

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
(повне найменування вищого навчального закладу)

**Інженерії машин, споруд та технологій**

(назва факультету)

**Харчової біотехнології і хімії**

(повна назва кафедри)

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи)

**Магістр**

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: **ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ І ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ**

**ЙОГУРТУ ІЗ ЗБАЛАНСОВАНИМ ВМІСТОМ**

**ОМЕГА-3, -6 ТА -9 ЖИРНИХ КИСЛОТ**

Виконав: студент 6 курсу, групи МЛМ-61

напряму підготовки (спеціальності)

**181 “Харчові технології”**

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

	<hr/>	<b>Полевий М.І.</b>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівник	<hr/>	<b>Покотило О.С.</b>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	<hr/>	<b>Лясовська Т.О.</b>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Рецензент	<hr/>	<b>Лясота О.М.</b>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Інженерії машин, споруд і технологій  
Кафедра Харчової біотехнології і хімії  
Освітньо-кваліфікаційний рівень Магістр  
Напрямок підготовки Харчові технології  
(шифр і назва)  
Спеціальність 181 "Харчові технології"  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

проф. Покотило О.С

« \_\_\_\_\_ »

2021 р.

## **ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ**

**Полевий Микола Іванович**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ І ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ  
ЙОГУРТУ ІЗ ЗБАЛАНСОВАНИМ ВМІСТОМ  
ОМЕГА-3, -6 ТА -9 ЖИРНИХ КИСЛОТ

Керівник проекту (роботи) Покотило Олег Степанович, д.б.н., проф.

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

Затверджені наказом ректора від « 06 » 10 2021 року № 4/7 – 843

2. Термін подання студентом проекту (роботи) грудень 2021
3. Вихідні дані до проекту (роботи) Спеціальна, періодична наукова література та нормативна документація з питань досліджень проекту. Матеріали і методи досліджень стандартні та уніфіковані.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)  
Проаналізувати стан ринку харчової продукції, в тому числі молочної, яка збагачена омега-3 поліненасиченими жирними кислотами з родин омега-3, -6 та -9. Розробити технологію збагачення традиційних йогуртів продуктами, які мають високий вміст ПНЖК родин омега-3, -6 та -9. Дослідити жирнокислотний склад розроблених і виготовлених йогуртів. Встановити співвідношення поліненасичених жирних кислот родин омега-3, -6 та -9 у досліджуваних йогуртах.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)  
таблиці, графіки, схеми, діаграми

## 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях			
Нормоконтроль			

## 7. Дата видачі завдання

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Аналітичний огляд та патентний пошук інформації відповідно до теми магістерської роботи	14.05.21р. – 29.05.21 р.	
2.	Складання схеми досліджень	01.06.21р. – 10.06.21 р.	
3.	Опрацювання методики досліджень	11.06.21 р. – 26.06.21 р.	
4.	Виконання експериментальних досліджень (Частина I)	01.07.21 р. – 10.08.21 р.	
5.	Завершення експериментальних досліджень (Частина II)	01.09.21 р. – 15.10.21 р.	
6.	Збір інформації до виконання розділу та «Безпека в надзвичайних ситуаціях»	16.10.21 р. – 04.11.21 р.	
7.	Закінчення написання розділів	05.11.21 р – 30.11.20 р.	
8.	Подання магістерської роботи до захисту	07.12.21 р	

Студент

(підпис)

**Полевий Микола Іванович**

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

**Покотило Олег Степанович**

(прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

	Реферат	5
	Вступ	7
1	РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.	12
1.1	Ринок функціональних харчових продуктів із збалансованим співвідношенням омега-3, -6 та -9 жирних кислот	12
1.2	Значення омега-3, -6 та -9 жирних кислот для організму	18
1.3.	Основні харчові джерела омега-3, -6 та -9 жирних кислот	22
1.4	Важливість співвідношення ПНЖК омега-3 : омега-6	26
1.5.	Підсумки з огляду літературних джерел	27
2	МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	29
2.1	Обґрунтування схеми досліджень	29
2.2	Методики дослідження органолептичних і фізико-хімічних показників	30
2.2.1	Органолептичні показники йогурту	30
2.2.2	Визначення температури	31
2.2.3	Визначення кислотності	31
2.3	Дослідження жирнокислотного складу йогурту і субстратів	31
2.4	Фізико-хімічні та органолептичні дослідження	32
2.5	Мікробіологічні дослідження	32
3	РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ	34
3.1	Характеристика і відносний вміст інгредієнтів у досліджуваних йогуртах	34
3.2	Характеристика органолептичних показників досліджуваних йогуртів з різним вмістом олій, як джерел ПНЖК	35

3.3	Характеристика мікробіологічних показників досліджуваних йогуртів з різним вмістом олій, як джерел ПНЖК	38
3.4	Характеристика жирнокислотного складу досліджуваних йогуртів з різним вмістом олій, як джерел ПНЖК	40
3.5	Схема виробництва досліджуваних йогуртів з додаванням олій	51
	Висновки і пропозиції виробництву	53
4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	55
4.1	Алгоритм організації охорони праці на підприємстві	55
4.2	Організація розробки та погодження планів реагування на надзвичайні ситуації	62
4.3	Дії органів управління та сил цивільного захисту в режимі підвищеної готовності та режимі надзвичайної ситуації	63
	Список літератури	67
	Додатки	75

## РЕФЕРАТ

Магістерська робота: 79 с., 7 рис., 9 табл., 57 джерел.

ЙОГУРТ, ОМЕГА-3, -6, -9 ЖИРНІ КИСЛОТИ, ФУНКЦІОНАЛЬНІ ПРОДУКТИ, ЛЛЯНА ОЛІЯ, ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД.

Об'єкт дослідження: йогурт.

Метою роботи було розробити технологію збагачення йогурту рослинними джерелами поліненасичених жирних кислот родин омега-3, -6 та -9 для оптимізації їх співвідношення у кінцевому продукті.

Методи дослідження: біохімічні (газохроматографічні), математичного моделювання, статистичні.

На основі проведених газохроматографічних досліджень встановлено жирнокислотний профіль соняшnikової, оливкової і лляної олії, насіння льону, йогурту.

Розроблено математичну модель комбiнування різних пропорцій соняшnikової, оливкової і лляної олії, насіння льону при додаванні їх до йогурту і створення йогурту із збалансованим співвідношенням поліненасичених жирних кислот родин омега-3, -6 та-9.

Розроблено технологію виготовлення йогурту із передбачуваним збалансованим співвідношенням поліненасичених жирних кислот родин омега-3, -6 та-9.

Дана оцінка якісного і кількісного вмісту поліненасичених жирних кислот родин омега-3, -6 та-9 у йогурті з добавками різних джерел омега поліненасичених жирних кислот.

Розроблено рекомендації для споживання йогурту, збалансованого за співвідношенням ПНЖК омега-3, -6 та -9 як функціонального продукту.

## Вступ

**Актуальність теми.** Для кожної людини баланс поживних харчових речовин у раціоні є запорукою своєчасного поступлення у її клітини і тканини необхідних есенціальних енергетичних і пластичних субстратів. Це має відношення до усіх складових раціону – білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, мікро- та макроелементів, одні з яких можуть синтезуватися в організмі людини, а інші не можуть. Нездатність синтезувати ряд біологічно активних речовин обумовлена відсутністю у людини відповідних ферментів або їх комплексів, які можуть забезпечувати ці перетворення. Тому єдиним способом надходження незамінних амінокислот, окремих поліненасичених жирних кислот родин омега-3, -6 та -9, ряду вітамінів у внутрішнє середовище організму є раціон. Необхідно відмітити, що ці речовини повинні надходити постійно, регулярно і в достатній кількості, щоб підтримувати в належному стані обмін речовин в організмі і відповідно стан здоров'я [2-4, 21, 22, 34].

Забезпечення традиційним раціоном есенціальних незамінних субстратів є складним завданням, яке частіше не вирішується, аніж задовольняється. Особливо гостро стоїть питання із балансом таких важливих незамінних субстратів, як поліненасичені жирні кислоти з родин омега-3, -6 та -9. Справа в тому, що у пересічного жителя України в раціоні домінують омега-3 поліненасичені жирні кислоти. Їх джерелом є, в першу чергу, соняшникова олія, яка безпосередньо займає домінуюче положення серед вживаних олій, а також продукти харчування, в технології приготування яких вона використовується у великих кількостях. Слід нагадати, що поліненасичені жирні кислоти соняшникової олії представлені насамперед лінолевою кислотою  $C_{18:2}$   $\omega$ -6, вміст якої досягає до 65% від загальної кількості усіх жирних кислот. На другому місці знаходиться олеїнова кислота  $C_{18:1}$   $\omega$ -9, загальний вміст якої у соняшниковій олії може досягати до 25%. Небезпека надмірного споживання поліненасичених

жирних кислот родин омега-6 обумовлена тим, що вони при надмірі проявляють виражену прозапальну дію. Також ферменти їх у біологічно активні речовини – простагландини, тромбосани, лейкотриєни та інші є спільними і для поліненасичених жирних кислот родини омега-3, які є попередниками клітинних, вказаних вище, біологічно активних речовин, що чинять в організмі вже протизапальну дію [20, 44, 47, 54].

Таке постійне перевантаження організму людини соняшниковою олією, як джерела поліненасичених жирних кислот омега-6 зміщує оптимальне співвідношення між омега-3, -6 та -9 ПНЖК з 1 : 5-6 : 3 до 1 : 15-20 : 4-5. Така зміна є загрозовою для організму, оскільки порушується склад біологічних мембран клітин, зменшується опірність організму, послаблюється імунітет, порушується метаболізм, в першу чергу, ліпідів [9, 11, 17, 34, 44].

Аналізуючи стан проблеми, вбачається її вирішення реалізувати через збільшення ринку харчовими продуктами, які мають збалансований жирнокислотний склад за співвідношенням омега-3, -6 та-9 поліненасичених жирних кислот. Продукти переробки молока, а саме йогурти, популярність споживання яких щоразу зростає можуть послужити для вирішення цієї складної проблеми, яка має місце у суспільстві [26, 43, 49, 55].

**Постановка проблеми.** Враховуючи усе сказане вище, вбачається доцільним підібрати традиційні і нетрадиційні рослинні джерела, які містять багато, в першу чергу, омега-3 ПНЖК. Наступним етапом слід визначити їх жирнокислотний склад цих продуктів, провести математичне моделювання і розрахувати їх вміст у йогурті. Одночасно необхідно прорахувати потенційний баланс омега-3, -6 та-9 поліненасичених жирних кислот у новоствореному йогурті. Тому актуальним та науково-обґрунтованим завданням даної магістерської роботи є розробка технології виготовлення йогурту та отримати продукт із передбачуваним збалансованим співвідношенням поліненасичених жирних кислот родин



омега-3, -6 та-9 та дати оцінку якісного і кількісного вмісту вказаних жирних кислот різних родин.

### **Мета і завдання досліджень.**

Мета роботи – провести дослідження жирнокислотного складу соняшникової, оливкової і лляної олії, насіння льону, йогурту для визначення кількісного складу поліненасичених жирних кислот і на основі комбінування різних пропорцій вказаних харчових продуктів створити йогурт із збалансованим співвідношенням поліненасичених жирних кислот родин омега-3, -6 та-9.

Для виконання поставленої мети були визначені наступні завдання:

- Проаналізувати стан насичення ринку у світі та Україні продуктами із збалансованим вмістом поліненасичених жирних кислот родин омега-3, -6 та-9;
- Визначити газохроматографічно жирнокислотний склад соняшникової, оливкової і лляної олії, насіння льону, йогурту;
- Розробити математичну модель комбінування різних пропорцій соняшникової, оливкової і лляної олії, насіння льону при додаванні їх до йогурту для створення йогурту із збалансованим співвідношенням поліненасичених жирних кислот родин омега-3, -6 та-9;
- Розробити технологію виготовлення йогурту із передбачуваним збалансованим співвідношенням поліненасичених жирних кислот родин омега-3, -6 та-9;
- Дати оцінку якісного і кількісного вмісту поліненасичених жирних кислот родин омега-3, -6 та-9 у йогурті з добавками різних джерел омега жирних кислот.
- Розробити рекомендації для споживання йогурту, збалансованого за співвідношенням ПНЖК омега-3, -6 та -9 як функціонального продукту.

**Об'єкт дослідження** – йогурт, соняшникова, оливкова і лляна олії, насіння льону.

**Предмет дослідження** – жирнокислотний склад соняшникової, оливкової і лляної олії, насіння льону, йогурту.

**Наукова новизна одержаних результатів.** На основі проведених газохроматографічних досліджень визначено жирнокислотний профіль оливкової і лляної олії, насіння льону, йогурту.

Розроблено математичну модель комбінування різних пропорцій соняшникової, оливкової і лляної олії, насіння льону при додаванні їх до йогурту і створення йогурту із збалансованим співвідношенням поліненасичених жирних кислот родин омега-3, -6 та-9.

Розроблено технологію виготовлення йогурту із передбачуваним збалансованим співвідношенням поліненасичених жирних кислот родин омега-3, -6 та-9.

Дана оцінка якісного і кількісного вмісту поліненасичених жирних кислот родин омега-3, -6 та-9 у йогурті з добавками різних джерел омега поліненасичених жирних кислот.

- **Практичне значення.** Розроблено рекомендації для споживання йогурту, збалансованого за співвідношенням ПНЖК омега-3, -6 та -9 як функціонального продукту.

**Особистий внесок.** Полягає у проведенні огляду вітчизняних і закордонних літературних наукових видань, проведені експериментальних досліджень у відборі зразків досліджуваних продуктів, а саме підготовці проб для аналізу жирнокислотного складу олій на хроматографі, статистичному опрацювання отриманих даних, формулюванні висновків, підготовці тез, написанні магістерської роботи.

**Апробація результатів.** Виступ на міжнародній науково-технічній конференції в ТНТУ імені Івана Пулюя в 2021 році.

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

М.І. Полевий, О.С. Покотило. Йогурт із покращеним вмістом омега-3, -6 та -9 жирних кислот. . Збірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів” Актуальні задачі сучасних технологій”, Тернопіль, ТНТУ 26-27 листопада 2021 р. – Т.3. – 173. с.

**Методи досліджень:** Ліпіди з досліджуваних зразків харчових продуктів 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 продуктах.

**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 78 сторінках і містить 9 таблиць, 7 рис. Перелік посилань містить 57 найменувань.

## РОЗДІЛ 1

### ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

#### **1.1. Ринок функціональних харчових продуктів з підвищеним або збалансованим вмістом омега-3, -6 та -9 жирних кислот**

«Функціональні продукти» - це харчові продукти, які наділені особливими додатковими функціями (такими як зміцнення здоров'я, поліпшення фігури або профілактика захворювань) за рахунок додавання додаткових або нових компонентів до звичайних продуктів харчування. Важливо відзначити, що ці позитивні ефекти функціонального харчування, повинні бути підтверджені клінічно в порівнянні зі звичайними продуктами. До функціональних продуктів харчування відносяться енергетичні батончики, хліб, напої, йогурти, каші, печиво, супи і т.п., які збагачені вітамінами, мінералами або екстрактами [34, 54, 55].

Функціональний інгредієнт може бути визначений як дієтичний інгредієнт, який впливає на його господаря цілеспрямовано, щоб надавати позитивні ефекти, які виправдовують певні твердження про стан здоров'я. Іншими словами, продукти, що містять ці інгредієнти (функціональні продукти), являють собою продукти, що володіють властивостями, які сприяють зміцненню здоров'я, окрім них харчової цінності [26].

Термін "функціональні продукти харчування" можна розглядати як охоплює дуже широкий спектр продуктів, починаючи від продуктів, що генеруються навколо конкретного функціонального інгредієнта (наприклад, збагачених стеанамі, стеролів з низьким вмістом жиру і молочних продуктів, що містять пробіотичні бактерії), до основних повсякденних продуктів, збагачених поживними речовинами, які зазвичай не присутні в будь-якій значній мірі (наприклад, збагачений фолієвою кислотою хліб або злаки для сніданку, омега-3 жирні кислоти з риб'ячого жиру, додані до хліба або запеченим бобам) [25, 44-46].

Споживачі мають значний інтерес до зміцнення здоров'я певних харчових продуктів або фізіологічно активних компонентів їжі. Функціональні продукти можна визначити як продукти або дієтичні компоненти, які можуть принести значну користь для здоров'я на додаток до основного харчування. Термін незамінні жирні кислоти (НЖК) відноситься до тих поліненасичених жирних кислот (ПНЖК), які повинні надходити з їжею, оскільки вони не синтезуються в організмі, але необхідні для здоров'я. Існує дві родини ПНЖК, це омега-3 ( $\omega$ -3) та омега-6 ( $\omega$ -6). Омега-3 жирні кислоти мають спільну кінцеву подвійну зв'язок вуглець-вуглець у положенні  $\omega$ -3, тобто третій зв'язок від метильного кінця жирної кислоти, тоді як жирні кислоти  $\omega$ -6 мають його в положенні  $\omega$ -6, тобто шостий. зв'язок з метильного кінця жирної кислоти. Важливість позначення  $\omega$ -3 та  $\omega$ -6 полягає в тому, що омега або n кінець ніколи не змінюється під час фізіологічної трансформації в організмі людини, оскільки він найбільш стабільний енергетично. Подвійні зв'язки в цих  $\omega$ -3 жирних кислотах знаходяться в цис-конфігурації, тобто два атоми водню знаходяться на одній стороні подвійного зв'язку.  $\alpha$ -Ліноленова кислота (ALA), ейкозапентаєнова кислота (EPA) і докозагексаєнова кислота (DHA) мають різні властивості, за якими їх можна віднести до функціональних харчових продуктів. Тобто саме їх наявність і кількісний вміст буде визначати ступінь ефективності харчового продукту як функціонального з позиції дії саме цих поліненасичених незамінних жирних кислот [14, 18, 23, 27, 51].

Багато досліджень показали, що омега-3 жирні кислоти приносять користь для здоров'я, включаючи поліпшення роботи серцево-судинної системи, синтез скелетної м'язової маси, полегшення ревматоїдного артриту, поліпшення здоров'я очей, поліпшення психічного здоров'я та когнітивних функцій, а також користь для материнства та розвитку плоду. На додаток до споживання жирної риби та різних рослинних джерел, збагачення омега-3 жирних кислот у харчових продуктах можна використовувати для

збільшення споживання омега-3 жирних кислот. Омега-3 жирні кислоти були успішно включені в йогурт, оскільки продукт зберігає свої бажані властивості після збагачення і все ще може забезпечити бажану користь для здоров'я. Однак, побоювання через те, що споживачі не сприймають це, мабуть, є основним питанням, яке слід вирішити до того, як може статися збільшення споживання йогурту, що містить риб'ячий жир [5, 6, 43].

Щоденне споживання солоного йогурту, збагаченого риб'ячим жиром, може забезпечити споживачів щоденним споживанням омега-3. Крім того, німецькі дослідження показали, що збагачення йогурту Омега-3 може допомогти зменшити симптоми запалення та серцево-судинні фактори ризику у людей з гіпертригліцеридемією [3, 8].

Прогнозується, що світовий ринок продуктів з омега-3 ПНЖК зросте на рівні 7,4% з 2020 року до 2025 року [14].

Омега-3 жирні кислоти володіють безліччю властивостей для здоров'я, що стимулює попит на добавки омега-3, тим самим стимулюючи глобальний ринок продуктів омега-3. Омега-3 знайшла основне застосування в індустрії дитячого харчування, яка, як очікується, буде стимулювати ринок протягом прогнозованого періоду. Останній попит на зручні та високоефективні ультрависокі концентрати збільшує попит на продукти з омега-3 [7, 9].

COVID-19 також створив можливості для виробників продуктів, орієнтованих на здоров'я, особливо дієтичних добавок. Відповідний ринок спонукав споживачів до того, що ці продукти допомагають підтримувати імунітет та ефективно боротися зі смертельним вірусом. Це, у свою чергу, підвищує попит на супутні ринки, включаючи також і продукти з омега-3 ПНЖК.

Фактично, нещодавно публікуються дослідження, які пов'язують позитивний вплив добавок омега-3 з можливим порушенням впливу COVID-19 на організм людини. Згідно з недавніми дослідженнями, проведеними

філіями Університету Сан-Паулу, омега-3 жирні кислоти, зокрема ейкозапентаєнова кислота (ЕРА) і докозагексаєнова кислота (ДНА), мають протизапальний ефект, який може полегшити потребу деяких пацієнтів у відділенні інтенсивної терапії [14].

В раціоні омега-3 жирні кислоти представлені як рослинними, так і тваринними джерелами. З рослинних найтипівішим представником є альфа-ліноленова кислота, яка дуже чутлива до руйнування світлом, киснем і теплом. Якщо її не захистити, вона стає токсичною. Вона руйнується в п'ять разів швидше, ніж лінолева кислота (ЛК). Середнє споживання омега-3 жирних кислот зменшилося до менш ніж 20 % від того, що було в звичайних дієтах 150 років тому. Близько 95–99% населення отримує омега-3 жирні кислоти менше, ніж потрібно для здоров'я, що робить жирні кислоти омега-3 незамінним поживним субстратом, а отже, і одним з найбільш лікувальних з усіх необхідних поживних речовин (20 мінералів, 14 вітамінів, 8–11 амінокислот, 2 жирні кислоти) [12, 15, 34].

Характеризуючи омега-6 жирні кислоти та їх джерела, необхідно відмітити лінолеву кислоту C18:2, ( $\Delta$  9, 12), якої багато в сафлорі, соняшнику та кукурудзі. Також вона міститься в середніх кількостях у соєвій, кунжутній та мигдальній оліях, а у невеликій кількості - у ріпаковій, арахісовій та оливковій оліях. Дуже малий вміст у оліях кокосового горіха і пальмових кісточок. Залежно від потреби організм перетворює лінолеву кислоту в інші жирні кислоти. Інша з родини омега-6 ПНЖК - Гамма-ліноленова кислота, 18:3 ( $\Delta$  6, 9, 12) присутня в олії примули вечірньої (7–10 %), огірочнику (18–26 г/100 г). Вона також присутня у невеликих кількостях в м'ясі і в грудному молоці. Дигомо-гамма-ліноленова кислота, C 20:3 ( $\Delta$  8, 11, 14), яка синтезується з гамма-ліноленової кислоти. Арахідонова кислота, C 20:4 ( $\Delta$  5, 8, 11, 14) міститься в м'ясі, яйцях і молочних продуктах [45, 48, 53, 56].

Лінолева кислота є у великій кількості у раціоні більшості людей. За останні 100 років її споживання збільшилося вдвічі через збільшення

використання, соняшникової, кукурудзяної та сафлорової олій. Дієти з надмірним вмістом лінолевої кислоти та занадто низьким вмістом  $\omega$ -3 жирних кислот можуть призвести до хронічного запалення, гіпертонії та тенденції згортання крові, що збільшує ризик серцевого нападу та інсульту. Збільшення кількості ЛА уповільнює перетворення АЛК до ЕПК та ДГК, інгібуючи  $\Delta$ 6 десатуразу, яка також може зменшуватися з віком [20].

Жирні кислоти  $\omega$ -6 і  $\omega$ -3 при споживанні з їжею у вигляді тригліцеридів з різних джерел їжі піддаються травленню в тонкому кишечнику. Потім вони піддаються всмоктуванню та транспортуванню в крові і засвоєнню в організмі в різних органах, насамперед попадаючи у печінку, мозок, сітківку ока, серце та інші тканини. Ці жирні кислоти можуть піддаватися  $\beta$ -окисленню для отримання енергії у вигляді АТФ або етерифікації в клітинні ліпіди, включаючи тригліцериди, ефіри холестерину і фосфоліпіди. Також жирні кислоти можуть перетворюватися в довший ланцюг і більш ненасичені продукти, отримані через ряд реакцій десатурації та елонгації, які особливо активні в печінці та меншою мірою в інших тканинах [51, 54].

Доведено, що регулярне споживання молочних продуктів, які містять Омега-3 жирні кислоти сприяє підвищенню інтелекту і покращує розумовий розвиток дитини [13, 14, 34].

Функціональна продукція з підвищеним вмістом ПНЖК родини Омега-3 має властиве позначення чи маркування у США, Канаді та окремих країнах у Європейському Союзі. Разом з тим, у кожній з вказаних країн є свої національні особливості маркування. Наприклад, у Канаді така продукція повинна мати вміст не менше як 0,3 г від загальної кількості есенціальних жирних кислот родини Омега-3 на 100 г натурального продукту. У США, наприклад, продукти, які містять  $\geq 160$  мг цих кислот називають source, тобто джерело, а коли  $\geq 320$  мг – це вже називають rich або багаті на вміст ліноленової есенціальної жирної кислоти. При цьому зовсім не враховується вміст важливих ейкозапентаєнової й докозагексаєнової кислот.



У країнах Європейського Союзу функціональні продукти, які містять 300 мг ліноленової ЖК або ж 40 мг змішаних ейкозапентаєнової та докозагексаєнової кислот на 100 г продукту часто позначають як «джерело» ПНЖК родини Омега-3. При вмісті у продуктах 600 мг ліноленової ЖК чи 80 мг змішаних ейкозапентаєнової і докозагексаєнової кислот на 100 г харчового продукту їх називають «багатими». Виходячи з цього, можна зробити висновок, що у кожній країні дії свої нормативи для харчових продуктів щодо понять «джерело» та «багаті» ПНЖК і ці норми можна відрізнитися в рази, людський організм однаковий як у британця, так і в американця [1, 4, 16, 17, 35, 36, 54].

За даними результатів клінічного дослідження ролі дитячого харчування з'ясувалося, що щодення вживання таких молочних продуктів із Омега 3 жирними кислотами впродовж трьох місяців покращує показники розумового розвитку в цілому здоров'я дитини до 30% [35].

У цьому дослідженні з'ясувалося, що у дітей, які споживали молочні продукти з Омега-3, вирости показники тестів на логічне мислення, пам'ять і навіть сприйняття до 30%. Щодо України, то на сьогоднішній день представлена лише одна лінійка молочних продуктів, які містять ПНЖК Омега-3. Це – молочні продукти від торгової марки «Локо Моко». До них належать дві категорії : йогурти та сиркові десерти.

Омега-3 ПНЖК сприяють регенерації та росту клітин, вони переважають у складі сірої речовини, тому, очевидно, відповідають за функції нервової системи, а також зору у дітей. Дослідження встановили, що у немовлят загалом у тканинах мозку вміст ПНЖК Омега-3 – 35-40%, тоді як у сітківці до 60%. Разом з тим, Омега-3 ПНЖК є найважливішим компонентом здорової імунної системи як дорослою людини, так і дитини. Достатнє поступлення ПНЖК омега-3 з щоденним раціоном сприяє інтелектуальному розвитку, покращує емоційний стан, покращує формування умінь і навичок [17, 27].

Уже кілька років в Україні для споживачів успішно реалізується кефір, який збагачений ПНЖК під назвою «Омега ПЛЮС» ТМ «ФАННІ».

## **1.2. Значення омега-3, -6 та -9 жирних кислот для організму**

Омега-3, омега-6 і омега-9 жирні кислоти є важливими харчовими жирами. Усі вони корисні для здоров'я, але важливо знайти правильний баланс між ними. Дисбаланс у раціоні може сприяти ряду хронічних захворювань [3, 7, 13, 34].

Омега-3 жирні кислоти - це поліненасичені жири, які наш організм не може виробляти. Термін «поліненасичені» відноситься до їх хімічної структури, оскільки «полі» означає багато, а «ненасичені» відноситься до подвійних зв'язків. Разом вони означають, що омега-3 жирні кислоти мають багато подвійних зв'язків. «Омега-3» відноситься до позиції кінцевого подвійного зв'язку в хімічній структурі, яка складається з трьох атомів вуглецю від «омеги» або хвостового кінця молекулярного ланцюга. Оскільки людський організм не може виробляти омега-3, ці жири називають «незамінними», тобто ми повинні отримувати їх зі свого раціону. Наприклад, Американська асоціація серця (АНА) рекомендує їсти принаймні дві порції риби на тиждень, особливо жирну рибу, яка багата омега-3 жирними кислотами [14]. Існує багато типів омега-3 жирів, які відрізняються за своєю хімічною формою та розміром. Ось три найпоширеніших:

1. Ейкозапентаєнова кислота (ЕРА): основна функція цієї 20-вуглецевої жирної кислоти полягає у перетворенні у хімічні речовини, які називаються ейкозаноїдами, які допомагають зменшити запалення. ЕРА також може допомогти зменшити симптоми депресії [5, 16].

2. Докозагексаєнова кислота (DHA): 22-вуглецевої жирної кислоти, DHA становить близько 8% ваги мозку і сприяє розвитку та функціонуванню мозку [8, 12].

3. Альфа-ліноленова кислота (ALA): цю 18-вуглецеву жирну кислоту можна перетворити в EPA і DHA, хоча цей процес не дуже ефективний. Здається, АЛК корисна для серця, імунної та нервової системи [15, 53, 56 ].

Треба наголосити, що Омега-3 жири є важливим структурним елементом клітинних мембран людини. Вони також мають інші важливі функції, зокрема:

- *Поліпшення здоров'я серця.* Омега-3 жирні кислоти можуть допомогти контролювати рівень холестерину, тригліцеридів і кров'яного тиску [18, 20].

- *Підтримка психічного здоров'я.* Добавки Омега-3 можуть допомогти впоратися з депресією, хворобою Паркінсона та психозом у людей із ризиком або запобігти їм. Однак потрібні додаткові дослідження [16].

- *Зменшення ваги і розміру талії.* Омега-3 жири здатні допомогти людям контролювати вагу і окружність талії, але необхідні ще додаткові дослідження [6].

- *Зменшення жиру в печінці.* Початкові дослідження показують, що споживання омега-3 може допомогти зменшити кількість жиру в печінці [12].

- *Підтримка розвитку інтелекту і мозку дитини.* Омега-3 підтримують розвиток мозку у плода [8].

- *Боротьба із запаленням.* Омега-3 жири можуть допомогти впоратися із запаленням, яке виникає при деяких хронічних захворюваннях [11].

Низьке споживання омега-3 жирних кислот у порівнянні з омега-6 може сприяти запаленню та хронічним захворюванням, таким як ревматоїдний артрит, діабет, атеросклероз та серцева недостатність [3]. Тому Омега-3 ПНЖК - це незамінні жири, які ми повинні отримувати зі свого раціону. Вони мають важливі переваги для роботи і структури нашого серця, мозку та обміну речовин в цілому.

Як і омега-3, омега-6 жирні кислоти є поліненасиченими жирними кислотами. У них відмінність, що останній подвійний зв'язок — після шостого атому вуглецю з омега кінця молекули жирної кислоти. Омега-6 жирні кислоти також незамінні, тому ми повинні отримувати їх зі свого раціону. В основному вони дають енергію. Найпоширенішою жирною кислотою з родини омега-6 є лінолева кислота, яку організм може перетворити на більш довгі омега-6 ПНЖК, такі як арахідонова кислота (AA). Як і EPA, AA виробляє ейкозаноїди. Однак ейкозаноїди, які виробляє AA, є більш прозапальними. Прозапальні ейкозаноїди відіграють ключову роль в імунній системі. Однак, коли організм виробляє занадто багато, вони можуть збільшити ризик запалення та запальних захворювань [9, 12, 15, 18].

Здорове співвідношення омега-6 до омега-3 жирних кислот, знаходиться між 1 до 1 і 4 до 1, але дослідження показують, що люди, які дотримуються типової західної дієти, можуть споживати від 15 до 1 і майже 17 до 1 [14, 34].

Деякі омега-6 жирні кислоти показали переваги в лікуванні симптомів хронічних захворювань. Гамма-ліноленова кислота (GLA) - це омега-6 жирна кислота, яка міститься в такій олії, як олія з примули вечірньої. При споживанні велика його частина перетворюється на іншу жирну кислоту, яка називається дигомо-гамма-ліноленова кислота (DGLA) [14].

Дослідження показують, що GLA і DGLA можуть мати певні переваги для здоров'я. Наприклад, GLA може допомогти зменшити симптоми запальних захворювань. Однак потрібні додаткові дослідження. Автори одного дослідження прийшли до висновку, що прийом добавок іншої форми омега-6-кон'югованої лінолевої кислоти (CLA) може допомогти зменшити жирову масу у людей. Отже, жирні кислоти з родини Омега-6 є незамінними жирами, які забезпечують організм енергією. Проте на сьогодні необхідно збільшити вміст омега-3 ПНЖК в раціоні більше, ніж омега-6 [34, 43, 46].

Омега-9 жирні кислоти є мононенасиченими, тобто мають лише один подвійний зв'язок. Він розташований на дев'яти вуглецю від омега кінця молекули жирної кислоти. Олеїнова кислота є найпоширенішою жирною кислотою омега-9 і найпоширенішою мононенасиченою жирною кислотою в дієті. Омега-9 жирні кислоти не є строго «незамінними», оскільки організм може їх частково виробляти. Проте вживання продуктів, багатих жирними кислотами омега-9 замість інших типів жирів, може мати користь для здоров'я [34, 54, 55].

Окремі дослідження показали, що харчування мишей дієтою з високим вмістом мононенасичених жирів покращує чутливість до інсуліну та зменшує запалення. Те ж дослідження показало, що люди, які вживали дієту з високим вмістом мононенасичених жирів, мали менше запалення і кращу чутливість до інсуліну, ніж ті, хто вживав дієти з високим вмістом насичених жирів. Тому заміна деяких насичених жирів на омега-9 може принести користь нашому здоров'ю [34].

Отримати омега-3, -6 і -9 жирні кислоти можна і потрібно зі свого раціону, але потрібен правильний баланс кожної з них. Типова західна дієта містить більше омега-6 жирів, ніж необхідно, і недостатньо жирів омега-3.

### 1.3. Джерела поліненасичених жирних кислот родин омега-3, -6, -

9

Продукти з високим вмістом омега-3 жирів включають в першу чергу морську рибу, як правило з північних морів. Жирна риба є найкращим джерелом омега-3 ПНЖК таких як ЕПК і ДГК. Інші морські джерела включають олії водоростей. ALA є теж представником омега-3 ПНЖК і в основному її отримують з горіхів і насіння [16, 56].

Офіційних стандартів щоденного споживання омега-3 не існує, але різні організації пропонують рекомендації. Більшість експертів рекомендують вживати 250-300 міліграмів на день [34, 54].

За даними Ради з харчування та харчування Інституту медицини США, достатнє споживання АЛК омега-3 на день становить 1,6 грама для дорослих чоловіків і 1,1 грама для дорослих жінок у віці 19 років і старше [14].

Кількість і типи омега-3 в 100 г наступних продуктів:

- лосось: 4,0 г ЕПК і ДГК
- скумбрія: 3,0 г ЕПК і ДГК
- сардини: 2,2 г ЕПК і ДГК
- анчоуси: 1,0 г ЕПК і ДГК
- насіння chia: 4,9 г ALA
- волоські горіхи: 2,5 г ALA
- лляне насіння: 2,3 г ALA

Продукти з високим вмістом омега-6 жирів представлені в рафінованих рослинних оліях і продуктах, приготованих на рослинних оліях. Горіхи та насіння також містять значну кількість омега-6 жирних кислот [56].

За даними Ради з харчування та харчування Інституту медицини США, достатнє споживання омега-6 на день становить 17 грамів для чоловіків і 12 грамів для жінок у віці 19–50 років [14].

Нижче наведений вміст омега-6 ПНЖК в 100 грамах продуктів:

- соєва олія: 50 грам
- кукурудзяна олія: 49 грам
- майонез: 39 грам
- волоські горіхи: 37 грам
- насіння соняшнику: 34 г
- мигдаль: 12 грам
- горіхи кешью: 8 грам

Продукти з високим вмістом омега-9 жирних кислот поширені в наступних продуктах: рослинні і насінневі олії, горіхи, насіння. Немає адекватних рекомендацій щодо споживання омега-9, оскільки вони не є суттєвими.

Вміст омега-9 ПНЖК в 100 грамах окремих продуктів:

- оливкова олія: 83 г
- олія кешью: 73 г
- мигдальне масло: 70 грам

- олія авокадо: 60 грам
- арахісове масло: 47 грам
- мигдаль: 30 грам
- кешью: 24 г
- волоські горіхи: 9 грам

Виходячи з представлених даних щодо вмісту ПНЖК родин омега в харчових продуктах, то можна зробити висновок, що найкращим джерелом омега-3 ПНЖК є жирна риба, краще з холодних морів, тоді як омега-6 і омега-9 більше присутні в рослинних оліях, горіхах і насінні.

Комбіновані добавки омега-3-6-9 зазвичай містять кожен з цих жирних кислот у відповідних пропорціях, наприклад, 2 : 1 : 1 для омега-3:6:9. Такі олії можуть допомогти збільшити споживання омега-3 ПНЖК і покращити баланс жирних кислот, щоб співвідношення омега-6 до омега-3 було меншим, ніж 4 до 1.

Відомо, що більшість людей щоденно отримують достатню кількість омега-6 зі своєю дієтою, і також їх організм виробляє омега-9. З цієї причини більшості людей не потрібно додавати саме ці жири, а особливо зменшувати в раціоні омега-3 ПНЖК. Це один із способів також відкорегувати співвідношення між омега-3 і омега-6 ПНЖК. А найкраще зосередитися на отриманні гарного балансу жирних кислот омега-3, -6 і -9 у щоденному раціоні.

Способи зробити це включають в себе вживання принаймні двох порцій жирної риби на тиждень і використання оливкової олії для приготування їжі та заправки для салатів.



Крім того, намагайтеся обмежити споживання омега-6, обмеживши споживання інших рослинних олій і смажених продуктів, приготованих на рафінованих рослинних оліях. Відомо, що люди, які не отримують достатньої кількості омега-3 у своєму раціоні, можуть отримати користь від добавки омега-3, а не комбінованої добавки омега-3-6-9.

Комбіновані добавки омега-3-6-9 забезпечують оптимальне співвідношення жирних кислот в раціоні. Проте вони, ймовірно, не надають додаткових переваг порівняно з добавками окремо омега-3 ПНЖК.

Як омега-3, так і омега-6 жирні кислоти є важливими компонентами клітинних мембран і є попередниками багатьох інших речовин в організмі, наприклад тих, що беруть участь у регуляції артеріального тиску та запальних реакціях. Зростає підтримка омега-3 жирних кислот у захисті від смертельних серцевих захворювань, і відомо, що вони мають протизапальну дію, що може бути важливим при цьому та інших захворюваннях. Також зростає інтерес до ролі омега-3 жирних кислот у профілактиці діабету та деяких видів раку [3, 17].

Людський організм здатний виробляти всі необхідні йому жирні кислоти, за винятком двох: лінолевої кислоти (ЛК) - омега-6 жирної кислоти, і альфа-ліноленової кислоти (АЛК) - омега-3 жирної кислоти. Вони повинні споживатися з дієти і називаються «незамінними жирними кислотами». Обидві ці жирні кислоти необхідні для росту та відновлення, але також можуть бути використані для виробництва інших жирних кислот. Наприклад, омега-3 жирні кислоти, ейкозапентаєнова кислота (ЕРА) і докозагексаєнова кислота (ДНА), можуть бути синтезовані з альфа-ліноленової кислоти. Однак, оскільки їх перетворення обмежене, рекомендується включати в раціон джерела цих кислот. ALA і LA містяться в оліях рослин і насіння. Хоча рівень лінолевої кислоти зазвичай набагато вищий, ніж рівень ліноленової кислоти в ріпаковій олії, проте олія волоського горіха є дуже хорошими

джерелами останньої. EPA і DHA містяться в жирній рибі (наприклад, лосось, скумбрія, оселедець). Арахідонову кислоту можна отримати з тваринних джерел, таких як м'ясо та яєчний жовток [11, 20, 22, 25, 49].

#### **1.4. Важливість співвідношення ПНЖК омега-3 : омега-6**

В організмі людини LA і ALA конкурують за обмін речовин за допомогою ферменту дельта-6-десатурази. Було припущено, що це важливо для здоров'я, оскільки високе споживання LA зменшить кількість дельта-6-десатурази, доступної для метаболізму ALA, що може підвищити ризик серцевих захворювань. Це підтверджується даними, які показують, що за останні 150 років споживання омега-6 зросло, а споживання омега-3 зменшилося паралельно зі зростанням серцевих захворювань. Таким чином, було розроблено концепцію «ідеального» співвідношення жирних кислот омега-6 до омега-3 в раціоні [34, 54].

Однак співвідношення, яке асоціюється зі зниженим ризиком серцевих захворювань, ще не визначено, і деякі експерти зараз вважають, що це співвідношення менш важливе – нас більше хвилює абсолютний рівень споживання. У доповіді семінару з цієї області було зроблено висновок, що просте збільшення кількості ALA, EPA і DHA в раціоні дозволить досягти бажаного підвищення рівня цих жирних кислот в тканинах організму, і що зменшення споживання LA і AA не є необхідним. Крім того, метод співвідношення не розрізняє ті дієти, в яких є достатні як омега-6, так і омега-3, і ті дієти, які мають дефіцит обох цих [34].

За словами доктора Стефана Гуйєне, типове співвідношення омега-6 до омега-3 для доіндустріального населення коливалося від 4:1 до 1:4 [14].

Мисливці-збирачі, які харчувалися переважно наземними тваринами, споживали ці жири у співвідношенні від 2:1 до 4:1, тоді як інуїти, які їли

переважно морепродукти, багаті омега-3, мали співвідношення 1:4. Інші доіндустріальні групи населення були десь посередині [34].

Антропологічні дані також свідчать про те, що співвідношення людей, які еволюціонували до їжі, було приблизно 1:1, тоді як сьогодні це співвідношення становить приблизно 16:1. Хоча ці групи населення мали нижчу очікувану тривалість життя, ніж сучасні люди, деякі дослідники вважають, що хронічні захворювання способу життя, такі як хвороби серця та діабет, зустрічалися набагато рідше. Доіндустріальне населення не тільки отримувало набагато менше омега-6 зі свого раціону, вони також отримували більше фізичних вправ, їли менше цукру і не мали доступу до сучасної шкідливої їжі [54].

Всі ці фактори можуть пояснити їх нижчий рівень захворювань сучасного способу життя. Однак цей ефект не можна пояснити лише меншим споживанням омега-6 жирних кислот.

### **1.5. Підсумки з огляду літературних джерел**

Аналіз відібраних літературних наукових фахових джерел свідчить про актуальність дослідження як вмісту ПНЖК і їх співвідношення у харчових продуктах, так і значення для організму. Сукупне це впливає у необхідність створення функціональних харчових продуктів з або підвищеним вмістом омега-3 ПНЖК або із збалансованим співвідношенням між усіма класами ПНЖК родин омега-3, -6 та -9. В цьому плані, виходячи із актуальності теми, планується провести дослідження і розробити технологію виготовлення йогурту, який би мав підвищений вміст омега-3 ПНЖК і в цілому сприяв утворенню балансу між ПНЖК усіх родин омега кислот [50]. Адже споживання йогурту населенням на сьогодні знаходиться в позитивній динаміці зростання, тому створення йогурту із збалансованим

співвідношенням ПНЖК омега-3, -6 та -9, відповідно до мети і завдання даної магістерської роботи, очевидно, є правильним і підборі харчового продукту.

## РОЗДІЛ 2

### МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Заплановані етапи експериментального дослідження кваліфікаційної роботи виконувалися відповідно до поставленої мети і її завдань. Усі дослідження проведено в лабораторіях ТНТУ на кафедрі харчової біотехнології і хімії.

На початку пріоритетним завданнями, як з теоретичної, так і практичної сторони досліджень було розробити оптимальний йогурт, на основі якого провести подальші дослідження з приводу насичення різними джерелами ПНЖК родин омега-3, -6 та-9.

Об'єкт дослідження – йогурт, соняшникова, оливкова і лляна олії, насіння льону.

Предмет дослідження – жирнокислотний склад соняшникової, оливкової і лляної олії, насіння льону, йогурту.

#### 2.1. Обґрунтування схеми досліджень

Етапи здійснення експериментальної частини магістерської роботи схематично показано на (рис. 2.1).

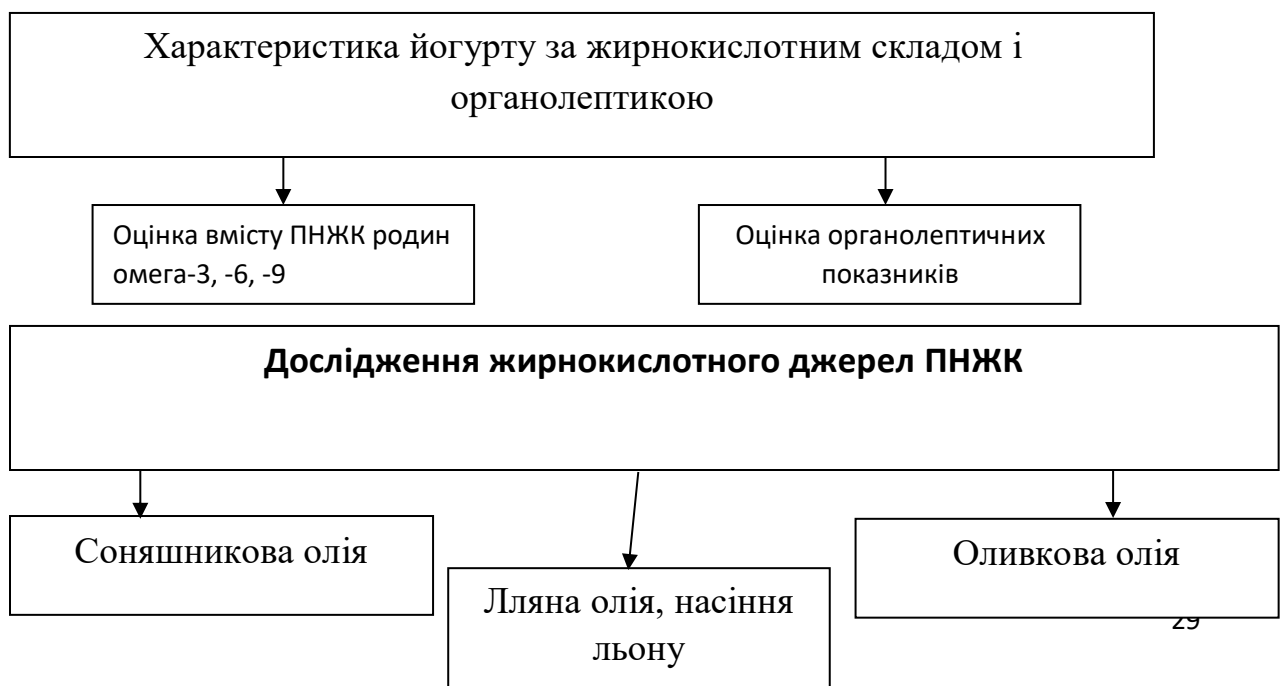




Рис. 2.1. Схема етапів експериментальних досліджень у процесі виконання магістерської роботи

## 2.2. Методики дослідження органолептичних і фізико-хімічних показників

Досліджувані зразки йогуртів відповідно до схеми досліджень переносили в чисту ємність. У ній після перемішування відбирали визначену для аналізу пробу об'ємом 500 см<sup>3</sup>.

### 2.2.1. Органолептичні показники йогурту.

Оцінку органолептичних показників, а саме смаку, запаху, кольору, а також консистенції йогуртів проводили згідно вимог ТУ У25027034–012–99.

### **2.2.2. Визначення температури**

Для визначення температури йогурту використовували термометри скляні рідині, які мали діапазон вимірювання 0-50 та 0-100°C із ціною поділок 0,5-1,0°C. Перед кожним вимірюванням температури продукт перемішували. Вимірювали безпосередньо в ємкостях, а також у споживчій тарі і ще в упаковці. Занурювали термометр у продукт до нижньої цифрової відмітки, витримуючи експозицію у ньому до 2 хв. Показники фіксували, не виймаючи термометр з йогурту.

### **2.2.3. Визначення кислотності**

Кислотність в кисломолочних продуктах, в тому числі у йогуртах, визначали класичним титрометричним методом. Проводиться титрування кислих солей, білків, вуглекислоти [28].

### **2.3. Дослідження жирнокислотного складу йогурту і субстратів**

Відбір проб йогурту проводили згідно з ДСТУ 3662–97 та ДСТУ 26610-94. Жирнокислотний склад визначали за методом газорідинної хроматографії після виділення жиру за ДСТУ ISO 1211-2002 „Молоко. Гравіметричний метод визначення вмісту жиру” та проведення процедури метилування за ДСТУ ISO 5509-2002. „Жири та олії тваринні і рослинні. Приготування метилових ефірів жирних кислот” [32]. Аналіз жирнокислотного складу ліпідів молока та його вплив на технологічні властивості молока і якість продуктів, що будуть із нього виготовлені, вивчали за вмістом кислот, їх поєднань та співвідношень.

Аналіз жирнокислотного профілю досліджуваного молока першої і другої серії досліджень проводили методом газової хроматографії [32]. Отримані FAME аналізували за допомогою газової хроматографії за

допомогою газового хроматографа GC-2010 (Shimadzu, Японія), оснащеного полум'яною іонізацією (FID) та роздільною системою впорскування (співвідношення 1:30) та оснащеної капілярною колоною (30 м x 0,32 мм) внутрішній діаметр, плівка 0,25 мкм; Omegawax – 320, Supelco Co., EUA). Інжектор та детектор працювали при 260 ° та 280 °С відповідно. Температуру в духовці підтримували при 40 ° С протягом 3 хв, програмували від 2,5 ° С / хв до 41 180 °С, потім програмували від 2,0 °С / хв до 210 °С, а потім витримували протягом 25 хв. Як газ-носій використовували гелій, і тиск у колонці встановлювали для досягнення швидкості газу-носія 25,0 см / с. Газохроматографічні піки зразків були виявлені шляхом порівняння даних про час утримування з даними стандартів. Гептадеканова кислота (C17: 0; Sigma Chemical Co.) була використана як внутрішній стандарт для кількісного визначення.

#### **2.4. Фізико-хімічні та органолептичні дослідження**

Вологість та титровану кислотність досліджуваних зразків йогуртів визначали за стандартними методиками ДСТУ 8552:2015 [31] та ГОСТ 3624–92 [28]. Органолептичні властивості досліджували згідно ДСТУ 4343:2004 Йогурти. Загальні технічні умови [30].

#### **2.5. Мікробіологічні дослідження**

Основні використані методики, що були відібрані у лабораторних мікробіологічних дослідженнях відповідали стандартним. Варто відмітити, що підготовка йогурту для досліджень проводилася за ДСТУ IDF 122С:2003, а визначення досліджуваних мікробіологічних показників йогурту проводили за ДСТУ 7357:2013 [37-39]].

Статистичну обробку отриманих даних експериментальних досліджень проводили загальновідомими методами варіаційної статистики на основі використання програми Statistic 10. Отримані дані вважали вірогідно



достовірними при різниці між порівнювальними величинами була при  $p < 0,05$   
[.

## РОЗДІЛ 3

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

#### 3.1. Характеристика і відносний вміст інгредієнтів у досліджуваних йогуртах

Відповідно до запланованої мети кваліфікаційної магістерської роботи і визначених завдань для виробництва йогурту було окреслено схему, згідно якої було розроблено 3 типи йогуртів із різним співвідношенням наповнювачів, як джерел ПНЖК родин омега-3, -6 та -9, а саме відповідно лляної, соняшникової та оливкової олій.

За контрольний зразок було взято «Йогурт оздоровчий» (№1), який складався із молока коров'ячого незбираного на 72,8 %, з молока знежиреного на 10,08 %, а також мав у складі 0,1% стабілізатора пектину, 0,02 % ванілі як натурального ароматизатора, 7 % цукру білого кристалічного, 5 % закваски із молочнокислих бактерій таких як *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* та *Streptococcus salivarius subsp. Thermophilus* і додатково містив як джерело омега-3 ПНЖК подрібнене насіння льону до 8% від загального об'єму [43].

Наступним був зразок йогурту (№2), який також складався із молока коров'ячого незбираного на 72,8 %, з молока знежиреного на 10,08 %, а також мав у складі 0,1% стабілізатора пектину, 0,02 % ванілі як натурального ароматизатора, 7 % цукру білого кристалічного та 5 % закваски із молочнокислих бактерій таких як *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* та *Streptococcus salivarius subsp. Thermophilus*. Додатково даний зразок йогурту містив соняшкову олію 1%, лляну олію 3% і 1% оливкової олії як джерела омега ПНЖК різних родин [56].

Третій зразок йогурту (№3) складався із молока коров'ячого незбираного на 72,8 %, з молока знежиреного на 10,08%, а також мав у складі 0,1% стабілізатора пектину, 0,02 % ванілі як натурального ароматизатора, 7 % цукру білого кристалічного, 5 % закваски із молочнокислих бактерій таких як *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* та *Streptococcus salivarius subsp. Thermophilus*. Як джерело омега-3 ПНЖК додатково до даного зразка йогурту добавили лляну олію в кількості 5% [33, 41, 53].

Таким чином, добавка різних джерел омега-3, -6 та -9 ПНЖК до розроблених зразків йогурту дозволяє змінювати співвідношення між цими ПНЖК у кінцевому продукті. Це власно і постало головним завданням даної магістерської роботи. Результати дослідження жирнокислотного складу та органолептичних і мікробіологічних показників у досліджуваних зразках йогуртів представлено у таблицях 3.1-3.4 та рисунках 3.1-3.6.

### **3.2. Характеристика органолептичних показників досліджуваних йогуртів з різним вмістом олій, як джерел ПНЖК.**

Дослідження смакових, ароматичних якостей харчового продукту, його візуального сприйняття споживачем має першочерговий і дуже важливий вплив на вибір продукту. Власна візуальна оцінка, а потім післясмакові відчуття дають можливість охарактеризувати сприйняття даного продукту для подальшого його вживання. Тому для органолептичної характеристики досліджуваних зразків було використано п'ятибальну шкалу оцінки, що включає основні органолептичні показники, отримані шляхом експертної оцінки. До складу експертної комісії, яка оцінювала органолептичні показники досліджуваних зразків йогурту входили проф. Покотило О.С, проф. Кухтин М.Д., доц. Сельський В.Р., асистент Криськова Л.П., магістр Полевий М.І. Комісією визначено та вивчено так звані

критеріальні показники органолептичних якостей йогурту функціонального призначення.

Експертну оцінку досліджуваних зразків йогуртів проводили відповідно до розробленого комісією дегустаційного листа. У магістерській роботі дегустаційний листок представлений у додатку А. В додатку вказано, що сумарна кількість балів усіх досліджуваних показників експертної оцінки йогуртів становила – 15 балів, що представлено у таблиці 3.1.

**Таблиця 3.1**

**Шкала оцінювання дослідних зразків йогуртів у балах**

Досліджуваний показник	Максимальна кількість балів	Рекомендовано до споживання
Консистенція та структура	5	4,0
Аромат та смак	5	4,0
Зовнішній вигляд продукту	3	2
Колір йогурту	2	2

Результати проведеної органолептичної експертизи наведені у таблиці 3.2

З наведених даних у таблиці 3.2. видно, що найвищими органолептичними показниками характеризується зразок йогурту під номером 3.

Використання соняшникової олії, лляної олії і оливкової у кількості 1% : 3% : 1% як добавки до йогурту у зразку №2 дозволяє покращити органолептичні показники, а також підвищити харчову і біологічну цінність продукту [ Попова М. А. 2014].

Таблиця 3.2.

**Органолептичні показники йогурту з вмістом масової частки жиру 5,0 % за рахунок добавок різних олій, як джерел ПНЖК родин омега.**

Назва досліджуваного показника	Досліджуваний зразок		
	№1	№2	№3
Зовнішній вид і консистенція	Однорідна, ніжна з порушеним згустком, помірно щільна з наявністю дрібних частин насіння льону, які розприділені по всьому об'ємі йогурта	Однорідна, ніжна з порушеним згустком, помірно щільна	Однорідна, ніжна з порушеним згустком, помірно щільна
Смак і запах	Кисломолочний запах, з дуже легким ароматом ванілі	Кисломолочний запах, з дуже легким ароматом і присмаком соняшника і ванілі	Кисломолочний запах, з дуже легким ароматом ванілі і присмаком лляної олії
Колір	Рівномірний молочно-білий по всій масі	Рівномірний молочно-білий по всій масі	Рівномірний молочно-білий по всій масі з ледь видимим жовтуватим відтінком

Експертною комісією встановлено, що досліджуваний зразок йогурту №3 за зовнішнім виглядом і консистенцією характеризувався однорідною та ніжною помірно щільною консистенцією з порушеним згустком. Даний зразок №3 досліджуваного йогурту мав кисломолочний запах, з дуже легким ароматом ванілі і присмаком лляної олії та рівномірний молочно-білий по всій масі з ледь видимим жовтуватим відтінком. Таким чином, в результаті проведеної органолептичної експертизи можна стверджувати, що додавання лляної олії у кількості 5% як добавки до йогурту у зразку №3 відповідає регламентованим нормативам до йогуртів за органолептичними показниками.

### **3.3. Характеристика мікробіологічних показників досліджуваних йогуртів з різним вмістом олій, як джерел ПНЖК.**

Мікробіологічні показники характеризують безпечність йогурту, тому вони зазвичай беруться до уваги і є обов'язковими для визначення як у молоці, так і у різних кисломолочних напоях. Відповідно до ДСТУ 4343:2004 «Йогурти. Загальні технічні умови» у йогурті при його зберіганні на кінець цього терміну кількість молочнокислих мікроорганізмів повинна бути не меншою, аніж 10<sup>7</sup> КУО/см<sup>3</sup>. Необхідно визначати кількість БГКП у йогурті, а також дріжджів і пліснявих грибів, золотистого стафілокока, важливими є вміст бактерії роду сальмонела та лістерія.

У таблиці 3.3 наведено динаміку зміни вмісту молочнокислих мікроорганізмів у йогуртах з різним вмістом олій при зберіганні за температури +5±1 °С.

З даних наведених у табл. 3.3 видно, що досліджувані мікробіологічні показники відповідно до ДСТУ були практично аналогічні у всіх дослідних зразках. Ці дані свідчать про те, що додавання рослинних олій як джерел

омега ПНЖК до молочної сировини не впливає на мікробіологічні показники досліджуваних йогуртів.

Таким чином, підсумовуючи отримані результати мікробіологічних досліджень щодо впливу додавання різних олій – соняшникової, лляної та оливкової до йогуртів у різних співвідношеннях на стан мікроорганізмів різних груп патогенності, а також молочнокислої мікрофлори, можна стверджувати, що добавка вказаних вище олій, як джерел ПНЖК родин омега не змінює стан мікробіологічних процесів при приготуванні йогуртів.

**Таблиця 3.3**

**Мікробіологічні показники досліджуваних йогуртів з добавкою різних джерел жирних кислот ,  $M \pm m$ ,  $n=3$**

Показники	Йогурт №1	Йогурт №2	Йогурт №3
Загальна кількість молочнокислих мікроорганізмів, млн. КУО/мл	42,2±0,3	42,8±0,2	42,7±0,4
Бактерії групи кишкових паличок, в 0,1 мл	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Бактерії роду сальмонела, в 25 г йогурту	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Золотистий стафілокок, КУО в 1 мл	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Дріжджі, КУО/мл	14,7±0,3	15,2±0,3	15,0±0,3
Плісеневі гриби КУО/мл	9,0±0,2	9,1±0,3	9,0±0,3

### **3.4. Характеристика жирнокислотного складу досліджуваних йогуртів з різним вмістом олій, як джерел ПНЖК.**

Харчова і біологічна цінність харчового продукту є визначальними критеріями його якості і безпечності. Одним із важливих параметрів щодо якості молочних і молочнокислих продуктів є як вміст жиру, так і жирнокислотний склад продукту. Адже саме останній при детальному аналізі дозволяє ґрунтовно оцінити і прогнозувати вплив даного продукту на організм і навіть визначити можливості його застосування як функціонального продукту. Щодо останньої категорії то тут оцінка проводиться за наявністю і кількістю окремих есенціальних складових у досліджуваному продукті. До таких складових критеріїв при характеристиці жирнокислотного складу продукту входять незамінні поліненасичені жирні кислоти, які належать до родини омега-3 в першу чергу. Як уже було сказано в першому розділі даної роботи, в раціоні пересічного українця і загалом у переважній більшості населення планети домінують омега-6 жирні кислоти. Їх вміст може бути перевищений у разі згідно встановлених норм за рахунок збільшення споживання основних їх джерел, а саме соняшникової і кукурудзяної олій як в чистому вигляді, так і у складі продуктів переробки. Відомо, що співвідношення ПНЖК родин омега-6 до омега-3 у соняшниковій олії становить 130 : 1. Тому надзвичайно важливо збільшити споживання омега-3 ПНЖК, які не синтезуються в нашому організмі і повинні надходити із продуктами харчування в раціоні. Виходячи із мети і завдань нашої магістерської роботи, було проведено дослідження жирнокислотного складу досліджуваних йогуртів №№1-3. Результати досліджень представлені у таблицях 3.4-3.7.

У таблиці 3.4 представлено жирнокислотний склад «Йогурту оздоровчого» (№1), який складався із молока коров'ячого незбираного на 72,8% та із молока знежиреного на 10,08 %, а також мав у своєму складі 0,1% стабілізатора пектину, добавку 0,02% ванілі як натурального ароматизатора,

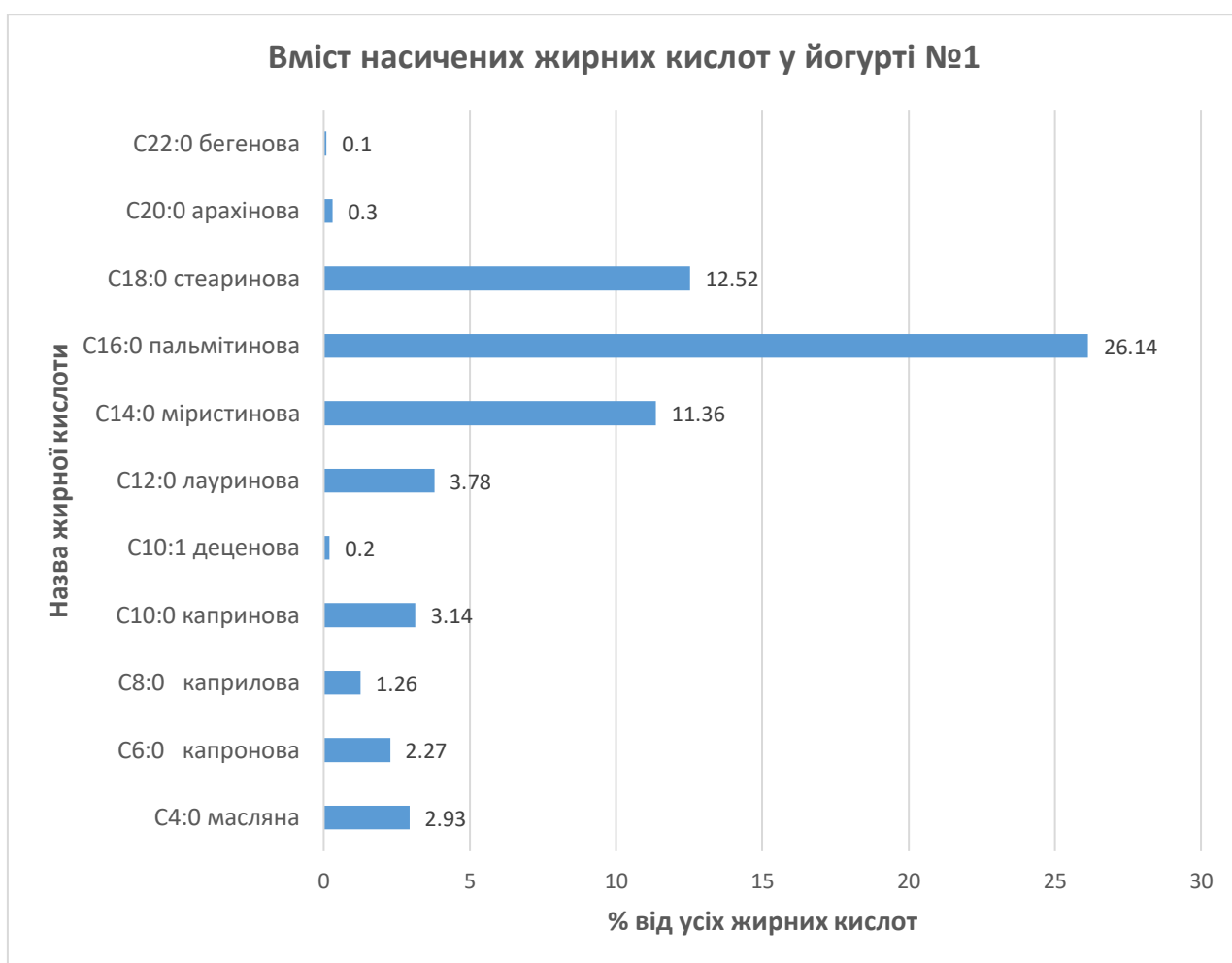


7 % цукру білого кристалічного, 5 % закваски із молочнокислих бактерій таких як *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* та *Streptococcus salivarius subsp. Thermophilus* і додатково містив, як джерело омега-3 ПНЖК, подрібнене насіння льону до 8% від загального об'єму.

Як відомо, насіння льону є джерелом ПНЖК родини омега-3, особливо альфа-ліноленової кислоти, вміст якої складає у різних видах олій з льону від 40 до 60%. Тому навіть така незначна кількість добавки насіння льону (до 8% від загального об'єму) справляє вплив на жирнокислотний склад йогурту, особливо на кількість омега-3 поліненасичених кислот.

У поданих нижче рисунках 3.1 та 3.2 і таблиці 3.4. відображено жирнокислотний склад досліджуваного йогурту №1, який додатково містив, як джерело омега-3 ПНЖК, подрібнене насіння льону до 8% від загального об'єму. Необхідно відмітити, що при дослідженні жирнокислотного складу йогуртів було ідентифіковано майже 40 жирних кислот з яких відносний вміст основних подано на нижче наведених рисунках і таблицях.

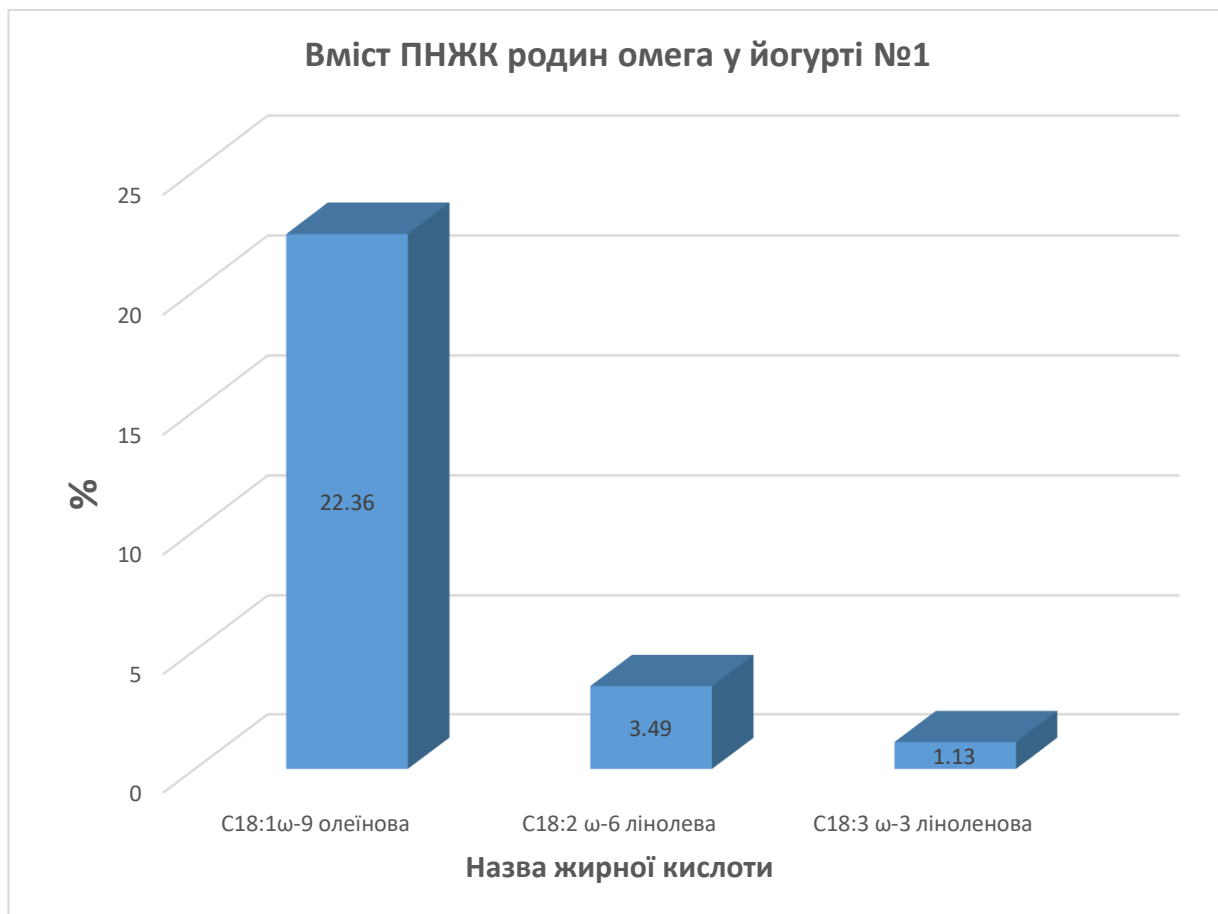
З даних наведених на рис. 3.1. видно, що у жирнокислотному складі йогурту №1 серед насичених жирних кислот переважали пальмітинова, стеаринова і міристинова, які сумарно становили 50,02 % від вмісту усіх жирних кислот у складі даного йогурту. Окрім цього виявлено у жирнокислотному складі йогурту №1 незначний відносний вміст таких насичених жирних кислот в порядку зменшення їх відносного вмісту як лауринова, капринова, масляна, капронова, каприлова, арахінова, деценова і бегенова.



**Рис. 3.1. Вміст насичених жирних кислот у йогурті №1**

На рис. 3.2. представлено дані відносного вмісту основних поліненасичених жирних кислот, які виявлено у загальному жирі йогурту №1. Так, найбільший відносний вміст виявлено у ПНЖК родини омега-9, які представлені олеїновою кислотою з відносним вмістом 22,36%. ПНЖК родини омега-6 представлені лінолевою кислотою з відносним вмістом 3,49% від загального вмісту усіх жирних кислот йогурту №1. Загальний відносний вміст ПНЖК родини омега-3 був найменший і представлений ліноленою кислотою у кількості 1,13%. Отримані результати свідчать про те, що добавка насіння льону в кількості 8% до основного вмісту йогурту №1 дозволяє певною мірою досягти отримання йогурту, який би містив дуже важливі для організму есенціальні поліненасичені жирні кислоти родини омега-3. Такий невеликий відносний вміст омега-3 ПНЖК у складі йогурту

№1 обумовлений тим, вміст загального жиру у доданому насінні льону складав 36 % від сухої маси, а вміст ліноленової кислоти у складі загального жиру даного насіння складає 55%.



**Рис. 3.2. Вміст ненасичених жирних кислот у йогурті №1**

У таблиці 3.4. представлено дані зведеного аналізу жирнокислотного складу йогурту №1, які дозволяють зробити певні заключення в цілому жирнокислотний склад даного йогурту. Так, сумарний вміст насичених жирних кислот даного йогурту становив 73,02%, а вміст усіх ненасичених – 26,98%, що обумовлено і відповідає традиційному жирнокислотному складу коров'ячого молока, яке взято для створення даного йогурту. Щодо розподілу поліненасичених жирних кислот родин омега-3, -6 та-9 у складі загального жиру йогурту №1, то їх співвідношення було як 1 : 3,8 : 24. Отримані дані свідчать, що у жирнокислотному складі йогурту №1 серед ПНЖК переважають омега-9 кислоти в значній кількості.

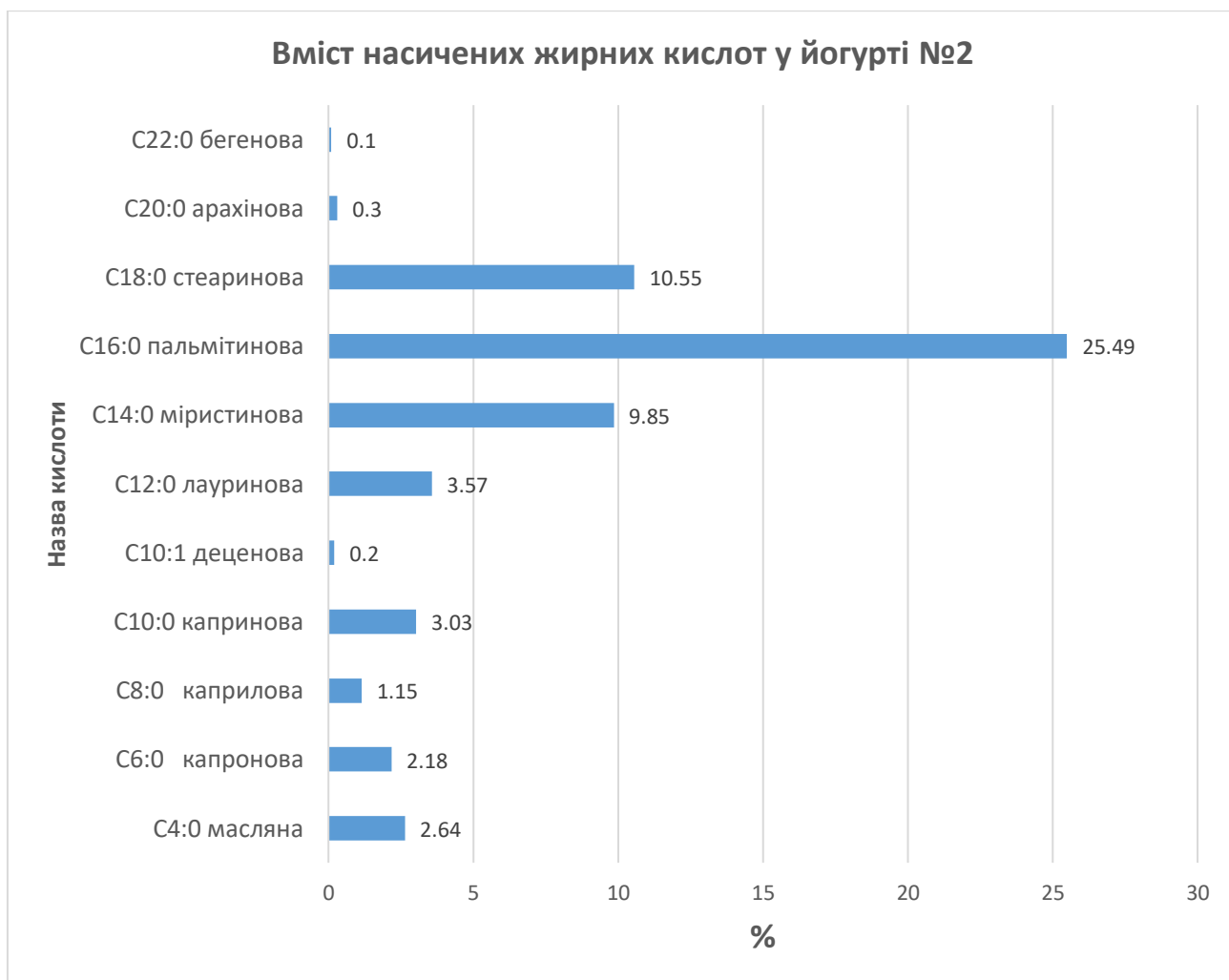
**Таблиця 3.4.****Сумарний вміст жирних кислот окремих класів йогурту №1**

Жирна кислота	Відносний вміст ЖК, %
Сума омега-6	3,49
Сума омега-3	0,93
Сума омега-9	22,36
Сума ПНЖК	26,98
Сума насичених ЖК	73,02
Омега-6 / омега-3	3,76
Загальний жир, г /100 г	3,3

Щодо співвідношення між сумарними значеннями омега-6 до омега-3, то цей показник становив 3,76, що має бажане біологічне значення за фізіологічною потребою і співвідношенням цих жирних кислот в організмі людини.

У наступних рисунках 3.3. і 3.4 та таблиці 3.5 представлено жирнокислотний склад йогурту №2, до основного складу якого в процесі технології приготування додавали соняшникову олію, лляну і оливкову в кількості 1% : 3% : 1%, відповідно, як джерела омега ПНЖК різних родин.

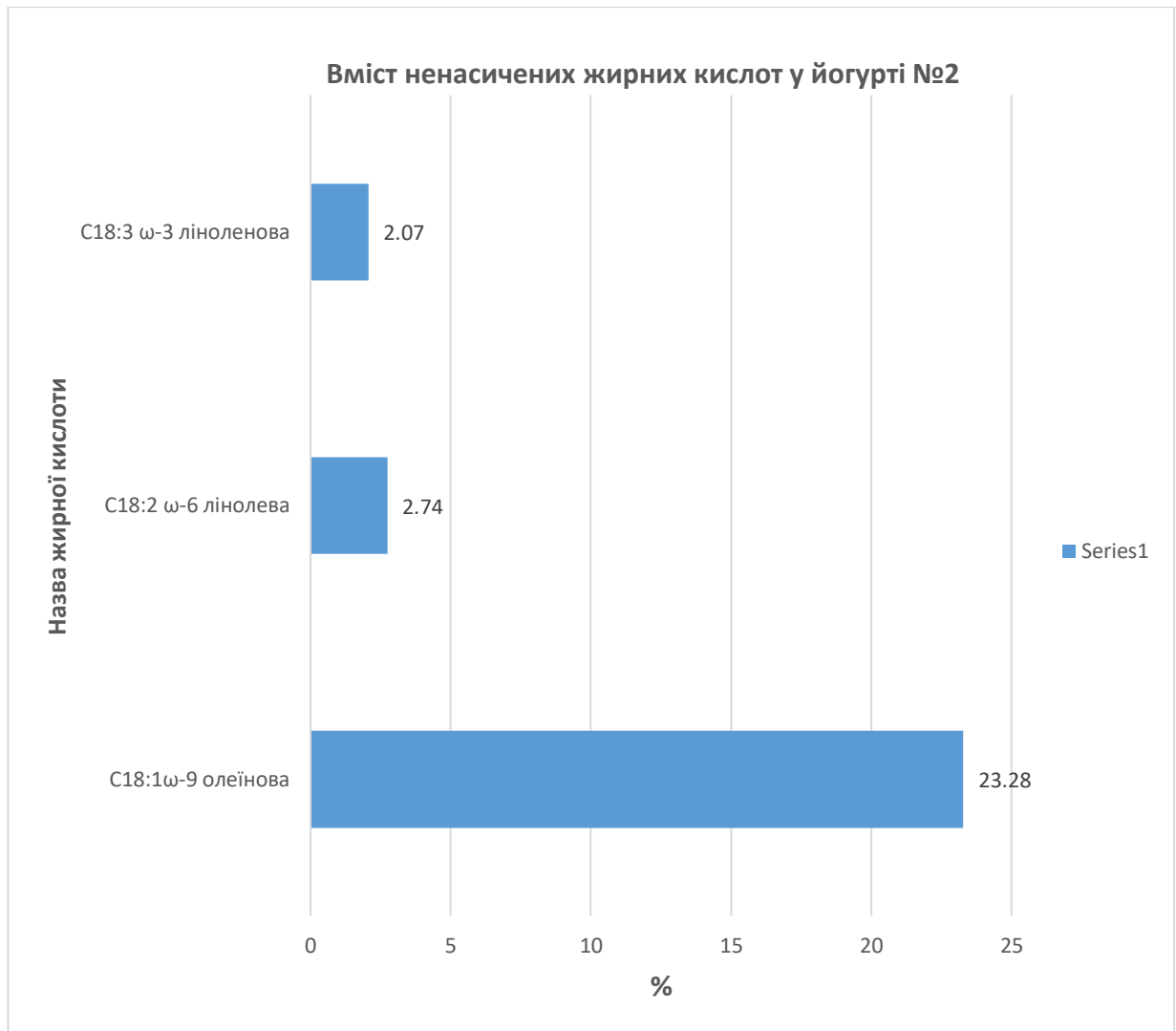
Наведені на рис. 3.3. дані про вміст насичених жирних кислот у складі загального жиру йогурту №2 свідчать, що найбільший вміст складають пальмітинова, стеаринова і міристинова кислоти із сумарним вмістом 45,89% від усіх кислот. Разом з тим, сумарний вміст усіх інших насичених жирних кислот складає 14, 58%.



**Рис. 3.3. Вміст насичених жирних кислот у йогурті №2 .**

З наведених на рис. 3.4. даних показано відносний вміст поліненасичених жирних кислот родин омега у зразках йогурту №2.

Отримані результати свідчать, що найбільший вміст у йогурту №2 виявлено в олеїновій кислоти з родини омега-9, який становить 23,28%, порівняно із омега-6 і омега-3. Варто відмітити, що при додаванні до основного складу йогурту №2 в процесі технології приготування соняшникову олію, лляну і оливкову в кількості 1% : 3% : 1%, відповідно, як джерела омега ПНЖК різних родин, вміст омега-6 (лінолева кислота) і омега-3 (ліноленова кислота) знаходяться в близькому співвідношенні 1,33 : 1.



**Рис. 3.4. Вміст ненасичених жирних кислот у йогурті №2.**

Для більш загальної, об'єктивної і зрозумілої оцінки жирнокислотного складу йогурту №2 і співвідношення окремих класів жирних кислот було проведено аналіз відносного вмісту окремих жирних кислот, проведено статистичну обробку, сумування і встановлення співвідношення між окремими класами жирних кислот.

Аналіз даних представлених у таблицях 3.5 свідчать, що співвідношення між омега-3, -6 та-9 ПНЖК у складі загального жиру йогурту №2 знаходяться у співвідношенні 1 : 1,3 : 11,3. Співвідношення між вмістом насичених і ненасичених жирних кислот у складі йогурта №2 становить 2,3 : 1. Необхідно відмітити і досліджене співвідношення між омега-6 та омега-3

ПНЖК у загальному жирі досліджуваного йогурту №2, яке, згідно даних таблиці 3.5., становило 1,33 : 1.

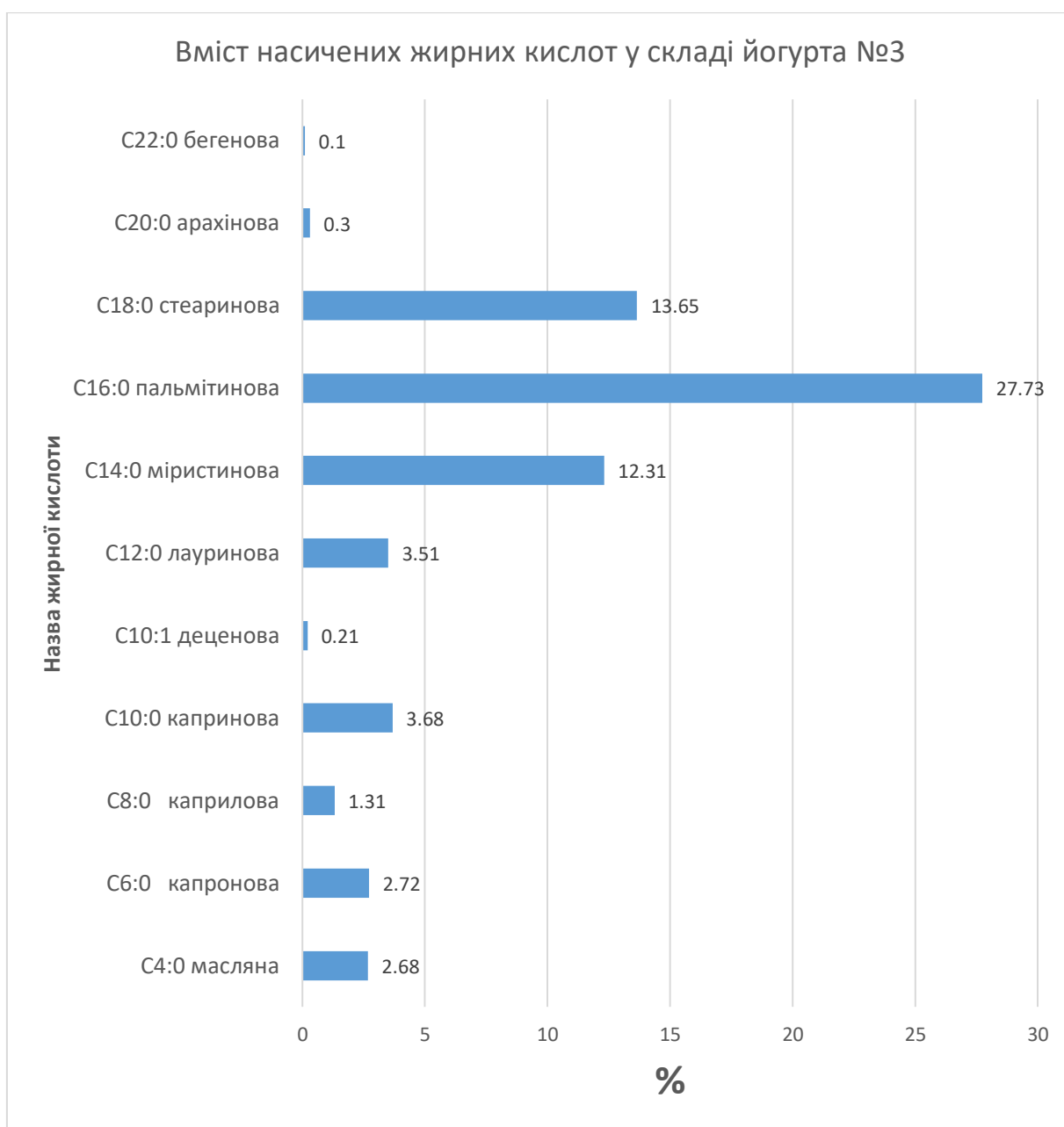
**Таблиця 3.5.**

**Сумарний вміст жирних кислот окремих класів йогурту №2**

Жирна кислота	Відносний вміст ЖК, %
Сума омега-6	2,74
Сума омега-3	2,07
Сума омега-9	23,28
Сума ПНЖК	26,28
Сума насичених ЖК	60,47
Інші ЖК, вміст яких <0,05	3,25
Омега-6 / омега-3	1,33
Загальний жир, г /100 г	3,9

У наведених на рисунках 3.5 та 3.6 і таблиці 3.6. відображено жирнокислотний склад досліджуваного йогурту №3, який додатково містив, як джерело омега-3 ПНЖК, лляну олію до 5% від загального об'єму. При дослідженні жирнокислотного складу йогуртів було ідентифіковано майже 40 жирних кислот, з яких подано на нижче наведених рисунках і таблицях відносний вміст лише основних.

Як видно із наведених на рис. 3.5 даних, насичені жирні кислоти у складі йогурту №3 представлені 14-ма жирними кислотами. Серед домінуючих насичених жирних кислот у складі даного йогурту встановлено такі, як пальмітинова кислота із відносним вмістом 27,73%, стеаринова – із відносним вмістом 13,65% та міристинова кислота із відносним вмістом 12,31%. Сумарний вміст найбільш поширених насичених кислот становив 53,65% від загальної кількості жирних кислот у складі жиру досліджуваного йогурту №3.



**Рис. 3.5. Вміст насичених жирних кислот у складі йогурта №3.**

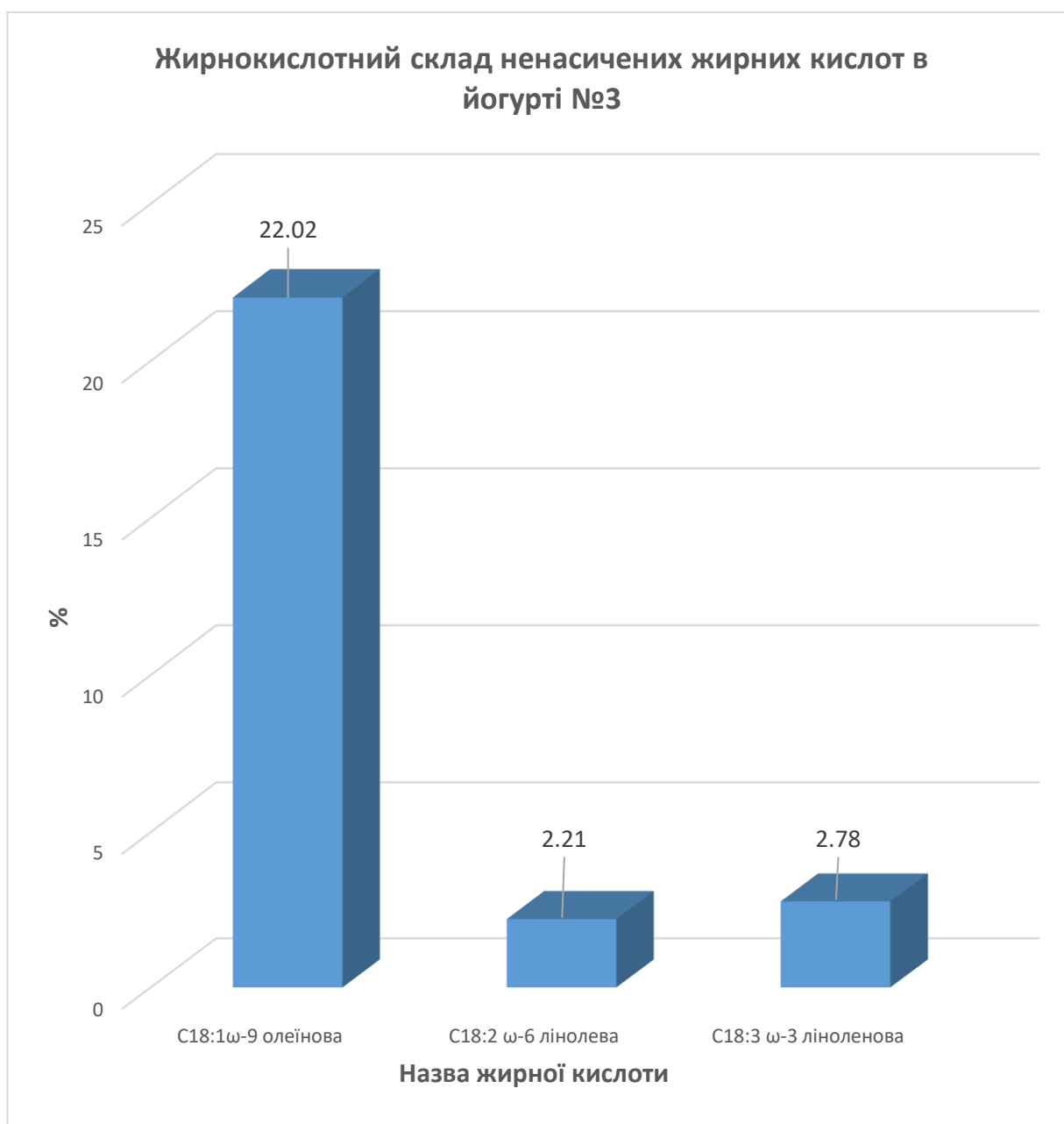
Відносний сумарний вміст решти насичених жирних кислот у складі загального жиру досліджуваного йогурту №3 становив 14,65%.

На рис. 3.6 показано дані аналізу вмісту поліненасичених жирних кислот родин омега, їх співвідношення, вмісту насичених жирних кислот і їх відношення до ненасичених у складі загального жиру досліджуваного йогурту №3. Так, відносний уміст ПНЖК родини омега-3 становив 2,78% і був представлений ліноленою кислотою. Збільшення відносного вмісту ПНЖК родин омега-3 у досліджуваному йогурті №3 обумовлено додаванням



ляної олії, яка містить 45% ліноленової кислоти у своєму жирнокислотному складі, яка відноситься до ПНЖК родини омега-3.

У складі загального жиру досліджуваного йогурту №3 відносний вміст ПНЖК родини омега-6 становив 2,21% і був представлений лінолевою кислотою, а відносний вміст омега-9 ПНЖК був найбільшим і становив 22,02% від загального вмісту усіх визначених жирних кислот у досліджуваних пробах йогурту і був представлений олеїною кислотою.



**Рис. 3.6. Вміст ненасичених жирних кислот у складі йогурта №3.**

Аналіз наведених у таблиці 3.6 даних свідчить про те, що вміст насичених до ненасичених жирних кислот у складі досліджуваного йогурту №3 становив 2,5 : 1. Звертає увагу збільшення відносного вмісту ПНЖК родини омега-3 за рахунок ліноленової кислоти.

Також у жирнокислотному складі даного досліджуваного йогурту № 3 встановлено співвідношення між омега-6 та омега-3 ПНЖК, яке становило 0,8 : 1. Тобто, порівнюючи це співвідношення із таким у жирнокислотному складі йогуртів №№1-2, вперше встановлено більший вміст омега-3 ПНЖК, ніж омега-6. Це звісно пояснюється додаванням до йогурту №3 лляної олії, як джерела альфа-ліноленової кислоти, яка належить до родини омега-3.

**Таблиця 3.6.**

**Жирнокислотний склад йогурту №3**

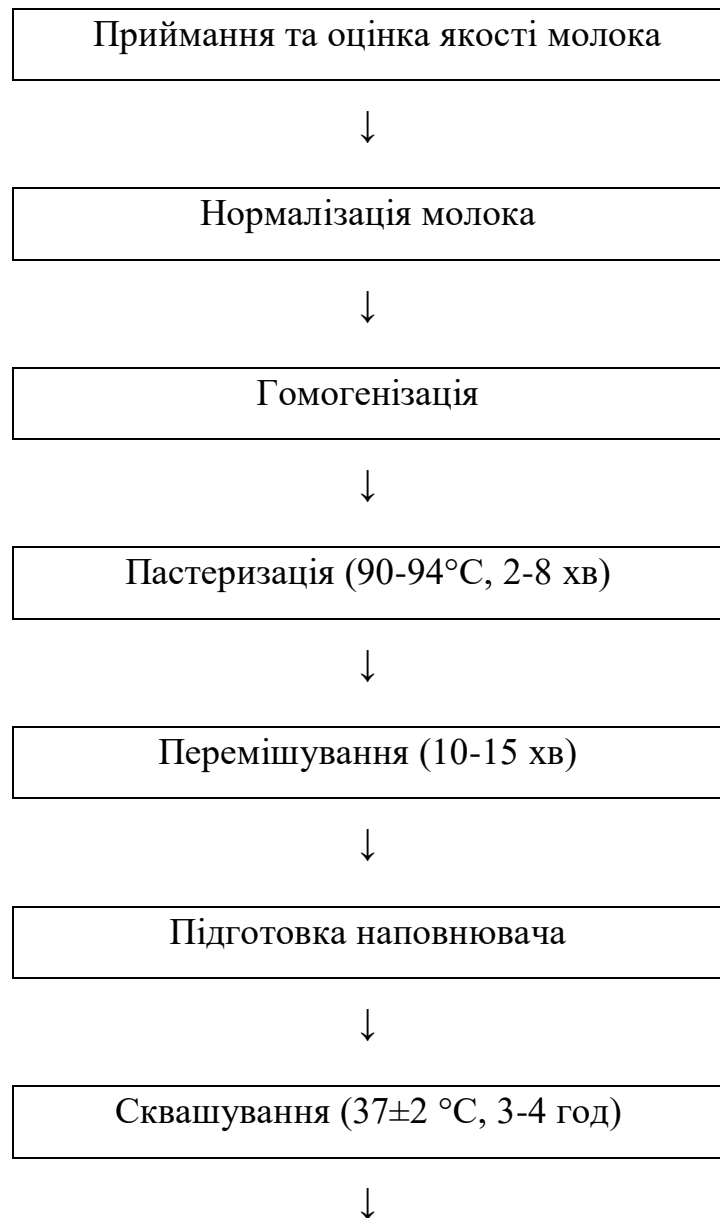
Жирна кислота	Відносний вміст ЖК, %
Сума омега-6	2,21
Сума омега-3	2,78
Сума омега-9	22,52
Сума ПНЖК	27,51
Сума насичених ЖК	68,3
Інші	4,19
Омега-6 / омега-3	0,8 : 1
Загальний жир, г /100 г	3,9

Таким чином, представлені результати досліджень жирнокислотного складу зразків йогуртів №№1-3 вказують на їх відмінності, які обумовлені додаванням різних джерел омега ПНЖК. В основному ці зміни мають відношення до відносного вмісту ПНЖК родин омега-6 та омега-3, оскільки високий вміст омега-9 ПНЖК у йогурті, обумовлений високим їх вміст у молоці.

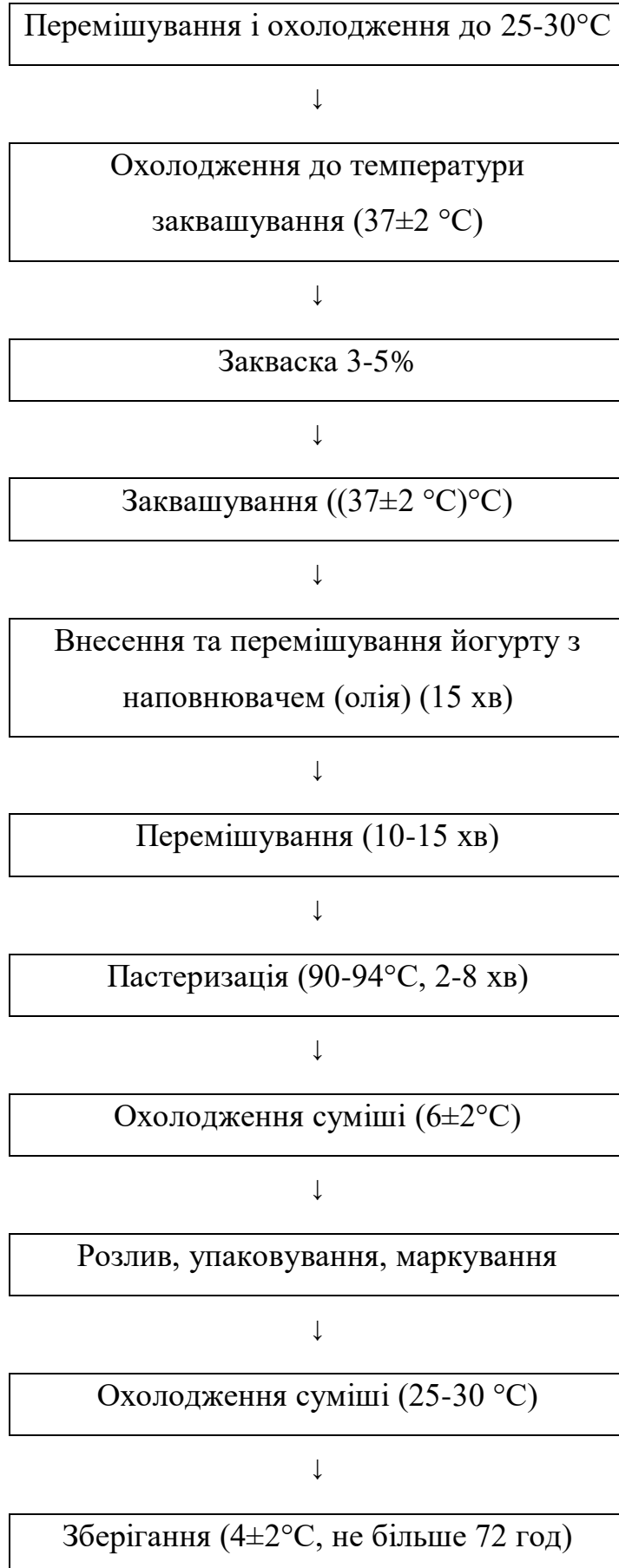
### 3.5. Схема виробництва досліджуваних йогуртів з додаванням олій.

В цьому підрозділі магістерської роботи дано основні етапи поетапного виробництва досліджуваних йогуртів від приймання і оцінки якості молока до зберігання вже охолодженої і упакованої суміші.

На рисунку 3.7 представлена принципова технологічна схема виробництва йогурту з додаванням різних олій, як джерел омега кислот.



## Продовження технологічної схеми виробництва йогурту



## ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Встановлено, що використання соняшникової олії, лляної олії і оливкової у кількості 1% : 3% : 1% як добавки до йогурту у зразку №2 дозволяє покращити органолептичні показники, а також підвищити харчову і біологічну цінність продукту.
2. Встановлено, що досліджуваний йогурт №3 мав кисломолочний запах, з дуже легким ароматом ванілі і присмаком лляної олії та рівномірний молочно-білий по всій масі з ледь видимим жовтуватим відтінком. Таким чином, в результаті проведеної органолептичної експертизи можна стверджувати, що додавання лляної олії у кількості 5% як добавки до йогурту у зразку №3 відповідає регламентованим нормативам до йогуртів за органолептичними показниками.
3. Результати мікробіологічних досліджень щодо впливу додавання різних олій – соняшникової, лляної та оливкової до йогуртів у різних співвідношеннях на стан мікроорганізмів різних груп патогенності, а також молочнокислої мікрофлори, довели, що добавка вказаних вище олій, як джерел ПНЖК родин омега не змінює стан мікробіологічних процесів при приготуванні йогуртів.
4. Встановлено, що у жирнокислотному складі йогурту №1 серед насичених жирних кислот переважали пальмітинова, стеаринова і міристинова, які сумарно становили 50,02 % від вмісту усіх жирних кислот у складі даного йогурту.
5. Встановлено, що у загальному жирі йогурту №1 найбільший відносний вміст виявлено у ПНЖК родини омега-9, які представлені олеїною кислотою з відносним вмістом 22,36%, менший вміст у ПНЖК родини омега-6, які представлені лінолевою кислотою з відносним вмістом 3,49% та найменший відносний вміст ПНЖК родини омега-3, які представлені ліноленою кислотою у кількості 1,13%. Щодо розподілу

поліненасичених жирних кислот родин омега-3, -6 та-9 у складі загального жиру йогурту №1, то їх співвідношення було як 1 : 3,8 : 24.

6. У жирнокислотному складі йогурту №2, до основного складу якого в процесі технології приготування додавали соняшникову олію, лляну і оливкову в кількості 1% : 3% : 1%, відповідно, як джерела омега ПНЖК різних родин, встановлено, що найбільший вміст складають пальмітинова, стеаринова і міристинова кислоти із сумарним вмістом 45,89% від усіх кислот. Разом з тим, сумарний вміст усіх інших насичених жирних кислот складає 14, 58%.
7. Аналіз даних показав, що у досліджуваному йогурті №3 відносний вміст ПНЖК родини омега-3 становив 2,78% і був представлений ліноленовою кислотою, відносний вміст ПНЖК родини омега-6 становив 2,21% і був представлений ліолевою кислотою, а відносний вміст омега-9 ПНЖК був найбільшим і становив 22,02% від загального вмісту усіх визначених жирних кислот у досліджуваних пробах йогурту і був представлений олеїною кислотою.

## РОЗДІЛ 4

### ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

#### 4.1. Алгоритм організації охорони праці на підприємстві

Дотримання усіх правил техніки безпеки та виробничої санітарії на харчовому підприємстві залежить не лише від виконання своїх обов'язків власником або уповноваженим ним органом, а й від того, наскільки це 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 поводження з машинами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, користуватися засобами колективного та індивідуального захисту; дотримуватися 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 [42].

Виходячи із вище сказаного, 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 проводиться з усіма працівниками в процесі їх трудової діяльності.

Перед перевіркою знань з охорони праці на підприємстві організовуються 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 [52].

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 [24].

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 [52].

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 ділянках, 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, ділянки, 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 [42].

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 [42].

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» [42].

На 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, діляниць, 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.

## **4.2. Організація розробки та погодження планів реагування на надзвичайні ситуації**

План реагування на надзвичайні ситуації об'єднаної територіальної громади (далі - ОТГ) розробляється та затверджується в ОТГ, як відповідної ланки територіальної підсистему єдиної державної системи цивільного захисту (далі - ЄДС ЦЗ). Зазначений план погоджується із заінтересованими територіальними органами центральних органів виконавчої влади, органами управління місцевих спеціалізованих служб цивільного захисту. Плани уточнюються у разі переведення ЄДС ЦЗ у вищі ступені готовності, введення надзвичайного або воєнного стану в Україні або в окремих її місцевостях, але не рідше ніж один раз на рік до 31 березня станом на 1 січня поточного року.

4 Розробку планів рекомендується здійснювати в три етапи: I етап: призначення розробника плану, та: аналіз законодавчої і нормативно-правової бази щодо організації та здійснення заходів у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій; збір і узагальнення необхідних вихідних даних, зокрема відомостей про територію і чисельності населення, яке може потрапити в зону надзвичайних ситуацій (пожеж, вибухів, затоплень, забруднення радіоактивними речовинами, зараження хімічними і біологічними речовинами та ін.); уточнення переліку об'єктів і територій, які представляють небезпеку для населення; проведення аналізу за багаторічними статистичними спостереженнями видів надзвичайних ситуацій за класами, підкласами та групами, які мали місце на території (об'єкті), величин збитку, термінів виконання заходів з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

За результатами I етапу розроблення Плану визначається Перелік підкласів та груп надзвичайних ситуацій, виникнення яких є імовірним на території громади, який затверджується рішенням комісії ТЕБ та НС ОТГ. Відповідно до цього Переліку розробляються додатки до Плану щодо дій

органів управління та сил цивільного захисту у разі загрози або виникненні відповідної надзвичайної ситуації.

II етап: практична розробка та оформлення Плану, зокрема: Здійснюється прогнозування можливої обстановки, з урахуванням вихідних даних, моделювання можливих сценаріїв розвитку надзвичайних ситуацій, та оцінка їх наслідків, за результатами чого визначаються: сили і засоби (перелік формувань, назва та місце дислокації), що можуть залучатися до ліквідації наслідків надзвичайної ситуації, та порядок виконання ними заходів у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій; порядок інформування та оповіщення про загрозу виникнення або виникнення надзвичайної ситуації; порядок переведення органів управління та сил цивільного захисту в режим підвищеної готовності та режим надзвичайної ситуації; дії органів управління та сил цивільного захисту в режимах підвищеної готовності, надзвичайної ситуації та надзвичайного стану; порядок залучення сил цивільного захисту і проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт; порядок взаємодії органів управління і сил цивільного захисту; порядок організації забезпечення під час проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт і ліквідації наслідків надзвичайної ситуації; проводиться узгодження плану з усіма зацікавленими структурами;

III етап: погодження, підписання та затвердження плану.

#### **4.3. Дії органів управління та сил цивільного захисту в режимі підвищеної готовності та режимі надзвичайної ситуації**

У режимі підвищеної готовності Керівник структурного підрозділу з питань цивільного захисту об'єднаної територіальної громади через територіальну автоматизовану систему централізованого оповіщення та інші засоби оповіщення і зв'язку: доводить розпорядження голови об'єднаної територіальної громади щодо переведення у визначений режим

функціонування ланки територіальної підсистеми єдиної державної системи цивільного захисту до визначених у ньому відповідальних виконавців; організовує оповіщення членів місцевої комісії з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій (далі – комісія з питань ТЕБ та НС). Місцева комісія з питань ТЕБ та НС: здійснює заходи щодо активізації роботи з проведення спостереження та контролю за станом навколишнього природного середовища, перебігом епідемій і спалахами інфекційних захворювань, масовими харчовими отруєннями населення, обстановкою на потенційно небезпечних об'єктах і прилеглих до них територіях, прогнозування можливості виникнення надзвичайної ситуації та її масштабів; організовує розроблення плану комплексних заходів щодо захисту населення і територій у разі виникнення надзвичайної ситуації, забезпечення сталого функціонування господарських об'єктів; забезпечує координацію заходів щодо запобігання виникненню надзвичайної ситуації регіонального і місцевого рівня; готує пропозиції щодо визначення джерел і порядку фінансування заходів реагування на надзвичайну ситуацію; координує заходи щодо створення резерву засобів індивідуального захисту та матеріальних резервів для запобігання і ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, визначає обсяги і порядок використання таких резервів; забезпечує стабільне виробництво, передачу, постачання і використання енергоносіїв під час виникнення надзвичайної ситуації підприємствами, установами та організаціями паливно-енергетичного комплексу. Керівник структурного підрозділу з питань цивільного захисту об'єднаної територіальної громади та керівник територіального органу ДСНС України в області: організовують роботу щодо аналізу інформації про розвиток подій і попередньої оцінки оперативної обстановки; готують та надають голові об'єднаної територіальної громади, доповіді про оперативну обстановку на території громади та проекти відповідних рішень, організаційних, інформаційних, плануючих і розпорядчих документів; здійснюють доведення прийнятих



рішень (розпоряджень, вказівок) до виконавців та організують контроль за їх виконанням; організують взаємодію між органами управління ланки територіальної підсистеми, оперативними групами та силами цивільного захисту, залученими до виконання заходів із запобігання виникненню надзвичайної ситуації, координують їх дії. Структурний підрозділ з питань цивільного захисту об'єднаної територіальної громади здійснює: збір інформації про розвиток події, її аналіз і попередню оцінку оперативної обстановки; підготовку та надання пропозицій (розгорнутої доповіді про оперативну обстановку на території громади) голові об'єднаної територіальної громади та голові комісії з питань евакуації для прийняття відповідних рішень; оформлення відповідних проектів рішень голови об'єднаної територіальної громади, розробку проектів організаційних, плануючих та розпорядчих документів (наказів, розпоряджень, доручень, планів, протоколів), облік та контроль за виконанням рішень (розпоряджень, вказівок), виданих об'єднаною територіальною громадою; доведення розпоряджень, доручень та вказівок до виконавців; координацію роботи оперативних груп; організацію взаємодії між органами управління ланки територіальної підсистеми, органами управління спеціалізованих служб ЦЗ та іншими силами ЦЗ; підготовку донесень і доповідей (зведень) про оперативну обстановку у відповідні органи управління; ведення облікової та звітної документації. Спеціалізовані служби ЦЗ громади організують цілодобове чергування керівного складу служби; приводять у готовність до дій за призначенням системи оповіщення і зв'язку, уточнюють (готують) тексти повідомлень про порядок дій персоналу підприємств (населення) громади у разі виникнення надзвичайної ситуації; організують систематичне отримання від чергових змін (диспетчерів) потенційно небезпечних об'єктів, оперативно-чергових служб і оперативно-чергових (чергових, диспетчерських) служб, установ та організацій інформації про обстановку, характер (масштаб) надзвичайних ситуацій, вжиті заходи;

уточнюють розрахунки на захист (інженерного, радіаційно-хімічного, медичного, евакуації) персоналу і населення, приведення у готовність до застосування захисних споруд цивільного захисту, підготовки і розгортання пунктів видачі засобів індивідуального захисту (за необхідності – їх видача); організують проведення інженерно-технічних, спеціальних та інших заходів, спрямованих на запобігання (зниження небезпеки) впливу можливих надзвичайних ситуацій на населення і об'єкти (перевірка та приведення у готовність всіх протипожежних засобів, стану водозабірних будівель, автономних джерел енергоживлення, підготовка технології виробництва і працюючого персоналу до дій щодо забезпечення безаварійної зупинки виробництва, створення резерву матеріально-технічних ресурсів (далі – МТР), необхідної кількості палива, будматеріалів, конструкцій, труб, підготовка шляхів, посилення інженерно-технічних споруд, проведення герметизації будинків, складських приміщень); готують плавзасоби, майно наметових містечок, запаси матеріальних засобів для організації життєзабезпечення населення, завантаження їх на транспорт; готують транспорт для перевезення аварійно-рятувальних підрозділів (груп, ланок), спеціалізованих формувань ЦЗ у район можливого виникнення надзвичайної ситуації, перевезення запасів матеріальних ресурсів, а також для евакуації населення, вивозу матеріальних та інших цінностей з небезпечних районів; приводять у готовність до прийому потерпілих у заклади охорони здоров'я територіальної служби медицини катастроф; узгоджують з місцевим підрозділом Національної поліції маршрути можливого виходу формувань ЦЗ у райони надзвичайної ситуації і порядок їх супроводу; організують проведення (за необхідності) евакуації населення, робітників і службовців у безпечні райони; організують взаємодію з органами управління силових структур, обласними департаментами, комісіями з питань ТЕБ та НС, управліннями і відділами з питань цивільного захисту райдержадміністрацій щодо готовності запланованих і виділення додаткових сил і засобів для

надання допомоги в проведенні заходів із запобігання надзвичайним ситуаціям та ліквідації їх наслідків, а також всебічного їх забезпечення; перевіряють готовність сил та засобів, що можуть бути залучені для ліквідації наслідків надзвичайної ситуації; уточнюють Плани реагування на надзвичайні ситуації. За розпорядженням голови об'єднаної територіальної громади у разі загрози виникнення надзвичайної ситуації пов'язаних з викидом радіоактивних і небезпечних хімічних речовин, катастрофічного затоплення місцевості, масових пожеж приводяться у готовність комісії з питань евакуації, збірні, проміжні та приймальні пункти евакуації [24, 42, 52].

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Bojats S. Laneno seme u proizvodnji specijalnih vrsta hleba i peciva // Bojats S. Monarov I. 2000. – 27, 6 – P. 183 – 193.
2. Burdge G.C., Calder P.C. Dietary  $\alpha$ -linolenic acid and health-related outcomes: a metabolic perspective // *Nutr Res Rev.* – 2006 – 19 (1). P. 26–52. doi:10.1079/NRR2005113.
3. Farmer A., Montori V., Dinneen S., Clar C. Fish oil in people with type 2 diabetes mellitus // *Cochrane Database Syst Rev.*- 2001.- (3). - CD003205. doi: 10.1002/14651858.
4. Fazelian S., Moradi F., Agah S., Hoseini A., Heydari H., Morvaridzadeh M., Omidi A., Pizarro A.B., Ghafouri A., Heshmati. Effect of omega-3 fatty acids supplementation on cardio-metabolic and oxidative stress parameters in patients with chronic kidney disease: a systematic review and meta-analysis // *J. BMC Nephrol.* – 2021. – 22(1). – P.160. doi: 10.1186/s12882-021-02351-9.
5. Gao C., Liu Y., Gan Y., Bao W., Peng X., Xing Q., Gao H., Lai J., Liu L., Wang Z, Yang Y. Effects of fish oil supplementation on glucose control and lipid levels among patients with type 2 diabetes mellitus: a Meta-analysis of randomized controlled trials // *Lipids Health Dis.* – 2020. – 19(1). – P.87. doi: 10.1186/s12944-020-01214.
6. Guy D. Eslick, Caroline Smith, Peter R. C., Howe, Ros Priest, Alan Bensoussan. Benefits of fish oil supplementation in hyperlipidemia: a systematic review and meta-analysis // *Int. J. Cardiol.* 2009. – Jul 24. – 136(1). – P. 4-16. DOI:10.1016/j.ijcard.2008.03.092.
7. Herrera Vielma F., Valenzuela R., Videla L.A., Zúñiga-Hernández. N-3 Polyunsaturated Fatty Acids and Their Lipid Mediators as A Potential Immune-Nutritional Intervention: A Molecular and Clinical View in Hepatic Disease and Other Non-Communicable Illnesses // *J. Nutrients.* – 2021. – 13(10). – P. 3384. doi: 10.3390/nu13103384.

8. Kaur G., Cameron-Smith D., Garg M., Sinclair A.J. Docosapentaenoic acid (22: 5n-3): a review of its biological effects // *Prog Lipid Res.* – 2011. – 50(1). P. 28–34. doi:10.1016/j.plipres.2010.07.004
9. Lee J.H., O’keefe J.H., Lavie C.J., Harris W.S. Omega-3 fatty acids: cardiovascular benefits, sources and sustainability // *Nat Rev Cardiol.* – 2009. - 6(12). – P. 753–758. doi:10.1038/nrcardio.2009.188
10. Lialyk, A. T., Pokotylo, A. S., Kukhtyn, M. D. (2019). Microbiological parameters of cheese paste with the content of flaxseed oil at different storage temperatures. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького. Серія: Харчові технології*, т 21, № 91. – С. 124-129.
11. Lunn J. and Theobald H. The health effects of dietary unsaturated fatty acids // *Nutrition Bulletin.* – 2006. – 31. – P.178-224.
12. Meyer B.J., Hammervold .T, Rustan A.C., Howe P.R. Dose-dependent effects of docosahexaenoic acid supplementation on blood lipids in statin-treated hyperlipidaemic subjects // *Lipids.* – 2007. – 42(2). – P. 109-15. doi: 10.1007/s11745-006-3014-4.
13. Moghadasian M.H. Advances in dietary enrichment with n-3 fatty acids // *Crit Rev Food Sci Nutr.* – 2008 – 48 (5). – P 402–410. doi:10.1080/10408390701424303.
14. Office of Dietary Supplements - Omega-3 Fatty Acids. (2020). Available from: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Omega3FattyAcids-HealthProfessional/>. Accessed February 25, 2021.
15. Qian, K. Y., Cui, S. W., Goff, H. D. (2012). Flaxseed gum from flaxseed hulls: Extraction, fractionation, and characterization. *Food Hydrocolloids*, 28, 275-283.
16. Richter C.K., Skulas-Ray A.C., Kris-Etherton P.M. Recommended intake of fish and fish oils worldwide // *Fish and Fish Oil in Health and Disease Prevention.* - Academic Press; January 1, 2016. – P. 27–48.

17. Saini R.K., Keum Y.S. Omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids: dietary sources, metabolism, and significance. A review // *Life Sci.* 2018. – 203. – P. 255–267. doi:10.1016/j.lfs.2018.04.049.
18. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol // *EFSA Journal* – 2010. - 8(3). – P. 1461.
19. Serhan C.N., Dalli J., Colas R.A., Winkler J.W., Chiang N. Protectins and maresins: new pro-resolving families of mediators in acute inflammation and resolution bioactive metabolome // *Biochim Biophys Acta Mol Cell Biol Lipids.* – 2015. – 1851(4). – P. 397–413.
20. Simopoulos A. The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases // *Experimental Biology and Medicine.* Published online 11 April. – 2008. - DOI:10.3181/0711-MR-311.
21. Talukdar S., Bae E.J., Imamura T., et al. GPR120 is an omega-3 fatty acid receptor mediating potent anti-inflammatory and insulin-sensitizing effects // *Cell.* – 2010. – 142(5). – P. 687–698. doi:10.1016/j.cell.2010.07.041
22. Whelan J., Rust C. Innovative dietary sources of n-3 fatty acids // *Annu Rev. Nutr.* – 2006. – 26(1). P. 75–103. doi:10.1146/annurev.nutr.25.050304.092605.
23. Zhu W., Dong C., Du H., Zhang H., Chen J., Hu X. Hu F. Effects of fish oil on serum lipid profile in dialysis patients: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials // *Lipids Health Dis.* – 2014. - 13.- P.127. doi: 10.1186/1476-511X-13-127.
24. Безпека життєдіяльності. Є.П. Желібо, К.: Каравела, 2005. – 344 с.
25. Використання лляної олії у технології виробництва сиру. О. Покотило, А. Лялик. Збірник тез доповідей XVII наукової конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. – 2013. – С. 76-76.

26. 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.
27. Горбатова К.К. Биохимия молока и молочных продуктов / К.К. Горбатова. – М.: Колос, 1997. – 288 с.
28. ГОСТ 3624–92 Молоко та молочні продукти. Титриметричні методи визначання кислотності.
29. Грищук М.В. Основи охорони праці: Підручник – К.: Кондор, 2007.
30. ДСТУ 4343:2004 Йогурти. Загальні технічні умови. Національний стандарт України. Наказ Держспоживстандарту України від 20 вересня 2004 р. №203.
31. ДСТУ 8552:2015 Молоко та молочні продукти. Методи визначання вологи та сухої речовини.
32. Жири та олії тваринні і рослинні. Приготування метилових ефірів жирних кислот. Видання офіційне: ДСТУ ISO 5509-2003.– [Чинний від 2002 – 01-01.] – К.: Держстандарт України, 2002. – 17 с. 71 59.
33. Краєвська С. П. Зміни жирнокислотного складу насіння льону при зберіганні і пророщуванні / С. П. Краєвська, Н. О. Стеценко // Харчова промисловість. – 2017. – № 21. – С. 46–52.
34. Левицкий А. П. Идеальная формула жирового питания / А. П. Левицкий. — Одесса: НПА "Одесская Биотехнология". — 2002. — 62 с.
35. Лялик, А.Т., Покотило, О.С., Кухтин, М.Д., Бейко Л.А. Органолептичний і сенсорний аналіз сиркової пасти з лляною олією. Технічні науки та технології : науковий журнал / Чернігів. нац. технол. ун-т. – Чернігів: ЧНТУ, 2020. – № 1 (19). – 287-295.
36. Лялик, А.Т., Покотило, О.С., Кухтин, М.Д., Добровольська, С.Я. Зміна органолептичних показників сиркової пасти з лляною олією за різних

- умов зберігання // Вісник Херсонського національного технічного університету. – 2020. – 1(72). – Р. 109-116.
37. Молоко і молочні продукти. Підготовка проб і розведень для мікробіологічного дослідження: ДСТУ IDF 122С:2003. - [чинний від 01.01.2005]. – К.: Держспоживстандарт України, 2003. – 12с. - (Національні стандарти України).
38. Молоко та молочні продукти. Методи мікробіологічного контролювання: ДСТУ 7357:2013. - [чинний від 22-08-2013]. – К.: Мінекономрозвитку України, 2014. – 34с. - (Національні стандарти України).
39. Молоко та молочні продукти. Методи мікробіологічного контролювання: ДСТУ 7357:2013. - [чинний від 22-08-2013]. – К.: Мінекономрозвитку України, 2014. – 34с. - (Національні стандарти України).
40. Молоко. Гравіметричний метод визначення вмісту жиру. Видання офіційне: ДСТУ ISO 1211-2002. – [Чинний від 2003 – 01-01.] – К.: Держстандарт України, 2002. – 15 с.
41. Муругова Д.В., Короткова А.А., Мосолова Н.И. Влияние льняного семени и продуктов его переработки на липидно-белковый состав молочной продукции. Пищевая промышленность. Москва, 2018. № 7. С. 29-31.
42. Основи охорони праці: Навчальний посібник для професійно-технічних навчальних закладів /Л. Е. Винокурова, М. В. Васильчук, М. В. Гаман. – К.: Факт. 2005. – 344 с.
43. Патент 92610 UA, МПК А23С 9/13. Йогурт оздоровчий // Покотило Олег Степанович, Кухтин Микола Дмитрович, Юзва Юрій Миколайович (Україна) - опубл. 26.08.2014.
44. Покотило О. С. Вплив поліненасичених жирних кислот родини  $\omega$ -3 і  $\omega$ -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.
45. 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.
46. 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.
47. 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.
48. 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.
49. 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.
50. Попова М. А. Оценка качества и безопасности разработанного йогурта / М. А. Попова, М. Б. Ребезов, А. О. Гаязова, С. В. Лукиных. // Молодой ученый. — 2014. — № 10 (69). — С. 199-202.
51. 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.

- 52.Сапронов Ю. Г. Безпека життєдіяльності – М. Видавничий центр «Академія», 2006. – 118 с.
- 53.Слободянюк Н.М., Сухенко Ю.Г., Веретинська І.Г. Харчова та біологічна цінність насіння льону. Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. Одеса, 2014. Вип. 46. Т. 1. С. 91-94.
- 54.Смоляр В. І. Концепція ідеального жирового харчування / В. І. Смоляр // Проблеми харчування. — 2006. — № 4. — Р. 14—24.
- 55.Соломон А.М. Обґрунтування напрямів розвитку функціональних молочних продуктів. Всеукраїнський науково-технічний журнал «Техніка енергетика транспорт АПК». Вінниця, 2017. Вип. 2 (97). С. 85-89.
- 56.Шеманська Є.І. Склад і біологічна цінність олій холодного пресування / Вісник ДонНУЕТ. - 2012.- № 1(53). – С.221-225.
57. Юзва Ю. М. Вміст Омега-3 жирних кислот у молоці та молочних продуктах / Ю. М. Юзва, О. С. Покотило, Т. Я. Ярошенко // Медична хімія. – 2014. – Т. 16, №3. - С. 130.