

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до кваліфікаційної роботи
ступеня вищої освіти «Магістр»
на тему:

**Обґрунтування технології виробництва
майонезних соусів з використанням
антиоксидантного комплексу**

Виконала: здобувачка вищої освіти 2 курсу,
групи МгХТз-1-22
освітньо-професійної програми «Харчові технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Дарія ДЕРЕВ'ЯНКО

Керівник: _____ Вікторія КАЛИНА

Рецензент: _____ Руслан БРОВКО

Дніпро 2023

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

Ступінь вищої освіти: «Магістр»

Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри
харчових технологій,
кандидат технічних наук, доцент
_____ Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«26» грудня 2023 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЦІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Дерев'янку Дарії Сергіївни

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва майонезних соусів з використанням антиоксидантного комплексу».

Керівник роботи: Калина Вікторія Сергіївна, кандидатка технічних наук, доцентка, затверджені наказом закладу вищої освіти від «26» грудня 2023 року № 4085.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 12 лютого 2024 року

3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія виробництва майонезних соусів на основі рослинних олій 2. Наукова, нормативна, технологічна, технічна та патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналітичний огляд. 2 Матеріали і методи досліджень. 3 Обговорення результатів дослідження. 4 Охорона праці та захист навколишнього середовища. 5 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Постановка проблеми дослідження. 2 Мета роботи і завдання досліджень.
- 3 Характеристика об'єктів дослідження. 4 Обговорення результатів досліджень.
- 5 Кошторис витрат на проведення досліджень. 6 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Посада, прізвище та ім'я консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 3	доцентка КАЛИНА Вікторія	26.12.2023	12.02.2024
4	доцентка КАЛИНА Вікторія	26.12.2023	12.02.2024
5	доцентка КАЛИНА Вікторія	26.12.2023	12.02.2024

7. Дата видачі завдання 26 грудня 2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	27.12-31.12.23	виконано
2	Аналітичний огляд	01.01-08.01.24	виконано
3	Матеріали і методи досліджень	09.01-15.01.24	виконано
4	Обговорення результатів дослідження	16.01-29.01.24	виконано
5	Охорона праці та захист навколишнього середовища	30.01-01.02.24	виконано
6	Організаційно-економічна частина	02.02-06.02.24	виконано
7	Загальні висновки та бібліографія	07.02-08.02.24	виконано
8	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	09.12.2024	виконано

Здобувачка вищої освіти _____ Дарія ДЕРЕВ'ЯНКО
(підпис)

Керівник роботи _____ Вікторія КАЛИНА
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування технології виробництва майонезних соусів з використанням антиоксидантного комплексу»

Дипломна робота магістра: 76 с., 7 рис., 16 табл., 69 літературних джерел.

Об'єкт дослідження: рослинні олії, майонезний соус

Метою роботи є дослідження технології виробництва майонезних соусів з використанням антиоксидантного комплексу

Методи дослідження:

При виконанні роботи, відповідно до поставлених завдань досліджень, використовували загальноприйняті та оригінальні методи досліджень, у тому числі газорідну хроматографію, ІЧ-спектроскопію, фотоколориметрію та інші. Усі дослідження проводились у 3-4 кратній повторності та оброблялися статистично. В експериментальній частині наведено середні значення показників.

В роботі модельовано збалансовані жирові основи, за рахунок використання рідких рослинних олій різних жирнокислотних груп: олеїнової, лінолевої, ліноленової.

Встановлено антиоксидантну активність та ефект синергізму каротиноїдів та токоферолів пальмової (обліпихової) олії та фосфоліпідів, що входять до складу лецитину. Доведено підвищення антиоксидантної стійкості жирових основ майонезного соусу при спільному внесенні даних компонентів.

Підтверджено ефективність дії антиоксидантно-емульгуючого комплексу з використанням червоної пальмової (обліпихової) олії та фосфоліпідів. Встановлено, що внесення АЕК жирову основу емульсійних продуктів сприяє гальмування процесів окислення в продукті.

Обґрунтовано нові рецептури та технологію отримання майонезних соусів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА

Майонезний соус, червона пальмова олія, обліпихова олія, фосфоліпід, лецитин, жирнокислотний склад, антиоксидантний комплекс.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	8
1.1 Ліпіди та їх роль у харчуванні людини	8
1.2 Перспективи розширення асортименту емульсійних продуктів	11
1.3 Рослинні олії як джерело есенціальних жирних кислот	13
1.4 Формування функціональних властивостей майонезних соусів	21
1.4.1 Моделювання жирової фази	23
1.4.2 Емульгатори та емульгуючі системи	25
1.4.3 Запобігання окисленню жирових систем	28
2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	36
2.1 Об'єкти та етапи наукового дослідження	36
2.2 Характеристика методик дослідження	36
3 ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ	39
3.1 Дослідження властивостей червоної пальмової олії	40
3.2 Дослідження властивостей обліпихової олії	42
3.3 Дослідження властивостей антиоксидантних композицій для майонезних соусів	44
3.4 Розробка рецептури та технологічної схеми виробництва майонезного соусу	48
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА... 53	
4.1 Основні положення охорони праці при виробництві майонезних соусів	53
4.2 Утилізація відходів та захист навколишнього середовища	56

	5
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	58
5.1 Організація досліджень	58
5.1.1. План проведення дослідження.....	58
5.1.2 Побудова сітьового графіка	58
5.1.3 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження.....	61
5.2 Розрахунок ціни дослідження.....	65
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	67
БІБЛІОГРАФІЯ	69

ВСТУП

Сучасні тенденції удосконалення асортименту продуктів націлені на створення продукції, яка має збалансовану харчову цінність і може задовольнити потреби в незамінних поживних речовинах. Особлива увага приділяється емульсійним масложировим продуктам, таким як майонез і майонезні соуси. Ці продукти є широко поширеними, доступними для всіх груп населення і регулярно використовуються у щоденному харчуванні. Оптимізація їх складу і властивостей визначає напрями розробки нових технологій та рецептур.

Значний внесок у формування наукових основ створення технологій та визначення споживчих властивостей олійно-жирових продуктів підвищеної фізіологічної цінності зробили багато вітчизняних і закордонних вчених-дослідників.

Результати досліджень щодо харчового споживання різних груп населення в Україні вказують на відхилення від сучасних принципів здорового харчування. Нерівноважний раціон призводить до недостатності необхідних поживних речовин, включаючи дефіцит поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) і вітамінів. Таким чином, виникає необхідність розробки нових продуктів для повсякденного споживання, які б могли компенсувати дефіцитні нутрієнти в харчуванні. Цей шлях вважається найбільш ефективним і економічно доступним для забезпечення населення необхідними харчовими речовинами.

Рослинні олії та жирові продукти визначаються як ключові складові харчового раціону людини. Науково підтверджено важливу роль ПНЖК та фосфоліпідів як есенціальних елементів у харчуванні для профілактики та лікування порушень ліпідного обміну. Дослідження підтверджує, що жирові продукти виступають важливим джерелом жиророзчинних вітамінів та стеринів.

У поточний момент важливим вважається вирішення питання щодо розробки нових емульсійних масложирових продуктів, зокрема, майонезних соусів, з використанням природних біологічно-активних речовин. З урахуванням вищезазначеного, вивчення можливостей створення емульсійних продуктів - майонезних соусів збалансованих за жирно-кислотним складом стає науково і практично значущим. Особливий інтерес викликає дослідження можливості створення таких продуктів, які містять антиоксидантно-емульгуючий комплекс, що включає в себе природні каротиноїди, токофероли і фосфоліпіди.

Метою цієї роботи є розробка рецептури та технологічної схеми виробництва майонезних соусів з використанням жирових компонентів антиоксидантної спрямованості.

Для реалізації мети поставлено такі завдання:

- дослідження та аналіз складу та властивостей рослинних олій з підвищеним вмістом каротиноїдів та токоферолів
- отримання антиоксидантно-емульгуючого комплексу для майонезних соусів та вивчення його антиоксидантних властивостей;
- розробка рецептур та технології отримання соусів майонезних стійких до окислення.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1 Ліпіди та їх роль у харчуванні людини

Відповідно до принципів раціонального харчування, щоденний раціон людини повинен включати необхідну кількість основних джерел енергії (жирів, вуглеводів, білків), незамінних амінокислот, незамінних вищих жирних кислот, вітамінів, мінеральних речовин та інших харчових речовин при їх оптимальному співвідношенні.

Фізіологічна потреба в енергії та харчових речовинах – це «необхідна сукупність аліментарних факторів для підтримки динамічної рівноваги між людиною як біологічним видом, що сформувався в процесі еволюції, і навколишнім середовищем, спрямована на забезпечення життєдіяльності, збереження та відтворення виду та підтримки адаптаційного потенціалу» [1].

«Поняття фізіологічної потреби організму у будь-якій харчовій речовині чи енергії означає швидкість добової утилізації (витрати) харчової речовини або добові енерговитрати організму» [2].

У загальній калорійності добового раціону дорослих та дітей частка жирів не повинна перевищувати 30%.

«Фізіологічна потреба у жирах становить від 70 до 154 г/добу для чоловіків та від 60 до 102 г/добу для жінок» [1]. «Фізіологічна потреба у жирах для дітей до року визначається з розрахунку 6-6,5 г/кг маси тіла, для дітей віком від року вона становить від 40 до 97 г/добу» [3]. Споживання насичених та мононенасичених жирних кислот дорослими та дітьми не повинно перевищувати 10% від калорійності добового раціону.

Фізіологічна потреба у кількості ПНЖК становить для дорослих 6-10%, а дітей – 5-14% від калорійності добового раціону. Зокрема, «фізіологічна потреба у жирних кислотах сімейства ω -6 становить для дорослих 8-10 г/добу або 5-8% від калорійності добового раціону, а сімейства ω -3 - 0,8-1,6 г/добу або 1-2% від калорійності» [3], що споживається з їжею протягом доби.

Оптимальне співвідношення у добовому раціоні жирних кислот ω -6 до ω -3 повинно становити (5-10):1. «Для дітей величини фізіологічних потреб у жирних кислотах сімейств ω -6 і ω -3 становлять, відповідно 4-12% і 1-2% від калорійності добового раціону)» [3].

Кількість холестерину в добовому раціоні дорослих та дітей не повинна перевищувати 300 мг. Стільки ж потрібно і рослинних стеринів (фітостеринів).

«Оптимальним вважається вміст фосфоліпідів у раціоні дорослої людини, що дорівнює 5-7 г/добу» [4].

Задоволення фізіологічних потреб організму в основних харчових речовинах та енергії відбувається при співвідношенні в раціоні білків, жирів та вуглеводів за масою, що дорівнює 1:1,2:4 та при «співвідношенні вкладу макронутрієнтів кожного типу в загальну калорійність раціону, виражену у %, 12:30:58 відповідно, для білків, жирів та вуглеводів» [4].

При рівні споживання харчової речовини, що відповідає фізіологічній потребі, не спостерігається симптомів недостатності в даній речовині, усуваються клінічні симптоми недостатності, якщо вона була зазначена раніше. За відповідністю кількості споживаного нутрієнта фізіологічній нормі підтримується його певний циркулюючий рівень у крові або насичення тканин, встановлюється баланс

Забезпечення рекомендованих рівнів споживання за рахунок вживання традиційних продуктів неможливе через низький вміст дефіцитних нутрієнтів у традиційній продовольчій сировині. Методичні вказівки МР 2.3.1.1915-04 пропонують альтернативні джерела, у яких вміст таких речовин у багато разів вищий. «Такі джерела можуть успішно застосовуватися у виробництві функціональних продуктів харчування, у тому числі жирових продуктів, збагачених ПНЖК, фітостеринами, вітамінами та іншими функціональними інгредієнтами» [5].

Жирові продукти відносяться до продуктів масового споживання, які входять до повсякденного раціону харчування всіх категорій населення, є

джерелом есенціальних харчових речовин і при правильному виборі та споживанні відіграють важливу роль у забезпеченні здорового харчування. У той же час у «піраміді харчування» жирові продукти займають місце на самій вершині. Нутриціологи рекомендують обмежувати їх споживання через високу калорійність, незбалансованість жирнокислотного складу з переважанням насичених жирних кислот, а також «вміст у ряді жирових продуктів трансізомерів жирних кислот і холестерину, що є серйозним фактором ризику розвитку ожиріння, цукрового діабету, атеросклерозу, серцево-судинних, а також онкологічних захворювань» [5].

У реальній структурі харчування населення жирові продукти часто споживаються у кількості, що помітно перевищує рекомендовані норми. Аналіз фактичного харчування українців, проведений вченими-дослідниками протягом більше 10 років, виявив ряд наступних порушень щодо споживання жирів і жиророзчинних мікронутрієнтів. До них відносяться:

- надмірне споживання насичених жирів та холестерину;
- дефіцит поліненасичених жирних кислот, жиророзчинних вітамінів, антиоксидантів, фосфоліпідів, стеринів;
- вживання продуктів, що містять транс-ізомери ненасичених жирних кислот;
- вживання їжі, що містить продукти окиснення жирів. Нижче наведено основні уявлення про порушення харчового статусу в області жирів та вплив цих порушень на здоров'я людини» [6].

Споживання підвищеної кількості твердих тваринних жирів на тлі скороченого споживання або відсутності в раціоні рослинних олій та морської риби, а також повне виключення жирів з раціону призводять до хронічного дисбалансу та нестачі ПНЖК у раціоні харчування.

Симптоми недостатності ПНЖК у раціоні харчування проявляються у вигляді уповільнення росту та зниження маси тіла молодого організму. «У дорослих відбувається пригнічення репродуктивної функції» [6].

«При низькій або повній відсутності ПНЖК у раціоні сповільнюється ріст, знижується маса тіла, порушуються функції центральної нервової системи, печінки, нирок, ендокринних залоз та шкіри» [7]. Ці функціональні порушення спостерігаються при тривалому дефіциті ПНЖК.

Дефіцит ПНЖК викликає значні порушення у структурі та функції клітинних мембран, внутрішньоклітинному метаболізмі, біосинтезі ейкозаноїдів (простагландинів, лейкотрієнів, тромбоксанів). Нестача ПНЖК призводить до зміни жирнокислотного складу клітинних мембран, що викликає порушення їх функціональної стабільності, що виявляється в зниженні стійкості до дії, що пошкоджує, і збільшенні проникності. «У ліпідних компонентах мембран інтенсифікація перекисного окислення ліпідів відбувається значно інтенсивніше» [7, 8].

До аліментарно-залежних захворювань, викликаних дефіцитом ПНЖК сімейства ω -3, належать: «ожиріння, аритмія, гіпертонія, атеросклероз, тромбози, цукровий діабет, псоріаз, запальні процеси, ревматоїдний артрит, виразкові коліти, доброякісні пухлини» [9].

При недостатній кількості фосфоліпідів в раціоні харчування в печінці накопичуються жири, що в екстремальних випадках провокує розвиток ожиріння, а згодом - цироз печінки (хронічне прогресуюче ураження печінки, що характеризується пошкодженням і загибеллю печінкових клітин і поступовим заміщенням їх розростання). «Дефіцит лецитину в харчуванні призводить до порушення метаболізму та всмоктування жиророзчинних вітамінів А, D, Е, К» [10].

1.2 Перспективи розширення асортименту емульсійних продуктів

Харчові емульсії є дисперсні системи, що складаються з жирової та водної (або водно-молочної) фаз, утворені за участю емульгаторів – поверхнево-активних речовин, що знижують поверхневий натяг на межі

розділу фаз «вода-масло». «Емульсії бувають двох типів – прямі та зворотні. У прямих емульсіях масло є дисперсною (перервною) фазою, розподіленою у водному дисперсійному (безперервному) середовищі» [11].

Типовим прикладом жирового продукту, що є прямою емульсією, є майонез. В даний час в класифікації емульсійних масложирових продуктів, поряд з традиційними видами емульсій (майонез, маргарин, спред), з'явилися нові продукти, такі як:

1) «соус на основі рослинних олій – харчовий продукт із вмістом жиру не менше 5 відсотків, що виготовляється на основі однієї або кількох харчових рослинних олій, води з додаванням харчових добавок та інших інгредієнтів, у тому числі натуральних спецій, та (або) прянощів, та (або) трав, і (або) овочів, і (або) фруктів, і (або) грибів, і (або) горіхів у вигляді шматочків та (або) порошку, що надають характерну спрямованість смаку, і застосовується як приправа до різних страв» [12];

2) соус майонезний – «тонкодисперсний однорідний емульсійний продукт із вмістом жиру, зазначеним у маркуванні, що виготовляється з рафінованих дезодорованих рослинних олій, води з додаванням або без додавання продуктів переробки молока, харчових добавок та інших інгредієнтів» [13];

3) крем на рослинних оліях – «емульсійний продукт із вмістом жиру, зазначеним у маркуванні, що виготовляється на основі рослинних олій та (або) модифікованих рослинних олій з додаванням молочних або рослинних білків, цукру, а також з додаванням або без додавання натуральних фруктів, соків, харчових добавок та інших інгредієнтів» [14].

Розширення класифікації емульсійних олійно-жирових продуктів відкриває широкі перспективи для створення нових видів харчових продуктів, що відповідають сучасним уявленням про здорове харчування.

Розробка функціональних харчових продуктів заснована на виконанні низки послідовних кроків, «спрямованих на таку зміну властивостей традиційних продуктів, що забезпечувало б підвищення вмісту в них корисних

інгредієнтів рівня, співвідносного з фізіологічними нормами споживання останніх» [11-15].

У нашій країні обґрунтуванням актуальності вибору необхідних функціональних інгредієнтів та перспективних для збагачення видів харчових продуктів є дані про фактичне харчування населення, які постійно збираються в ході масштабних епідеміологічних досліджень, що проводяться вчені в галузі харчування та іншими профільними організаціями. «У рамках проведення постійного моніторингу фактичного харчування створюється банк даних про структуру харчування та харчовий статус населення» [11]. Аналіз отриманих результатів стає основою наукового прогнозування складу та властивостей функціональних харчових продуктів, призначених для профілактики аліментарно залежних захворювань та зміцнення здоров'я різних груп населення країни.

«Медико-гігієнічні вимоги до функціонального продукту включають вимоги щодо його безпеки, харчової цінності, а також вимоги щодо доданої користі для здоров'я, що, головним чином, і відрізняє функціональний продукт від традиційного» [16].

Дотримання зазначених вимог забезпечується на етапі вибору та обґрунтування виду харчового продукту та способу його модифікації у функціональний харчовий продукт шляхом введення фізіологічно функціональних інгредієнтів або за допомогою інших технологічних рішень.

«На етапі розробки технології нового продукту та її практичної реалізації уточнюються рецептура, параметри технологічного процесу, збереження фізіологічно функціональних інгредієнтів за умов виробництва та зберігання» [17].

1.3 Рослинні олії як джерело есенціальних жирних кислот

Олія обліпихи. Результати досліджень, проведені різними авторами, показали, «що плоди обліпихи з харчової точки зору є одним із найбільш

цінних джерел сировини для отримання в промислових масштабах природного масляного препарату каротину та інших полівітамінних концентратів та лікувальних препаратів» [18].

Олія обліпихи – один з основних продуктів промислової переробки плодів обліпихи. Характерною особливістю масла обліпихи є високий вміст каротиноїдів, токоферолів, стеринів та інших біологічно активних речовин, що зумовлюють його харчову та фізіологічну цінність, фармакологічні властивості.

У науково-технічній літературі питанням вивчення масла обліпихи приділяється велика увага. Інтерес дослідників до олії обліпихи пов'язаний з високою значимістю масла обліпихи як лікувального і лікувально-профілактичного засобу широкого спектру застосування, можливістю використання масла обліпихи для отримання вітамінізованих і функціональних продуктів харчування.

«У плодах обліпихи олія міститься в основному, в м'якоті та оболонці. Олія м'якоті рідка, червоно-коричневого кольору, приємного смаку обліпихи. Олія оболонки тверда, темно-коричневого кольору, приємного в'язкого смаку. Олійність плодової м'якоті коливається від 1,7% до 10%» [19].

Дослідженню біохімічного складу ліпідів та ліпідорозчинних компонентів у літературі приділяється велика увага. Це пов'язано, перш за все, з фармакологічними властивостями олії обліпихи, пошуком індивідуальної діючої речовини або класу, а також різко вираженою мінливістю хімічного складу обліпихи.

Для отримання олії обліпихи використовуються різні методи: «екстракційний з використанням органічних розчинників, пресовий, дифузійний при нагріванні в рослинній олії» [20]. Насправді, зазвичай, використовують комбінацію з кількох перерахованих методів. Як сировину застосовують свіжі, заморожені, ферментовані, сухі плоди, сухий жом із насінням, сухий жом без насіння, насіння, оболонка.

В даний час основним стандартом для оцінки якості масла обліпихи і, отже, «технології його отримання є фармакопейна стаття ФС 42-1730-86, що регламентує вміст каротиноїдів не нижче 180 мг/100 г» [18].

Проведено численні дослідження з оцінки біологічної активності обліпихової олії та визначення видів її фармакологічного впливу. Встановлено, «що масло обліпихи володіє яскраво вираженими регенеративними, репаративними, протизапальними, гепатопротекторними, антиоксидантними, анельгезуючими, антимуtagenними, протипухлинними, антипротеолітичними, бактерицидними видами фармакологічного впливу» [18-20].

Олія обліпихи широко використовується в медицині для лікування та профілактики різних захворювань, таких як дерматологічні, гастроентерологічні, офтальмологічні, гінекологічні, а також захворювання слизових покривів порожнини рота, горла і носа, променеві пошкодження, новоутворення. Масло має значну кількість біологічно активних речовин, що надає йому широкий спектр фармакологічних властивостей. Також його використовують у ветеринарії та косметології.

Щодо харчової промисловості, масло обліпихи поки не має широкого застосування, але останнім часом спостерігається активізація досліджень у цьому напрямку. Використання обліпихової олії в харчовій промисловості має потенціал підвищити її харчову та біологічну цінність, а також створити нові функціональні продукти харчування.

Червона пальмова олія. «Нерафінована пальмова олія (червона) виготовляється за технологією, яка була патентована Малайзійським дослідницьким інститутом пальмової олії у 1996 році» [18]. Ця технологія передбачає використання фізичних методів обробки сирової пальмової олії. «Червона пальмова олія відрізняється високим вмістом олеїнової кислоти – 47,6% від сумарної кількості жирних кислот. Крім того, вона містить 12% лінолевої та 0,5% ліноленової кислот» [20].

У червоному пальмовому маслі зберігається 80% каротиноїдів та вітамінів. «Вміст каротиноїдів становить 473 мг/кг (за деякими джерелами – до 500 мг на 1 кг), а вітаміну Е у формі токоферолів і токотрієнолів – 730 мг/кг» [21].

Завдяки високому вмісту каротинів, зокрема β -каротинів (табл. 1.1), сире масло з плодів олійної пальми має оранжево-червоний колір.

Таблиця 1.1 – Вміст каротиноїдів у пальмовому маслі

Каротиноїди	%	Сировина	Червона пальмова олія
Фітоїни	1,3	10,4	6,5
Цис- β -каротин	0,7	5,6	3,5
β -каротин	56,0	448,0	280
α -каротин	35,2	281,6	17,6
Цис- α -каротин	2,5	20,0	12,5
Лікопін	1,3	10,4	6,5
Інші	3,7	29,6	18,5
Загальна кількість	100	800	500

Деякі дослідження стверджують, що «каротини, які містяться в червоній пальмовій олії, мають найвищу біодоступність порівняно з каротинами інших рослинних джерел» [22]. Ці висновки викликали інтерес до проведення кількох клінічних випробувань з метою вивчення можливості використання червоної пальмової олії у раціоні харчування для подолання дефіциту вітаміну А, особливо у дітей з неадекватним харчуванням.

Відомо, «що тривалий дефіцит вітаміну А може призвести до порушень зору, а навіть до сліпоти» [19]. У масштабних трансконтинентальних дослідженнях червона пальмова олія використовувалася у різних формах як джерело каротину - провітаміну А. Результати досліджень свідчать про те, що «навіть невеликі дози червоної пальмової олії (наприклад, одна столова ложка

олії на день) можуть запобігти недостатності вітаміну А у дітей з недостатнім харчуванням» [23].

Аналіз грудного молока матерів-годувальниць, які вживають продукти з червоною пальмовою олією, показав «значне збільшення концентрації каротину. Отримані результати свідчать про можливість широкого використання червоної пальмової олії як джерела провітаміну А» [23].

Червона пальмова олія «застосовується для виготовлення концентратів каротину та інших біологічно активних речовин, що входять до складу комплексних вітамінних добавок» [23].

Соняшникова олія. Зараз соняшникова олія є олією № 1 в Україні, займаючи стійке перше місце з виробництва та споживання. «Соняшкову олію отримують шляхом пресування з обваленого насіння соняшнику однорічного. Вміст олії у високосортних насінні становить нині 50-53%» [24].

Для вилучення олії застосовують пресування та екстрагування. Олія гарячого пресування має інтенсивний золотисто-жовтий колір та характерний присмак підсмаженого насіння. Олія холодного пресування слабше забарвлена і її запах менше виражений. Олія має високі смакові якості.

Жирнокислотний склад олії соняшнику значно варіюється в залежності від кліматичних умов регіону, методів вирощування та сортових особливостей рослини. Поміж великою кількістю культурних сортів виділяють традиційні низькоолеїнові та пізніше введені середньо- і високоолеїнові сорти за переважанням певних жирних кислот.

«В олії, отриманій з насіння традиційних сортів соняшника, найвищий вміст лінолевої кислоти (до 75%)» [25]. У високоолеїнових сортів олії, цей показник становить до 70% від загальної кількості жирних кислот і вище (до 80% за деякими виробниками), припадаючи на олеїнову кислоту.

«Серед насичених кислот в олії можна виділити пальмітинову, стеаринову, арахінову та лігноцеринову» [25].

Харчова цінність соняшникової олії, особливо нерафінованої, визначається не тільки високим вмістом ненасичених олеїнової та лінолевої кислот (табл. 1.2), але і присутністю фосфоліпідів.

Таблиця 1.2 – Жирнокислотний склад соняшникової олії

Основні жирні кислоти	Позначення	Вміст жирних кислот, %	
		високоолеїновий	низькоолеїновий
Лаурінова	12:0	-	-
Міристинова	14:0	-	До 0,2
Пальмітінова	16:0	4,2-4,6	5,6-7,6
Пальмітолеїнова	16:1	-	До 0,3
Стеаринова	18:0	4,1-4,8	2,7-6,3
Олеїнова	18:1	61,0-69,8	14,0-39,4
Лінолева ω -6	18:2	21,9-28,0	50,0-75,0
α -ліноленова ω -3	18:3	-	До 0,2
Арахінова	20:0	До 0,7	0,2-0,4
Ейкозенова	20:1	До 0,5	До 0,2
Бегенова	22:0	-	0,5-1,3
Ерукова	22:1	-	До 0,2
Докозадієнова	22:2	-	До 0,2
Лігноцеринова	24:0	-	0,2-0,3

Олія соняшника знаходить застосування як салатна заправка та інгредієнт у приготуванні їжі, а також у виробництві рецептурних продуктів, таких як спреди, майонези, соуси, хлібобулочні та борошняні кондитерські вироби тощо. «Високоолеїнова олія виявляється ефективною в харчовому виробництві завдяки своєму підвищеному стійкому до окислення вмісту олеїнової кислоти та зниженому вмісту лінолевої кислоти» [26].

Соева олія. «Отримання соєвої олії проводиться шляхом віджиму або екстракції з бобів сої за допомогою гексану або етанолу» [27]. Боби попередньо очищають, висушують та нагрівають до температури 100 °С, а потім подрібнюють на тонкі пластівці. Суміш сирої олії з розчинником піддають дистиляції. «Сире масло має коричневий колір з зеленуватим відтінком. Рафінована і дезодорована соєва олія представляє собою прозору рідину світло-жовтого кольору, не має вираженого смаку і запаху» [27].

Особливість соєвої олії полягає в високому вмісті поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) – більше 60% (табл. 1.3). «Важливо відзначити, що співвідношення кислот ω -6 і ω -3 в ній збалансоване краще, ніж у інших видів олій і наближається до оптимального» [28].

Таблиця 1.3 – Жирнокислотний склад соєвої олії

Основні жирні кислоти	Позначення	Вміст жирних кислот, %
Міристинова	14:0	До 0,2
Пальмітінова	16:0	8,0-13,3
Пальмітолеїнова	16:1	До 0,2
Стеаринова	18:0	2,4-5,4
Олеїнова	18:1	17,7-26,1
Лінолева ω -6	18:2	49,8-57,1
α -ліноленова ω -3	18:3	5,5-9,5
Арахінова	20:0	0,1-0,6
Гадолеїнова	20:1	До 0,3
Ерукова	22:1	До 0,3
Лігноцеринова	24:0	До 0,4

Високий вміст ліноленової кислоти є «перевагою з позицій здорового харчування, але небажано для використання олій у харчових технологіях через схильність до окислення» [29].

Ріпакова олія. «Олія, отримана з насіння ріпаку, має вміст від 33% до 59% і може бути видобута шляхом пресування або екстракції розчинником. Особливістю жирнокислотного складу традиційної рапсової олії є наявність ерукової кислоти у відсотках від 5 до 60%» [30]. Ця кислота слабо піддається дії ферментної системи людини, повільно засвоюється і може негативно впливати на стан міокарда, сприяючи розвитку серцево-судинних захворювань.

Виникнення можливості широкого використання ріпакової олії в харчовій галузі стало можливим завдяки «виведенню в Канаді в 1964 році нових сортів рослин, відомих як "канола", олія яких майже не містить ерукової кислоти (табл.1.4)» [30]. Подібні сорти ріпаку були виведені і в нашій країні в подальшому.

Таблиця 1.4 – Жирнокислотний склад ріпакової олії

Основні жирні кислоти	Позначення	Вміст жирних кислот, %	
		високоерукове	низькоерукове
Міристинова	14:0	-	До 0,3
Пальмітінова	16:0	1,0-6,5	2,5-6,5
Пальмітолеїнова	16:1	До 2,5	До 0,6
Стеаринова	18:0	До 2,5	0,8-2,5
Олеїнова	18:1	7,5-60	50,0-65,0
Лінолева ω -6	18:2	11,0-23,0	15,0-25,0
α -ліноленова ω -3	18:3	5,0-12,5	7,0-15,0
Арахінова	20:0	До 3,0	0,1-2,5
Гадолеїнова	20:1	3,5-6,0	0,1-0,4
Ейкозадієнова	20:2	0,5-1,0	До 0,1
Бегенова	22:0	0,6-2,5	До 0,1
Ерукова	22:1	5,0-60,0	До 5,0

Насіння ріпаку також відрізняється наявністю органічних сполук сірки, а саме тіоглюкозидів, які при розпаді утворюють токсичні сполуки. «Згідно з результатами медичних досліджень ФАО/ВООЗ, вміст ерукової кислоти в харчових оліях обмежено до 5%, а тіоглікозидів – до 3%» [30].

Склад жирних кислот в низькоеруковій олії відрізняється від високоерукових сортів, які, в основному, використовуються у технічних цілях. «Жирнокислотний склад низькоерукової ріпакової олії відзначається низьким вмістом насичених жирних кислот (менше 7% від загальної кількості жирних кислот), відносно високим рівнем мононенасиченої олеїнової кислоти (до 65%) і середнім рівнем поліненасичених жирних кислот (30-32%)» [30].

Особливу вагу має вміст різних супутніх речовин у цій олії, зокрема токоферолів (430-1680 мг/кг).

1.4 Формування функціональних властивостей майонезних соусів

Основні аспекти формування функціональних властивостей майонезних соусів передбачають вирішення низки завдань, до яких належать:

1) «зменшення калорійності продукту за рахунок зміни співвідношення жирової та водної фаз. Для зменшення жирності продукту частину олії замінюють на водну фазу з використанням натуральних емульгуючих добавок, що забезпечують задану текстуру продукту» [30];

2) поліпшення жирнокислотного складу жирової фази майонезного соусу з метою досягнення балансу, що «рекомендується, між насиченими, мононенасиченими і поліненасиченими жирними кислотами здійснюють шляхом змішування (купажування) масел з переважанням різних жирних кислот» [31];

3) збільшення термінів зберігання, «запобігання мікробіологічному, гідролітичному та окисному псуванню шляхом використання добавок натурального походження з високою антиоксидантною активністю - токоферолів, рослинних екстрактів» [31].

В основі збагачення жирних продуктів дефіцитними мікронутрієнтами лежить вибір харчової системи, вибір та обґрунтування фізіологічно функціональних інгредієнтів, розробка технологічного прийому їх введення.

«Для збагачення жирних продуктів, як правило, застосовуються вітаміни А, В, Е, β -каротин, поліненасичені жирні кислоти та їх джерела, фосфоліпіди, останнім часом – розчинні харчові волокна, фітостерини» [32].

Заміна одних інгредієнтів іншими або введення в харчову систему нових, нетипових для неї складових, спричиняє суттєву зміну традиційних рецептур, що, безумовно, відбивається на споживчих властивостях новостворених продуктів. У зв'язку з цим модифікацію традиційного продукту у функціональний слід розглядати як складний, багатоплановий процес конструювання продукту, який «повинен мати додаткові корисні властивості, і в той же час зберігати традиційні споживчі характеристики або придбати нові якості, що відповідають найвищим сучасним вимогам» [33].

Науковий підхід до розробки функціонального продукту, у тому числі жирного, «розглядає всі сторони проблеми, охоплює тісно переплетені між собою теоретичні, виробничі та медичні питання та враховує пов'язані з ними ризики» [33].

Медико-біологічні аспекти наукової стратегії для отримання функціональних жирновмісних продуктів пов'язані з визначенням виду продукту, постановкою завдань щодо його модифікації та вибором методу реалізації цієї модифікації. Крім того, важливо визначити спосіб здійснення модифікації, що забезпечить безпеку кінцевого продукту та його здатність позитивно впливати на фізіологію людського організму.

При необхідності зниження вмісту насичених жирних кислот, холестерину та калорійності продукту виникає важлива задача вибору безпечних та ефективних замінників сировинних інгредієнтів. «Ці замінники повинні бути вільні від вказаних недоліків, а також здатні компенсувати технологічні наслідки виключення вихідних рецептурних компонентів» [34]. У випадку збагачення продукту дефіцитними мікронутрієнтами, важливо

забезпечити їх безпеку, визначити необхідний рівень збагачення та передбачити можливу взаємодію з продуктом або організмом після його вживання.

Одночасно вищезазначені зміни пов'язані із ризиком інтенсифікації окислювальних та гідролітичних процесів у жирах, що може призвести до прискорення мікробіологічного псування продуктів. «Технологічні аспекти розробки стосуються показників якості продукції, збереження функціональних інгредієнтів у конкретному жировому продукті під час його виробництва та зберігання, а також їх сумісності з жировмісною харчовою масою та окремими її компонентами» [35].

1.4.1 Моделювання жирової фази

На першому етапі змінюється склад жирової фази для досягнення оптимального вмісту та співвідношення ПНЖК сімейств ω -3 і ω -6, зменшення вмісту насичених жирних кислот або з іншою метою.

Літературні дані, свідчать «про широкий розкид у змісті та співвідношенні незамінних кислот груп ω -6 і ω -3 (лінолева та ліноленова кислоти) у рослинних оліях» [36].

«Жодна рослинна олія повною мірою не володіє оптимальним співвідношенням ПНЖК сімейств ω -6, ω -3, яке повинно становити (5-10):1 - для здорового харчування та (3-5):1 - для лікувально-профілактичного» [37].

У нашій країні проблема ускладнюється абсолютним домінуванням у раціоні харчування олії лише однієї культури – соняшнику, чого немає в інших країнах. Внаслідок цього спостерігається надмірне споживання одних жирних кислот та дефіцит інших.

«Найбільш простий та економічний у технологічному відношенні спосіб створення жирових продуктів, відповідних наведеним вище вимогам є змішування (купажування) різних за складом олій між собою перед внесенням їх до складу продукту» [38-40].

Вивчення жирнокислотного складу рослинних олій, що використовуються в Україні, дозволяє спрогнозувати можливість їх використання у складі двокомпонентних сумішей олії з оптимальним складом ПНЖК.

«Для рафінованих рослинних олій характерний широкий розкид значень співвідношення ω -6: ω -3: від 830:1 до 0,48:1, для нерафінованих від 580:1 до 0,26:1» [39].

Можна вважати доцільним змішування між собою наступних олій: соняшникова та соєва; соняшникова та ріпакова; соняшникова та ріжикова; кукурудзяна та соєва; кукурудзяна та ріпакова.

Для більш точного розрахунку складів багатоконпонентних купажованих олій вченими «була створена комп'ютерна програма оптимізації складу купажу з урахуванням жирнокислотного складу вихідних олій» [41].

Принцип, покладений основою комп'ютерної обробки даних хроматографічного аналізу вихідних рослинних олій, пов'язані з відсотковим вмістом у яких і співвідношенням основних ПНЖК – ω -3 (ліноленової) і ω -6 (лінолевої). «Вихідним є необхідне співвідношення лінолевої та ліноленової кислот у купажованій системі, а вихідними даними – відсоткове співвідношення рослинних олій у купажованій системі. В результаті купажована система має заданий збалансований жирнокислотний склад» [40].

Методика обробки чисельних даних полягає в вирішенні системи рівнянь із двома чи кількома невідомими.

«Склад двокомпонентної купажованої олії, що складається із суміші двох рослинних олій, позначених символами «а.» і «б» розраховується під час вирішення системи рівнянь» [41].

Розрахунок складу трикомпонентних сумішей рослинних олій здійснюється у два етапи. «Метою першого етапу є визначення співвідношення двох основних компонентів, метою другого - визначення частки третього компонента» [41]

У процесі змішування компонентів жирової основи їх вносять у змішувач у точно зазначених кількостях, при необхідності нагріваючи, і перемішують. Після цього відбирають проби і аналізують щодо відповідності встановленим параметрам консистенції, ступеня однорідності суміші. При необхідності коригують склад та консистенцію суміші. «Якщо дані аналізу відповідають заявленим вимогам, суміш олій вважають готовою для використання за призначенням – у харчових цілях або для подальшої переробки» [40-42].

У процесі змішування олій, що входять до жирової основи, формуються характеристики кінцевого продукту; «контрольованими параметрами є жирнокислотний склад, а також показники вмісту твердих тригліцеридів при певних температурах, йодного числа, температури плавлення» [43].

1.4.2 Емульгатори та емульгуючі системи

«На другому етапі створення функціонального емульсійного продукту підбирають співвідношення жирової та водної фаз. Ця зміна спрямована, зазвичай, у бік зменшення жирності з метою максимального зниження калорійності» [36].

Традиційним способом зниження калорійності є збільшення вмісту водної фази та, відповідно, зменшення вмісту жиру.

«Зниження жирової фази в емульсійних продуктах неминуче спричиняє зниження агрегативної стійкості, т. е. призводить до виділення однієї з фаз при зберіганні» [39]. З іншого боку, значне зменшення кількості жиру надає порожній, рідкий, негармонійний смак продукту. У цьому випадку потрібно особливо ретельне опрацювання найбільш складних питань, що «стосуються забезпечення стабільності, реологічних та фізико-хімічних показників, а також смаку та сенсорних властивостей» [43].

Вирішення перерахованих проблем досягається правильним підбором складу жирової основи, додаткових видів сировини та харчових добавок, в першу чергу, емульгаторів та стабілізаторів.

«Емульгатори – речовини, що мають поверхнево-активні властивості і здатні, концентруючись на поверхні розділу фаз і знижуючи її напругу, утворювати та стабілізувати емульсії та інші дисперсні системи» [44]. У дисперсних системах емульгатори забезпечують рівномірний розподіл дисперсної фази в дисперсійному середовищі, зокрема, емульгування, суспендування та піноутворення. «У жирових системах вони дозволяють регулювати в'язкість системи та процес кристалізації жирів» [45].

Механізм емульгування полягає в утворенні крапель дисперсної фази в дисперсійному середовищі та їх стабілізації в результаті адсорбції на їхній поверхні присутнього в системі емульгатора. «Ефективність емульгаторів визначається їх поверхневою активністю та здатністю утворювати структуровані колоїдно-адсорбційні шари на поверхні розділу, що володіють достатньою міцністю та пружністю» [46].

У процесі утворення емульсії емульгатори знижують поверхневий натяг на межі розділу фаз «вода-тригліцериди» з 30 до 1-10 мН/м. Вони сприяють утворенню нових крапель все меншого розміру і запобігають їх злиттю (коалесценції). Розмір крапель та його розподіл грають значної ролі у освіті стійкої емульсії. «Зі зростанням кількості крапель утворюються нові поверхні розділу фаз, у яких формуються нові адсорбційні шари молекул емульгаторів, наближених до краплі з боку дисперсійної середовища» [47].

Розмір крапель впливає і інші властивості емульсії. Відомо, що у продуктах на основі прямих емульсій зменшення розмірів крапель води до 2-4 мкм захищає емульсію від мікробіологічного псування, зокрема, від розвитку плісняви. «Однак у разі більшого розміру крапель води – від 10 до 20 мкм – спостерігається більш активне вивільнення ароматуючих речовин» [47], що посилює сенсорне сприйняття смаку та аромату продукту у порожнині рота.

«Емульгувальна здатність ПАР пояснюється дифільною структурою їх молекул, тобто наявністю гідрофільних та гідрофобних функціональних груп» [46].

Будова емульгатора, зокрема, кількість та відносна полярність гідрофобних та гідроксильних груп описується величиною гідрофільно-ліпофільного балансу (ГЛБ), залежно від якої емульгатор краще розчинятиметься (або диспергуватиметься) у водній або жировій фазі з утворенням асоціативних структур різної просторової упаковки ламелярної або зверненої. «ГЛБ вважатимуться мірою спорідненості, тобто відносного тяжіння емульгатора до води чи масла чи обох фаз у даної емульсії» [45].

Вибір конкретного емульгатора визначається характеристиками харчової системи. Вага повинна приділятися тій харчовій добавці, яка поєднує максимальну кількість технологічних функцій, сприяючи досягненню найвищого технологічного ефекту та підвищенню харчової цінності створюваного продукту. Природні речовини, такі як рослинні фосфоліпіди, володіють високими технологічними властивостями, такими як емульгуюча здатність, і в той же час є фізіологічно функціональним компонентом, включаючи антиоксидантну активність.

«Фосфоліпіди (E322) – являють собою природні ліпіди, що виділяються з олії в ході їх переробки. Фосфоліпіди містять у молекулі залишок фосфорної кислоти, пов'язаний ефірним зв'язком з моногліцеридами» [44].

В даний час у виробничій практиці під торговою назвою «лецитин» застосовуються натуральні фосфоліпіди у вигляді виділяється з рослинних олій всього фосфоліпідного комплексу, а також їх різні модифікації.

«За хімічною будовою фосфоліпіди є типовими поверхнево-активними речовинами (ПАВ), молекула яких містить вуглеводневі радикали і одну або кілька полярних (активних) груп» [48]. Вуглеводнева частина молекул складається з одного (для лізоформ) або двох радикалів жирних кислот, що відрізняються, в основному, «молекулярною масою та ступенем ненасиченості, а полярні (активні) групи складаються зазвичай з кисневмісних - ефірних, гідроксильних, карбоксильних; азотовмісних - аміно-і фосфоровмісних груп» [49].

У харчовій промисловості фосфоліпиди (комерційна назва – лецитини) широко застосовуються як харчові добавки E322 з технологічними функціями емульгаторів, антиоксидантів та їх синергістів. «У країнах Європи, США та Японії лецитини мають статус ОКА8, їх застосування у харчових продуктах не лімітується» [50].

Основними джерелами промислового отримання препаратів фосфоліпідів служать олійні культури (соя, соняшник), з яких їх виділяють гідратацією олій, а потім на їх основі одержують продукти різного складу та властивостей, які поділяються на три групи:

- «стандартизовані та модифіковані лецитини в олійній формі;
- знежирені лецитини в порошкоподібному та гранульованому вигляді;
- фосфоліпідні фракції в масляному та порошкоподібному вигляді» [51].

Широке застосування лецитинів у харчовій промисловості зумовлено їх поверхнево-активними властивостями. «Лецитин, будучи натуральним емульгатором, може стабілізувати як прямі емульсії (масло/вода), і зворотні (вода/масло), що забезпечує його активність у складі великого кола продуктів» [52].

1.4.3 Запобігання окисленню жирових систем

«У процесі виділення, очищення та переробки жирів і олій, включаючи їх використання в технологіях харчових продуктів, а також при зберіганні жири зазнають ряду хімічних перетворень, які називаються прогірканням» [53]. До таких процесів належать:

- «гідроліз, в результаті якого молекули жиру розщеплюються на гліцерин та вільні жирні кислоти під дією вологи або у присутності гідролітичних ферментів високої температури на молекули ацилгліцеринів з утворенням тривимірних ланцюгів» [54];

- «автоокислення, у якому ненасичені жирні кислоти окислюються під впливом кисню» [55].

Окислення є основним типом псування, тому запобігання окислення ліпідів належить до головних завдань при виробництві та зберіганні жирових продуктів. «Завдання це суттєво ускладнюється, коли йдеться про функціональні продукти, що відрізняються підвищеним вмістом ПНЖК та жиророзчинних вітамінів» [56].

У рослинних оліях, що містять поліненасичені жирні кислоти, окиснення відбувається значно швидше, ніж у насичених жирах. Відомо, «що швидкість окислення жирної кислоти зростає пропорційно кількості подвійних зв'язків у молекулі та кількості метиленових груп між кожною парою подвійних зв'язків» [57].

Так, співвідношення величин швидкості окислення «олеїнової та лінолевої кислот знаходиться в інтервалі від 1:12 до 1:40 залежно від виду продукту, а арахідонова та ліноленова кислоти окислюються, відповідно, у 3 та в 2 рази швидше, ніж ліолева» [57]. Структура ПНЖК відбивається на будові вторинних продуктів окислення, зокрема, на «утворенні летких низькомолекулярних альдегідів і кетонів з низьким порогом смакового сприйняття, присутність яких у продукті надає йому смаку і запаху згірклого жиру» [52, 58].

Температурний фактор дуже сильно впливає на швидкість окислення жирів, що відповідає експоненційному зростанню кількості продуктів окислення при збільшенні температури.

В емульсійних продуктах водна фаза є додатковим фактором ризику окислення ліпідів. В емульсіях типу «вода в маслі» жирова фаза є дисперсійною, контактує з повітрям і окислюється так само, як жир у чистому вигляді. В емульсіях типу «масло-у-воді» швидкість окислення аналогічних жирів може суттєво відрізнитися в той чи інший бік залежно від активності води, рН середовища. «У кислому середовищі окислення йде швидше, у нейтральному та слаболужному середовищі – повільніше» [58].

Жири та олії помітно відрізняються за природною окислювальною стійкістю, яка залежить від складу та будови жирних кислот, а «також від присутності природних антиоксидантів – токоферолів, токотрієнолів, каротиноїдів, фосфоліпідів, що інгібують ланцюгові реакції вільнорадикального окислення» [59].

До харчових антиокислювачів (антиоксидантів) відносяться речовини, що уповільнюють окислення, в першу чергу ненасичених жирних кислот, що входять до складу ліпідів. Залежно від механізму дії антиоксиданти поділяються на три групи:

1. антиокислювачі – «хімічні сполуки, що пов'язують вільні ліпідні радикали і здатні утворювати малоактивні радикали, перериваючи цим ланцюгову реакцію автоокислення. За таким механізмом діють антиоксиданти фенольної природи, токоферол» [59].

2. синергісти антиокислювачів – «речовини, що посилюють активність антиокислювачів, але самі не мають або мають слабкі антиокислювальні властивості» [60]. Ефективними синергістами служать відновники, наприклад, аскорбінова кислота, що застосовується для захисту від окислення масложирових продуктів.

3. комплексоутворювачі – «речовини, які також є синергістами антиокислювачів, але механізм їх впливу заснований на утворенні хелатних комплексів з металами» [61]. З цією метою застосовуються лимонна, молочна кислоти та їх солі, лецитин [8, 13, 58].

Деякі сполуки (лецитини, лактати та інші) виконують комплексні функції. Використання антиокислювачів дозволяє продовжити термін зберігання харчової сировини, напівпродуктів та готових продуктів, захищаючи їх від прогоркання олій, жирів або жирових компонентів харчових продуктів, біологічно цінних речовин, природних пігментів.

На практиці часто застосовують суміші антиоксидантів і комплексоутворювачів, які мають синергічну дію при однаковій або навіть меншій концентрації. У виробництві масложирової продукції застосовуються

антиоксиданти відповідно до державної нормативно-технічної документації. «Для застосування в олійно-жировій промисловості, особливо у виробництві функціональних продуктів найпоширенішим антиоксидантом є токоферол або його комбінації з фосфоліпідами» [1, 14, 25, 31, 47].

Токофероли (Вітамін Е). Природні антиокислювачі, присутні у ряді рослинних олій. «Слід зазначити олії, що відрізняються високим вмістом токоферолів: обліпихова та червона пальмова олія» [61]. Токофероли представляють собою прозорі в'язкі рідини червоного або червоно-коричневого кольору з приємним запахом і характерним смаком, які темнішають при впливі світла. Вони ефективно розчиняються у жирах та оліях.

«Токофероли зберігають стабільність при нагріванні (в умовах вакууму та інертного газу - до 100 °С), а також в присутності кислот і лугів, але втрачають стійкість під впливом світла, кисню повітря та інших окислювачів через активну взаємодію з вільними радикалами кисню» [61]. Однак завдяки цій властивості токофероли, взаємодіючи з вільними радикалами, захищають ненасичені жирні кислоти рослинних олій від окислення та прогоркання.

Вітамін Е у виробництві продуктів харчування виконує подвійну функцію:

1. «власне вітамінної добавки - у цьому випадку застосовується у вигляді токоферол-ацетату, що відрізняється високою стабільністю» [61]. Це має велике значення при збагаченні продуктів, що піддаються технологічній обробці та тривалому зберіганню. В організмі токоферол-ацетат розщеплюється ферментами естеразами до вільного біологічно активного токоферолу, що вже проявляє в організмі антиоксидантні властивості;

2. «антиоксиданту (харчові добавки Е306-309) – і тоді він використовується у формі вільного токоферолу, чутливого до кисню повітря, який швидко витрачається в реакціях вільно-радикального окиснення» [62]. Антиокислювальна дія токоферолів посилюється в присутності фосфоліпідів, лимонної та аскорбінової кислот, а також β-каротину.

«Токоферол застосовується для стабілізації жирів, олій та продуктів на їх основі, а також олійних вітамінних препаратів, тому що захищає від окислення компоненти олій, у тому числі вітамін А, запобігає прогірканню жирів» [47].

Антиоксидантну дію фосфоліпідів пов'язують з їхньою здатністю поглинати кисень із середовища, зв'язувати його в неактивні сполуки, перешкоджаючи цим його окисній дії на жири. «Фосфоліпіди є природними антиоксидантами і використовуються як безпосередні інгібітори або синергісти лимонної, бурштинової та інших кислот у різних жирових продуктах» [60]. За опублікованими даними, використання фосфоліпідів як основного складового компонента (26-85%) комплексного антиоксиданту дозволяє стабілізувати олії навіть з великим вмістом ПНЖК. При цьому продукт не має неприємного присмаку або запаху, які часто виявляються при використанні синтетичних антиоксидантів. «Стабілізовані таким чином олії не гіркують при температурі 90 °С протягом 25-26 годин, тоді як для контрольних зразків цей інтервал часу становить 0,9 години» [63].

Відомо, що «фосфоліпіди запобігають окислювальним змінам в масляних розчинах β -каротину, тим самим, стабілізуючи їх при зберіганні, причому особливо ефективно в поєднанні з токоферолом» [42]. Малі концентрації лецитину запобігають гідролізу ліпідів у присутності вологи або в емульсійних продуктах типу «вода в маслі», обволікаючи кожен краплю води і формуючи навколо неї захисну оболонку, тим самим, перешкоджаючи коалесценції.

Кверцетин, дигідрокверцетин (похідні флавононів) також є антиоксидантами, їх одержують із кори дуба та з деяких рослин. «Кверцетин має сильні антиокислювальні властивості, які посилюються в присутності лимонної та аскорбінової кислот» [64]. Застосовуються для просочення пакувальних матеріалів при виробництві сухих сніданків, плавлених сирів.

Екстракт розмарину є екстракт листя. Основні діючі речовини екстракту – карнозова (більше 6%), розмаринова (більше 1%), урсолова (0,5%) кислоти.

Для стабілізації масла рекомендується додавати до нього 0,01-0,02% екстракту. «Екстракт розмарину у поєднанні з аскорбілпальмітатом виявляє синергічні властивості, у суміші з а-токоферолом такого ефекту не спостерігається» [65].

Відомо, що розмариновий екстракт, карнозова і розмаринова кислоти мають високу активність при стабілізації кукурудзяної олії. «У концентрації 0,02% екстракт розмарину виявляє більшу антиоксидантну активність при стабілізації оливкової олії, ніж бутилгідроксіанізол та бутилгідрокситолуол» [60]. Однак при їх поєднанні (3:1, 1:1, 1:3) спостерігається ефект синергізму, зафіксований також при сумісному застосуванні екстракту розмарину та шавлії.

Ефективність використання антиоксидантів у технології жирових продуктів залежить не тільки від їх антиоксидуючої активності, але й від правильного дотримання технологічних режимів при введенні їх у харчову систему.

Вибір найбільш підходящого антиоксиданту для захисту конкретних жирів і олій у конкретному технологічному процесі проводиться методом досліджень. Безпідставна заміна одного антиоксиданту іншим може не привести до очікуваного результату.

На практиці, дозування антиоксидантів часто потребує завищення, іноді навіть до максимально допустимого рівня, або використання більш активних сумішей із синергістами. Це обумовлено тим, що антиоксиданти можуть піддаватися окисленню при контакті з повітрям під час дозування та введення або витрачатися під час окислення під час виробництва та зберігання продукту.

«Ефективність їх застосування багато в чому визначається їх рівномірним розподілом в об'ємі продукту, який забезпечується ретельним механічним перемішуванням попередньо підготовленого, зваженого та розподіленого у вигляді розчину або суспензії антиоксиданту препарату» [66].

В цілому, використання антиоксидантів у жирових продуктах для здорового харчування повинно відповідати концепції функціональних харчових продуктів. Оскільки ці продукти спрямовані на покращення стану здоров'я, розумним є використання харчових добавок природного походження, які є ефективними при невеликих концентраціях.

Висновки по розділу.

Зміна умов життя і праці населення України, особливо, що проживає у містах, стало причиною зниження енерговитрат, отже, і обсягів споживаної їжі. Одночасно знизилася надходження необхідних людині фізіологічно активних речовин, потреби яких залишилися незмінними.

Все це стало причиною появи нового покоління продуктів харчування, що отримали назву функціональні харчові продукти. На думку фахівців, в окремих країнах їхня частка досягає 25-28% від загального обсягу виробництва продуктів харчування.

Створення функціональних продуктів харчування потребує вирішення кількох завдань:

- організації виробництва фізіологічно функціональних інгредієнтів (вітамінів, мікроелементів, харчових волокон, пребіотиків, незамінних амінокислот, незамінних жирних кислот та інших);
- вибору харчових продуктів як об'єкти збагачення;
- розроблення технологій харчових продуктів, збагачених фізіологічно функціональними інгредієнтами;
- клінічної оцінки ефективності розроблених продуктів здоров'ю людини.

Рослинні олії, жири та жирові продукти є ключовими складовими харчового раціону людини, відводячи до 30-35% загальної споживаної енергії. Протягом багатьох років, жири розглядалися як головний джерело енергії та речовин, які формують консистенцію їжі та поліпшують її смакові властивості.

Проте, протягом останніх 20-30 років, погляди на роль жирів у харчуванні значно змінилися. Дослідження встановили та науково обґрунтували важливість поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) і фосфоліпідів як необхідних елементів харчування у профілактиці та лікуванні порушень ліпідного обміну, зокрема атеросклерозу. Також було показано, що жирові продукти є важливим джерелом жиророзчинних вітамінів і стеринів.

Аналіз результатів моніторингу фактичного харчування населення України вказує на постійний дефіцит ПНЖК, зокрема омега-3, чия біологічна роль є дуже значущою. Тим часом, дослідження довели небажаність вживання продуктів, що містять трансізомери жирних кислот, а також великих кількостей жирів, що містять певні насичені жирні кислоти.

Ці відкриття перетворили наше розуміння про користь та можливий шкідливий вплив рослинних олій та інших жирових продуктів, що породило потребу у створенні нового покоління цих продуктів – продуктів для здорового харчування.

2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Об'єкти та етапи наукового дослідження

Як об'єкти досліджень використовувалися:

- рослинні олії з підвищеним вмістом каротиноїдів (червона пальмова та обліпихова олія)
- рослинні фосфоліпіди (лецитин);
- технологія одержання розроблених соусів майонезних;
- зразки нових емульсійних продуктів: соус майонезний з функціональною добавкою на основі червоної пальмової олії та лецитину, соус майонезний з функціональною добавкою на основі олії обліпихи та лецитину.

Основні експериментальні дослідження проводились на базі навчальної лабораторії кафедри харчових технологій Дніпровського державного аграрно-економічного університету та виробничої лабораторії ТОВ «Потоки», м. Дніпро. Дослідження проводились поетапно.

Перший етап присвячено вивченню та аналізу джерел науково-технічної літератури та патентної інформації на тему дисертаційної роботи.

На другому етапі вивчали склад та властивості рослинних олій з підвищеним вмістом каротиноїдів та токоферолів – червоної пальмової олії та олії обліпихи.

На третьому етапі вивчали ефект синергізму дії каротиноїдів, токоферолів та фосфоліпідів.

Четвертий етап полягав у розробці нових рецептур та технології отримання майонезних соусів з антиоксидантно-емульгуючим комплексом.

2.2 Характеристика методик дослідження

При виконанні роботи, відповідно до поставлених завдань досліджень, використовували загальноприйняті та оригінальні методи досліджень, у тому числі газорідинну хроматографію, ІЧ-спектроскопію, фотоколориметрію та

інші. Усі дослідження проводились у 3-4 кратній повторності та оброблялися статистично. В експериментальній частині наведено середні значення показників.

Відбір та підготовку проб жирової сировини проводили згідно з вимогами ISO 5555-91 «Олії та жири тваринні та рослинні. Відбір проб» та ISO 661-89 «Олії та жири тваринні та рослинні. Підготовка випробуваної проби».

Органолептичні дослідження рослинних олій проводили за Міждержавним стандартом 5472-50.

При вивченні фізико-хімічних показників рослинних олій визначали:

- щільність за допомогою пікнометра, який є невеликою скляною посудиною з притертою пробкою, на шийці якої є мітка, що вказує межу заповнення;

- показник заломлення (рефракції) за Міждержавним стандартом Р 5482-90 [40];

- температуру плавлення визначали у капілярі, відкритому з двох кінців;

- кислотне число методом титрування за Міждержавним стандартом Р 52110 - 2003. «Метод заснований на розчиненні олії в ефірно-спиртовій суміші (2:1) з наступним швидким титруванням проби лугом у присутності індикатора фенолфталеїну до слабкого рожевого забарвлення» [40];

- перекисне число за Міждержавним стандартом 51487 - 99. «Метод заснований на реакції взаємодії продуктів окислення олій або жирів (перекисів і гідроперекисів) з йодистим калієм в розчині оцтової кислоти і хлороформу з подальшим кількісним визначенням тіосульфату натрію, що виділився» [40];

- йодне число методом Гануса. Метод заснований на застосуванні як реагент бромистого йоду (JBr_2), що утворюється при зміщенні бромиду з йодом у безводній оцтовій кислоті. «Бромистий йод приєднується до подвійних зв'язків ненасичених жирних кислот, а надлишок його відтитрують тіосульфатом натрію у присутності йодистого калію та води» [40];

- кількісне визначення β -каротину в маслі проводили за допомогою ФЕК або спектрофотометра в кюветі з товщиною шару 10 мм при довжині хвилі 450 нм відповідно до фармакопейної статті ФСП 42-0391-2494-02. «Метод заснований на визначенні оптичної щільності розчину олії в органічному розчиннику» [40].

Жирнокислотний склад олії визначали за Міждержавним стандартом 30418-96 методом газорідинної хроматографії. Визначенню жирнокислотного складу передуює переведення жирних кислот в метилові ефіри за Міждержавним стандартом Р 51486-99. Використовували газорідинний хроматограф ЛХМ-80 з полум'яно-іонізаційним детектором та програмуванням температури від 20 до 300 °С.

Висновки по розділу.

В розділі визначені об'єкти наукового дослідження, описані дії, що проводилися на всіх етапах виконання робіт на дослідженням.

Основні експериментальні дослідження проводились на базі навчальної лабораторії кафедри харчових технологій Дніпровського державного аграрно-економічного університету та виробничої лабораторії ТОВ «Потоки», м. Дніпро.

При виконанні роботи, відповідно до поставлених завдань досліджень, використовували загальноприйняті та оригінальні методи досліджень, у тому числі газорідинну хроматографію, ІЧ-спектроскопію, фотоколориметрію та інші. Усі дослідження проводились у 3-4 кратній повторності та оброблялися статистично.

3 ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Під час розробки емульсійних продуктів, які виготовляються з використанням рідких рослинних олій та жирів, велика увага приділяється вибору ефективних композицій антиоксидантів, що визначають стабільність жирової фази продукту протягом зберігання.

У цьому контексті актуальною є розробка нових рецептур емульсійних продуктів, таких як майонезні соуси, з використанням композиційних сумішей антиоксидантного призначення на основі природних каротиноїдів, токоферолів і фосфоліпідів.

Нові рецептури емульсійних продуктів розробляються з використанням композиційних сумішей антиоксидантів, які базуються на природних каротиноїдах, токоферолах і фосфоліпідах. Це дозволяє не лише підвищити тривалість зберігання продукту, але й забезпечити його харчову безпеку та якість.

Обліпиха, яка містить різноманітний комплекс біологічно активних речовин, таких як вітаміни, токофероли, каротиноїди, органічні кислоти, мінерали та інші речовини, представляє собою природне джерело речовин з високою харчовою та біологічною цінністю та антиоксидантним потенціалом. Такий підхід до розробки продуктів сприяє покращенню якості та тривалості їх зберігання.

Рафінована дезодорована пальмова олія широко застосовується у виробництві емульсійних продуктів. Однак у країнах, де традиційно вирощують пальмове дерево, цю олію використовують в сирому вигляді як компонент, що надає їжі характерний колір, смак і аромат.

Червоне пальмове масло та його фракції можуть слугувати вітамінною харчовою добавкою у щоденному раціоні харчування, бути багатим джерелом вітаміну Е і каротиноїдів, зокрема каротину, який перетворюється на провітамін А.

При розробці нових рецептур майонезних соусів рекомендується включити в рецептурний склад антиоксидантний комплекс фосфоліпідів і червону пальмову або обліпихову олію, яка містить токофероли і каротиноїди.

3.1 Дослідження властивостей червоної пальмової олії

У зв'язку з використанням червоної пальмової олії в рецептурному складі майонезних соусів був проведений аналіз хімічного складу олії та продуктів її переробки.

Визнаючи харчовий потенціал багатой каротином пальмової олії, Малайзійський дослідний інститут пальмової олії розвинув і комерціалізував червону пальмову олію, запропонувавши її як загальнодоступний дієтичний продукт не тільки в країнах Азії, але й всьому світі, включаючи Україну.

Дослідженню підлягали зразки олії «Nutiva» американської компанії, так як виробником заявлено найвище, у порівнянні з будь-яким іншим червоним пальмовим маслом, вміст каротиноїдів, токоферолів і токотрієнолів, коферменту Q₁₀, а також вітамінів B₆, D та F .

Органолептичні та фізико-хімічні показники червоної пальмової олії «Nutiva» представлені в табл.3.1.

Таблиця 3.1 – Показники якості червоної пальмової олії «Nutiva»

Показники	Олія «Nutiva»
Органолептичні	
Консистенція при 20°C	Рідка
Колір за 20°C	Яскраво помаранчевий
Запах та смак	Легкий характерний запах, трав'янистий смак, властиві даному виду, без стороннього

Продовження табл. 3.1

Показники	Олія «Nutiva»
Фізико-хімічні	
Прозорість за 40°C	Прозоре
Масова частка води та летких речовин, %	0,63±0,2
Показник заломлення (20°C)	1,458
Відносна щільність, г/см ³	0,922
Температура плавлення, °C	14±1
Кислотне число, мг КОН/г	0,55±0,3
Перекисне число, ммоль ½ O ₂ /кг	1,04±0,04
Йодне число, г J ₂ /100	63,5±0,5
Вміст каротиноїдів, мг/100г (β-каротину)	59,37±0,03
Вміст токоферолів, мг/100г	90,0±0,62

У ході дослідження фізико-хімічних показників червоної пальмової олії (температура плавлення, щільність, показник заломлення) було встановлено, що червона пальмова олія «Nutiva» є олеїною фракцією пальмової олії.

Жирно-кислотний склад досліджуваного зразка червоної пальмової олії «Nutiva» наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Жирно-кислотний склад червоної пальмової олії «Nutiva»

Жирні кислоти	Олія «Nutiva»
Насичені:	46,05
Міристинова (C _{14:0})	1,00
Пальмітинова (C _{16:0})	40,54
Стеаринова (C _{18:0})	4,16
Арахінова (C _{20:0})	0,35
Мононенасичені:	42,68
Пальмітолеїнова (C _{16:1})	0,19
Олеїнова (C _{18:1})	42,49

Продовження табл. 3.2

Показники	Олія «Nutiva»
Поліненасичені:	11,08
Лінолева (C _{18:2})	10,79
Ліноленова (C _{18:3})	0,29

Аналіз отриманих даних показав, що червона пальмова олія «Nutiva» містить у своєму складі насичені жирні кислоти (НЖК) з переважанням пальмітинової (40,54%) мононенасичені жирні (МНЖК) кислоти, з переважанням олеїнової (42,4%) та поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК), серед яких переважною є лінолева (10,79%). Лінолева кислота відноситься до сімейства незамінних ω -6 кислот, які виконують в організмі певні функції: мають нормалізуючу дію на стінки кровоносних судин, підвищують їх еластичність, знижують в'язкість крові.

Зокрема, з літературних джерел відомо, що червона пальмова олія відрізняється високим вмістом жиророзчинних вітамінів (каротиноїдів та токоферолів).

3.2 Дослідження властивостей обліпихової олії

У зв'язку з використанням обліпихової олії в рецептурному складі майонезних соусів був проведений аналіз хімічного і жирнокислотного складу олії.

Дослідженню підлягали зразки олії обліпихи виробництва компанії ПП «НВФ Елітфіто».

Масло обліпихи виробництва ПП «НВФ Елітфіто» є лікарським препаратом, і повинно відповідати вимогам фармакопейної статті ФСП 42-0391-2494-02.

Масло обліпихи являє собою маслянисту рідину оранжево-червоного кольору з характерним запахом.

Таблиця 3.3 – Жирно-кислотний склад олії обліпихи

Жирні кислоти	Олія «Елітфіто»
Насичені:	16,05
Міристинова (C _{14:0})	2,50
Пальмітинова (C _{16:0})	10,5
Стеаринова (C _{18:0})	2,3
Мононенасичені:	66,68
Пальмітолеїнова (C _{16:1})	48,0
Олеїнова (C _{18:1})	9,0
Поліненасичені:	17,08
Линолева (C _{18:2})	10,79
Ліноленова (C _{18:3})	5,29

Обліпихова олія «Елітфіто» містить балансований склад різних класів жирних кислот. Вона є високомононенасиченою, з основною участю пальмітолеїнової кислоти (C_{16:1}). Вміст поліненасичених кислот також є значущим, особливо лінолевої кислоти (C_{18:2}). Загальна кількість насичених кислот у порівнянні з іншими типами олій визначена невеликою, що може бути корисним для тих, хто прагне зменшити споживання насичених жирів.

Органолептичні та фізико-хімічні показники досліджуваного масла представлені у табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Фізико-хімічні та органолептичні показники обліпихової олії

Жирні кислоти	Олія «Елітфіто»
Зовнішній вигляд, консистенція при 20 °C	Масляниста рідина
Колір	Оранжево-червоний
Запах та смак	Характерний
Сума каротиноїдів, мг/100 г	208±1,0

Продовження табл 3.4

Жирні кислоти	Олія «Елітфіто»
Кислотне число, мг КОН	3,9
Щільність 20°C, г/см ³	0,918
Показник заломлення, 20 °C	1,470

Дані табл. 3.4 показують, що досліджуваний зразок масло обліпихи за фізико-хімічними та органолептичними показниками відповідає вимогам фармакопейної статті ФСП 42-0391-2494-02.

3.3 Дослідження властивостей антиоксидантних композицій для майонезних соусів

Наявність рослинних олій, що містять багато поліненасичених жирних кислот у складі майонезного соусу нафталінової основи, вимагає особливої уваги до захисту від окислювального псування. Для цього необхідно вибрати ефективний антиоксидант.

Переваговим напрямком в застосуванні антиоксидантів залишається використання окремих продуктів або складних систем, які отримані з природних сировин. У зв'язку з цим розробка композиційної суміші антиоксидантного призначення на основі природних фосфоліпідів та токоферолів є актуальною.

Пропонується включити до рецептурного складу майонезних соусів антиоксидантно-емульгуючий комплекс, отриманий шляхом змішування природних фосфоліпідів (лецитину) та червоного пальмового (обліпихового) масла.

Вибір цих продуктів обумовлено наявністю в них корисних для організму людини речовин з антиоксидантним та біологічно ефективним впливом. Крім того, харчові рослинні фосфоліпіди, зокрема лецитин, успішно використовуються як емульгатори та біологічно цінні добавки при

виробництві дієтичних емульсійних продуктів, таких як соуси майонезні, маргарини, майонези та спреди.

У рецептурному складі майонезних соусів рекомендується використовувати антиоксидантну композицію, яка включає каротиноїди, токофероли та фосфоліпіди.

При розробці технологій майонезних соусів важливим є максимальне збереження нативності складу та властивостей готової продукції під час зберігання. Особливу увагу слід звертати на вивчення особливостей процесу окислення жирової фази майонезних соусів під час зберігання та умов, які впливають на швидкість і напрямок цього процесу.

Псування майонезних соусів спричинене окислювальними процесами, що призводять до утворення продуктів розпаду жирних кислот, окислення тригліцеридів та ізомеризації вихідних кислот. Накопичення окислених речовин, таких як перекиси, гідроперекиси, альдегіди, кетони та оксисполуки, негативно впливає на органолептичні та реологічні характеристики продукту і зменшує його фізіологічну та біологічну цінність.

Було проведено дослідження дії токоферолів та каротиноїдів червоної пальмової (обліпихової) олії в суміші з фосфоліпідами, на окислювальну здатність олій у процесі зберігання.

Контроль якості досліджуваних зразків здійснювали визначенням органолептичних показників, перекисного та кислотного числа. Для інтенсифікації процесу використовували метод прискореного окислення: зразки зберігали при кімнатній температурі світла, з вільним доступом повітря. В якості контрольних зразків використовували композиції олій, що застосовуються для виготовлення майонезних соусів.

1. композиція 1 - суміш рослинних олій (контроль);
2. композиція 2 - рослинні олії/фосфоліпіди;
3. композиція 3 - рослинні олії / червона пальмова олія;
4. композиція 4 - рослинні олії / олія обліпихи;
5. композиція 5 - рослинні олії / червона пальмова олія / фосфоліпіди;

6. композиція б - рослинні олії / масло обліпихи / фосфоліпиди;

Динаміка зміни перекисного та кислотного чисел у процесі зберігання жирових композицій з використанням червоної пальмової, обліпихової олії та їх сумішей з фосфоліпідами порівняно з композицією рослинних олій без використання фосфоліпідів та олій, багатих каротиноїдами та токоферолами показано на рис. 3.1-3.4.

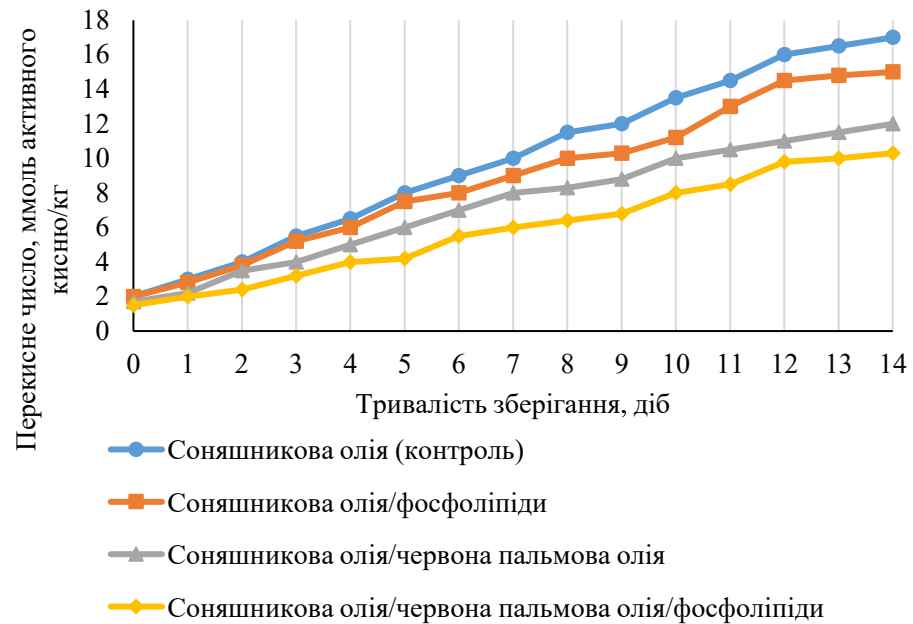


Рисунок 3.1 – Динаміка зміни перекисного числа для жирових композицій з червоною пальмовою олією, фосфоліпідами і без додавання їх

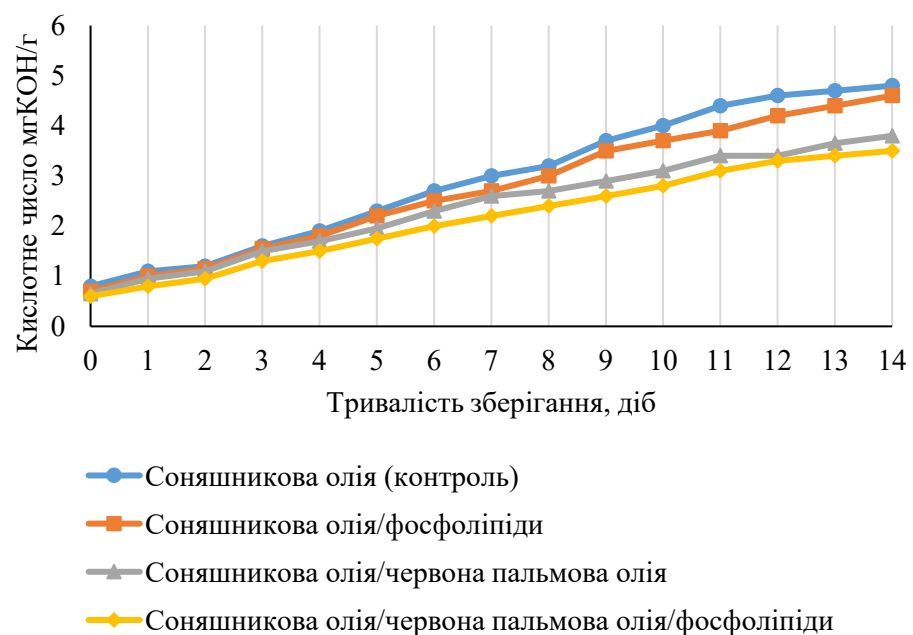


Рисунок 3.2 – Динаміка зміни кислотного числа для жирових композицій з червоною пальмовою олією, фосфоліпідами і без додавання їх

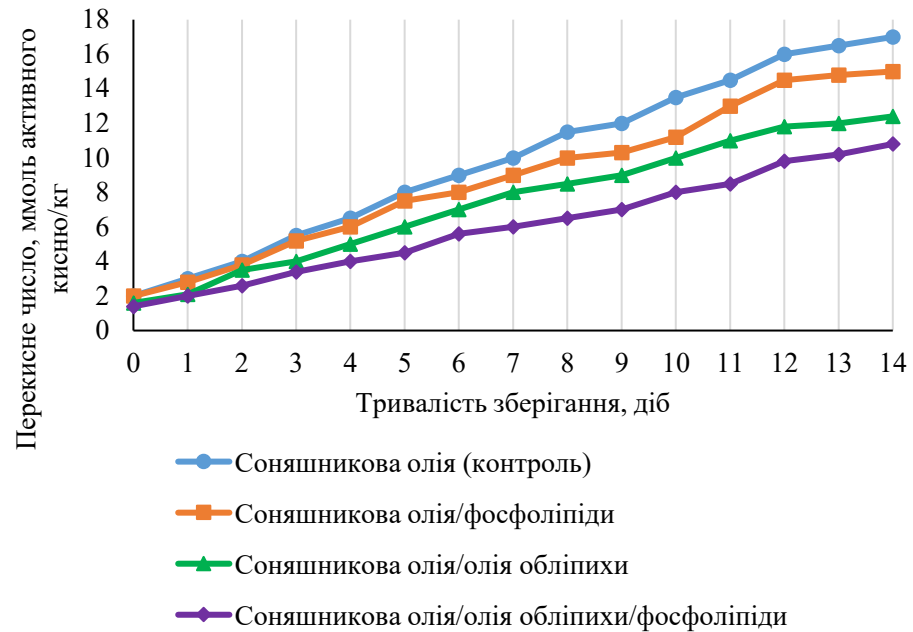


Рисунок 3.3 – Динаміка зміни перекисного числа для жиркових композицій з олією обліпихи, фосфоліпідами і без додавання їх

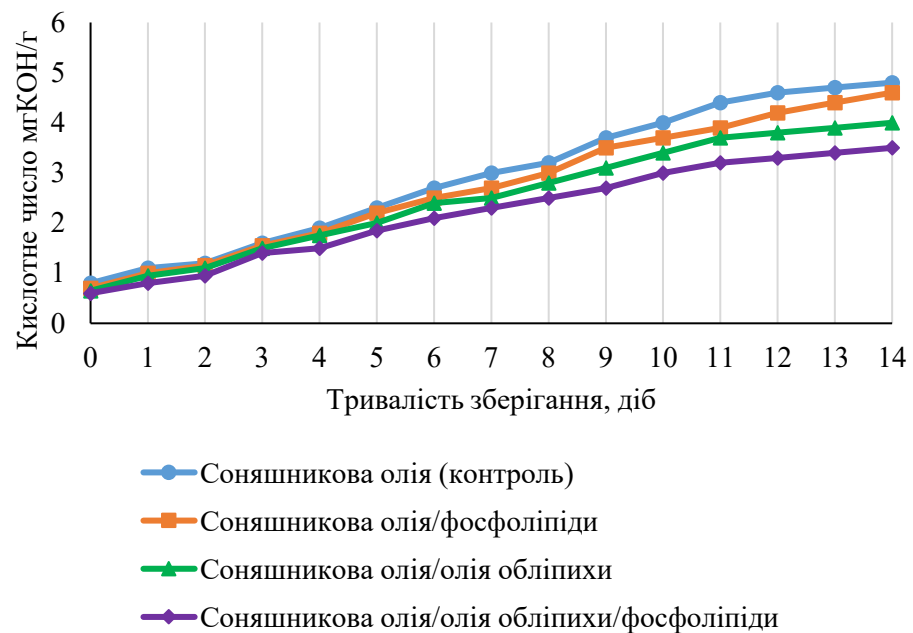


Рисунок 3.4 – Динаміка зміни кислотного числа для жиркових композицій з олією обліпихи, фосфоліпідами і без додавання їх

Аналіз даних вказує на зростання перекисного числа жирової композиції без використання червоного пальмового масла і фосфоліпідів з 1 до 17 ммоль активного кисню/кг. При додаванні фосфоліпідів протягом чотирнадцяти діб прискореного окиснення перекисне кількість збільшилася з 1 до 14,9 ммоль

активного кисню/кг. Використання червоної пальмової олії у період прискореного окиснення призвело до зростання перекисного числа з 1,9 до 12 ммоль активного кисню/кг протягом чотирнадцяти діб. При введенні червоної пальмової олії разом з фосфоліпідами спостерігалось повільніше зростання перекисного числа, яке збільшилося з 1 до 10,1 ммоль активного кисню/кг.

Аналогічні результати були отримані при вивченні динаміки зміни перекисного та кислотного чисел у процесі зберігання олій, використовуючи лецитин, олію обліпихи та їх комбінації, порівняно з маслами без використання таких компонентів. Загальне порівняння результатів дозволяє зробити висновок, що червона пальмова (обліпихова) олія та фосфоліпіди мають антиоксидантні властивості, здатні уповільнювати процеси окислення ненасичених жирних кислот, та виявляють синергетичний ефект при спільному внесенні їх у жирові композиції.

З вище викладеного випливає, що природні каротиноїди, токофероли та фосфоліпіди можуть служити складовими для жирових емульсійних продуктів, що мають на меті підвищення антиоксидантного потенціалу жирових фаз.

Встановлено, що введення антиоксидантно-емульгуючого комплексу на основі червоної пальмової та обліпихової олії в жирову основу емульсійних продуктів дозволяє значно збільшити термін зберігання готового продукту.

3.4 Розробка рецептури та технологічної схеми виробництва майонезного соусу

На основі комплексу виконаних досліджень розроблено нові рецептури низькокалорійних майонезних соусів. При розробці рецептур майонезних соусів були враховані споживчі переваги покупців щодо калорійності майонезних соусів. У зв'язку з цим, нами запропоновано рецептури майонезних соусів з масовою часткою жиру 35 % і 45 %.

До пропонованих майонезних соусів додавали антиоксидантно-емульгуючі композиції:

АЕК1 – суміш червоної пальмової олії та лецитину;

АЕК2 – суміш обліпихової олії та лецитину.

Рецептури майонезних соусів функціонального призначення представлені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Рецептури майонезних соусів функціонального призначення

Найменування компонентів	Вміст рецептурних компонентів, %			
	Соус 35% жирності		Соус 45% жирності	
	АЕК 1	АЕК 2	АЕК 1	АЕК 2
Соняшникова олія	25,0	25,0	35,0	35,0
Антиоксидантно-емульгуючий комплекс (АЕК)	10	10	10	10
Стабілізатор	3,8	3,8	2,9	2,9
Цукровий пісок	2,0	2,0	2,0	2,0
Сіль поварена харчова	1,0	1,0	1,0	1,0
Гірчиця	0,75	0,75	0,75	0,75
Молочна кислота 80%	0,34	0,34	0,34	0,34
Бензоат натрію	0,2	0,2	0,2	0,2
Ароматизатор «Жовток»	0,008	0,008	0,008	0,008
Вода	56,9	56,4	47,8	47,3

Виробництво майонезних соусів пропонується здійснювати на високопродуктивній лінії. Особливістю запропонованої технології є виключення стадії повторної пастеризації та внесення антиоксидантно-емульгуючого комплексу на стадії емульгування.

Виробництво майонезних соусів складається з наступних технологічних операцій: підготовка та дозування сухих і рідких компонентів, змішування

водорозчинних компонентів та їх пастеризація; підготовка антиоксидантно-емульгуючого комплексу; отримання майонезної пасти; охолодження майонезної пасти; дозування олії та АЕК, емульгування; гомогенізація; охолодження готового соусу; фасування, упаковка та маркування; транспортування готової продукції на склад.

Технологічна схема виробництва майонезних соусів представлена на рис. 3.5.

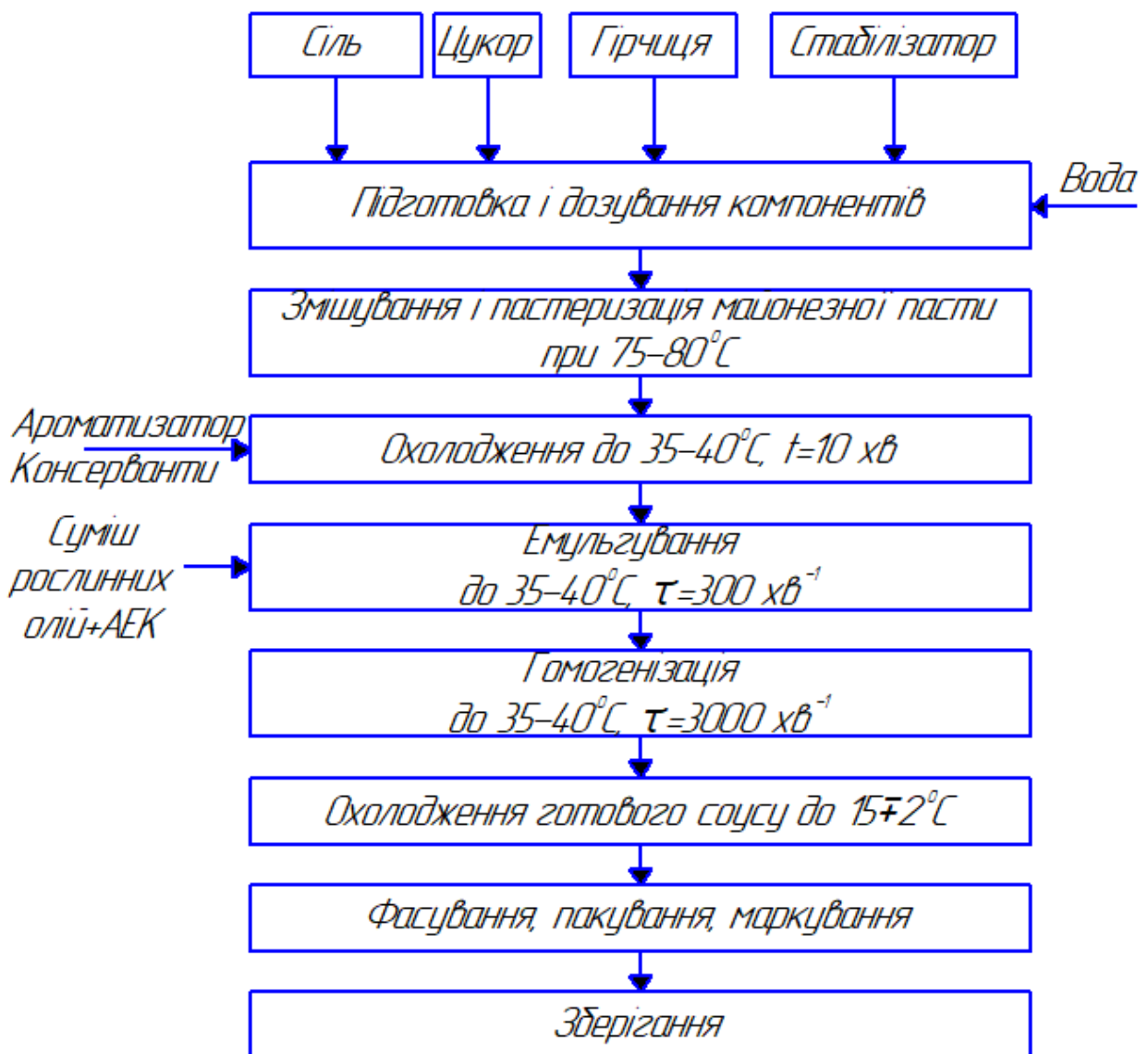


Рисунок 3.5 – Технологічна схема виробництва майонезних соусів

Підготовлені (просіяні) сухі водорозчинні компоненти послідовно дозуються та змішуються з водою при температурі 50°C до утворення однорідної маси. Суміш пастеризують при температурі 75-80°C, потім

охолоджують до 60-65°C. Далі через спеціальний пристрій подаються консервант бензоат натрію та водорозчинні смако-ароматичні добавки (ароматизатор «Жовток»).

Для підвищення ступеня однорідності та дисперсності передбачають ретельне перемішування. Приготовлену майонезну пасту охолоджують до температури 40°C (оптимальної для емульгування). Важливі показники майонезної продукції – ступінь дисперсності, консистенція та стійкість емульсії – забезпечуються спеціальними технологічними прийомами.

Готовий продукт відносять до групи емульсійних і одержують шляхом емульгування та гомогенізації. У майонезну пасту при безперервному перемішуванні подають суміш рослинних олій та антиоксидантно-емульгуючий комплекс температурою 20-25 °С.

Далі майонезний соус піддають додатковій механічній обробці – гомогенізації. Перед завершенням стадії гомогенізації в соус майонезний вводять розчин молочної кислоти. В результаті готовий майонезний соус набуває міцної в'язкої структури.

Готовий майонезний соус охолоджують до температури 15±2°C і подають на фасування.

Висновки по розділу.

Встановлено, що червона пальмова олія «Nutiva» містить у своєму складі насичені жирні кислоти (НЖК) з переважанням пальмітинової (40,54%) мононенасичені жирні (МНЖК) кислоти, з переважанням олеїнової (42,4%) та поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК), серед яких переважною є лінолева (10,79%).

Визначено, що обліпихова олія «Елітфіто» містить балансований склад різних класів жирних кислот. Вона є високомононенасиченою, з основною участю пальмітолеїнової кислоти (C_{16:1}). Вміст поліненасичених кислот також є значущим, особливо лінолевої кислоти (C_{18:2}). Загальна кількість насичених

кислот у порівнянні з іншими типами олій визначена невеликою, що може бути корисним для тих, хто прагне зменшити споживання насичених жирів.

Зафіксоване зростання перекисного числа жирової композиції без використання червоного пальмового масла і фосфоліпідів з 1 до 17 ммоль активного кисню/кг. При додаванні фосфоліпідів протягом чотирнадцяти діб прискореного окиснення перекисне кількість збільшилася з 1 до 14,9 ммоль активного кисню/кг. Використання червоної пальмової олії у період прискореного окиснення призвело до зростання перекисного числа з 1,9 до 12 ммоль активного кисню/кг протягом чотирнадцяти діб. При введенні червоної пальмової олії разом з фосфоліпідами спостерігалось повільніше зростання перекисного числа, яке збільшилося з 1 до 10,1 ммоль активного кисню/кг.

Встановлено, що червона пальмова (обліпихова) олія та фосфоліпіди мають антиоксидантні властивості, здатні уповільнювати процеси окиснення ненасичених жирних кислот, та виявляють синергетичний ефект при спільному внесенні їх у жирові композиції.

Запропоновано рецептуру майонезних соусів функціонального призначення з масовою часткою жиру 35 % і 45 % з додаванням антиоксидантно-емульгуючих композицій: суміш червоної пальмової олії та лецитину; суміш обліпихової олії та лецитину.

Удосконалено технологічну схему виробництва майонезних соусів, яка складається з наступних технологічних операцій: підготовка та дозування сухих і рідких компонентів, змішування водорозчинних компонентів та їх пастеризація; підготовка антиоксидантно-емульгуючого комплексу; отримання майонезної пасти; охолодження майонезної пасти; дозування олії та АЕК, емульгування; гомогенізація; охолодження готового соусу; фасування, упаковка та маркування; транспортування готової продукції на склад.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Основні положення охорони праці при виробництві майонезних соусів

Майонезна продукція є дуже популярною серед населення України та займає значне місце в харчовій структурі. Промислове виробництво цих продуктів широко розповсюджується, вимагаючи від виробників розширення асортименту. Введення різних натуральних рослинних інгредієнтів у традиційну рецептуру майонезу дозволяє рекомендувати його для використання різними соціальними групами населення.

«Кожен роботодавець повинен витратити певні кошти на впровадження заходів щодо поліпшення умов праці, а також на запобігання та компенсацію негативного впливу небажаних факторів» [67]. Як добре виконуються вимоги з охорони праці безпосередньо впливає на зменшення негативного впливу на здоров'я працівників та на релевантні параметри виробничого процесу, що в свою чергу може призвести до досягнення максимальної продуктивності.

Актуальною проблемою сьогодення є необхідність вдосконалення умов праці та оптимізації їх організації. Для вирішення цієї проблеми важливо зосередити увагу на ключових аспектах управління виробництвом на різних рівнях: державному, галузевому і регіональному. Зокрема, «це включає вдосконалення системи планування і мотивації як важливої складової управління, підвищення наукового забезпечення у роботі з формування, поліпшення умов та охорони праці» [67].

«Посадові обов'язки служб і органів управління повинні бути уточнені відповідним чином» [67]. Це пояснюється тим, що на всіх рівнях управління слід приділяти особливу увагу умовам праці, оскільки вони є обов'язковою складовою кожної функції управління виробництвом. При цьому можна застосовувати централізацію робіт з умов праці, об'єднуючи їх в один

самостійний об'єкт під керівництвом єдиного підрозділу, який має відповідні повноваження.

Економічні втрати, які виникають в результаті виконання робіт у шкідливих умовах праці, досягають значних розмірів. Загальні витрати на пільги та компенсації для працівників виявляються набагато вищими, ніж витрати, передбачені програмами з охорони праці та комплексними заходами з підвищення безпеки, поліпшення гігієни праці і стану виробничого середовища.

За статистикою, лише на підприємствах хімічної, металургійної, вугільної, машинобудівної, харчової промисловості та будівництві додаткові виплати за виконання робіт у шкідливих та особливо шкідливих умовах праці, а «також пов'язані із наданням додаткових відпусток, лікувально-профілактичним харчуванням, скороченням тривалості робочого дня тощо призводять до збільшення собівартості продукції не менше 5–10%» [67].

Не завжди ефективно використовуються та раціонально розподіляються кошти, призначені для створення та подальшого поліпшення умов праці та їх охорони. Це призводить до недостатньої реалізації наявних можливостей, як для поліпшення умов праці, так і для підвищення продуктивності праці в сприятливих умовах, досягнення ефективності виробництва в цілому.

При виробництві майонезних соусів важливо враховувати високий ризик забруднення харчових продуктів, тому дотримання санітарних норм та використання відповідних заходів безпеки гризе велике значення. «Деякі інгредієнти можуть бути потенційно шкідливими при великому обсязі виробництва, тому важливо забезпечити належну вентиляцію та захист працівників від можливих небезпечних речовин» [67]. Крім того, робоче обладнання повинно відповідати стандартам безпеки і регулярно перевірятися, щоб уникнути можливих аварій та травм.

Навчання персоналу з питань охорони праці і дотримання виробничих стандартів також відіграють важливу роль у забезпеченні безпеки під час виробництва майонезних соусів.

Для зайвого залучення та привернення уваги працівників підприємства з виробництва майонезних соусів доцільно розробляти та впроваджувати у виробництво карток охорони праці, які містять загальну інформацію щодо основних положень охорони праці на підприємстві. Розроблена картка охорони праці працівників підприємства з виробництва майонезних соусів наведена на рис. 4.1.

Картка безпеки праці	
1. Аналіз небезпек оцінка можливих небезпек та визначення заходів щодо їхнього усунення чи мінімізації	2. Впровадження стандартів безпеки правила роботи з обладнанням, використання захисного спорядження.
3. Навчання та підготовка тренінги та інструктажі з питань охорони праці проводяться для всіх працівників <i>1 раз на 6 місяців.</i>	4. Медичні обстеження та огляди регулярні медичні обстеження, консультації та огляди проводяться для всіх працівників <i>1 раз на 12-15 місяців.</i>
5. Контроль за виробничим середовищем моніторинг рівня шкідливих речовин у повітрі, воді та на робочому місці проводиться <i>2 рази на тиждень</i> в холодну пору року та <i>3 рази на тиждень</i> в теплу пору року.	6. Ергономіка робочих місць розташування обладнання, організація робочого простору та перевірка вивчення робочих процесів проводиться для всіх працівників <i>1 раз на 12 місяців.</i>
7. Комунікації з службою ОП та профспілкою на підприємстві розташовується анонімна скринька для подання скарг або пропозицій щодо покращення умов праці.	8. Створення безпечної корпоративної культури всі працівники підприємства залучаються до нарад та тренінгів стосовно комунікацій між працівниками та з керівництвом, в т.ч. стосовно правил охорони праці.
9. Аварійні ситуації <ul style="list-style-type: none"> • виклик служб екстреного реагування; • повідомлення безпосереднього керівника про нещасний випадок або аварію; <ul style="list-style-type: none"> • вимкнення обладнання та перекриття комунікацій; • надання першої домедичної допомоги постраждалим; • евакуація за планами евакуації. 	

Рисунок 4.1 – Картка охорони праці для працівників підприємства з виробництва майонезних соусів

Дана картка містить необхідні положення охорони праці, на які варто звернути увагу працівникам та пам'ятати про неухильне виконання правил.

4.2 Утилізація відходів та захист навколишнього середовища

Захист навколишнього середовища в контексті виробництва майонезних соусів включає ряд заходів, спрямованих на зменшення негативного впливу на довкілля. «Вибір екологічно чистих та сталих сировинних матеріалів, таких як органічні інгредієнти, може зменшити вплив виробництва на навколишнє середовище» [68].

Використання енергоефективного обладнання та процесів дозволяє зменшити споживання електроенергії та викиди парникових газів.

Виробництво майонезних соусів може використовувати значну кількість води. Важливо впроваджувати методи рециркуляції та очищення води для зменшення споживання та забруднення водних ресурсів.

Зменшення та правильна утилізація відходів, а також переробка у відповідності з екологічними стандартами, допомагає знизити негативний вплив на середовище.

«Зменшення використання надмірної або неекологічної упаковки може сприяти зниженню відходів та забруднення» [68].

Впровадження та підтримка екологічних ініціатив, таких як програми вторинного використання чи власне виробництво електроенергії з відновлювальних джерел, може покращити екологічний відбиток виробництва.

Ці заходи спрямовані на досягнення більш сталого та екологічно безпечного виробництва майонезних соусів, сприяючи збереженню природних ресурсів та мінімізації впливу на навколишнє середовище.

Виробництво майонезних соусів породжує різні види відходів, і їх управління важливо для збереження навколишнього середовища. Основні види відходів включають наступні.

Упаковка, така як пластикові банки та пляшки, може становити значну частину відходів. Ефективне утилізації упаковки включає переробку та вторинне використання матеріалів.

«Невикористані або залишкові інгредієнти можуть утворювати відходи. Важливо враховувати можливість використання їх у інших продуктах або як корм для тварин» [68].

Процеси очищення та фільтрації можуть генерувати відходи у вигляді осаду та фільтрувальних матеріалів. Їх слід утилізувати або переробляти відповідно до стандартів безпеки та екологічних норм.

Виробництво може використовувати різні хімічні речовини, які потребують правильної утилізації або переробки, щоб запобігти негативному впливу на навколишнє середовище.

«Утилізація відходів включає в себе використання методів переробки, вторинного використання та утилізації для мінімізації негативного впливу на довкілля» [68]. Важливо дотримуватися відповідних стандартів та законодавчих вимог, а також розвивати і впроваджувати екологічно ефективні методи управління відходами в контексті виробництва майонезних соусів.

Висновки по розділу.

Досліджено основні положення охорони праці при виробництві майонезних соусів. Розроблена картка охорони праці працівників підприємства з виробництва майонезних соусів, яка містить необхідні положення охорони праці, на які варто звернути увагу працівникам та пам'ятати про неухильне виконання правил.

Встановлено, що зменшення та правильна утилізація відходів під час виробництва майонезних соусів, а також переробка їх у відповідності з екологічними стандартами, допомагає знизити негативний вплив на середовище.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Організація досліджень

5.1.1. План проведення дослідження

План проведення дослідження з обґрунтування процесу виробництва майонезних соусів з антиоксидантним комплексом наведено в табл.5.1.

Таблиця 5.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт i-j	Назва етапу робіт	Строк робіт t_{ij} , (дні)
1-2	Обрання теми дослідження	2
2-3	Аналітичний огляд джерел	15
3-4	Розробка плану роботи над дослідження та виконання експериментальної частини	3
4-5	Характеристика об'єктів та методів дослідження	3
5-6	Дослідження та аналіз складу та властивостей червоної пальмової олії	10
6-7	Дослідження та аналіз складу та властивостей обліпихової олії	10
7-8	Отримання антиоксидантно-емульгуючого комплексу для майонезних соусів та вивчення його антиоксидантних властивостей	10
8-9	Розробка рецептур та технології отримання соусів майонезних стійких до окислення	5
7-10	Аналіз отриманих результатів (побудова та опис таблиць, графіків та ін.)	1
8-10		1
9-10		1
10-11	Формулювання висновків по роботі на основі результатів	5
11-12	Складання демонстраційного матеріалу для оприлюднення результатів дослідження	4

5.1.2 Побудова сітьового графіка

Відповідно до плану проведення дослідження було побудовано «сітьовий графік (рис.5.1) – графічна модель комплексу робіт, у якій точно до деталей визначається логічний взаємозв'язок між ними» [69].

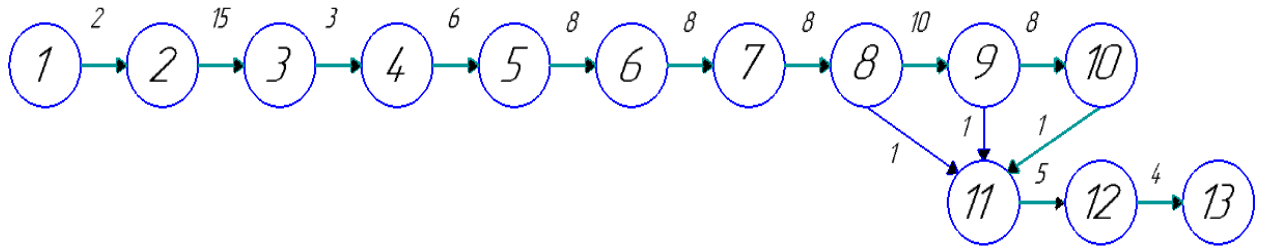


Рисунок 5.1 – Сітьовий графік проведення дослідження

Тривалість виконання (t_{ij}) всього комплексу робіт визначається для планування, оптимізації та управління виконанням процесу:

$$L^1_{1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12} = 2+15+3+3+10+10+10+5+1+5+4 = 68 \text{ днів};$$

$$L^2_{1-2-3-4-5-6-7-8-9-11-12} = 2+15+3+3+10+10+10+1+5+4 = 63 \text{ днів};$$

$$L^3_{1-2-3-4-5-6-7-8-11-12} = 2+15+3+3+10+10+1+5+4 = 53 \text{ днів}.$$

У даному випадку критичними є перший шлях, тобто $L_{кр} = L^1_{1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12}$.

Далі розраховуємо параметри сітьової моделі:

- «ранній термін здійснення події (T_i^p) – це найбільший шлях від початкової події до i -тої.

- пізній термін здійснення події (T_i^n) – це різниця між критичним шляхом і максимальним шляхом від даної події до кінцевої» [69].

Резерв шляху розраховується за формулою (5.1):

$$R_i = T_i^n - T_i^p \quad (5.1)$$

де R_i – резерв шляху;

T_i^n – пізній термін здійснення події;

T_i^p – ранній термін здійснення події.

Отримані дані розрахунку наведені в табл.5.2.

Таблиця 5.2 – Терміни здійснення подій (ранній і пізній) і резерв шляху

Номер події	T_i^p , дні	T_i^n , дні	R_i , дні
1	0	0	0
2	2	2	0
3	17	17	0
4	20	20	0
5	23	23	0
6	33	33	0
7	43	43	0
8	53	53	0
9	58	58	0
10	59	59	0
11	64	64	0
12	68	68	0

Далі визначаються резерви часу:

а) повний резерв часу роботи (R_{ij}^n):

$$R_{ij}^n = T_j^n - T_i^n - t_{ij}, \quad (5.2)$$

де t_{ij} – тривалість роботи.

б) вільний резерв часу роботи (R_{ij}^B):

$$R_{ij}^B = T_j^p - T_i^p - t_{ij}, \quad (5.3)$$

Коефіцієнт напруженості робіт (K_{ij}^H) визначається по формулі (5.4):

$$K_{ij}^H = \frac{L_{\max ij} - t_{ij}}{L_{kp} - t_{ij}}, \quad (5.4)$$

де $L_{\max ij}$ – довжина максимального шляху, що проходить через дану роботу;

L_{kp} – критичний шлях.

Результати розрахунку всіх робіт заносимо в табл.5.3.

Таблиця 5.3 – Результати розрахунку вільного, повного резервів та коефіцієнту напруженості

Шифр робіт, i-j	Вільний резерв, R_{ij}^s , (дні)	Повний резерв, R_{ij}^n , (дні)	Коефіцієнт напруженості
1-2	0	0	0,00
2-3	0	0	0,04
3-4	0	0	0,26
4-5	0	0	0,31
5-6	0	0	0,40
6-7	0	0	0,57
7-8	0	0	0,74
8-9	0	0	0,84
7-10	15	15	0,64
8-10	5	5	0,79
9-10	0	0	0,87
10-11	0	0	0,94
11-12	0	0	1,00

Аналіз таблиць 5.2 та 5.3 вказує на те, що критичний шлях має тривалість 68 днів. Така тривалість критичного шляху не перевищує визначений термін для виконання робіт над дослідженням технології виробництва майонезних соусів з антиоксидантним комплексом. Отже, складений сітьовий графік можна вважати оптимальним, і його можна рекомендувати для затвердження та виконання.

5.1.3 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

«До витрат, які пов'язані з проведенням дослідження відносяться: витрати на основні матеріали, електроенергію, нарахування на заробітну плату, амортизацію, накладні витрати» [69].

Розраховуємо витрати на основні матеріали (5.5):

$$M = \sum m_i \cdot C_i, \quad (5.5)$$

де m_i – кількість витраченого i -го матеріалу;

C_i – ціна одиниці i -го матеріалу, грн.

Результати розрахунків зводяться в табл.5.4.

Таблиця 5.4 – Необхідна кількість матеріалів та їх вартість

Найменування матеріалу, одиниці	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Сума, грн
Олія соняшникова, л	3	70,00	210,00
Олія червона пальмова, кг	1	340,00	340,00
Олія обліпихова, л	1	450,00	450,00
Лецитин, уп.	1	260,00	260,00
Ксантанова камедь, уп	1	192,00	192,00
Цукровий пісок, кг	1	38,00	38,00
Сіль поварена харчова, кг	1	36,00	36,00
Гірчиця, уп.	2	61,00	122,00
Молочна кислота 80%, уп.	1	250,00	250,00
Бензоат натрію, уп.	1	57,00	57,00
Ароматизатор «Жовток», уп.	1	100,00	100,00
Всього			2055,00

Розрахунки заробітної плати зводяться в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньо-місячний заробіток, грн	Середньо-годинний заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	10000	70,00	15	1050,0
Всього				1050,0

Нарахування на заробітну плату приймаються у розмірі 22 % єдиного соціального внеску. Від загальної суми заробітної платні вони складають:

$$H = \frac{1050 \cdot 22}{100} = 231,00 \text{ грн.}$$

Затрати на витрачену електроенергію визначаються по формулі (5.6):

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a , \quad (5.6)$$

де M – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

K – коефіцієнт використання потужності, ($K=0,9$);

T – час роботи на обладнанні, год;

a – тариф за електроенергію (за 1 кВт), грн/(кВт/год.).

$$E_{\text{бленд}} = 1,5 \cdot 0,9 \cdot 20 \cdot 2,64 = 71,28 \text{ грн};$$

$$E_{\text{холод}} = 2,2 \cdot 0,9 \cdot 24 \cdot 2,64 = 125,45 \text{ грн};$$

$$E_{\text{ваг}} = 0,8 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 2,64 = 52,80 \text{ грн};$$

$$E_{\text{заг}} = E_{\text{бленд.}} + E_{\text{холод}} + E_{\text{ваг}} = 71,28 + 125,45 + 52,80 = 249,53 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизацію обладнання, яке використовується в процесі проведення досліджень, розраховуються за допомогою формули (5.7):

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 365}, \quad (5.7)$$

де A – амортизаційні відрахування, грн.

Φ – вартість устаткування, грн.;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на даному устаткуванні, (місяців, днів);

365 – кількість днів у році.

$$A_{\text{бленд}} = \frac{2500 \cdot 20 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 1,37 \text{ грн};$$

$$A_{\text{холод}} = \frac{20000 \cdot 20 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 10,95 \text{ грн};$$

$$A_{\text{ваг}} = \frac{4000 \cdot 12,5 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 1,37 \text{ грн}.$$

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведено в табл.5.6.

Таблиця 5.6 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Час роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Блендер	2500	20	1	1,37
Холодильник	10000	20	1	10,95
Ваги лабораторні	4000	12,5	1	1,37
Всього				13,69

Накладні витрати приймаються на рівні 80% від нарахованої заробітної платні виконавців дослідження:

$$NB = \frac{1050 \cdot 80}{100} = 840,00 \text{ грн}.$$

Результати розрахунку всіх витрат на проведення наукового дипломного дослідження зводимо в табл.5.7.

Таблиця 5.7 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн
Основні матеріали	2055,00
Заробітна плата	1050,00
Нарахування на заробітну плату	231,00
Електроенергія	249,53
Амортизація	13,69
Накладні витрати	840,00
Всього	4439,22

Як видно з табл. 5.7, найбільшими статтями витрат під час проведення даного дослідження є витрати на основні матеріали, які складають 46,3 % від загальної суми витрат. Найменші витрати під час проведення дослідження були пов'язані з амортизацією використаного обладнання, і склали 0,3 % від загальної суми витрат.

5.2 Розрахунок ціни дослідження

«Науково-дослідна робота відноситься до фундаментальних досліджень, тому ціна визначається на основі витрат на дослідження та рентабельності, згідно формули (5.8)» [69]:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (5.8)$$

де $Ц$ – ціна дослідження, грн.;

C – витрати на дослідження, грн.;

P – нормативна рентабельність ($P = 30\%$).

Таким чином:

$$Ц = 4439,22 + \frac{30 \cdot 4439,22}{100} = 5770,99 \text{ грн.}$$

Отже, вартість проведеного дослідження становить 5770,99 грн.

Висновки по розділу.

Аналіз таблиць 5.2 та 5.3 вказує, що критичний шлях має тривалість 68 днів. Такий термін не перевищує встановленого графіка для виконання робіт над дослідженням обґрунтування технології виробництва майонезних соусів з використанням антиоксидантного комплексу, і його можна рекомендувати для затвердження та реалізації.

Основними пунктами витрат під час проведення цього дослідження є витрати на основні матеріали, які становлять 46,3% від загальної суми витрат. Витрати, пов'язані з амортизацією використаного обладнання, становлять найменший відсоток – 0,3% від загальної суми витрат.

Загалом, при урахуванні 30% нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження складає 5770,99 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Рослинні олії, жири та жирові продукти є ключовими складовими харчового раціону людини, відводячи до 30-35% загальної споживаної енергії. Протягом багатьох років, жири розглядалися як головний джерело енергії та речовин, які формують консистенцію їжі та поліпшують її смакові властивості.

Проте, протягом останніх 20-30 років, погляди на роль жирів у харчуванні значно змінилися. Дослідження встановили та науково обґрунтували важливість поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) і фосфоліпідів як необхідних елементів харчування у профілактиці та лікуванні порушень ліпідного обміну, зокрема атеросклерозу. Також було показано, що жирові продукти є важливим джерелом жиророзчинних вітамінів і стеринів.

Встановлено, що червона пальмова олія «Nutiva» містить у своєму складі насичені жирні кислоти (НЖК) з переважанням пальмітинової (40,54%) мононенасичені жирні (МНЖК) кислоти, з переважанням олеїнової (42,4%) та поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК), серед яких переважною є лінолева (10,79%).

Визначено, що обліпихова олія «Елітфіто» містить балансований склад різних класів жирних кислот. Вона є високомононенасиченою, з основною участю пальмітолеїнової кислоти ($C_{16:1}$). Вміст поліненасичених кислот також є значущим, особливо лінолевої кислоти ($C_{18:2}$). Загальна кількість насичених кислот у порівнянні з іншими типами олій визначена невеликою, що може бути корисним для тих, хто прагне зменшити споживання насичених жирів.

Зафіксоване зростання перекисного числа жирової композиції без використання червоного пальмового масла і фосфоліпідів з 1 до 17 ммоль активного кисню/кг. При додаванні фосфоліпідів протягом чотирнадцяти діб прискореного окиснення перекисне кількість збільшилася з 1 до 14,9 ммоль активного кисню/кг. Використання червоної пальмової олії у період прискореного окиснення призвело до зростання перекисного числа з 1,9 до 12 ммоль активного кисню/кг протягом чотирнадцяти діб. При введенні червоної

пальмової олії разом з фосфоліпідами спостерігалось повільніше зростання перекисного числа, яке збільшилося з 1 до 10,1 ммоль активного кисню/кг.

Встановлено, що червона пальмова (обліпихова) олія та фосфоліпіди мають антиоксидантні властивості, здатні уповільнювати процеси окислення ненасичених жирних кислот, та виявляють синергетичний ефект при спільному внесенні їх у жирові композиції.

Запропоновано рецептуру майонезних соусів функціонального призначення з масовою часткою жиру 35 % і 45 % з додаванням антиоксидантно-емульгуючих композицій: суміш червоної пальмової олії та лецитину; суміш обліпихової олії та лецитину.

Удосконалено технологічну схему виробництва майонезних соусів, яка складається з наступних технологічних операцій: підготовка та дозування сухих і рідких компонентів, змішування водорозчинних компонентів та їх пастеризація; підготовка антиоксидантно-емульгуючого комплексу; отримання майонезної пасти; охолодження майонезної пасти; дозування олії та АЕК, емульгування; гомогенізація; охолодження готового соусу; фасування, упаковка та маркування; транспортування готової продукції на склад.

Досліджено основні положення охорони праці при виробництві майонезних соусів. Розроблена картка охорони праці працівників підприємства з виробництва майонезних соусів, яка містить необхідні положення охорони праці, на які варто звернути увагу працівникам та пам'ятати про неухильне виконання правил.

Встановлено, що зменшення та правильна утилізація відходів під час виробництва майонезних соусів, а також переробка їх у відповідності з екологічними стандартами, допомагає знизити негативний вплив на середовище.

Загалом, при урахуванні 30% нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження складає 5770,99 грн.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Зубар Н. М. Основи фізіології та гігієни харчування: Підручник з грифом МОН. К.: Центр учбової літератури, 2010. 336 с.
2. Орлова Н.Я. Біохімія та фізіологія харчування : підруч. / Н.Я. Орлова. К.: КНТЕУ, 2006. 480 с.
3. Пасальський Б.К. Хімія харчових продуктів: Навч. пос. / Б.К. Пасальський. К.: Київ. Держ.тор.-екон.ун-т, 2000. 196 с.
4. Смоляр В. І. Стан фактичного харчування населення незалежної України / В. І. Смоляр // Проблеми харчування. 2012. № 1-2. С. 5-9.
5. Guipu L. Comparison of lipid content and fatty acid composition in the edible meat of wild and cultured fresh water and marine fish and shrimps from China / L. Guipu, A. Sinclair, L. Duo // J. Agricultural and food chemistry. 2011. N 59 (5). P. 1871-1881.
6. Сидоренко О. В. Наукове обґрунтування і формування споживних властивостей продуктів з прісноводної риби та рослинної сировини: дис. ... докт. техн. наук: 05.18.15 : захищена 04.12.09 : затв. 26.05.10 / Сидоренко Олена Володимирівна. К., 2009. 292 с.
7. Omega-3 fatty acids: How much is enough? Way of access : <http://www.latimes.com/features/health/la-he-omega-3s-how-much>
8. Hwang D. Dietary fatty acids and eicosanoids / D. Hwang // Fatty acid in foods and their health implications. N. Y. ; Basel ; Hang Kang : Marcel Dekker. Inc., 1992. P. 546-557.
9. Фізіолого-гігієнічна роль жирів, жирних кислот та наслідки надлишку і нестачі їх у харчовому раціоні. — Режим доступу : http://pidruchniki.com/13000611/meditsina/fiziologogigiyenichna_rol_zhiriv_zhirnih_kislot_na_slidki_nadlishku_nestachi_harchovomu_ratsioni
10. Nelson G. J. Dietary fatty acids and lipid metabolism / G. J. Nelson // Fatty acid in foods and their health implications. N. Y. ; Basel ; Hang Kang : Marcel Dekker. Inc., 1992. P. 473-471.

11. Ципріян В. І. Гігієна харчування з основами нутриціології / В. І. Ципріян, Ш. Т. Манасар, В. Ш. Слободкін : підруч. у 2-х кн. К. : Медицина, 2007. 544 с.
12. Нутриціологія. Частина 1. Загальна нутриціологія. Навчальний посібник / Л.Ф. Павлоцька та ін. // Харків: УПА, 2012. 371 с.
13. Бойчук Ю.Д., Солошенко Е.М., Смоляр В.І., Циганенко О.І. Екологічні проблеми харчування людини. Черкаси, 2002. 92 с.
14. Домарецький В.А., Остапчук М.В., Українець А.І. Технологія харчових продуктів: Підручник /За ред. д-ра техн..наук, проф.А.І.Українця. К.: НУХТ, 2003. 572 с.
15. Закон України «Про безпечність та якість харчових продуктів» від 06.09.05р. № 2809 – IV.
16. Капрельянц Л.В., Іоргачова К.Г., Функціональні продукти. Одеса: Друк, 2003р. 312 с.
17. Методи контролю продукції тваринництва та рослинних жирів: Навчальний посібник /За заг.ред. Л.М.Крайнюк. 2-ге вид., перероб і доп. Суми:ВТД «Університетська книга», 2009. 300 с.
18. Павлоцька Л.Ф., Дуденко Н.В., Димитрієвич Л.Р. Основи фізіології, гігієни харчування та проблеми безпеки харчових продуктів: Навч.посібник,- Суми: ВТД «Університетська книга», 2007. 441 с.
19. Перцевий Ф.В. та ін. Технологія продукції харчових виробництв: Навч.посібник /Ф.В.Перцевий, Н.В.Камсуліна, М.Б.Колеснікова, М.О.Янчева, П.В.Гурський, Л.М.Тіщенко /Харк.держ.ун-т харчування та торгівлі. – Харків: ХДУХТ, 2006. 318 с.
20. Пономарьов П.Х., Донцова І.В. Генетично модифікована продовольча сировина і харчові продукти, вироблені з її використанням. – К.: Центр учбової літератури, 2009. 126 с.
21. Сирохман І.В., Лозова Т.М. Товарознавство м'яса і м'ясних товарів. 2- ге вид. перероб. та доп. Підручник. К.: Центр учбової літератури, 2009. 378с.

22. Сирохман І.В., Задорожний І.М., Пономарьов П.Х., Товарознавство продовольчих товарів. Підручник. Київ: Лібра, 2003. 368 с.
23. Технологія м'яса та м'ясних продуктів: Підручник /М.М.Клименко, Л.Г.Віннікова, І.Г. Береза та ін.; За ред.М.М.Клименка. К.: Вища школа, 2006. 640 с.
24. Черевко О.І. та ін. Методи контролю якості харчової продукції: Навч.посібник. Ч.2/О.І Черевко, Л.М.Крайнюк, Л.О.Касилова, Л.Д.Манелова, Л.А.Скуріхіна, С.Л.Юрченко, Л.Г.Зіборова/ Харк. Держ. Ун-т харч. та торгівлі. Харків, 2008. 242 с.
25. Дієтологія : підручник / за ред. Н. В. Харченко, Г. А. Анохіної. – Київ : Меридіан, 2012. 526 с.
26. Величко В. І. Вплив жирів рослинного і тваринного походження на ліпідний обмін / В. І. Величко, В. В. Ткачук, І. В. Ткачук // Україна. Здоров'я нації. 2016. № 1–2. С. 231–232.
27. Павлоцька Л. Ф., Дуденко Н. В., Євлаш В. В. Фізіологія харчування. Підручник. Х.: ХДУХТ, Світ книг, 2017. 316 с.
28. Капрельянц Л.В. Лікувально-профілактичні властивості харчових продуктів та основи дієтології. Навч. посібник / Л.В. Капрельянц, А.П. Петросьянц. Одеса, 2011. 269 с.
29. Дієтичне харчування. Підручник. О.І. Черевко, Н.В. Дуденко, Л.Ф. Павлоцька, Л.Р. Димитрієвич, Л.А. Скуріхіна. Х.: ХДУХТ, Світ книг, 2016. 360 с.
30. Шеманська, Є. І. Шляхи збагачення харчового раціону людини есенціальними жирними кислотами. *Харчова промисловість* 20 (2016): С. 80-85.
31. Гігієна харчування з основами нутріціології : Підруч. : у 2 ч. / Т.І. Аністратенко, Т.М. Білов, ОВ. Благодарнова та ін. за ред. проф. В.І. Ципріяна. К.: Медицина, 2007. 1. 598с
32. Смоляр В.І. Історія харчування /ВІ. Смоляр. К. Медицина України, 2006. 351 с.

33. Радзієвська, І.Г. Сумішеві олії для здорового харчування /І.Г. Радзієвська, ОМ. Громова // Харчова промисловість. 2013. С. 30-35.
34. Кобець, О.С. Рослинні олії як джерела функціональних інгредієнтів/ О.С. Кобець, ОВ. Арпуль, В.Ф. Доценко, С.П. Задкова // Наукові праці НУХТ. 2016. Том 22. №2. С. 204-212.
35. Белінська, А.П. Технологія купажованої олії підвищеної біологічної цінності / АП. Белінська // Автореф. НТУ «ХП», 2011. 21с.
36. Nosenko, T. Rape seeds as a source of feed and food proteins /Tamara Nosenko, Tetyana Kot, Volodymyr Kichshenko // Polish Journal of Food and Nutrition Sciences. 2014, Vol. 64, No. 2. P. 109-114.
37. Fatty acid composition of dairy fat products of vegetable origin /E. Grek, E. Krasulya, A. Savchenko, A. Petrina // Ukrainian Journal of Food Science. 2014. Vol. 2. Is. 1. P. 1421.
38. Іванов С. В. Технологія купажованих жирів збалансованого жирнокислотного складу / С. В. Іванов, Л. В. Пешук, І .Г. Радзієвська // Монографія. К. НУХТ, 2013. С. 210.
39. Morlion B. J. What is the optimum w-3 to w-6 fattyacid (FA) ratio of parenteral lipid emulsions in post-operative trauma? / B. J. Morlion, E. Torwesten, K. Wrenger [et al.] // Clinical Nutrition. 1997. – Vol. 16 (Suppl. .2). P. 49.
40. Осейко М. І. Технологія рослинних олій / М. І. Осейко // Підручник К : Варта. 2006. С. 173.
41. Heller A. Omega-3-Fettsauren als adjuvante Therapie bei inflammatorischen Reaktionen / A. Heller, T. Koch // Anaesthesiologie & Intensivmedizin. 1996. 10(37). P. 517 529.
42. Радзієвська І.Г. Розробка технології купажованих тваринно-рослинних жирів підвищеної харчової цінності: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.18.06 / Національний технічний університет «Харківський політехнічний ін- ститут». Харків, 2010. 23 с.

43. Кричківська Л. Функціональні компоненти в купажованих рослинних оліях із каротином / Л. Кричківська, А. Белінська, О. Жулінська // Товари і ринки. 2010. №2. С. 97– 103.
44. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л.Л., БУХКАЛО С.И., ДЕНИСОВА А.Є., ДЕМІДОВ І.М., КАПУСТЕНКО П.О., АРСЕНЬЄВА О.П., БІЛОУС О.В., ОЛЬХОВСЬКА О.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (інноваційні заходи). Підручник. К.: «Центр учбової літератури». 2016. С. 279–390.
45. Ghazal A. An investigation in seasonal variations in fatty acid composition of milk and butter / A. Ghazal // R & D Milk & Dairy products Wednesday, 03 September. 2008. 255 p.
46. Bera D., Lahiri D., Nag A. Novel Natural Antioxidant for Stabilization of Edible Oil: The Ajowan (*Carum copticum*) Extract Case // JAOCS. 2004. V. 81, № 2. P. 169-172.
47. Dietary docosahexaenoic acid and immunocompetence in young healthy men / D.S. Kelle, B.E. Macke, G.J. Nelso // LIPIDS. 2008. Vol. 33, № 6. P. 559-566.
48. Шеманська, Є. І. Технологія функціональних жирових продуктів на основі фосфоліпідів та есенціальних жирних кислот : автореф. дис... канд. техн. наук : 05.18.06 "Технологія жирів, ефірних масел і парфумерно-косметичних продуктів" / Шеманська Євгенія Іванівна ; Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут". - Харків, 2011. - 22 с.
49. Матвєєва Т.В. Купажі олій — джерело поліненасичених жирних кислот / Т.В. Матвєєва, З.П. Федякіна // Наукові праці ОНАХТ. 2014. Випуск 46. Том 2. С. 210-213.
50. Шеманська Є.І. Дослідження фосфоліпідів соняшникової олії та фосфатидних концентратів / Є.І. Шеманська, М.І. Осейко, В.А. Кіщенко // матеріали ІХ Міжнародної науково-технічної конференції ["Нові технології та технічні рішення в харчовій та переробній промисловості: сьогодні і

перспективи"]], (Київ, 17–19 жовтня 2005 р): у 2 ч. – К.: НУХТ, 2005. – Ч. 1 – С. 90–91.

51. Топчій О.А. Принципи купажування рослинних олій збалансованих за жирнокислотним складом / О.А. Топчій, Є.О. Котляр // Східно-європейський журнал передових технологій. 2015. № 1/6 (73). С. 26–32.

52. Мироненко Л.С., Криштоп Є.А., Григорова Л.І., Тимченко В.К. Дослідження та аналіз технологічних властивостей насіння сафлору вітчизняних сортів. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». 2019. № 15. С. 61–65.

53. Шеманська Є.І. Інноваційна технологія фосфоліпідного жирового продукту підвищеної біологічної цінності / Є.І. Шеманська, М.І. Осейко // Матеріали 3-й Міжнародної науково-технічної конференції [“Хімія і технологія жирів. Перспективи розвитку масложирової отрасли”], (Алушта, 30 вересня – 1 жовтня 2010 г.).– Днепропетровск: ІА «Експерт Агро», 2010. – С. 47.

54. Матвеева, Т.В. Купажування олій з оптимізованим жирнокислотним складом / Т.В. Матвеева, З.П. Федякіна, І.Є. Шаповалова, І.П. Петік // Вісник НТУ «ХПІ». 2013. № 11. С. 116 – 120.

55. Ющенко, Н. М. Купажі олій – перспективне джерело поліненасичених жирних кислот для молочної промисловості / Н. М. Ющенко, Т. О. Белемець // Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв : Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. 2015. №166. С. 192–198.

56. Смоляр В. І. Концепція ідеального жирового харчування / В. І. Смоляр // Проблеми харчування. 2006. №4. С. 14-24.

57. Задкова, О. С. Купажовані рослинні олії з використанням олії глуду / О. С. Задкова, С. І. Усатюк // Нові ідеї в харчовій науці - нові продукти харчовій промисловості : міжнародна наукова конференція, присвячена 130-

річчю Національного університету харчових технологій, 13-17 жовтня 2014 р.
К. : НУХТ, 2014. С. 173.

58. Ошитко Р. В. Вивчення жирнокислотного складу насіння глоду одноматочкового (*Crataegus monogyna*) та глоду згладженого (*Crataegus laevigata*) і перспективи застосування жирної олії глодів у медицині / Р. В. Ошитко, А. Р. Грицик // Фармакологія та лікарська токсикологія. 2012. № 1 (26). - С. 48-53.

59. Шеманська, Є. І. Технологічні режими пресування олійних культур родини хрестоцвітих / Є. І. Шеманська, Н. В. Мачин // Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2020. Т. 26, № 1. С. 224-230.

60. Joldosh M., Radzievska I. Modeling composition of the mixed oils by blending. *Ukrainian Journal of Food Science*. 2014. Vol. 2, Issue 1. P. 22-28.

61. Шеманська Є. І. Шляхи збагачення харчового раціону людини есенціальними жирними кислотами. *Харчова промисловість*. 2016. № 20. С. 80-85.

62. Пешук Л. В. Носенко Т. Т. Біохімія та технологія оліє-жирової сировини: навч. посіб. Київ, 2011. 296 с.

63. Дослідження споживчих властивостей ріпакової олії / Носенко Т. Т. [та ін.] *Науковий вісник ІШУВМБТ імені С. З. Гжицького*. 2014. Т. 16, № 2. С. 130-136.

64. Аналіз структурних показників олії з насіння сафлору, адаптованого в умовах східного лісостепу / Л. С. Мироненко [та ін.] // *Вчені записки Таврійського національного університету ім. В. І. Вернадського. Сер.: Технічні науки*. 2019. Т. 30 (69), № 5, ч. 2. С. 98-103.

65. Криськова, Л. П., А. Т. Лялик. Ляна олія як джерело омега-3 та омега-6 поліненасичених жирних кислот. *Матеріали XX наукової конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя* (2017): 198-198.

66. Тищенко, О. М. Купажування рослинних олій для використання у технологіях продукції ресторанного господарства / О. М. Тищенко, В. В. Цирульнікова, В. В. Новікова // Інтернаука. 2018. № 15 (55). С. 45-47.

67. Основи охорони праці: Підручник. 2-ге видання, доповнене та перероблене. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров, В. С. Коз'яков, Л. О. Мітюк. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. К.: Основа, 2006. 448 с.

68. Яцик, А. В. Екологічна безпека в Україні. Київ: Генеза, 2001. 216 с.

69. Павленко О.С. Методичні рекомендації до виконання розділу «Організаційно-економічна частина» дипломної роботи для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Харчові технології» зі спеціальності 181 «Харчові технології» денної та заочної форми навчання. Дніпро: ДДАЕУ. 2020. 40 с.