.

75. Смоляр В. І. Концепція ідеального жирового харчування / В. І. Смоляр // Проблеми харчування. — 2006. — № 4. — Р. 14—24.

76. Степычева Н. В., Фудько А. А. Купажированные растительные масла с оптимизированным жирно-кислотным составом / Н. В. Степычева А. А. Фудько // Химия растительного сырья. – 2011. – №2. – С. 27 – 33.

77. Табакаева О. В., Каленик Т. К. Растительные масла с оптимизированным жирнокислотным составом / О. В. Табакаева Т. К. Каленик // Масложировая промышленность. – 2007. – №1. – С. 21 – 22.

78. Титов В. З. Биологическое обоснование применения полиненасыщенных жирных кислот семейства ω -3 в профилактике атеросклероза / В. Н. Титов // Вопросы питания. - 1999. - № 3. - С. 34-41.

79. Тутельян В. А. Стратегия разработки, применения и оценки эффективности биологически активных добавок к пище / В. А. Тутельян // Вопросы питания. – 1996. – №6. – С. 3 – 11.

80. Філіп'єв І. Д. Вміст олії в насінні льону олійного залежно від погодних умов та фону живлення на півдні України / І. Д. Філіп'єв, І. О. Біднина // Зрошуване землеробство: зб. наук. пр. – Херсон: Атлант, 2008. – Вип. 50. – С. 105–109.

81. Хоміна В. Нетрадиційні жировмісні культури для умов Лісостепу Західного / В. Хоміна // Техніка і технології АПК. – 2014. – №4 (55). – С.11-14.

82. Шеманська Є.І. Склад і біологічна цінність олій холодного пресування / Вісник ДонНУЕТ. - 2012.- № 1(53). – С.221-225.

ДОДАТКИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)
Національна академія наук України Університет імені П'єра і Марії Кюрі (Франція)
Маріборський університет (Словенія)
Технічний університет у Кошице (Словаччина)
Вільнюський технічний університет ім. Гедимінаса (Литва)
Шяуляйська державна колегія (Литва)
Жешувський політехнічний університет ім. Лукасевича (Польща)
Білоруський національний технічний університет (Республіка Білорусь)
Міжнародний університет цивільної авіації (Марокко)
Національний університет біоресурсів і природокористування України (Україна)
Наукове товариство ім. Шевченка ГО «Асоціація випускників Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя»

АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Збірник тез доповідей

Том II

IX Міжнародної науково-технічної конференції молодих
учених та студентів

25-26 листопада 2020 року

УКРАЇНА
ТЕРНОПІЛЬ – 2020

Ministry of Education and Science of Ukraine Ternopil Ivan Puluj National Technical Universtiy (Ukraine) The National Academy of Sciences of Ukraine Pierre and Marie Curie University (The French Republic) University of Maribor (The Republic of Slovenia) Technical University of Košice (The Slovak Republic) Vilnius Gediminas Technical University (The Republic of Lithuania) Šiauliai State College (The Republic of Lithuania) Belarusian National Technical University (Republic of Belarus) Rzeszów University of Technology (Republic of Poland) International Academy Mohammed VI of Civil Aviation (Morocco) National University of Life and Environmental Sciences of Ukrainehas (Ukraine) T. Shevchenko Scientific Society CURRENT ISSUES IN MODERN TECHNOLOGIES Book of abstract Volume II of the IX International scientific and technical conference of young researchers and students 25th-26th of November 2020 UKRAINE TERNOPIL – 2020

Матеріали ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 25-26 листопада 2020. 4 УДК 001 А43 Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 25–26 листоп. 2020.) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль : ТНТУ, 2020. – 212. ISBN 978-966-305-112-3

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ Голова: Ясній Петро Володимирович – д.т.н., проф., ректор ТНТУ ім. І. Пулюя (Україна). Заступник голови: Марущак Павло Орестович – д.т.н., проф. ТНТУ ім. І. Пулюя (Україна) Вчений секретар: Дзюра Володимир Олексійович – к.т.н., доц. ТНТУ ім. І. Пулюя. (Україна) Члени: Вухерер Т. – професор факультету інженерної механіки Маріборського університету (Словенія); Фресард Ж. – професор університету П'єра і Марії Кюрі (Франція); Вінаш Я. – професор кафедри технології металів Технічного університету у Кошице (Словаччина); Прентковскіс О. – декан факультету Вільнюського технічного університету ім. Гедимінаса (Литва); Шяджювене Н. – директор Шяуляйської державної колегії (Литва); Стахович Ф. – завідувач кафедри обробки матеріалів тиском Жешувського політехнічного університету ім. Лукасевича (Польща); Богданович А. – професор кафедри механіки Білоруського національного технічного університету (Республіка Білорусь); Меноу А. – д.т.н., професор Міжнародного університету цивільної авіації (Марокко); Ловейкій В. – д.т.н., професор, завідувач кафедри конструювання машин національного університету біоресурсів і природокористування України; 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. (096) 2366752, факс (0352) 255798 E-mail: volodymyrdzyura@gmail.com

Редагування, оформлення, верстка: Дзюра В.О. СЕКЦІЇ КОНФЕРЕНЦІЇ, ЯКІ ПРЕДСТВЛЕНІ В ЗБІРНИКУ – комп'ютерно-інформаційні технології та системи зв'язку; – електротехніка та енергозбереження; – фундаментальні проблеми харчових біо- та нанотехнологій; – економічні та соціальні аспекти нових технологій

Матеріали ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 25-26 листопада 2020. 205 СЕКЦІЯ: ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ХАРЧОВИХ БІО- ТА НАНОТЕХНОЛОГІЙ 1. Д.А. Арутюнян, Л.А. Сторож, О.С. Покотило ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД СИРІВ ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА 139 2. Н.В. Бабин ВИМОГИ ДО ПОДРІБНЮВАЧІВ 140 3. Н.І. Баглай, Б.Л. Шамчук УДОСКОНАЛЕННЯ ПАСТЕРИЗАЦІЙНО-ОХОЛОДЖУВАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ КИСЛОМОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ ОПЛ-10 141 4. І.В. Бойко, О.В. Бойко АНАЛІЗ ФАСУВАЛЬНОГО УСТАТКУВАННЯ 142 5. Д. В. Бублик, А. М. Васишин, Н. М. Зварич НАПРЯМКИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЗЕРНОПРОДУКТІВ 144 6. В.В. Власов, В.Р. Сельський ВИКОРИСТАННЯ АЛИЧІ У ВИРОБНИЦТВІ СОКІВ 145 7. Д.Я. Далевська, О.С. Покотило ВПЛИВ БІОЛОГІЧНОГО АКТИВНОГО ЙОДУ НА ОРГАНОЛЕПТИЧНІ ПОКАЗНИКИ КЕФІРУ 146 8. Ю.М. Добощук ВПЛИВ ВЖИВАННЯ ХЛІБУ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ 147 9. Р.І. Дубовий, В.П. Гладій АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИМІРЮВАННЯ СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТІСТА 148 10. В.В. Конюкевич ОСОБЛИВОСТІ ВАКУУМНИХ КОВБАСНИХ ШПРИЦІВ 149 11. Т. Є. Мурин, В. Р. Сельський СПОСОБИ ПІДГОТОВКИ СИРОВИНИ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ СОКУ ІЗ СЛИВИ 150 12. І.Т. Новіков, О.С. Покотило ЛЛЯНА ОЛІЯ ЯК ДЖЕРЕЛО ОМЕГА-3 ПОЛІНЕНАСИЧЕНИХ КИСЛОТ ПРИ СТВОРЕННІ КУПАЖІВ 151 13. А.А. Островська РОЗЛИВ ПИВА У КЕГИ – ГАРАНТІЯ ЯКОСТІ

Матеріали ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 25-26 листопада 2020. 151 УДК 665.1 І.Т. Новіков, О.С. Покотило, докт. біол. наук, проф. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна ЛЛЯНА ОЛІЯ ЯК ДЖЕРЕЛО ОМЕГА-3 ПОЛІНЕНАСИЧЕНИХ КИСЛОТ ПРИ СТВОРЕННІ КУПАЖІВ І.Т. Novikov, O.S. Pokotylo, Dr., Prof. LINEN OIL AS A SOURCE OF OMEGA-3 POLYUNSATURATED ACIDS IN THE CREATION OF BUILDINGS Раціональне, збалансоване харчування передбачає повноцінне постачання усіх поживних речовин – білків, ліпідів, вуглеводів, вітамінів, мікро- та макроелементів. Особливо слід наголосити на повноцінному забезпеченні раціону якісним і кількісним складом жирів. Вагома роль тут надається вмісту жирних кислот: насичених, моно- і поліненасичених у тих чи інших жирах, в тому числі оліях. Разом з тим, слід обов'язково враховувати і сумарне співвідношення між насиченими і ненасиченими та між поліненасиченими кислотами родин омега-3, -6 та -9. Дослідження ряду науковців вказують на вагому роль омега-3 поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) як вихідного субстрату в метаболічних перетвореннях в організмі, їх безпосередньої ролі в структурно-функціональній організації клітин [1]. З іншого боку відомо про існуючий дефіцит омега-3 ПНЖК в щоденному раціоні. Це відбувається за рахунок, з однієї сторони, споживанням малої кількості продуктів із високим вмістом омега-3 ПНЖК, з іншого – перевантаження раціону жирами, які містять велику кількість омега-6 ПНЖК [2]. В основному це відбувається за рахунок споживання великої кількості соняшникової і кукурудзяної олій. Відомо, що омега-3 ПНЖК ведуть себе як протизапальні, а омега-6 як прозапальні і при цьому у обох класів однакові ферменти забезпечують їх перетворення [3]. Виходячи з цього, виникає необхідність балансування раціону по омега-3 та омега-6 ПНЖК і одним із варіантів вирішення цього питання є створення і впровадження купажів на основі лляної олії, як найбільшого рослинного джерела омега-3 ПНЖК. На кафедрі харчової біотехнології і хімії досліджено купажі олій на основі лляної із додаванням соняшникової, кукурудзяної, оливкової олій із різним співвідношенням, а саме їх жирнокислотний склад. В подальшому характеризували купажі на придатність щодо забезпечення балансу між ПНЖК, враховуючи вміст кожної ПНЖК у складі купажу. За результатами газохроматографічного аналізу встановлено, що взята для досліджень лляна олія, яка використовувалася у купажах, містила 55% омега-3 ПНЖК, основну частку яких складала альфа-ліноленова кислота. В результаті проведених досліджень також встановлено, що найоптимальнішим за жирнокислотним складом виявився купаж, який містив 50% лляної олії, 15% кукурудзяної, 15% соняшникової і 25% оливкової олій. 1. А. В. Хмара, О. С. Покотило. Вплив лляної олії на вміст продуктів ПОЛ у тканинах щурів різного віку за умов адаптації до тривалих фізичних навантажень плаванням // Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві. - 2013. - № 1. - С. 310- 314. 2. В. Ониськів, О. Покотило. Властивості та жирнокислотний склад нетрадиційних олій // Матеріали XVIII наукової конференції ТНТУ імені Івана Пулюя. - 10 жовтня 2014. – Тернопіль. – С. 171-171. 3. Покотило О. С. Вплив поліненасичених жирних кислот родини ω -3 і ω -6 на ліпогенез і холестериногенез в організмі морських свинок і білих щурів за нормальних умов і при холестериновому навантаженні : автореф. дис... д-ра біол. наук / О. С. Покотило; Ін-т біології тварин УААН. – Л., 2008. – 36 с.