

**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 отримання
вітамінізованої олії зі змішаної рослинної
сировини**

Виконав: здобувач вищої освіти 2 курсу,
групи МгХТ-1-22
освітньо-професійної програми «Харчові технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Владислав САВІН

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)
«09» листопада 2023 р.

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

Савіну Владиславу Олеговичу

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології отримання вітамінізованої олії зі змішаної рослинної сировини».
Керівник роботи: Калина Вікторія Сергіївна, кандидатка технічних наук, доцентка, затверджені наказом закладу вищої освіти від «09» листопада 2023 року № 3423.
2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 08 грудня 2023 року
3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія виробництва рослинної олії збагаченої каротиноїдами. 2. Наукова, нормативна, технологічна, технічна та патентна документація.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Літературний огляд. 2 Матеріали і методи дослідження. 3 Експериментальна частина. 4 Охорона праці та захист навколишнього середовища. 5 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Стан питання. 2 Мета роботи і завдання дослідження. 2 Результати експериментальних досліджень. 3 Кошторис витрат на проведення досліджень. 4 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Посада, прізвище та ім'я консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 3	доцентка КАЛИНА Вікторія	09.11.2023	08.12.2023
4	доцентка КАЛИНА Вікторія	09.11.2023	08.12.2023
5	доцентка КАЛИНА Вікторія	09.11.2023	08.12.2023

7. Дата видачі завдання 09 листопада 2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	09.11-10.11.23	виконано
2	Літературний огляд	13.11-15.11.23	виконано
3	Матеріали і методи дослідження	16.11-17.11.23	виконано
4	Експериментальна частина	20.11-22.11.23	виконано
5	Охорона праці та захист навколишнього середовища	23.11-30.11.23	виконано
6	Організаційно-економічна частина	01.12-04.12.23	виконано
7	Загальні висновки та бібліографія	05.12-06.12.23	виконано
8	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	07.12.2023	виконано

Здобувач вищої освіти _____ Владислав САВІН
(підпис)

Керівник роботи _____ Вікторія КАЛИНА
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування технології отримання вітамінізованої олії зі змішаної рослинної сировини»

Дипломна робота магістра: 68 с., 10 рис., 16 табл., 56 літературних джерел посилань.

Метою роботи є розробка технології вітамінізації соняшникової олії з використанням різних видів каротинвмісної сировини і вторинних продуктів олійнодобувної галузі.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва вітамінізованої рослинної олії.

Предмет дослідження – рослинна олії збагачена каротиноїдами.

В галузі виробництва харчових продуктів повинні передбачати три основні напрямки: збереження природного комплексу біологічно активних речовин традиційних масових харчових продуктів, розширення їх асортименту і використання природних комплексів біологічно активних речовин в якості харчових добавок.

Перший напрямок – головний шлях підвищення біологічної цінності раціонів харчування. Це завдання повинно вирішити зміна промислової технології, в результаті чого люди отримають більш цінні продукти харчування.

Другий напрямок – розширення асортименту продуктів, має йти за рахунок як збільшення числа традиційних, так і використання нових природних продуктів.

Третій напрямок передбачає використання природних комплексів біологічно активних речовин в якості харчових добавок. Природні комплекси біологічно активних речовин, слід вводити в рафіновані продукти, щоб підвищити їх загальну біологічну цінність.

КЛЮЧОВІ СЛОВА

Олія, вітамінізована олії, біологічно-активні речовини, соняшник, асортимент, харчові добавки, жирнокислотний склад, рецептура.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД	10
1.1 Отримання вітамінізованих олій з рослинної сировини	10
1.1.1 Вітамінізовані олії з одного виду сировини	10
1.1.2 Вітамінізовані олії, отримані змішанням олій	14
1.1.3 Олії зі змішаної рослинної сировини	15
1.1.4 Олії з вторинних продуктів переробки олійної сировини	15
1.2 Области застосування вітамінізованих олій	16
Висновки за розділом	17
2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	18
2.1 Характеристика сировини	18
2.2 Визначення олійності сировини	19
2.3 Визначення вологості сировини	20
2.4 Отримання олії з соняшнику і каротинвмісної сировини методом м'якого знімання	21
2.5 Визначення виходу олії	21
2.6 Визначення величини білкового виправлення	22
2.7 Визначення вологості олії	23
2.8 Визначення кислотного числа олії	24
2.9 Визначення перекисного числа	24
Висновки за розділом	25
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	26
3.1 Визначення оптимальних параметрів проведення процесу м'якого знімання олії	26
3.1.1 Вплив вологості сировини на вихід олії за методом Скіпіна	26
3.1.2 Вплив температури на вихід олії	27
3.1.3 Вплив експозиції на вихід олії	28
3.2 Отримання соняшникової олії, збагаченої каротиноїдами	29

3.2.1 Вплив вологості та температури на вихід олії та каротиноїдів зі змішаної сировини	29
3.3 Вплив попередньої обробки каротиновмісної сировини на вихід каротиноїдів при отриманні вітамінізованого соняшникової олії	34
3.3.1 Вплив попередньої обробки КВС препаратом целовіридин Г20Х на вихід каротиноїдів	34
3.3.2 Вплив попередньої обробки етанолом на ступінь вилучення каротиноїдів з КВС	36
3.4 Напрацювання зразків олії та дослідження їх стабільності	38
3.5 Технологічна схема отримання соняшникової олії, збагаченої каротиноїдами	41
3.6 Опис технологічного процесу соняшникової олії, збагаченої каротиноїдами	41
3.6.1 Зволоження і експозиція соняшникової м'ятки, отримання	41
3.6.2 Спиртова обробка КВС	43
3.6.3 Змішання компонентів сировини, експозиція сировини	43
3.6.4 Пресування олії	44
3.6.5 Очищення олії	44
3.6.6 Матеріальний баланс	44
3.7 Апаратурна схема виробництва	46
3.8 Переробка відходів виробництва	48
3.8.1 Одержання спиртових та масляних розчинів токоферолів з соняшникової макухи	48
Висновки за розділом	49
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	50
4.1 Організація охорони праці при виробництві рослинної олії	50
4.2 Управління відходами при виробництві рослинних олій	52
Висновки за розділом	54
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	55
5.1 Організація проведення досліджень	55

5.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	56
5.3 Розрахунок ціни дослідження	60
Висновки за розділом	60
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	61
БІБЛІОГРАФІЯ	62

ВСТУП

Зміна традиційного раціону харчування населення і погіршення екологічної обстановки привели до підвищення потреби людини в продуктах з заданим вмістом біологічно активних речовин, необхідних для забезпечення нормальної життєдіяльності.

В галузі виробництва харчових продуктів повинні передбачати три основні напрямки: збереження природного комплексу біологічно активних речовин традиційних масових харчових продуктів, розширення їх асортименту і використання природних комплексів біологічно активних речовин в якості харчових добавок.

Перший напрямок – головний шлях підвищення біологічної цінності раціонів харчування. Це завдання повинно вирішити зміна промислової технології, в результаті чого люди отримають більш цінні продукти харчування.

Другий напрямок – розширення асортименту продуктів, має йти за рахунок як збільшення числа традиційних, так і використання нових природних продуктів.

Третій напрямок передбачає використання природних комплексів біологічно активних речовин в якості харчових добавок. Природні комплекси біологічно активних речовин, слід вводити в рафіновані продукти, щоб підвищити їх загальну біологічну цінність.

Рослинні олії поряд з іншими компонентами становлять основу раціонального харчування людини. Одним з найбільш важливих джерел жирів є соняшникова олія. В загальному балансі рослинних олій в Україні вона складає 70 %.

Соняшникова олія має невисокий вміст токоферолів, а вміст каротиноїдів в ній дуже незначний.

Біологічна цінність соняшникової олії може бути суттєво підвищена за рахунок збагачення її природними комплексами рослинних каротиноїдів і токоферолів. У якості джерел каротиноїдів можуть використовуватися різні види каротиновмісної сировини, перспективним джерелом токоферолів може служити

соняшникова макуха. Збагачення соняшникової олії жиророзчинними вітамінами і провітамінами дозволяє використовувати її як лікувально-профілактичний продукт для зниження ризику онкологічних захворювань, захворювань органів зору, наслідків ураження радіацією.

У зв'язку з цим розробка технології вітамінізації соняшникової олії є актуальною.

Метою досліджень є розробка технології вітамінізації соняшникової олії з використанням різних видів каротинвмісної сировини і вторинних продуктів олійнодобувної галузі.

Для досягнення поставленої мети було визначено такі завдання:

- вибір базової технології для отримання вітамінізованої соняшникової олії зі змішаної сировини;
- розробка способу збагачення соняшникової олії комплексами рослинних каротиноїдів;
- розробка способу отримання соняшникової олії з підвищеним вмістом токоферолів;
- розрахунок вартості проведення наукового дослідження.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва вітамінізованої рослинної олії.

Предмет дослідження – рослинна олії збагачена каротиноїдами.

1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1 Отримання вітамінізованих олій з рослинної сировини

У зв'язку з загостренням екологічної обстановки і погіршенням життєвого рівня населення виникла необхідність в споживанні людиною продуктів з великим вмістом біологічно цінних речовин. Це актуально в даний момент для олійнодобувної промисловості. Розробляються методи отримання вітамінізованих рослинних олій. Важливу роль у регуляції обмінних процесів грають біологічно активні ліпіди, у тому числі токофероли, поліненасичені жирні кислоти, каротиноїди. Вітамінізовані рослинні олії можуть бути представлені в різному вигляді:

1. Олії з високим вмістом вітамінів з одного виду сировини (пшенична, кукурудзяна, кісточкова та інші).
2. Олії з одного виду олійної сировини, вітамінізація яких здійснюється запровадженням мікробіологічного каротину та синтетичних токоферолів.
3. Вітамінізовані олії, отримані змішанням олій з різних видів сировини.
4. Олії, одержані зі змішаної сировини, один компонент – олійний, а інший або інші – вітамінні.
5. Олії з вторинних продуктів переробки олійної сировини.

1.1.1 Вітамінізовані олії з одного виду сировини

При переробці зерна найбільш поширених злаків (пшениці, жита, рису і проса), на борошно і крупу на млино-круп'яних підприємствах отримують велику кількість відходів, а саме, відокремлених від зерна зародків і висівок, які містять суттєві кількості жиру, достатні для його вилучення в промислових масштабах.

Можливість промислового отримання рослинних олій з вищевказаних млинових відходів обумовлюється зосередженням запасного жиру в зерні злакових

– саме в зародку і оболонці при порівняно малій ботанічній олійності цілого зерна табл. 1.1.

Таблиця – 1.1 – Вміст жиру в зерні злакових [12].

Продукт	Ботанічна олійність зернових культур,%			
	пшениця	жито	рис	просо
Ціле зерно	2,02 – 2,09	1,60 – 1,87	2,14 – 2,57	1,4 – 4,8
Зародок	10 – 17	11 – 13	24 – 25	До 27

Всі перераховані відходи переробки злакових не є однорідними, матеріали крім основних жировмісних фракцій (зародка) більшою чи меншою мірою містять великі або пилоподібні частинки зерна (ендосперм) і насінневі оболонки.

Вихід зародків і висівки з зерна наведено в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Склад відходів злакових культур [12].

Найменування показників	Склад товарних відходів, що виходять при переробці зерна злакових культур,%			
	Пшеничні зародки	Житні зародки	Рисові висівки	Просяні висівки
Жир	5 – 12	8 – 12	8 – 18	10 – 24
Волога	11 – 15	8 – 9	10 – 11	8 – 9
Сирий протеїн	25 – 39	27 – 34	10 – 14	17 – 20
Зола	3 – 5	4,5 – 5	5 – 15	6,5 – 9,5
Клітковина	1 – 8	4,5 – 6,5	8 – 16	7 – 10
Безазотисті екстрактивні речовини	31 – 40	36 – 45	37 – 59	38 – 50

Як було зазначено вище, олії зі злакових багаті токоферолом. У теперешній час, найбільш поширеною є олія з пшеничних зародків.

До особливостей пшеничних зародків відноситься високий вміст токоферолів, гліцеридів ненасичених жирних кислот (лінолева, ліноленова).

Більшість відомих способів отримання пшеничної олії засновано на екстракції зародкових пластівців органічними розчинниками або газами.

Пшеничну олію можливо екстрагувати бензолом, дихлоретанолом, сірчанім ефіром, хлороформом, гексаном. Одним з найбільш ефективних розчинників для вилучення ліпідів з продуктів переробки зернових вважається *n*-бутанол.

При використанні дихлоретану відгін його з екстракту вимагає нагрівання суміші до високих температур, що викликає зміну нативних властивостей олії. Застосування сірчаного ефіру обмежено його вибухо- та вогнебезпечністю. Крім того, здатність білків розчинятися в сірчаному ефірі небажана при отриманні пшеничної олії, оскільки білкові фракції зв'язуються з його великою кількістю. *n*-Бутанол важко видалити з ліпідного екстракту, та він має неприємний запах.

Кілька десятиліть тому П. Тарутін для повного вилучення із пшеничних зародків жиророзчинних вітамінів, застосував етиловий спирт.

Спирти мають практично однакову екстрагованість у відношенні ліпідів, але вони помітно різняться по можливості отримувати неліпідні компоненти. Етиловий спирт легко розчиняє клітинні ліпіди. Застосування його в якості екстрагента призводить до зменшення зовнішнього дифузійного опору, оскільки він підвищує проникність клітин. Вихід олії складає 5 – 6 % до масі сировини.

При використанні для отримання пшеничної олії існуючих промислових технологій, включають жаріння м'ятки, підготовку мезги до пресування і т. д., навіть на найсучасніших пресах безперервної дії олія практично не віджимається. Це пояснюється порівняно невисокою олійністю зародків, наявністю в них великої кількості крохмалистих речовин, що перешкоджають виходу олії, і гідрофільних білків. Тому практично можна рекомендувати тільки екстракційний спосіб, що дозволяє вилучити до 95 % вмісту олії.

При прямій екстракції "сирих" відходів (тобто без будь-якої технологічної підготовки) виходять малозадовільні результати: залишок олії в шроті складає 3,2 – 3,7 %, що є наслідком високого вмісту борошнистих фракцій та порівняно високої вологості (9 – 15 %). Найбільш задовільні результати при екстракції зародків можуть бути отримані при переробці їх за схемою форпресування – екстракція.

Технологічний процес в цьому випадку включає наступні виробничі операції: очищення сировини від великих домішок, дворазове подрібнення на дискових або молоткових дробарках, жаріння м'ятки у чанних жаровнях, форпресування мезги в пресових агрегатах, подрібнення форпресової макухи у крупку або пелюстки, екстракцію крупки або пелюстки в екстраторах безперервної дії бензином, первинне очищення олії.

Останнім часом у літературі з'явилися публікації про можливість використання методу CO₂ – екстракції для отримання олії з пшеничних зародків. Метод вимагає сучасного обладнання та великих енерговитрат для створення високого тиску.

При використанні CO₂, що знаходиться під надкритичним тиском, були отримані екстракти, що містять триацилгліцероли, вільні жирні кислоти, токофероли, стерини, воду, фарбуючі речовини і компоненти, та ті, що зумовлюють смак і запах. При екстракції з багатоступінчастою зміною тиску можуть бути отримані олії без домішки води та з низьким вмістом вільних жирних кислот, а також олії з високим вмістом токоферолів та стеринів.

Групою німецьких вчених розроблений біотехнологічний спосіб отримання олії з зародків зернових. Попередньо сировина обробляється протолітичними і целюлазними ферментними комплексами. Ферментну обробку сировини проводять протягом 6 годин при 40 – 60 °С. Потім затор нагрівають протягом 10 секунд до 170 °С. Після охолодження суміші до 60 °С проводять екстракцію 5 % розчином NaCl, залишковий вміст ліпідів у висушеному заторі 3,9 %.

Був розроблений новий біотехнологічний спосіб отримання пшеничної олії, що включає ферментацію сировини. Для ферментації сировини використовували препарати гідролітичних ферментів з целюлозною, геміцелюлозою і протеазною активностями, руйнівні структурні елементи рослинної тканини і послаблюючі білково ліпідні взаємодії. З ферментованої сировини олію екстрагують етанолом з подальшим виділенням з емульсії у присутності 30 % води. Отримана олія має жовто-помаранчевий колір, прозора, збагачена токоферолами і лінолевою

кислотою порівняно з їх вмістом в ліпідній фракції сировини, відповідно в 1,85 і 2,2 рази. Вихід олії складає 70 % відносно олійності.

Розроблений біотехнологічний спосіб достатньо простий, екологічно безпечний і дозволяє отримувати олію з високим вмістом цінних компонентів [35].

Олія з пшеничних зародків використовується як медичний препарат, компонент дієтичних продуктів і косметики [17].

1.1.2 Вітамінізовані олії, отримані змішанням олій

У світовій практиці існує досвід збільшення стійкості рослинних олій і тваринних жирів за рахунок вступу олії з високим вмістом токоферолів.

У 1957 році Лотфі зі співробітниками (Єгипет) встановив, що стійкість лляної олії, що здавна застосовується в Єгипті, підвищується при додаванні в її 10 – 25 % олії *Sinapis arvensis* та олії *Lepidium sativum*. Виявилось що активним компонентом в цих оліях є α -токоферол.

У Японії проводяться дослідження, спрямовані на підвищення антиокислювальної здатності при додаванні дезодоруючого дистиляту рослинної олії в інші олії, у свиняче топлене сало [17].

Для збільшення стійкості жирів, що втратили при рафінації лугом велику частину природних антиокислювачів, рекомендується вводити в жири 15 % сирової бавовняної олії, сирової соєвої олії, пальмової олії, олії какао, багатих природними антиокислювачами, зокрема, токоферолами [27].

Однак отримати таким способом рослинну олію з високим вмістом каротиноїдів є проблематичним, оскільки практично всі рослинні олії бідні каротиноїдами. Виняток складає олія з обліпихи (залежно від ступеня фарбування плодів, вміст каротину в олії 110 – 370 мг %) [4], але виробництво обліпихової олії дорогий процес і саме олія застосовується як лікарський препарат.

Один із способів збагачення рослинних олій каротиноїдами – це введення олійних екстрактів різних частин рослин, переважно квіток і плодів. Існує досвід отримання олійних екстрактів з томатної пасти та шкірки томатів. Олійні препарати

каротиноїдів мають інтенсивний червоний (з пасти) або червоно-оранжевий колір, вони не мають сторонніх присмаків, мають слабкий перцевий запах, стабільні протягом 3 місяців, а препарати зі шкірки томатів – більше року. Олійні препарати каротиноїдів можуть застосовуватися для вітамінізації рослинних олій [39].

1.1.3 Олії зі змішаної рослинної сировини

Рослинна сировина містить багаті вітамінні комплекси, найбільш цінними з яких є каротиноїди і токофероли. Природні вітамінні комплекси володіють більш високою стабільністю, біологічною активністю і засвоюваністю, ніж індивідуальні з'єднання.

Аналіз різних видів рослинної сировини показав, що три ознаки – олійність, вміст токоферолів і каротиноїдів – не бувають в достатній мірі виражені в одному вигляді сировини [37].

Раціональний шлях отримання олій з високою біологічною активністю полягає у розробці технології купажування різних видів сировини, кожен з яких має одну або дві корисні ознаки. Так, плоди різних видів дикорослих та культурних рослин містять значну кількість жиророзчинних біологічно активних сполук – токоферолів, каротиноїдів. Як олійна сировина можуть служити соняшникове ядро, кукурудзяні зародки, збагачена сировина пшеничних зародків тощо [40].

1.1.4 Олії з вторинних продуктів переробки олійної сировини

Один із способів отримання вітамінізованих олій – це використання вторинних продуктів олійнодобувної галузі.

При виробництві рослинних олій, зокрема соняшnikової, відходами виробництва є макуха і шрот, які прямують на подальшу промислову переробку (екстракція рослинної олії з макухи) або на корм худобі.

Існує метод отримання спиртових екстрактів з соєвого шроту, який, в свою чергу, вводяться в маргарини, топлений свинячий жир, в кількості 0,02 – 1,1 % для уповільнення окисних процесів в них [27].

Соняшникова макуха містить велику кількість токоферолів 30 – 38 мг/г, які міцно утримуються білковою частиною макухи. При обробці макухи спиртом, а потім змішанні спирту, відокремленого від макухи, з олією, вміст токоферолів в останньому збільшується в силу перерозподілу токоферолів в системі макуха-спирт-рослинна олія.

Даний спосіб може бути застосований при виробництві не тільки соняшникової олії, де макуха є відходом виробництва, але і при отриманні пшеничної олії із збагаченої сировини, де спиртовий екстракт, що є відходом виробництва, містить високі концентрації токоферолів.

Даний метод може бути розглянуто, як перспективний спосіб отримання вітамінізованих олій.

1.2 Області застосування вітамінізованих олій

Вітамінізовані рослинні олії можуть знайти широке застосування в харчовій промисловості, як індивідуальні продукти харчування, а також і при виробництві дієтичних та дитячих продуктів харчування [14].

Вищевказані олії можуть використовуватися у фармакології та медицині в якості складових лікарських препаратів [40].

У зв'язку з тим, що сучасна косметична промисловість все більше уваги приділяє природним сировинним джерелам, олії з багатим вмістом вітамінів можуть знайти широке застосування при виробництві різних косметичних засобів [17].

Висновки за розділом

Рослинні олії вводяться як обов'язковий компонент в рецептури величезного переліку продукції олійно-жирової, консервної, кондитерської, м'ясомолочної, харчоконцентрової, хлібопекарської і інших галузей харчової промисловості. Це робить їх важливим посередником при введенні в харчові продукти фізіологічно активних добавок, більшість з яких – жиророзчинні речовини, і відкриває широкі перспективи для олійно-жирової галузі у розробці принципово нових видів продукції. З всіх перерахованих вище способів отримання вітамінізованих олій, найбільш перспективними є отримання зі змішаної рослинної сировини, а також з вторинних продуктів олійно-жирової промисловості.

Метою досліджень є розробка технології вітамінізації соняшникової олії з використанням різних видів каротинвмісної сировини і вторинних продуктів олійнодобувної галузі.

Для досягнення поставленої мети було визначено такі завдання:

- вибір базової технології для отримання вітамінізованої соняшникової олії зі змішаної сировини;
- розробка способу збагачення соняшникової олії комплексами рослинних каротиноїдів;
- розробка способу отримання соняшникової олії з підвищеним вмістом токоферолів;
- розрахунок вартості проведення наукового дослідження.

2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Характеристика сировини

У роботі використовували насіння різних сортів соняшнику. Соняшник очищали вручну і використовували ядро. Ядро подрібнювали на кавовому млині, олійність різних партій варіювалась від 55,6 до 62 %, вологість від 3 до 5 %.

У якості каротиновмісного компонента сировини використовували: шкірку томатів, плоди шипшини, ягоди горобини і обліпихи.

Ягоди шипшини, горобини висушували при кімнатній температурі в затемненому місці.

З обліпихи віджимали сік. Жом промивали водою, для видалення органічних кислот, висушували в затемненому місці.

Томатну шкірку промивали водою, висушували в затемненому місці. Перед використанням сировину розмелювали на кавовому млині.

Характеристика каротиновмісної сировини представлена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристика каротинвмісної сировини.

Найменування сировини	Вміст каротиноїдів, г/мг	Вміст токоферолів, г/мг
Шкірка томатів	0,6 – 1,0	-
Бересклет	2,7	10 – 13
Шипшина	0,76	56 – 75
Горобина	0,37	21,6
Жом обліпихи	1,0	100 – 120

Як сировину для отримання екстрактів токоферолів використовували соняшникову макуху, отриману при віджимі олії методом м'якого знімання, а також заводський зразок соняшnikової макухи, отриманий при виділення олії класичним пресовим методом.

При отриманні макухи методом м'якого знімання олії використовували м'ятку соняшнику (розмелене ядро), що має характеристики представлені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Характеристика м'ятки соняшнику

Показник	Одиниця вимірювання	Величина показника в партії			
		1	2	3	4
Сухі речовини	% до натури	97.0	96.9	95.0	96.0
Олійність	% до СР	61.4	62.2	55.6	62.0
Токоферолі	мг/г	21,92	21,65	21,79	19,72
Масова частка токоферолів у фракції ліпідів	%	3,57	3,54	3,92	3,18

М'ятку соняшника зволожували до 10 – 12 % при тиску 5 кг/см². Отриману макуху зберігали в холодильнику. Характеристики макухи наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Характеристика соняшникової макухи

Показник	Одиниці вимірювання	Величина показника	
		Макуха м'якого знімання	Макуха пресова заводська
Сухі речовини	%	88,0	92,5
Олійність	% до СР	39,0	16,58
Токоферолі	мг/г натури	31,1	37,36
Масова частка токоферолів у фракції ліпідів	%	7,98	24,36

2.2 Визначення олійності сировини

Наважку соняшнику масою 1 г поміщають у паперовий патрон. Для видалення вологи папір з наважкою висушують до постійної ваги, а потім поміщають в екстрактор апарату Сокслета, який складається з трьох частин: колби

для розчинника, екстрактора і кулькового холодильника, з'єднаних між обома шліфами. Перед визначенням колбу висушують до постійної ваги та зважують. До неї доливають розчинник (хлороформ, трохи більше 2/3 об'єму колби). Готовий апарат Сокслета ставлять на водяну баню і включають холодильник. Екстракцію ведуть 2,5 – 3 години.

По закінченню екстракції колбу відокремлюють від екстрактора, відганяють розчинник і остаточно висушують в сушильній шафі при температурі 60 – 62 °С.

Олійність сировини розраховується за формулою:

$$X = \frac{A \cdot 100}{H}, \quad (2.1)$$

де A – вага сирого жиру (визначається по різниці ваги колби до і після екстракції),

г;

H – вага матеріалу, взятого на екстракцію (1 г).

2.3 Визначення вологості сировини

Насіння соняшнику розмелюють до отримання крупки. Наважку соняшнику масою 1г висушують у сушильній шафі при температурі 60 °С протягом 24 годин. Після сушіння наважку зважують.

Вологість сировини у, % розраховують по формулі:

$$W = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{m_1}, \quad (2.2)$$

де m_1 – маса наважки сировини до сушіння, г;

m_2 – маса наважки сировини після сушіння, м.

2.4 Отримання олії з соняшнику і каротинвмісної сировини методом м'якого знімання

Метод заснований на виділенні олії з сировини, зволоженої до 10 – 12 %, пресуванням за низького тиску. У лабораторних умовах олію віджимають ручним пресом при тиску близько 5 кг/см².

Олію виділяють з однієї або суміші кількох видів сировини. Кількість води необхідну для отримання заданою вологості розраховують за формулою:

$$m_6 = \frac{m_c \cdot (100 - W_c)}{100 - W_{зад}} - m_c, \quad (2.3)$$

де m_6 – маса води, яку необхідно додати до сировини для досягнення заданої вологості, г;

m_c – маса вихідної сировини, г;

W_c – вологість вихідної сировини, %;

$W_{зад}$ – задана вологість сировини, %.

За використання більше одного виду сировини в розрахунках беруть показники маси і вологості змішаної сировини.

Зволожену сировину витримують в умовах, передбачених експериментом. Після чого проводять віджимання олії. Визначають її вихід та якісні показники.

2.5 Визначення виходу олії

Наважку матеріалу з відомою вологістю зважують на аналітичних вагах, потім поміщають в паперовий фільтр-патрон і віджимають олію ручним пресом. У процесі віджиму олія вбирається в паперовий патрон. Розмір патрона повинен забезпечувати повне поглинання олії, що міститься в наважці матеріалу.

Після віджиму олії матеріал переносять з патрона на металеву підкладку та поміщають у термостат, де висушують при температурі 60 – 62 °С до постійної ваги.

При розрахунку виходу олії вносять поправку, яка враховує перехід в олію дрібнодисперсних частинок білкової природи («білкова поправка B »).

Розрахунок виходу олії у відсотках до маси сухих речовин сировини розраховують по формулі:

$$B = 100 - \frac{m_2 \cdot 10000}{m_1 \cdot (100 - W)} - B, \quad (2.4)$$

де m_1 – маса наважки до віджиму олії, г;

m_2 – маса наважки після віджиму олії та висушування, г;

W – вихідна вологість наважки, %;

B – білкова поправка, %.

Вихід олії у відсотках до олійності розраховують за формулою:

$$B_{олії} = \frac{100 \cdot B}{M}, \% \quad (2.5)$$

де M – олійність сировини, м.

2.6 Визначення величини білкового виправлення

Точну наважку матеріалу з відомою вологістю поміщають у патрон, котрий готують з паперового фільтра, висушеного до постійного ваги. Проводять віджим олії, після чого матеріал знімають із фільтра. Фільтр поміщають в бюкс, підливають 1 мл хлороформу і залишають в закритому бюксі на добу при кімнатній температурі, для екстракції олії. Потім вилучають фільтр з хлороформу, дають

розчиннику стекти, після чого фільтр висушують і зважують. Розрахунок поправки на білок виробляють по формулі:

$$B = \frac{m_3 - m_4}{m \cdot (100 - W)}, \quad (2.6)$$

де m – маса наважки, г;

m_3 – маса фільтра після екстракції і висушування, г;

m_4 – початкова маса фільтра, висушеного до постійної ваги, г;

W – вологість наважки, %.

Величина поправки B залежить від ступеня зволоження матеріалу. Поправку визначають у холостих дослідах, при різних величинах вологості (від 3 до 16 %, з інтервалом 1,5 %), та будують графік залежності поправки B від величини вологості. На підставі отриманої кривої обчислюють поправку, відповідну вологості сировини в конкретному експеримент.

2.7 Визначення вологості олії

У попередньо висушений та зважений бюкс поміщають наважку 1 г олії. Олію висушують при температурі 60 °С протягом 24 годин. Після сушіння наважку зважують.

Вологість олії розраховують по формулі:

$$m_g = m_1 - m_2, \quad (2.7)$$

де m_1 – маса олії до сушіння, г;

m_2 – маса олії після сушіння, г.

Відсотковий вміст води розраховують по формулі:

$$W = \frac{m_g \cdot 100}{m_1}, \quad (2.8)$$

2.8 Визначення кислотного числа олії

Реактиви: діетиловий ефір; етиловий спирт (96 %); 1 % розчин фенолфталеїну; 1,1 н спиртовий розчин КОН.

Посуд хімічний: конічна широкогорла колба на 100 мл.

Техніка виконання.

3 – 5 г олії (зваженої на аналітичних вагах); 50 мл нейтральної суміші (ефір:спирт – 2:1) переливають в наважку олії.

Отриманий розчин перемішують.

У розчин додають кілька крапель індикатора.

Титрують 0,1 н розчином КОН до слабковираженого фарбування. Кислотне число олії (мг КОН/г олії) розраховують за формулою:

$$K.Ч. = \frac{5,611 \cdot a \cdot K}{m}, \quad (2.9)$$

де a – кількість 0,1н КОН, витраченого на титрування, мл;

K – поправка до титру;

m – маса олії, м.

2.9 Визначення перекисного числа

Реактиви і матеріали: хлороформ за ГОСТ 20015-74 свіжоприготовлений; ваги лабораторні; колби місткістю 250 см³; склянки скляні циліндричні для випробуваної проби необхідною місткістю (за масою проби); бюретки виконання місткістю 5 і 10 см³; кислота оцтова крижана; калій йодистий 50 – 55 % розчин, свіжоприготовлений; натрій сірчаноокислий (тіосульфат натрію) 0,01 моль/дм³

(0,01н) або 0,002 моль/дм³ (0,002); крохмаль розчинний 0,5 % розчин; вода дистильована.

Техніка виконання: пробу олії 2 – 5 г відважують в колбу. У колбу наливають 10 см³ хлороформу, 15 см³ оцтової кислоти і 1 см³ розчину КІ. Вміст колби перемішують протягом 1 хвилини і поміщають у темне місце при температурі 15 – 25 °С на 5 хвилин. Додають 75 мл Н₂О, перемішують і наливають 5 крапель розчину крохмалю. Йод, що виділився титрують розчином натрію тіосульфату. Обчислення результатів вимірів.

Перекисне число (X), в мілімолях активного кисню на кг проби обчислюють по формулі:

$$X = \frac{(V_1 - V_0) \cdot c \cdot 1000}{m}, \quad (2.10)$$

де V_0 – об'єм розчину тіосульфату натрію, використаний при контрольному вимірюванні, см³;

V_1 – об'єм розчину тіосульфату натрію, використаний при вимірюванні, см³;

c – концентрація використаного розчину тіосульфату натрію, моль/дм³;

m – маса проби, г;

1000 – коефіцієнт, що враховує перерахунок результатів вимірювання в мілімоль на кг.

Висновки за розділом

В даному розділі кваліфікаційної роботи приведено характеристику сировини та методики визначення олійності сировини, визначення вологості сировини, розглянуто методику отримання олії з соняшнику і каротинвмісної сировини методом м'якого знімання. Також приведено методики визначення виходу олії, визначення величини білкового виправлення, визначення вологості олії, визначення кислотного числа олії, визначення перекисного числа

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Визначення оптимальних параметрів проведення процесу м'якого знімання олії

Вченим Скіпіним та його колегами були обґрунтовані оптимальні параметри методу м'якого знімання та охарактеризовані переваги методу. У олію, отриману даними методом, переходить значно менше компонентів нежирових речовин, вона має низьку кислотність та кольоровість. Головна особливість олії – збереження її нативних властивостей.

За минулий період у результаті селекції змінилися біохімічні показники соняшнику. Тому виникла необхідність перевірити оптимальні параметри методу Скіпіна для отримання олії. Як досліджувані параметри були обрані: вологість м'ятки, час і температура експозиції.

3.1.1 Вплив вологості сировини на вихід олії за методом Скіпіна

Експеримент проводили при температурі 50 °С, час експозиції – 3 години. Вологість сировини варіювалася в межах 3 – 16 %. Кількість повторностей коливалася від 9 до 14. Виділення олії проводили віджиманням при тиску 5 кг/см². Результати представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Вплив вологості сировини на вихід олії за методом Скіпіна

№	Вологість, %	Середні значення виходу олії, % від олійності сировини
1	3	31,6
2	5	41,3
3	10	55,1
4	12	55,5
5	13	55,4
6	14	54,2
7	16	52,7

Як видно з наведених даних, максимальний вихід олії досягається при вологості 10 – 13 %. Це пов'язано з тим, що при даній вологості досягається максимальне набухання білків, внаслідок чого відбувається інтенсивне видавлювання олії на поверхню частинок м'ятки. При вищій вологості (14 – 16 %) збільшується кількість білкової домішки в олії. Відділення домішок призводить до зниження виходу олії.

3.1.2 Вплив температури на вихід олії

Температура є важливим фактором, що впливає на процеси поділу фаз. Тому важливо було досліджувати вплив температури на виділення олії (рідкої фази полідисперсної системи) зі зволоженої сировини.

Досліди проводили за вологості 13 %. Час експозиції сировини 3 години. Порівняно дві температури: 20 °С і 50 °С. Температури вище 60 °С не рекомендується, оскільки це може призвести до дегідратації продукту. Результати представлені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Вплив температури на вихід олії.

№	Температура, °С	
	20	50
1	68,0	60,6
2	67,7	63,4
3	67,2	62,5
4	69,0	62,8
5	68,3	64,9
Середнє значення	68,06	62,84

З результатами експерименту зробили висновок, що за температури 20 °С спостерігається більш високий вихід олії, ніж за 50 °С. Загалом температура не надає суттєвого впливу на вихід олії, з підвищенням температури вихід зменшується, що може пояснюватися дією ферментів, відповідальних за деструкцію тригліцеридів.

3.1.3 Вплив експозиції на вихід олії

При встановлених раніше оптимальних параметрах: вологості 13 % і температури 20 °С вплив даного параметра вивчали протягом 5; 15; 30; 60; 90; 120; 180 хвилин. Проводили для кожного тимчасового інтервалу визначення виходу олії.

Результати представлені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Вплив тривалості експозиції на вихід олії

Тривалість експозиції, хв	Вихід олії, % від олійності
5	73,6
15	75,4
30	58,6
60	60,3
90	70,95
120	66,6
180	77,6

З отриманих даних видно, що максимальний вихід олії досягається при експозиції 3 години. Однак вихід олії при експозиції 15 хвилин лише незначно нижче, тому доцільно прийняти як раціональне час експозиції 15 хвилин.

Синусоїдальний характер залежності може пояснюватися зміною жирутримуючою здатності білків м'ятки, що відбувається в процесі набухання білків і наступною концентрації структури за рахунок зближення гідрофобних ділянок білкових молекул.

Таблиця 3.4 – Характеристики процесу м'якого знімання соняшникової олії

Показники	Величина показників в оптимальному варіанті	
	по Скипіну	по отриманим даними
Оптимальні параметри процесу:		
- вологість м'ятки, %	10 – 12	10 – 13
- температура, °С	50 – 70	20
- час, хв	20	15
Середній вихід олії, % від олійності	50,0 – 76,8	52,7 – 75,4

Зіставлення даних показало, що температура експозиції зволоженої сировини може бути суттєво знижена, що сприяє збереженню нативних властивостей олії.

Оптимальними параметрами для отримання соняшникової олії за методом Скіпіна є: вологість – 10 – 13 %, температура 20 °С, час експозиції – 15 хвилин.

3.2 Отримання соняшникової олії, збагаченої каротиноїдами

3.2.1 Вплив вологості та температури на вихід олії та каротиноїдів зі змішаної сировини

Вплив даних параметрів вивчали за допомогою змішаної сировини: ядро соняшнику, як олійний компонент, плюс томатна шкірка, як вітамінний компонент (вміст каротиноїдів 0,763 мг/г).

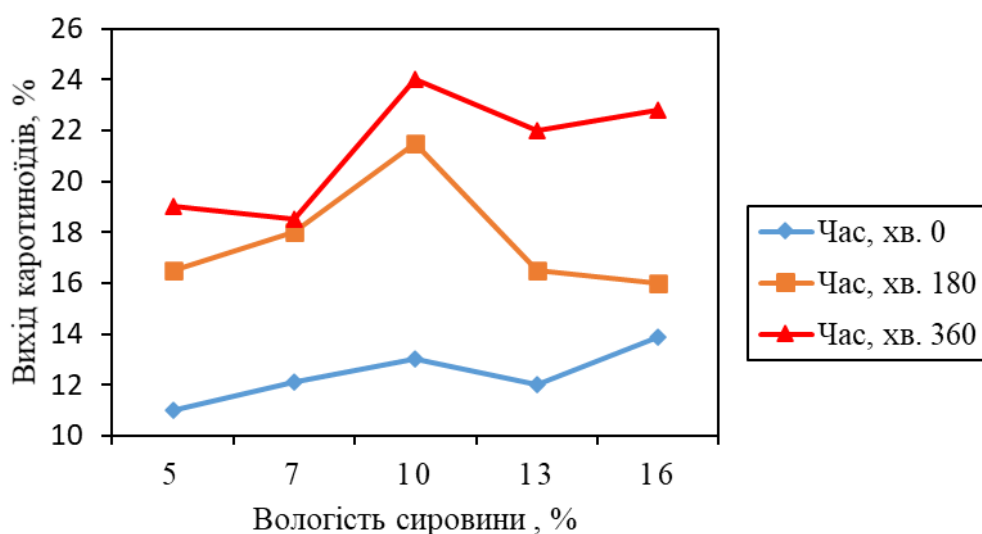
Співвідношення компонентів сировини 20:1. Компоненти з'єднували, перемішували, додавали воду до досягнення заданої вологості (у межах від 5 до 16 %). Температуру варіювали в межах 20 – 60 °С, час експозиції – 10 – 360 хвилин. Інтервал температур розширено з урахуванням впливу температури на дифузію каротиноїдів в олію. Розрахунок необхідної кількості води проводили з обліком вологості сировини.

При визначенні впливу вологості зволожену сировину витримували в термостаті при температурі 60 °С протягом 6 годин. Відбирали проби сировини для визначення виходу олії та каротиноїдів у початковий момент, через 3 та 6 годин.

Результати експерименту представлені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Вплив вологості сировини на вихід олії і каротиноїдів

Показник	Вологість, %	Час експозиції, хв		
		10	180	360
Вихід олії, % від олійності	5	48,9	33,7	26,4
	7	58,4	47,6	33,8
	10	64,6	71,2	71,0
	13	58,8	67,8	65,0
	16	62,5	65,0	63,2
Вихід каротиноїдів, %	5	11,3	17,1	19,0
	7	12,3	18,2	18,6
	10	14,8	21,7	23,6
	13	12,4	18,0	21,5
	16	13,3	16,4	22,8

Рисунок 3.1 – Вплив вологості на вихід каротиноїдів з змішаної сировини, при $T=60\text{ }^{\circ}\text{C}$

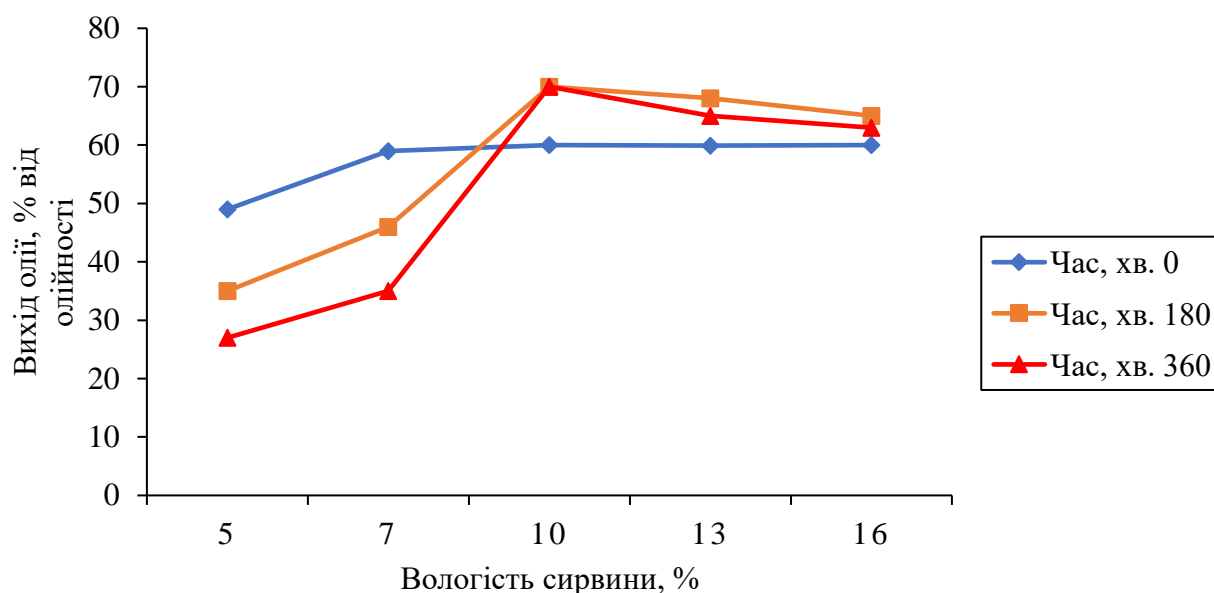


Рисунок 3.2 – Вплив вологості на вихід олії зі змішаної сировини, при $T = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$.

З отриманих даних видно, що максимальний вихід каротиноїдів досягається при вологості сировини 10 % та експозиції 3 – 6 годин, олії – при вологості 10 – 13 % і експозиції 3 години.

В результаті, як оптимальний, обраний варіант експозиції 3 години при вологості 10 – 13 %, що забезпечує максимальну величину обох основних показників.

Абсолютна величина досягнутого виходу олії відповідає відомим літературним даними і може вважатися задовільною. Вихід каротиноїдів до 23 % недостатній, і потрібна оптимізація процесу для збільшення цього показника.

Вплив температури на вихід олії та каротиноїдів на сировину того ж складу вивчали при вологості 13 %. Температура варіювалася від $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Результати представлені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Вплив температури на вихід олії і каротиноїдів зі змішаної сировини.

Час експозиції, хв.	Вихід олії, % від олійності при температурі, °С				Вихід каротиноїдів, % при температурі, °С			
	20	40	50	60	20	40	50	60
10	62,9	58,5	64,1	54,6	14,3	12,1	10,7	3,7
60	66,2	62,3	67,1	54,2	16,0	13,5	16,2	8,3
120	63,0	64,1	64,9	55,0	16,1	15,4	20,7	10,6
180	60,3	61,7	64,3	55,7	17,6	17,8	20,1	11,5
240	65,3	56,6	64,6	52,3	21,7	20,1	22,5	11,9
300	58,6	61,0	62,6	52,7	19,2	21,6	28,0	13,9

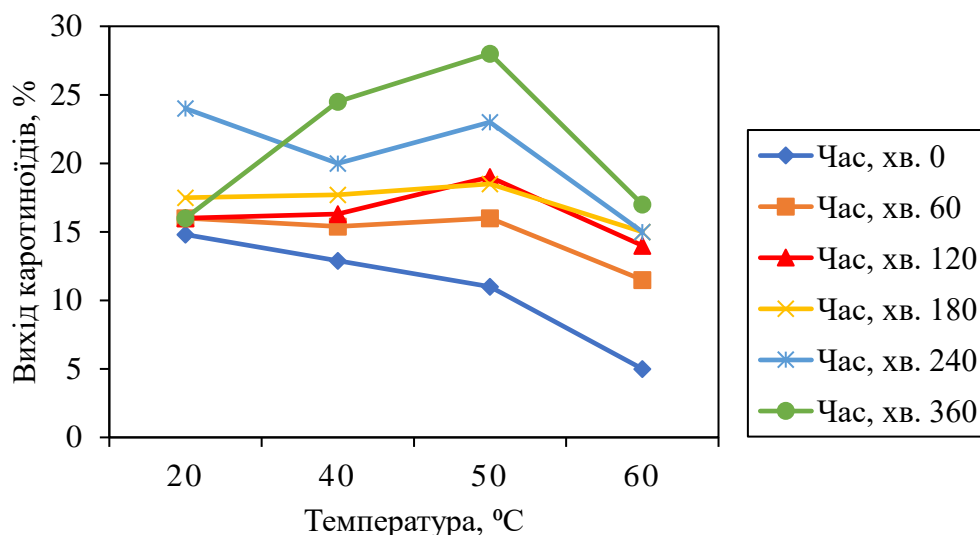


Рисунок 3.3 – Вплив температури на вихід каротиноїдів зі змішаної сировини, при вологості 13 %.

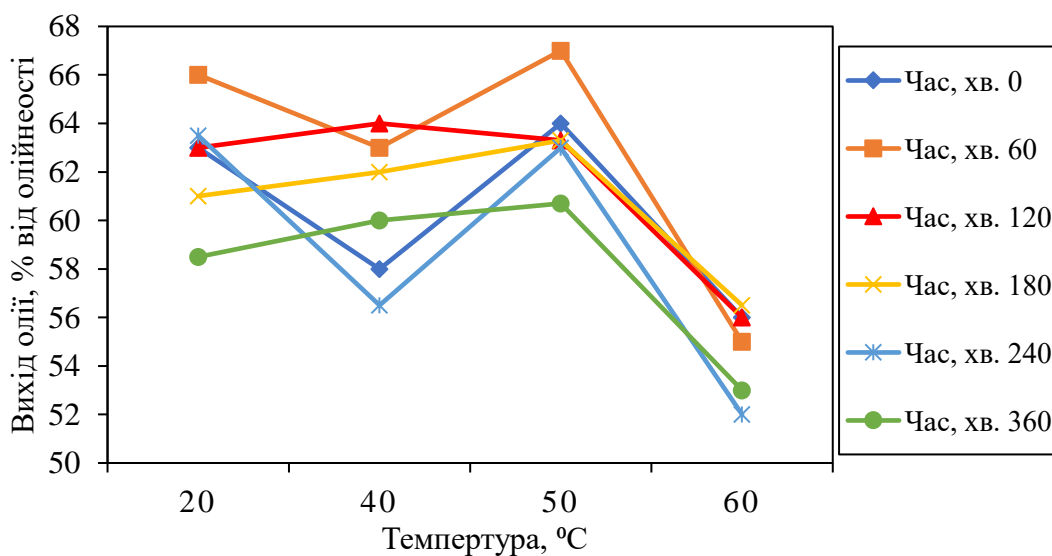


Рисунок 3.4 – Вплив температури на вихід олії зі змішаної сировини, при вологості 13 %.

З експериментальних даних видно, що максимальний вихід каротиноїдів досягається при температурі 50 °C і експозиції 3 – 5 годин. Максимальний вихід олії спостерігається при температурі 20 і 50 °C і експозиції 1 година. Оптимальні

параметри для отримання соняшникової олії, збагаченої каротиноїдами, є: вологість – 10 %, тривалість експозиції – 3 години при температурі 50 °С.

3.3 Вплив попередньої обробки каротиномісної сировини на вихід каротиноїдів при отриманні вітамінізованого соняшникової олії

Досліджували вплив попередньої обробки сировини, що містить каротин (КВС) – ягід шипшини, горобини, жома обліпихи, шкірки томатів – на вихід каротиноїдів при отриманні вітамінізованої соняшникової олії методом м'якого знімання.

3.3.1 Вплив попередньої обробки КВС препаратом целовіридин Г20Х на вихід каротиноїдів

У якості КВС (каротиномісна сировина) були обрані томатна шкірка, жом обліпихи. Целловіридин, крім целюлазної, має високу ксиланазну, манназну, 1,3-1,4-глюканазну активність. Найбільш істотна ксиланазна активність, яка в поєднанні з целюлазною забезпечує глибокий гідроліз структурних стінок [46]. Концентрація розчину ферменту 10 мг/мл. Гідроліз проводили при температурі 50 °С час експозиції 3 години. Розподіл фаз гідролізу здійснювали центрифугуванням 1 хв. при 4000 об/хв. Рідку фазу зливали, осад промивали спиртом та висушували. при 60 °С протягом 24 годин. Висушений продукт використовували як КВС.

Олію отримували методом м'якого знімання. Співвідношення ядро соняшнику:КВС = 20:1, вологість сировини – 10 %, температура 50 °С, час експозиції 6 годин.

Вихід каротиноїдів, % від вмісту в КВС і вихід олії % від олійності, представлені в таблиці 3.7. Попередня ферментація КВС препаратом целовіридином не дала позитивний ефект, що може бути пояснено міцною сорбцією каротиноїдів, звільнених при ферментації полісахаридного комплексу, на лігнін ферментованої сировини.

Таблиця 3.7 – Вихід каротиноїдів і олії з сировини обробленого целовіридин Г20Х

Вид КВС	Час експозиції, хв.	Вихід каротиноїдів, %		Вихід олії,% від олійності	
		Оброблена сировина	Необроблена сировина	Оброблена сировина	Необроблена сировина
Шкірка томатів	10	3,8	9,8	64,0	56,6
	180	8,1	18,5	51,9	61,2
	360	9,4	20,3	41,2	68,3
Жом обліпихи	10	23,1	38,5	34,6	47,6
	180	38,1	47,6	32,9	45,5
	360	25,1	36,2	16,1	25,3

3.3.2 Вплив попередньої обробки етанолом на ступінь вилучення каротиноїдів з КВС

Вибір етанолу для попередньої обробки КВС визначався тим, що етанол є гарним проміжним екстрагентом каротину, підвищуючи ефективність його вилучення. Етанол добре проникає в сировину, але відносно слабо розчиняє каротин. В системі соняшникова олія:етанол коефіцієнт розподілу концентрації каротину (K_p складає: при концентрації етанолу 97,5 % – 122; 93,4 % – 251; 89,6 % – 366). Висока величина K_p , при хорошій змочуваності сировини етанолом, дозволяє використовувати його для «перекачування» каротиноїдів з КВС в олію у складі змішаної сировини. Доцільно проводити попередню обробку етанолом КВС, оскільки під час обробки змішаної сировини проникнення етанолу в КВС ускладнюється і ефективність процедури знижується.

КВС піддавали попередній обробці спиртом у різному співвідношенні КВС:спирт (1:0, 1:1, 1:2, 1:3, 1:4). Суміш КВС та спирту витримували на водяній бані протягом 20 хвилин при температурі 80 °С. Оброблену КВС змішували з соняшковим ядром, попередньо зволуженим (вологість 10 % від суми сухих речовин соняшнику і КВС) і витриманому при температурі 20 °С протягом 20 хвилин.

Сировину екстрагували при температурі 50 °С протягом 3 годин.

Вихід каротиноїдів з КВС в залежності від концентрації спирту представлено у таблиці 3.8.

З експериментальних даних видно, що для обліпихового жому дана попередня обробка виявилася неефективною.

Таблиця 3.8 – Вихід каротиноїдів з попередньо обробленого жому обліпихи

Час, хв	Співвідношення сировина: етанол				
	1:0	1:1	1:2	1:3	1 :4
10	33,2	30,5	33,6	34,3	41,1
30	44,6	32,0	43,1	42,5	44,0
60	47,6	37,2	45,7	40,5	42,0
90	49,5	34,4	38,2	44,9	44,6
120	47,0	38,4	46,0	44,9	42,4
150	39,9	43,8	41,7	37,3	41,5
180	41,5	41,0	33,1	37,9	40,9

Визначили вихід каротиноїдів з різних видів КВС при $T=50$ °С, часу експозиції 10 і 180 хвилин, співвідношення КВС:спирт = 1:0, 1:4. Результати представлені в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Вихід каротиноїдів з попередньо обробленої КВС, % до вмісту в сировині

Сировина	Час експозиції, хв			
	10	10	180	180
	Співвідношення сировина:спирт			
	1:0	1:4	1:0	1:4
Шипшина	25,2	38,3	23,7	39,0
Горобина	17,8	41,3	20,6	44,4
Обліпиха (жом)	33,2	41,1	41,5	40,9

Вихід каротиноїдів при отриманні олії з змішаної сировини збільшується у 1,65; 2,16 рази відповідно для шипшини та горобини. Максимальний вихід каротиноїдів склав 62,7 % до їх вмісту в сировині.

Експозиція обліпихового жому з етанолом не дає позитивного ефекту. Вихід каротиноїдів з обробленого і необробленого обліпихового жому складає 40,9 і 41,5 %, відповідно.

Така різка відмінність виходу каротиноїдів з різних видів КВС пов'язана із співвідношенням пектину: клітковини: білка у кожному виді сировини (табл.3.10).

Таблиця 3.10 – Склад деяких видів КВС, % до сухої речовини [2]

Вид сировини	Пектин	Клітковина	Білок	Співвідношення пектин: клітковина: білок
Шипшина	4,62	10,88	4,35	1,1:2,5:1
Обліпиха (жом)	1,60	18,40	3,65	1:11,5:2,3
Горобина	2,08	немає даних	0,75	2,8:1
Томати (шкірка)	6,80	15,30	11,40	1:2,3:1,7

Враховуючи співвідношення збільшення виходу каротиноїдів після експозиції КВС спиртом, а також склад КВС, можна припустити: найбільше каротиноутримуючу здатність при олійній або спирт-масляній екстракції має лігнін і клітковина, найменшу – пектин, білок займає проміжну позицію.

З усього вищесказаного можна зробити припущення, що для КВС з високою часткою пектину і білка доцільна попередня обробка спиртом. Для КВС з високим вмістом клітковини обробка спиртом недоцільна.

Підсумовуючи все вищевикладене, як оптимальні параметри для отримання соняшникової олії, збагаченої каротиноїдами, можна запропонувати наступне: вологість змішаної сировини – 10 %, співвідношення КВС:спирт = 1:4, тривалість екстракції 20 хвилин при температурі кипіння екстрагенту, тривалість експозиції змішаної сировини – 180 хвилин при температурі 50 °С.

3.4 Напрацювання зразків олії та дослідження їх стабільності

Для дослідження стабільності олій м'якого знімання були напрацьовані зразки олії з ядра соняшнику і його сумішей з ягодами горобини і жомом обліпихи.

Ягоди горобини попередньо обробляли етанолом в оптимальному варіанті (тривалість обробки 20 хвилин при температурі 80 °С і співвідношенні сировина:етанол 1:4), жом обліпихи попередньо не обробляли.

Соняшникову олію виділяли з м'ятки, зволоженої до 12 % і витриманої протягом 15 хвилин.

Соняшникова горобинова олія. Соняшкову м'ятку, зволожену до 10 %, витримували при $T=20$ °С протягом 20 хвилин. Сировину змішували, співвідношення ядра соняшнику до ягід горобини – 20:1 в перерахунку на сухі речовини. Суміш витримували протягом 10 хвилин при температурі 50 °С. Соняшкову олію обліпихи виділяли з суміші соняшкової м'ятки (вологість її становила 10 %) та жома обліпихи (співвідношення компонентів 20:1). Суміш витримували при температурі 50 °С протягом 1,5 годин.

Після м'якого віджиму олію піддавали фільтрації, вінтаризації і повторній фільтрації. Отримані зразки були прозорі. Для соняшкової олії характерний світло-жовтий колір, вологість 0,1%. Вітамінізовані олії мали помаранчеве забарвлення, вологість олій обліпихової, горобинової – 0,1 %.

Зразки зберігали за температури 0 °С у холодильнику. Періодично проводилося визначення вмісту каротиноїдів і токоферолів, кислотного числа, перекисного числа.

Результати аналізу представлені в таблицях 3.11, 3.12 , 3.13, 3.14.

Таблиця 3.11 – Стабільність каротиноїдів в оліях при зберіганні

Час зберігання, діб	Вид сировини					
	Соняшник		Соняшник+обліпиха		Соняшник+горобина	
	мг%	%	мг%	%	мг%	%
3	0,504	100	8,42	100	21,4	100
54	0,504	100	8,40	99,7	21,0	98,1
110	0,504	100	8,01	95,1	21,27	99,4
139	0,474	94.1	7,73	91,8	19,35	90,4
187	0,343	68.0	6,19	73,5	16,84	78,7

Таблиця 3.12 – Стабільність токоферолів в оліях при зберіганні

Час зберігання, діб	Вид сировини					
	Соняшник		Соняшник+обліпиха		Соняшник+горобина	
	мг%	%	мг%	%	мг%	%
3	101	100	122	100	153	100
103	101	100	122,0	100	153	100
147	101	100	116,02	95,1	152,08	99,4
187	95,04	94,1	112	91,8	138,31	90,4

Таблиця 3.13 – Кислотне число олій при зберіганні

Вид сировини	Тривалість зберігання, діб				
	3	32	61	122	180
Соняшникова	0,77	0,82	1,06	1,97	1,69
Соняшник+обліпиха	0,98	1,04	0,93	1,44	1,85
Соняшник+горобина	0,73	1,02	0,91	0,99	1,23

Таблиця 3.14 – Перекисне число олій при зберіганні

Вид сировини	Тривалість зберігання, діб				
	3	32	61	136	192
Соняшникова	4,1	4,0	1,3	1,04	1,44
Соняшник+обліпиха	1,7	3,5	4,7	4,7	1,72
Соняшник+горобина	1,4	0,7	2,6	4,0	23,93

З наведених результатів можна зробити висновок, що при зберіганні зразків протягом півроку кислотне число залишається низьким, не перевищує 2 мг КОН/р. Найнижчі значення кислотного числа спостерігаються до двох місяців зберігання, при цьому кислотне число складає 0,9 – 1,06 мг КОН/р.

Перекисне число залишається низьким у всіх зразках при зберіганні більше чотирьох місяців і складає не більше 4,7 ммоль/кг.

Цікава динаміка зміни перекисного числа в соняшниковій олії. У процесі зберігання перекисне число після двох місяців знижується, тоді як у оліях, збагачених каротиноїдами, відбувається суттєве збільшення перекисного числа. В олії, що містить каротиноїди обліпихи, перекисне число залишається в допустимих

рамках (нижче 5), тоді як в соняшниково-горобинової олії на сьомому місяці зберігання перекисне число підвищується до 24 ммоль/кг.

Різде збільшення перекисного числа пояснюється тим, що каротиноїди в високих концентраціях можуть служити промоторами окиснення. Це призводить до поступового накопичення продуктів перекисного окислення, які каталізують процес.

Вміст токоферолів практично не змінився впродовж 6 місяців. А до шести місяців зниження вмісту токоферолів склало не більше 10 %.

Каротиноїди менш стабільні, ніж токофероли. Після чотирьох місяців зберігання зниження вмісту каротиноїдів складає від 20 % до 30 %.

У цілому напрацьовані зразки олій можна вважати достатньо стабільними. При зберіганні протягом стандартного для вітчизняних олій терміну – 4 місяця, не відбувається суттєвих змін якісних показників.

3.5 Технологічна схема отримання соняшникової олії, збагаченої каротиноїдами

На підставі проведених досліджень пропонується наступна технологічна схема отримання вітамінізованої соняшникової олії. Технологічна схема отримання соняшникової олії, збагаченої каротиноїдами, методом м'якого знімання приведена на рисунку 3.5.

3.6 Опис технологічного процесу соняшникової олії, збагаченої каротиноїдами

3.6.1 Зволоження і експозиція соняшникової м'ятки, отримання

Для отримання соняшникової олії з високим вмістом каротиноїдів використовують насіння соняшнику з олійністю не менше 55 % і вологістю трохи більше 8 %. Насіння соняшника повинне мати колір і запах, властиві нормальним насінням соняшнику (без затхлого, пліснявого та стороннього запаху).

Подрібнене очищене ядро соняшника завантажують в форпресу, вводять розрахункову кількість води, необхідну для досягнення вологості змішаної сировини 10 %. Експозицію сировини проводять протягом 20 хвилин, при постійному перемішуванні, температура експозиції 20 °С.

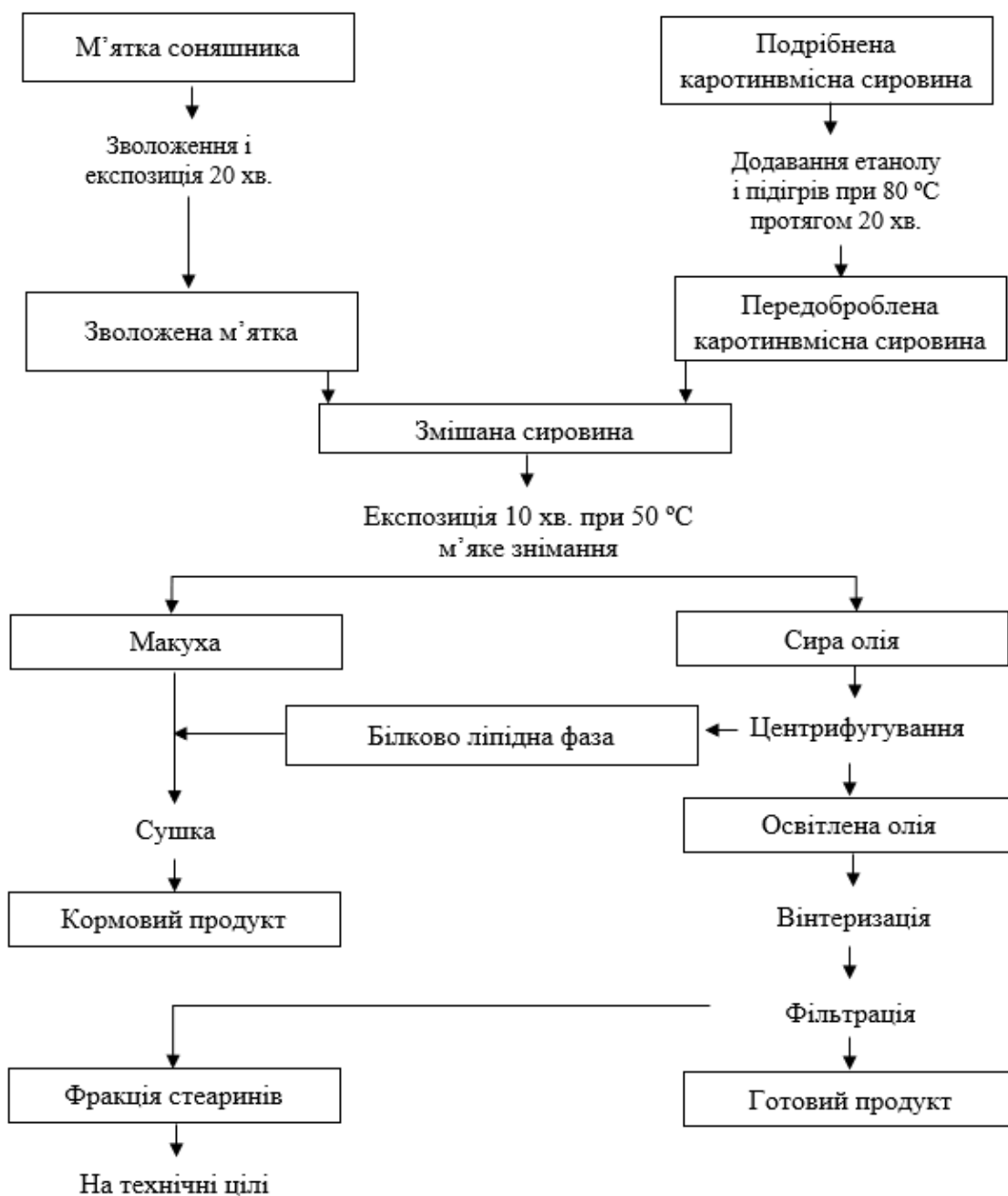


Рисунок 3.5 – Технологічна схема отримання соняшникової олії, збагаченої каротиноїдами методом м'якого знімання

3.6.2 Спиртова обробка КВС

Подрібнену КВС завантажують в реактор і вводять в неї з мірника етиловий спирт. Кількість спирту – 4 л/кг КВС. Екстракцію проводять при постійному перемішуванні, при температурі 75 – 80 °С протягом 20 хвилин. Тепловий режим процесу екстракції підтримують циркуляцією гарячої води в сорочці реактора.

Кількість КВС розраховують, виходячи зі вмісту в ній каротину і величини коефіцієнта переходу каротиноїдів до олії. Розрахунок проводять за формулою:

$$M_{KCC} = \frac{(M_{сон} \cdot M \cdot C_m)}{(C_k \cdot K_{пер} \cdot 100)}, \quad (3.1)$$

де $M_{сон}$ – маса соняшнику, кг;

M_{KCC} – маса КВС;

M – олійність соняшнику, %;

C_m – очікуваний вміст каротиноїдів в олії, мг/г;

C_k – вміст каротиноїдів в КВС, мг/г;

$K_{пер}$ – коефіцієнт переходу каротиноїдів в олію.

Величину $K_{пер}$ визначають в лабораторному досліді. Дослід проводять згідно пункту 3.3, співвідношення олійне сировина: КВС = 20:1. У зразку олії визначають вміст каротиноїдів за ГОСТ 30417-96. Проводять розрахунок $K_{пер}$ по формулі:

$$K_{пер} = \frac{(M_{сон} \cdot M \cdot C_m)}{(C_k \cdot M_{KCC} \cdot 100)}, \quad (3.2)$$

3.6.3 Змішання компонентів сировини, експозиція сировини

Після з'єднання компонентів сировини у розрахунковому співвідношенні суміш при постійному перемішуванні нагрівають до 50 °С протягом 10 хвилин. Тепловий режим процесу екстракції підтримують циркуляцією гарячої води в сорочці форпресу. Перевищення заданою температури неприпустимо, так як наводить до значного зниження виходу каротиноїдів і олії.

3.6.4 Пресування олії

Олію отримують пресуванням змішаної сировини. Олія представляє собою в'язку рідину із зваженими у ній частинками. Кількість суспензії не має перевищувати 5 % від маси сирої олії. Вихід сирої олії складає не менше 70 % від олійності сировини.

3.6.5 Очищення олії

Для видалення зважених частинок сиру олію сепарують на центрифугі. Для видалення фракції стеринів олію охолоджують до $T = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$, час експозиції 4 – 10 годин, відділення стеринів відбувається на нутч-фільтрі.

Освітлена фільтрацією олія представляє готовий продукт і надходить на фасування.

Вихід готової олії складає не менше 60 % від олійності сировини, вміст каротиноїдів в олії складає не менше 20 мг/100г.

3.6.6 Матеріальний баланс

Матеріальний баланс виробництва вітамінізованої соняшникової олії складений на підставі лабораторних досліджень (таблиця 3.15). Використані результати дослідів, у яких витрата спирту становить 4 л/кг КВС, вологість змішаної сировини 10 %.

Таблиця 3.15 – Матеріальний баланс виробництва вітамінізованої соняшникового олії.

Вихід олії:

Стадія технологічного процесу	Продукт	Надійшло на обробку продукту		
		Кількість, кг/л	Олійність, %	Загальна кількість олії, кг
Підготовка сировини	Ядро соняшнику	100	55,0	55,0
	КВС	5	35,0	1,75
	Вода	6	-	-
	Етанол	20	-	-
Виділення і очищення олії	Суміш сировини і матеріалів	131	-	56,75
	Готова олія	-	-	-
Стадія технологічного процесу	Продукт	Отримано після обробки		
		Кількість, кг	Олійність, %	Загальна кількість олії, кг
Підготовка сировини	Ядро соняшнику	131		56,75
	КВС (горобина)			
	Вода			
	Етанол			
Виділення і очищення олії	Суміш сировини і матеріалів	-	-	-
	Готова олія	34,05	100,0	34,05
Стадії технологічного процесу	Продукт	Втрати основного продукту	Вихід продукту, %	
			за стадіями виробництва	за відношенню до вихідному
Підготовка сировини	Ядро соняшнику	-	100	100
	КВС(горобина)			
	Вода			
	Етанол			
Виділення і очищення олії	Суміш сировини і матеріалів	-	-	-
	Готове масло	22,7	60	60

3.7 Апаратурна схема виробництва

Запропонована технологічна схема виробництва може бути реалізована на технологічній лінії, представлений на рисунку 3.6.

У реактор 1 завантажують розмелену КВС. Реактор забезпечений сорочкою і перемішуючим пристроєм. У реактор вносять відповідну кількість етанолу з мірника 2, встановлюють в апаратів задану температуру з допомогою гарячої води, що подається в сорочку апарату, проводять спиртову екстракцію при постійному перемішуванні.

Подрібнене очищене ядро соняшнику поміщають у форпрес 3, забезпечений сорочкою і перемішуючим пристроєм. У апарат вводять необхідну кількість води. Експозицію соняшнику проводять при постійному слабкому перемішуванні.

За закінчення експозиції КВС, її з'єднують зі зволоженою м'яткою соняшнику. Змішану сировину, при постійному перемішуванні, нагрівають у форпресі гарячою водою, що надходить у сорочку апарату. Після закінчення часу експозиції, виробляють віджим олії.

Сира олія надходить до збірника 5, а макуха в бункер 4. Сиру олію сепарують на центрифугі 6 з метою відділення зважених частинок. Освітлене масло надходить в збірник 7 і далі в холодильник 8, де відбувається виморожування стеринів.

Охолоджена олія, що містить зважену фракцію стеринів, надходить на нутчфільтр 9, з якого очищений продукт надходить у збірник 1 і далі на розфасовку.

Макуха і білково-ліпідний продукт з центрифуги використовується в якості кормів.

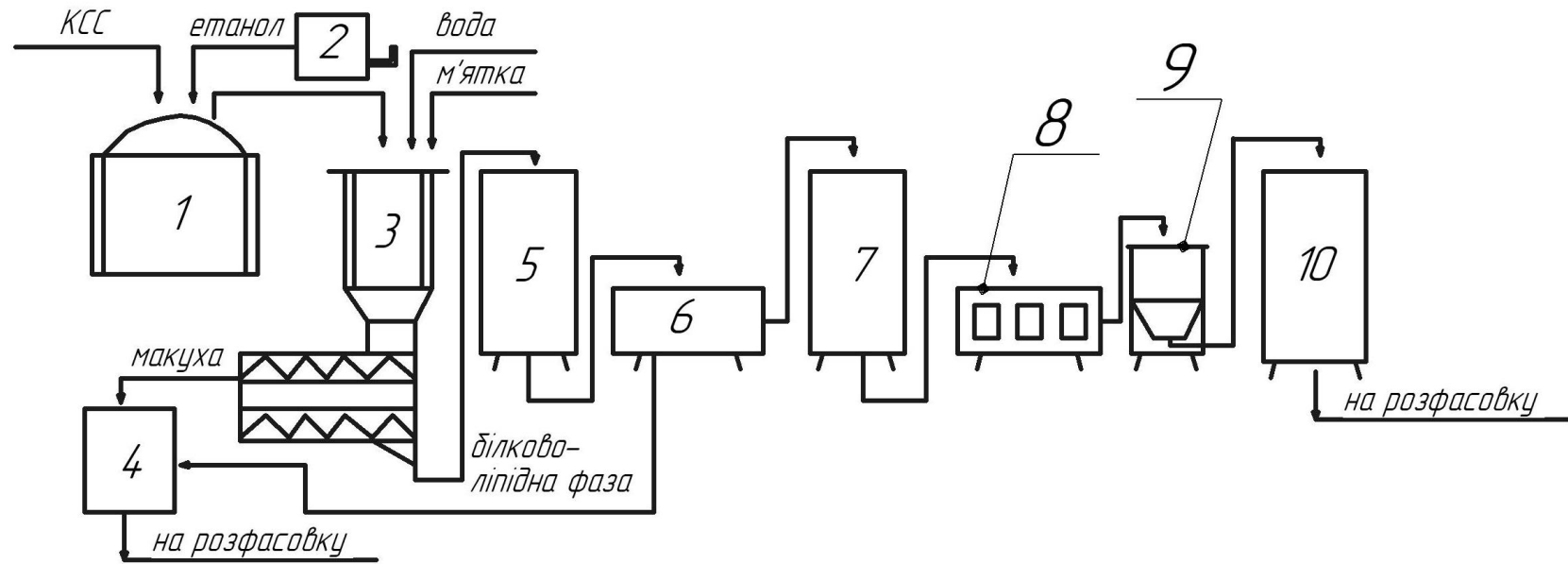


Рисунок 3.6 – Апаратурно-технологічна схема отримання вітамінізованої соняшникової олії за методом м'якого знімання

3.8 Переробка відходів виробництва

У процесі виробництва соняшникової олії з високим вмістом каротиноїдів утворюються наступні вторинні продукти: макуха після пресування олії зі змішаної сировини, білково-ліпідна фракція після фільтрації сирої олії, фракція стеаринів.

Макуха після пресування олії зі змішаної сировини утворюється в кількості від 59 до 63 кг/100 кг вихідної сировини. Макуху з залишковою олійністю 15 – 25 % можна рекомендувати для годування сільськогосподарських тварин.

Білково-ліпідна фракція (БЛФ) утворюється після фільтрації сирої олії в кількості 1,8 – 2 кг/100кг вихідної сировини. БЛФ має високу поживну цінність. Містить білки, жири, вітаміни, фосфоліпіди. БЛФ може бути приєднана до макухи.

Фракція стеаринів, отримана після виморожування олії, може бути використана при виробництві косметичних виробів.

На підставі проведених досліджень розроблений регламент на отримання вітамінізованої соняшникової олії.

3.8.1 Одержання спиртових та масляних розчинів токоферолів з соняшникової макухи

Як вже було зазначено вище, соняшникова олія має достатньо низьку концентрацію токоферолів (54,6 – 70,0 мг/100г), порівняно з олією з пшеничних зародків (100 – 750 мг/100г). Проте встановлено, що ядро соняшнику має досить високий вміст токоферолів (11 – 20 мг/г сировини), тоді як пшеничні зародки 4,4 – 7,1 мг/г сировини. При пресуванні велика частина токоферолів залишається в макусі, в силу високої сорбційної здатності білку. Збагачення макухи токоферолами в 3 рази і більше (у залежності від режиму виділення), дозволяє використовувати макуху як сировину для отримання спиртових екстрактів токоферолів з подальшим переводом їх у олію. Для оцінки можливості використання макухи як токоферолвмісної сировини визначили стабільність токоферолів в процесі її зберігання.

Висновки за розділом

Експериментально встановлені оптимальні параметри отримання рослинної олії зі змішаної сировини (Співвідношення соняшникове ядро:КВС = 20:1, вологість сировини 10 %, температура 50 °С, тривалість експозиції 3 години). Попередня обробка КВС етанолом, у співвідношенні 1:4, дозволяє знизити час експозиції змішаної сировини до 15 хвилин, збільшити вихід каротиноїдів в олію в 3 рази. Максимальний вихід каротиноїдів складає до 63 %, вихід олії – 71 %.

Напрацьовані зразки вітамінізованої соняшnikової олії з змішаної рослинної сировини стабільні при зберіганні протягом 4 місяців і відповідають вимогам ДСТУ.

Запропоновано спосіб збагачення соняшnikової олії комплексами рослинних токоферолів. Спосіб включає дві стадії: отримання спиртового екстракту токоферолів з макухи соняшнику і перехід токоферолів в олію шляхом емульгування їх до вмісту не менше 200 мг/100 г.

Визначено оптимальні параметри екстракції токоферолів з макухи соняшнику: співвідношення сировина:етанол – 1:3, концентрація етанолу 80 %, час експозиції 30 хвилин.

Напрацьовані спиртові та олійні розчини токоферолів стабільні при зберіганні протягом 4 місяців.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Організація охорони праці при виробництві рослинної олії

Зважаючи на конкретні особливості виробництва рослинної олії з можна виокремити декілька основних положень, на які варто звернути увагу при організації охорони праці під час їх виробництва.

Безпека при обробці сировини.

Рослинні олії можуть бути пожежонебезпечними. «Працівники повинні дотримуватися правил безпеки при роботі з цими речовинами та використовувати відповідне обладнання для їхньої обробки» [54].

Стабільність температурних умов. Виробництво олії включає процеси термічної обробки. «Необхідно дотримуватися точних температурних режимів для забезпечення стабільної якості продукції» [54].

Запобігання забрудненню продукції та суворі стандарти безпеки харчових продуктів. Врахування ризиків забруднення, таких як метали, пестициди чи бактерії, вимагає дотримання високих стандартів та системи контролю за якістю сировини.

Охорона праці під час фасування та ефективного використання упаковки. Процес упаковки повинен враховувати не лише естетичні аспекти, але й забезпечувати збереження якості продукції та безпеку для споживачів.

Стандарти гігієни та спеціальні вимоги до санітарії. Врахування особливостей обробки харчових продуктів при встановленні стандартів забезпечить високий рівень гігієни виробничого процесу.

Взаємодія із засобами індивідуального захисту (захист від алергенів та ароматизаторів). Оскільки деякі працівники можуть бути чутливі до ароматизаторів чи інших добавок, важливо надавати адекватне індивідуальне захисне обладнання.

Також «для організації процесу охорони праці на підприємстві доцільно впроваджувати різні агітаційні та інструктивні матеріали з питань охорони праці»

[54]. Тому для підвищення обізнаності працівників цеху з виробництва рослинних олій було розроблено пам'ятку з охорони праці (рис. 4.1).

<p>1. Аналіз небезпек! оцінка можливих небезпек та визначення заходів щодо їхнього усунення чи мінімізації</p>	<p>2. Впровадження стандартів безпеки правила роботи з обладнанням, використання захисного спорядження.</p>
<p>3. Навчання та підготовка тренінги та інструктажі з питань охорони праці проводяться для всіх працівників <i>1 раз на 6 місяців</i>.</p>	<p>4. Медичні обстеження та огляди регулярні медичні обстеження, консультації та огляди проводяться для всіх працівників <i>1 раз на 12-15 місяців</i>.</p>
<p>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.</p>	<p>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>.</p>
<p>7. Комунікації з службою ОП та профспілкою на підприємстві розташовується анонімна скринька для подання скарг або пропозицій щодо покращення умов праці.</p>	<p>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.</p>
<p>9. Аварійні ситуації</p> <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; <ul style="list-style-type: none"> • евакуація за планами евакуації. 	

Рисунок 4.1 – Пам'ятка з охорони праці для працівників цеху з виробництва рослинних олій

Контроль якості процесу виробництва та лабораторні випробування на ароматичні речовини. «Оскільки ароматичні речовини можуть впливати на безпеку продукції, лабораторні випробування повинні включати аналіз їх вмісту та безпекові характеристики» [54].

Регуляторні вимоги та стандарти безпеки для харчових добавок. Оскільки рослинні олії можуть містити різні добавки, важливо вивчати та дотримуватися встановлених стандартів безпеки для цих речовин. Вплив ароматизаторів та добавок може бути доволі серйозним. Захист від можливих алергенів має бути на високому рівні. «Розробка та використання ароматизаторів повинні враховувати можливі ризики для працівників із застосуванням заходів безпеки та контролю за вмістом алергенів» [54].

Права працівників. Забезпечення справедливих умов праці та дотримання етичних стандартів є важливим аспектом охорони праці у виробництві рослинних олій.

Урахування цих конкретних аспектів допоможе створити ефективну систему охорони праці, яка враховує специфіку виробництва харчових рослинних олій.

4.2 Управління відходами при виробництві рослинних олій

Заходи з охорони земельних ресурсів, атмосферного повітря та водного басейну в контексті планування виробництва рослинних олій включають в себе заходи щодо екологічного збереження. «Сьогодні існує значна кількість закликів до раціонального використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки для населення. Для забезпечення сталого розвитку України, її регіонів та кожного населеного пункту важливо дотримуватися цих факторів» [55].

«На кожному підприємстві проводиться регулювання викидів найбільш поширених і небезпечних забруднюючих речовин з метою забезпечення екологічної безпеки та запобігання негативному впливу атмосферного повітря на здоров'я людей та природне середовище» [55].

Державне управління з охорони навколишнього природного середовища видає підприємству дозвіл на викиди забруднюючих речовин в атмосферу на підставі належно підготовлених матеріалів, дотримуючись всіх визначених стандартів та правил.

«Флотація – це технологічний процес, при якому стічні води насичуються малими бульбашками повітря діаметром 40 – 80 мікронів» [55]. Ця операція призначена для відокремлення жирних речовин у формі суспензії чи емульсії від стічних вод. Процес забезпечує підвищення плавучості інших, важких речовин, які не можна відділити за допомогою сили тяжіння.

«Насичення води повітрям відбувається під підвищеним тиском у спеціальній камері. При опусканні до нормального тиску утворюється маса повітряних бульбашок» [55]. Ці бульбашки, піднімаючись, затримують масляні частинки, а потім, спливаючи, утворюють плівку, на поверхні якої збирається олія. Шляхом використання спеціальної лопатки зібрана олія відокремлюється і збирається у збірнику.

«Стічні води піддаються нейтралізації в реакторі NaOH – 30 % за допомогою дозуючого пристрою, для досягнення ідеального рівня рН на рівні 7,5 для подальшої біологічної обробки» [55]. Далі, стічні води проходять біологічну обробку, збираються в буферному баці, і перекачуються в систему Duo UNITANK.

Використання безвідходної технології виробництва. «Зменшення викидів та відходів є ключовим елементом в забезпеченні екологічно чистого виробництва» [83]. Застосування технологій, які мінімізують утворення відходів, важливо для збереження навколишнього середовища.

Ретельне очищення повітря, що викидається в атмосферу. Процес флотації та інші заходи з очищення повітря вказують на важливість контролю за викидами забруднюючих речовин. «Це сприяє зниженню негативного впливу на атмосферу та здоров'я людей» [55].

Збирання і очищення промислових стоків. Ефективне управління промисловими стоками є необхідною умовою для підтримання чистих водних ресурсів та збереження водних екосистем.

Нехтування правильним та ретельним очищенням повітря та іншими природоохоронними заходами може призвести до серйозних наслідків, не тільки для конкретного підприємства, але і для країни в цілому. Захист довкілля та

впровадження сталого виробництва є важливими аспектами для збереження природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки.

Висновки за розділом

В результаті аналізу стану охорони праці при виробництві рослинних олій можна виокремити декілька основних положень, на які варто звернути увагу при організації: обробки сировини та безпека роботи з нею, стабільність температурних умов. Під час виробництва рослинних олій потрібно запобігати забрудненню продукції та дотримуватись суворих стандартів безпеки харчових продуктів, стандартів гігієни та спеціальних вимог до санітарії, використовувати засоби індивідуального захисту та виконувати права працівників.

Також для підвищення обізнаності працівників цеху з виробництва рослинних олій було розроблено пам'ятку з охорони праці.

Встановлено, що запобігання шкідливим викидам та забрудненню навколишнього середовища є невід'ємною частиною виробництва. Досягнення цієї мети можливе завдяки реалізації наступних природоохоронних заходів: використання безвідходної технології виробництва, ретельне очищення повітря, що викидається в атмосферу, збирання і очищення промислових стоків.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Організація проведення досліджень

План проведення дослідження з обґрунтування процесу виробництва рослинних олій функціонального призначення наведено в табл.5.1.

Таблиця 5.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт $i-j$	Найменування робіт	Тривалість робіт t_{ij} , (дні)
1-2	Вибір теми наукового 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 жирнокислотний склад вихідних рослинних олій.	10
6-7	Визначення оптимальних складових добавок рослинних олій.	10
7-8	Розробка рецептури рослинних олій функціонального призначення.	10
8-9	Дослідження стабільності пробіотичних мікроорганізмів у складі рослинних олій.	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

Відповідно до плану проведення дослідження було побудовано «сітвовий графік (рис.5.1) – графічна модель комплексу робіт, у якій точно до деталей визначається логічний взаємозв'язок між ними» [56].

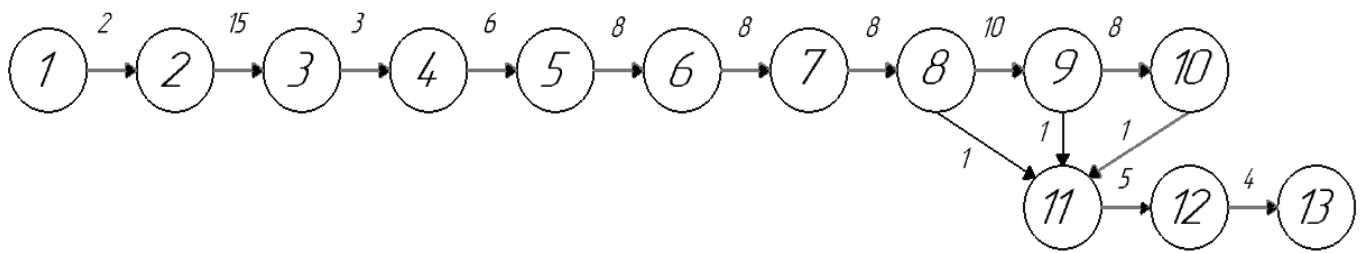


Рисунок 5.1 – Сітьовий графік проведення дослідження

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.

5.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

Розраховуємо витрати на основні матеріали (5.1):

$$M = \sum m_i \cdot C_i, \quad (5.1)$$

де m_i – кількість витраченого i -го матеріалу;

C_i – ціна одиниці i -го матеріалу, грн.

Результати розрахунків зводяться в табл.5.4.

Таблиця 5.2 – Необхідна кількість матеріалів та їх вартість

Найменування матеріалу, одиниці	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Сума, грн
Шкірка томатів, кг	4	38,00	152,00
Обліпиха, кг	2	260,00	520,00
Горобина, л	4	30,00	120,00
Шипшина, кг	3	50,00	150,00
Всього			944,00

Розрахунки заробітної плати зводяться в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – 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 складають:

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

Затрати на витрачену електроенергію визначаються по формулі (5.2):

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a , \quad (5.2)$$

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.).

$$E_{ел.ліч} = 2,0 \cdot 0,9 \cdot 16 \cdot 2,64 = 76,03 \text{ грн};$$

$$E_{емульг} = 3,0 \cdot 0,9 \cdot 24 \cdot 2,64 = 171,1 \text{ грн};$$

$$E_{холод} = 2,2 \cdot 0,9 \cdot 20 \cdot 2,64 = 104,54 \text{ грн};$$

$$E_{ваг} = 0,8 \cdot 5 \cdot 3 \cdot 2,64 = 31,68 \text{ грн};$$

$$E_{заг} = E_{ел.ліч} + E_{емульг} + E_{холод} + E_{ваг} = 76,08 + 171,10 + 104,54 + 31,68 = 383,40 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизацію обладнання, яке використовується в процесі проведення досліджень, розраховуються за допомогою формули (5.3):

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 365}, \quad (5.3)$$

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.

$$A_{ел.ліч} = \frac{2800 \cdot 20 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 1,53 \text{ грн};$$

$$A_{емульг} = \frac{30000 \cdot 20 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 16,44 \text{ грн};$$

$$A_{холод} = \frac{18000 \cdot 20 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 9,86 \text{ грн};$$

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

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведено в табл.5.4.

Таблиця 5.4 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Час роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Електропіч	2800	20	1	1,53
Прес	30000	20	1	16,44
Холодильник	18000	20	1	9,86
Ваги лабораторні	4000	12,5	1	1,37
Всього				29,20

Накладні витрати розраховуємо за виразом:

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

Результати розрахунку всіх витрат на проведення наукового дипломного дослідження зводимо в табл.5.5.

Таблиця 5.5 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн
Основні матеріали	3940,27
Заробітна плата	1050,00
Нарахування на заробітну плату	231,00
Електроенергія	383,40
Амортизація	29,20
Накладні витрати	840,00
Всього	6473,87

Найбільшими витратами є витрати на основні матеріали, які складають 60,8 % від загальної суми витрат. Найменші витрати були пов'язані з амортизацією використаного обладнання, і склали 0,5 % від загальної суми витрат.

5.3 Розрахунок ціни дослідження

Ціна досліджень розраховується з виразу:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (5.4)$$

де $Ц$ – ціна дослідження, грн.;

C – витрати на дослідження, грн.;

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

Таким чином:

$$Ц = 6473,87 + \frac{30 \cdot 6473,87}{100} = 8416,03 \text{ грн.}$$

Отже, вартість проведеного дослідження становить 8416,03 грн.

Висновки за розділом

Найбільшими статтями витрат під час проведення даного дослідження є витрати на основні матеріали, які складають 60,8 % від загальної суми витрат. Найменші витрати під час проведення дослідження були пов'язані з амортизацією використаного обладнання, і склали 0,5 % від загальної суми витрат. Загальна ціна досліджень складає 8416,03 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Науково обґрунтований і розроблений спосіб отримання соняшникової олії, збагаченої комплексами рослинних каротиноїдів, шляхом введення в сировину перед пресуванням каротинвмісних рослинних компонентів.

Експериментально встановлені оптимальні параметри отримання рослинної олії зі змішаної сировини (Співвідношення соняшникове ядро:КВС = 20:1, вологість сировини 10 %, температура 50 °С, тривалість експозиції 3 години). Попередня обробка КВС етанолом, у співвідношенні 1:4, дозволяє знизити час експозиції змішаної сировини до 15 хвилин, збільшити вихід каротиноїдів в олію в 3 рази. Максимальний вихід каротиноїдів складає до 63 %, вихід олії – 71 %.

Напрацьовані зразки вітамінізованої соняшникової олії з змішаної рослинної сировини стабільні при зберіганні протягом 4 місяців і відповідають вимогам ДСТУ.

Запропоновано спосіб збагачення соняшникової олії комплексами рослинних токоферолів. Спосіб включає дві стадії: отримання спиртового екстракту токоферолів з макухи соняшнику і перехід токоферолів в олію шляхом емульгування їх до вмісту не менше 200 мг/100 г.

Визначено оптимальні параметри екстракції токоферолів з макухи соняшнику: співвідношення сировина:етанол – 1:3, концентрація етанолу 80 %, час експозиції 30 хвилин.

Напрацьовані спиртові та олійні розчини токоферолів стабільні при зберіганні протягом 4 місяців.

Найбільшими статтями витрат під час проведення даного дослідження є витрати на основні матеріали, які складають 60,8 % від загальної суми витрат. Найменші витрати під час проведення дослідження були пов'язані з амортизацією використаного обладнання, і склали 0,5 % від загальної суми витрат. Загальна ціна досліджень складає 8416,03 грн.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Akseer, N., Mehta, S., Wigle, J. et al. (2020). Non-communicable diseases among adolescents: current status, determinants, interventions and policies. *BMC Public Health*, 20:1908. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-09988-5>
2. Bennett JE, Stevens GA, Mathers CD, Bonita R, Rehm J, Kruk ME, et al (2018). NCD countdown 2030: worldwide trends in non-communicable disease mortality and progress towards sustainable development goal target 3.4. *Lancet*.392(10152): 1072-1088. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31992-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31992-5)
3. Смоляр В.І. Формула раціонального харчування. Проблеми харчування, 2013, (1), 5-9.
4. Diet, nutrition, and the prevention of chronic diseases. World Health Organization technical report series, 797 [Internet]. Geneva: World Health Organization; 1990; 203 p.
5. Башта А.О. Дослідження особливостей харчування студентської молоді і рівня її усвідомлення факторів ризику хронічних неінфекційних захворювань / А. О. Башта, Н. О. Стеценко, С. А. Бажай-Жежерун // Наукові праці НУХТ. 2023. Том 29, №4. С. 148-161.
6. Evrim Çelebi, Cemal Gündoğdu, Aysel Kızılkaya. Determination of Healthy Lifestyle Behaviors of High School Students. *Universal J. Educational*, 2017, 5(8). 1279-1287.
7. Григоренко О.М. Еволюція теорії та концепції харчування людини. Вісник Донецького національного університету економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського, 2011, 1(49), 205-217.
8. Даниленко Г.М., Лєтяго Г.В., Водолажський, М.Л., Авдієвська О.Г., Савельєва Л.М. Особливості харчування студентської молоді як важливого компонента здоров'язберігаючої поведінки. *Молодий вчений*, 2018, 8(2), 293-297.
9. Yakuimenko, I., Tsybulin, O., Shapovalov, Ye. (2019). Healthy lifestyle behaviors among university students in Ukraine. *Довкілля та здоров'я*, 1, 41-45.

10. Кривич І.П., Чумак Ю.Ю., Гусєва Г.М.. Сучасний стан здоров'я населення України. Довкілля та здоров'я, 2021, 3(100), 4-12.
11. Криничко Л.Р. Оцінка сучасного стану здоров'я населення України. Економіка, управління та адміністрування, 2020, 4(94), 142–149.
12. Nishida C, Uauy R, Kumanyika S, Shetty P. The Joint WHO/FAO Expert Consultation on diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: process, product and policy implications. Public Health Nutrition [Internet]. 2004 Feb;7(1a):245-50. doi: <https://doi.org/10.1079/phn2003592>
13. Rao P, Rodriguez RL, Shoemaker SP. Addressing the sugar, salt, and fat issue the science of food way. npj Science of Food [Internet]. 2018 Jul 16;2(1). doi: <https://doi.org/10.1038/s41538-018-0020-x>
14. Кураченко Н. М. Трансгенні жири / Н. М. Кураченко, Є. Б. Грубник // Хімічні аспекти екології : зб. матеріалів VIII міжфакультетської наук.-пізнав. конф. викл. та студ. кафедри хімії екол. ф-ту ЖНАЕУ, 18 листоп. 2015 р. Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2015. С. 19–21.
15. Дорохович, А. М. Жири, які доцільно використовувати в борошняних кондитерських виробках для дітей, що хворіють на целиакію та цукровий діабет. Хлібопекарська та кондитерська справа. 2009. № 3. С. 10.
16. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційний інжиніринг в окремих галузях харчового виробництва. Дніпро: ФОП Обдимко О.С., 2022. 407 с.
17. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційні методи визначення показників якості зерна: Навчальний посібник. Дніпро: ДДАЕУ, 2023. 325 с.
18. Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційна технологія дезінфекції технологічного обладнання харчових виробництв. The 5th International scientific and practical conference “Prospects of modern science and education” (February 07 – 10, 2023) Stockholm, Sweden. International Science Group. 2023. P. 609-612. <https://doi.org/10.46299/ISG.2023.1.5>

19. Kovalova O., Pivovarov O., & Koshulko, V. Effect of plasma-chemically activated aqueous solutions on the process of disinfection of food production equipment. *Food Science and Technology*. 2022. 16 (3). P. 61-70. DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v16i3.2392>

20. Kovaliova, O., Vasylieva, N., Stankevych, S., Zabrodina, I., Mandych, O., Hontar, T., Haliasnyi, I., Kotliar, O., Yanchyk, O., Bogatov, O. (2023). Development of a technology for the production of germinated flaxseed using plasma-chemically activated aqueous solutions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (11 (124)), 6–19. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.284810>

21. Kovalova, O., Vasylieva, N., Stankevych, S., Zabrodina, I., Haliasnyi, I., Gontar, T., Kotliar, O., Gavrish, T., Gill, M., Karatieieva, O. (2023). Determining the effect of plasmochemically activated aqueous solutions on the bioactivation process of sea buckthorn seeds. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (11 (122)), 99–111. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.275548>

22. Pivovarov O., Kovalova O., Koshulko V., Aleksandrova A. Study of use of antiseptic ice of plasma-chemically activated aqueous solutions for the storage of food raw materials // *Food science and technology*. 2021. Vol. 15, Issue 4. P. 95-105. DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v15i4.2260>

23. Kovaliova O., Pivovarov O., Koshulko V. Study of hydrothermal treatment of dried malt with plasmochemically activated aqueous solutions // *Food science and technology*. 2020. Vol. 14, Issue 3. P. 113-121 DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v14i3.1799>

24. Kovaliova O., Tchursinov Y., Kalyna V., Khromenko T., Kunitsia E. Investigation of the intensive technology of food sprouts using organic acids // «EUREKA: Life Sciences». *Food Science and Technology*. 2020. Number 2. P. 45-53. DOI: <http://dx.doi.org/10.21303/2504-5695.2020.001204>

25. Pivovarov O.A., Kovaleva O.S., Chursinov J.O. Prevention of biofouling of industrial reverse water supply systems by plasma water treatment // 3rd International Scientific and Technical Internet Conference “Innovative development of resource-

saving technologies and sustainable use of natural resources”. Book of Abstracts. - Petroșani, Romania: UNIVERSITAS Publishing, 2020. P. 50-52.

26. Півоваров О.А., Ковальова О.С. Сучасні методи інтенсифікації солододорощення: монографія. Дніпро: ДВНЗ УДХТУ, 2020. 242 с.

27. Півоваров О.А., Ковальова О.С. Пророщування зернового матеріалу з використанням розчинів, активованих під дією контактної нерівноважної плазми. Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. 2011. № 2. С. 86-90.

28. Луценко М.В., Кузнецова О.В., Мельников К.А., Ковалева Е.С. Выделение L- α -лецитина из фосфатидного концентрата подсолнечного масла. Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. 2008. № 2. С. 27-30.

29. Чурсінов Ю. О., Ковальова О. С., Головня Н. В. Дослідження впливу соку зелених рослин на процеси пророщування зерна. Таврійського державного агротехнологічного університету: наукове фахове видання / ТДАТУ; гол. ред. д.т.н., проф. В. М. Кюрчев. - Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 21, т. 1. С. 209-216. DOI: <https://10.31388/2078-0877-2021-21-1-209-216>

30. Ковальова О.С. Особливості консервування харчової сировини з використанням плазмохімічно активованих водних розчинів. The 13th International scientific and practical conference “Implementation of modern technologies in science” (December 20 - 23, 2022) Varna, Bulgaria. International Science Group. 2022. С.516-526. <https://doi.org/10.46299/ISG.2022.2.1Yildiz>, F. Advances in food biochemistry. CRC: Press Taylor & Francis Group 2010, 507.

31. Fats and fatty acids in human nutrition. Report of an expert consultation. FAO foods and nutrition paper 91 (2008). Retrived from: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/nutrition/docs/requirements/fatsandfattacidsreport.pdf

32. Демидов, І.М., Тимченко, В.К. (2004) Споживчі властивості харчових жирових продуктів: навч. посіб. Харків: НТУ «ХПІ», 2004, 195.

33. Chow, C. K. Fatty acids in foods and their health implications. [3rd ed.], Boca Raton: CRC Press, 2008, 1281.
34. Гладкий, Ф. Ф., Тимченко, В. К., Демидов, І. М. Технологія модифікованих жирів: навч. посіб. Харків: НТУ «ХПІ», 2014, 214.
35. Очколяс, О., Лебська, Т. Стан і перспективи розвитку ринку вершкового масла в Україні. Продовольча індустрія АПК, 2016, (4), 3-7.
36. Молочна трансформація: промвиробники молока витісняють з ринку фермерів (електронний ресурс) – Режим доступу: <http://agravery.com/uk/posts/show/molocna-transformacia-promvirobniki-molokavitisnaut-z-rinku-fe>.
37. Керанчук Т.Л. Сучасні проблеми розвитку молочного бізнесу в Україні. Глобальні та національні проблеми економіки. 2015. №4. С. 408-413.
38. Державний комітет статистики України. Офіційний сайт (електронний ресурс). – Режим доступу :<http://www.ukrstat.gov.ua>
39. Рашевська Т. О. Вершкове масло "Пектинове" функціонального призначення. Молочна промисловість. 2015. № 7 (22). С. 34-36.
40. Дуранова, Т. А. Формування ринку олійно-жирової продукції в Україні. Вісник соціально-економічних досліджень 3 (2011): 67-72.
41. Названо ТОП-6 українських виробників маргаринової продукції. Електронний ресурс. – URL: <https://agravery.com/uk/posts/show/nazvano-top-6-ukrainskih-virobnikiv-margarinovoї-produkcii>
42. Завгородня В.М. Нові напрямки в створенні функціональних жирових продуктів. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького 10.2-3 (37) (2008): 50-54.
43. Загарія, Г. М., Бігун П.П. "Якість спредів при використанні антиоксидантів." Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. Гжицького 16, № 2 (4) (2014): 65-71.
44. Стеценко, Н. Технологія спреду з додаванням олії розторопші та харчових волокон / Н. Стеценко, М. Супрун // Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека: матеріали Міжнародної науково-

практичної конференції, 14-15 листопада 2018 р., м. Київ. К. : НУХТ, 2018. С. 57-59.

45. Tkachenko, N. A., O. A. Kurenkova, and A. Y. Kasyanova. Спреди з синбіотичними властивостями—нові продукти олійно-жирової галузі. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies* 17.1 (2015): 116-127.

46. Вінніченко, І. Розробка технології спредів підвищеної біологічної цінності / І. Вінніченко, Є. Шеманська, В. Манк // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : програма і матеріали 80-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 10–11 квітня 2014 р. Київ : НУХТ, 2014. Ч. 1. С. 541–542.

47. D'Silva I (2011) Recombinant molecules for a healthy society. *Int J Health, Welln Soc* 1 (2), 219-226.

48. Lacroix C and Yildirim S (2007) Fermentation technologies for the production of probiotics with high viability and functionality. *Curr Opin Biotechnol* 18, 176-183.

49. De Vuyst L and Leroy F (2007) Bacteriocins from lactic acid bacteria: production, purification and food applications. *J Mol Microbiol Biotechnol* 13, 194- 199.

50. Rohde CL, Bartolini V, Jones N (2009) The use of probiotics in the prevention and treatment of antibiotic associated diarrhea with special interest in *Clostridium difficile*-associated diarrhea. *Nutr Clin Pract* 24, 33–40.

51. Ouwehand AC (2007) Antiallergic effect of probiotics. *J Nutr* 137, 794-797.

52. Sanders ME, Akkermans LM, Haller D, Hammerman C, Heimbach J, Hörmannspurger G, Huys G, Levy DD, Lutgendorff F, Mack D, Phothirath P, Solano-Aguilar G and Vaughan E (2010) Safety assessment of probiotics for human use. *Gut Microbes* 1, 164-185.

53. Інноваційні технології харчових виробництв: монографія. Берник І.М., Новгородська Н.В., Соломон А.М., Овсієнко С.М., Бондар М.М. Вінниця: Видавець ФОП Кушнір Ю.В. 2022. 300 с.

54. Дідух, Н. А. Наукові основи розробки технологій молочних продуктів функціонального призначення : автореф. дис. ... д-ра техн. наук: спец. 05.18.16 "Технологія продуктів харчування" / Дідух Наталія Андріївна; наук. консультант О. П. Чагаровський ; Одес. нац. акад. харч. технологій. Одеса : ОНАХТ, 2008. 37 с.

55. Одарченко М.С. Основи охорони праці: підручник. Х.: СтильИздат, 2017. 334 с.

56. Нікітченко О. Ю. Конспект лекцій з дисципліни "Промислова екологія" (для студентів 3 курсу денної форми навчання за напрямом підготовки 6.170202 "Охорона праці"). Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. Х.: ХНАМГ, 2013. 164 с.

57. 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.