

**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 олії із  
насіння чорнушки дамаської**

**Виконала:** здобувачка вищої освіти 2 курсу,  
групи МгХТ-1-21  
освітньо-професійної програми «Харчові технології»  
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

\_\_\_\_\_ Марина БУЦА

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Наталія СОБА

**Рецензент:** \_\_\_\_\_ Катерина ВЕДМЕДСВА

Дніпро 2022

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

Ступінь вищої освіти: «Магістр»

Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

В.о. завідувача кафедри  
технології зберігання і переробки  
сільськогосподарської продукції,  
кандидат технічних наук, доцент

 Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«18» жовтня 2022 р.

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

Буці Марині Олександрівні

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва олії із насіння чорнушки дамаської».

Керівник роботи: Сова Наталія Анатоліївна, кандидатка технічних наук, доцентка, затверджені наказом закладу вищої освіти від «18» жовтня 2022 року № 3009.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи: 06 грудня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи: 1) Літературні джерела та періодичні видання. 2) Наукова та науково-технічна документація, що стосується виробництва рослинних олій. 3) Патенти та авторські свідоцтва.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1) Огляд літературних джерел. 2) Характеристика сировини та методологія експериментальних досліджень. 3) Експериментальна частина. 4) Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 5) Організаційно-економічна частина. Загальні висновки та пропозиції. Список використаних джерел. Додатки.

## 5. Перелік демонстраційного матеріалу

1) Мета, об'єкт та предмет досліджень. 2) Основні задачі кваліфікаційної роботи. 3) Аналіз вітчизняного асортименту олій із насіння малопоширених олійних культур. 4) Показники складу та якості насіння чорнушки дамаської вітчизняної селекції. 5) Вплив температури пресування на вихід та якість олії з насіння чорнушки дамаської. 6) Зовнішній вигляд дослідних зразків чорнушкової олії, вилученої при різних температурах. 7) Жирнокислотний склад вилученої олії. 8) Показники складу макухи. 9) Структурна схема виробництва олії із насіння чорнушки дамаської. 10) Кошторис витрат на проведення досліджень. 11) Загальні висновки та пропозиції.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 4	доцентка СОВА Наталія	 18.10.2022	 06.12.2022
5	доцент ДЕРКАЧ Олексій	 18.10.2022	 06.12.2022
6	доцентка ПАВЛЕНКО Олена	 18.10.2022	 06.12.2022

7. Дата видачі завдання 18 жовтня 2022 року.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	18.10-20.10.22	виконано
2	Огляд літературних джерел	20.10-27.10.22	виконано
3	Характеристика сировини та методологія експериментальних досліджень	27.10-31.10.22	виконано
4	Експериментальна частина	01.11-09.11.22	виконано
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	09.11-16.11.22	виконано
6	Організаційно-економічна частина	16.11-23.11.22	виконано
7	Загальні висновки та пропозиції, список використаних джерел	23.11-28.11.22	виконано
8	Підготовка демонстраційного матеріалу	28.11-05.12.22	виконано

Здобувачка вищої освіти

  
(підпис)

Марина БУЦА

Керівниця роботи

  
(підпис)

Наталія СОВА

## РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування технології виробництва олії із насіння чорнушки дамаської».

**Кваліфікаційна робота магістра:** 75 сторінок друкованого тексту, 23 рисунки та ілюстрацій, 20 таблиць, 3 додатки, 75 літературних джерел.

**Об'єкт дослідження** – технологія виробництва біологічно цінної олії з насіння чорнушки дамаської.

**Метою роботи** є визначення впливу параметрів пресування, а саме температури, на вихід і якісні показники чорнушкової олії, яка характеризується вмістом біологічно цінних елементів, для інтенсифікації даного процесу та розширення асортименту ліпідної продукції оздоровчого призначення.

**Методи дослідження.** Дослідні зразки олії вилучали із насіння чорнушки дамаської методом пресування на шнековому пресі Oil Extractor OP-600 M у навчальній лабораторії з харчових технологій ДДАЕУ. Склад насіння чорнушки та макухи, кислотне та пероксидне число олії визначали за стандартними методиками в лабораторіях Науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК ДДАЕУ. Жирнокислотний склад олії визначали методом газорідинної хроматографії в лабораторії Інституту олійних культур.

*На сьогодні все більшу увагу вітчизняні оператори ринку і споживачі звертають увагу на нетрадиційні види олії, позиціонуючи її як біологічно цінну. І для цього є всі підстави. Сучасний асортимент олій з насіння малопоширених олійних культур доволі широкий. Можна зустріти на полицях магазинів лляну, конопляну, гірчичну, кунжутну, амарантову, сафлорову олію та інші. Але питання вилучення біологічно цінної олії із насіння малопоширених культур є актуальним на сьогодні. Адже необхідність збереження нативних властивостей олії, яка міститься в насіння малопоширених олійних культур є важливим завданням вітчизняних виробників. Нашу увагу привернуло насіння чорнушки дамаської саме вітчизняної селекції.*

*У кваліфікаційній роботі наведено асортиментний аналіз олії з насіння малопоширених олійних культур вітчизняних операторів ринку. Вилучено дослідні зразки олії при різних значеннях температури пресування насіння чорнушки дамаської (90–130 °С). Досліджено склад насіння чорнушки дамаської сорту «Запорізька зоря». Вивчено вплив параметрів пресування, а саме температури, на вихід нефільтрованої та фільтрованої олії, температуру олії на виході з пресу, тривалість пресування матеріалу, а також на органолептичні показники якості, кислотне та пероксидне число вилученої олії. Розроблено структурну схему виробництва олії із насіння чорнушки дамаської методом холодного пресування.*

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** НАСІННЯ ЧОРНУШКИ ДАМАСЬКОЇ, ОЛІЯ, ХОЛОДНЕ ПРЕСУВАННЯ, ТЕМПЕРАТУРА ПРЕСУВАННЯ, ВИХІД ОЛІЇ, КИСЛОТНЕ ЧИСЛО, ПЕРОКСИДНЕ ЧИСЛО, ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД.

ВСТУП.....	6
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	7
1.1 Характеристика олії з насіння малопоширених олійних культур...	7
1.1.1 Сафлорова олія.....	7
1.1.2 Рижієва олія.....	11
1.1.3 Ляна олія.....	14
1.1.4 Чорнушкова олія.....	16
1.2 Способи підвищення виходу та покращення якості рослинних олій.....	20
Висновки за розділом.....	22
2 ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	23
2.1 Об'єкт та предмет дослідження .....	23
2.2 Матеріали і прилади, що використано в кваліфікаційній роботі.....	23
2.3 Методика вилучення дослідних зразків чорнушкової олії.....	25
2.4 Методика визначення показників якості дослідних зразків.....	27
Висновки за розділом.....	28
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА .....	29
3.1 Постановка задачі дослідження та обґрунтування доцільності виробництва чорнушкової олії.....	29
3.2 Асортиментний аналіз олій з насіння малопоширених олійних культур.....	32
3.3 Вивчення складу насіння чорнушки дамаської вітчизняної селекції.....	36
3.4 Дослідження впливу температури пресування на вихід та якість чорнушкової олії.....	39
3.4.1 Вивчення впливу температури пресування на вихід готової продукції.....	39

3.4.2 Вивчення впливу температури пресування на органолептичні показники дослідних зразків олії.....	42
3.4.3 Визначення впливу температури пресування на значення кислотного та пероксидного числа дослідних зразків олії.....	43
3.5 Дослідження складу макухи, одержаної після вилучення олії з насіння чорнушки дамаської .....	44
3.6 Структурна схема виробництва олії з насіння чорнушки дамаської вітчизняної селекції.....	46
Висновки за розділом.....	47
<b>4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ</b>	<b>50</b>
4.1 Організація та аналіз стану охорони праці в навчальній лабораторії з харчових технологій .....	50
4.2 Аналіз виробничого травматизму .....	52
4.3 Заходи з поліпшення стану охорони праці .....	52
Висновки за розділом.....	54
<b>5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....</b>	<b>55</b>
5.1 Організація проведення дослідження.....	55
5.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження кваліфікаційної роботи .....	58
5.3 Розрахунок вартості дослідження .....	61
Висновки за розділом .....	62
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ .....</b>	<b>63</b>
<b>БІБЛІОГРАФІЯ .....</b>	<b>67</b>
<b>ДОДАТКИ .....</b>	<b>76</b>

## ВСТУП

Наявність доступної харчової продукції у достатній кількості і саме головне високої якості є викликом для сучасності внаслідок обмеженості ресурсів. Розвиток сучасної харчової промисловості сприяє підвищенню попиту на олії різноманітного походження та якості. Чим багатший і різноманітніший асортимент харчових продуктів, тим більш різноманітною повинна бути сировинна база їхнього виробництва. Сучасні натуральні олії не повністю задовольняють вимоги харчового виробництва. У зв'язку з цим оператори ринку звертають увагу на збільшення обсягів вирощування малопоширених олійних культур (льону, гірчиці, сафлору, ріжю, конопель) різноманітних сортів та гібридів. Також увагу звертають на відходи від харчових виробництв, наприклад, виноградні, томатні кісточки, зародки пшениці, кукурудзи тощо. Однак поглиблена переробка насіння малопоширених олійних культур різних сортів і гібридів містить ряд проблем, пов'язаних із попередньою підготовкою насіння; виробництвом олії високої якості, борошна із макухи або шроту, білкових концентратів; їх подальшим зберіганням зі збереженням цінних вітамінів і поживних речовин; використанням відходів від переробки насіння.

Актуальною проблемою при вилученні олії із насіння малопоширених олійних культур є дотримання температурних режимів при пресуванні, адже через конструктивні параметри шнекового пресу, насіння під час пресування починає перегріватись і такий процес вже не можна позиціонувати як холодне пресування, як наслідок олія втрачає свою цінність.

Виходячи з вищесказаного, тема кваліфікаційної роботи є актуальною, тому що перспективним є вивчення впливу параметрів пресування на вихід і якість олії. Серед насіння малопоширених олійних культур нашу увагу привернула чорнушка дамаська. Відсутність інформації щодо складу насіння чорнушки вітчизняної селекції спонукала нас до вивчення даного питання.



## 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

### 1.1 Характеристика олії з насіння малопоширених олійних культур

#### 1.1.1 Сафлорова олія

Сафлор красильний (рис. 1.1) – це багатоцільова культура, яка має багато сфер застосування: квіти на зріз, на корм тваринам, виробництво барвників, виробництво лікарських препаратів. Однак основним призначенням все ж залишається виробництво харчової олії [1, 2].



Рисунок 1.1 – Сафлор красильний

Загалом уміст олії у насінні сафлору може досягати 50 %. Сафлорова олія не має запаху та кольору і за складом подібна до соняшникової олії [3]. Насіння сафлору албанських сортів містить приблизно 30–40 % олії, 15–20 % білка і 35–45 % оболонки. Білки з насіння цього сафлору мають хороші поживні якості [4]. Насіння сафлору єгипетських та ефіопських сортів має вологість 5,24–6,23 %, вміст білків 14,7–16,21 %, сирової клітковини – 21,34–22,55 %, загальний вміст жирів – 32,47–35,12 %, зольність – 3,45–4,21 %. Найбільшою за кількістю амінокислотою є аргінін (3,94–5,28 г/100 г) [5]. Насіння сафлору вітчизняного сорту «Легідний» вирізнялося тим, що його вологість становила 5,4–8,0 %, а олійність – 37,0–40,6 % [6].



Сафлорову олію (рис. 1.2) вважають більш якісною, ніж олії інших олійних культур, оскільки вона містить більшу кількість олеїнової та лінолевої кислот. Її перевагою є низька собівартість виробництва, оскільки немає потреби в специфічному обладнанні. Сафлорову олію можна виробляти на підприємствах, що займаються виробництвом соняшникової олії. Тому сафлорова олія може стати альтернативним варіантом для тих, хто не може дозволити собі купувати оливкову та інші функціональні олії [2]. Слід зазначити, що олію, яку отримують з цілого насіння, використовують як технічну, оскільки вона має гіркуватий присмак [7].



Рисунок 1.5 – Сафлорова олія

Попова Н.В. зазначає: «Поживна (харчова) цінність сафлорової олії на 100 г: жири – 99,9 г; насичені жирні кислоти  $8\div 10$  г; поліненасичені жирні кислоти  $79\div 81$  г; мононенасичені жирні кислоти  $10\div 13$  г, вільні жирні кислоти –  $< 1,5$  % (олеїнові кислоти); вода –  $< 0,1$  г. Енергетична цінність –  $880\div 920$  ккал;  $3680\div 3720$  кДж» [8].

У сафлоровій олії виявлено три види токоферолів. Загальний вміст токоферолів у сафлоровій олії у середньому становить від 1,36 до 56,96 мг/100 г олії. Зазвичай переважаючим видом є  $\alpha$ -токоферол (понад 94 %). Різна кількість  $\alpha$ -токоферолу,  $\beta$ -токоферолу та  $\gamma$ -токоферолу коливається від 46,05 до 70,93 мг/100 г, 0,85–2,16 мг/100 г [3, 9, 10, 11, 12].

Загальний вміст стеролів у сафлоровій олії коливається від 5 до 12 %. Переважаючою формою був  $\beta$ -ситостерол (понад 36 %), високі рівні були також зафіксовані для авенастеролу (19,6 %), а також було ідентифіковано кемпстерол та стегмастерол [3, 9].

Серед каротиноїдів переважав зеаксантин (понад 37 %).  $\beta$ -каротин міститься у кількості 12,6 мг/л. Загальна кількість міnorних ліпофільних сполук, таких як токохроманолі, каротиноїди та стерини у сафлоровій олії становлять 58,2, 0,5 та 274 мг/100 г олії [9, 11].

Мироненко Л.С. з колегами зазначили, що: «Вітамінний склад сафлорової олії такий: вітамін А – 2,3 м.о. в 1 г, вітамін Е – 32,2 мг%» [11]. Інші складові, такі як фосфоліпіди (0,4–0,6 %), вільні жирні кислоти (1–2 %) та неомилювані речовини (0,6 %) присутні в незначних кількостях [3].

У таблиці 1.1 зазначено вміст основних жирних кислот у сафлоровій олії з насіння різних регіонів.

Таблиця 1.1 – Жирнокислотний склад сафлорової олії різних регіонів

Найменування кислоти	Вміст в олії з насіння сафлору, % по відношенню до загального вмісту жирних кислот					
	Україна [6, 9]	Аргентина [13]	Єгипет [3]	Індія [14]	Македонія [15]	Туреччина [16]
Пальмітинова	7,2–7,6	5,0	6,03–6,66	6,02	4,0±1,8	6,76±0,62
Лінолева	72,9–74,4	13,0	74,6–78,24	76,22		76,92±4,13
Олеїнова	11,6–15,1	78,0	11,22–14,19	13,75		12,31±2,25
Стеаринова	2,0–2,2	2,0	2,01–2,61	2,37	2,5±1,5	2,5±0,38
trsОлеїнова	4,3					
Ліноленова	0,4		0,07–0,08			
Арахінова	0,2					
Бегенова	0,4		0,24–0,25	0,23		
Міристинова				0,11	0,5±0,2	0,25±0,03

Лауринова, ліноленова, міристинова, пальмітолеїнова, лігноцерінова, селохолева, маргарінова, арахідонова, ейкозенова, бегенова міститься в сафлоровій олії до 0,1 %. [3, 6]

Окиснювальна стабільність сафлорової олії, яка не піддавалася рафінації, є доволі низькою. Це пояснюється тим, що сафлорова олія має у своєму складі незначну кількість токоферолів, які вважаються природними антиоксидантами, а також має унікальний жирнокислотний склад, де основною жирною кислотою

виступає лінолева (близько 75 % від загальної кількості жирних кислот). Така особливість сафлорової олії унеможлиблює її тривале зберігання перед подальшою переробкою [12].

Сафлорова олія має широке застосування в харчовій, косметичній, фармацевтичній та комбікормовій промисловості [2]. Вона є достатньо стабільною при низьких температурах, а високоолеїнова сафлорова олія дуже стабільна при нагріванні і не виділяє димного запаху під час смаження, що дозволяє її використовувати в кулінарії [3]. Вона також краще підходить для гідрогенізації для отримання маргарину, ніж соєва або ріпакова, які виявляють свою нестабільність у цьому процесі. Також її розпилюють на харчові продукти, для запобігання втрати або надмірного набору вологи з навколишнього середовища, що дозволяє подовжити термін їх зберігання [3]. Також вона може виступати як цінна харчова добавка до раціону для достатнього споживання  $\omega$ -6 жирних кислот (лінолевої кислоти) [3, 17].

Споживання сафлорової олії дозволяє знизити вміст «поганого» холестерину у крові на 10 % завдяки наявності лінолевої кислоти. У свою чергу цим проявляються профілактичні та лікувальні властивості сафлорової олії. Вона допомагає у боротьбі з гіперліпідемією, атеросклерозом та ішемічною хворобою серця, раком [2, 3]. Крім того, сафлорова олія має у своєму складі інулін, тому також є ефективною в боротьбі з інсулін резистентністю, викликаною жирами [2, 8].

Наразі основне призначення сафлорової олії – це харчова промисловість завдяки високому вмісту моно- та поліненасичених жирних кислот. Однак, вона також може використовуватися окремо або з іншими рослинними оліями для виробництва біодизелю [2]. Сафлорова олія не є алергенною, що дозволяє її використовувати у косметичній промисловості [3].

### 1.1.2 Рижієва олія

За словами Гамаюнової В.В.: «Рижій (*Camelina*) належить до родини капустяних (*Brassicaceae*). Рід налічує декілька видів, з яких рижій посівний (*Camelina sativa* Grantz.) є найпоширенішою олійною культурою» [18] (рис. 1.3, 1.4). Насіння рижію містить 24,1–35,7 % сирого протеїну, 11,4–14,2 % клітковини та 28,0–49,0 % жиру в елементному складі поживних речовин [19, 20].



Рисунок 1.3 – Рослина рижію



Рисунок 1.4 – Насіння рижію

Вміст жиру в насінні рижію не такий високий, як в інших олійних культурах; він варіюється від 32 % до 50 % у ярих сортів і близько 36–43 % у озимих сортів і значною мірою залежить від генотипу та середовища. Одним із факторів, що ускладнюють отримання олії з насіння рижію, є невеликий розмір насіння. В середньому 1000 насінин важить 0,8–2 г [19].

Домінуючим токоферолом є  $\gamma$ -токоферол з вмістом в середньому  $674 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$ . Олія рижію (рис. 1.5) є багатим джерелом стеролів у кормах для тварин. Домінуючим стеролом є  $\beta$ -ситостерол, який є особливо бажаним з поживної з поживної точки зору. Іншим стеролом в рижієвій олії є кампестерол і  $\Delta 5$ -авенастерол; інші стероли в олії містяться в набагато менших кількостях. Крім того, рижієва олія містить каротиноїди, кількість яких коливається від 8 до 180 мг/кг. Вміст бета-каротину в рижієвій олії знаходиться на рівні 115,4–140 мг/кг; лютеїну 8,7–16,8 мг/кг і зеаксантину в кількості 0,2–6,12 мг/кг, що робить рижієву олію хорошим джерелом цих речовин [19].



Рисунок 1.5 – Рижієва олія

Вміст тіаміну ( $B_1$ ) в рижієвій олії становить 18,8 мкг/г, рибофлавіну ( $B_2$ ) 4,4 мкг/г, ніацину ( $B_3$ ) 194 мкг/г, пантотенової кислоти ( $B_5$ ) 11,3 мкг/г, піридоксину ( $B_6$ ) 1,9 мкг/г, біотину ( $B_7$ ) 1,0 мкг/г і фолатів ( $B_9$ ) 3,2 мкг/г [21].

У таблиці 1.2 наведено жирнокислотний склад рижієвої олії з насіння вирощеного в різних регіонах.

Таблиця 1.2 – Жирнокислотний склад рижієвої олії з насіння, вирощеного в різних регіонах

Найменування кислоти	Вміст в олії з насіння рижію, % по відношенню до загальної кількості жирних кислот			
	Україна [22]	Польща [23]	Іспанія [24]	Пакистан [25]
1	2	3	4	5
Пальмітинова	5,80	5,12	7,0	
Пальмітоолеїнова		0,13		
Маргарінова		0,06		
Лінолева	30,70	17,42	14,5	15,0–25,0
Олеїнова	17,90	14,94	6,9	15,0
Стеаринова	2,70	2,42	2,5	
Ейкозадієнова	2,50	1,44		
Ейкозатрієнова	1,20			
$\alpha$ -ліноленова	35,90	33,95	41,0	30,0–40,0
Арахінова		1,35		
Гондоїнова			10,9	
Ейкозенова		14,35		15,0
Ерукова	2,50	2,91	3,5	

Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4	5
Бегенова		0,3		
Лігноцерава		0,18		
Арахідонова		1,03		
Міристинова		0,05		
Нервонова		0,67		

Завдяки вмісту антиоксидантів, рижієва олія характеризується підвищеною окиснювальною стійкістю при зберіганні та термічній обробці [19].

Рижій в даний час комерційно вирощують в США як сировину для виробництва біодизеля. Він також відомий як «золото задоволення» та «фальшивий льон». Рижій є перспективним джерелом харчових продуктів для людей і кормів для тварин [25]. В Європі та Північній Америці рижій в основному вирощують для отримання олії [20].

$\omega$ -3 і  $\omega$ -6 жирні кислоти знаходяться в корисній для здоров'я пропорції 2,5:1.  $\omega$ -3 кислоти трансформуються в організмі в протизапальні сполуки і пригнічують поділ ракових клітин [19]. Оздоровчі властивості рижієвої олії обумовлені наявністю  $\alpha$ -ліноленової кислоти та антиоксидантів [26]. Цю олію рекомендують вживати при лікуванні захворювань шлунково-кишкового тракту, оскільки вона сприяє загоєнню ранок на слизових оболонках, її регулярне споживання зменшує ризик виникнення гастриту, коліту, холециститу, виразок. Також вона підвищує еластичність тканин, витривалість організму, сприяє відновленню клітин, стимулює роботу печінки і нормалізує артеріальний тиск [27].

Основними антипоживними сполуками в рижію є глюкозинолати, дубильні речовини та ерукова кислота. Олію можна використовувати при шкірних захворюваннях, серцево-судинних, онкологічних та хронічних захворюваннях. Крім того, рижієва олія має потенціал для використання в харчовій промисловості, наприклад, в якості харчової олії і функціонального інгредієнта, в кормах і в промислових цілях [26].

Сучасні наукові дослідження щодо використання рижію зосереджені на: кормах для тварин, харчових продуктах, промисловій хімічній сировині (гліцерин,



полімери, етанол, лігнін), паливі (дизельне паливо, реактивне паливо, біогаз, енергетичні пелети, піролізний мазут), компості для покращення ґрунтів. Науково доведено, що рижієва олія може бути використана в нафтохімічній промисловості полімерів для виготовлення чутливих до тиску клеїв, покриттів та смол. Олію рижію також використовують як джерело біологічно активних сполук в косметичній промисловості [19].

### 1.1.3 Ляна олія

Насіння льону (рис. 1.6) має тверду оболонку, яка гладенька і блискуча, а колір варіюється від глибокого бурштинового до червонувато-коричневого залежно від того, чи є льон золотистим або коричневим сортом. оболонка або насіннєвий зачаток насіння містить близько 15 % слизу. Склад насіння льону багатий на жири, білки та харчові волокна. Амінокислотний склад білка льону подібний до складу соєвого білка, який вважають одним з найбільш поживних рослинних білків. Льон не містить глютену, а також має низький вміст вуглеводів. Насіння льону містить кілька водо- та жиророзчинних вітамінів. Вітамін Е у великій кількості присутній у лляному насінні переважно у вигляді гамма-токоферолу. Льон містить невелику кількість вітаміну К у вигляді філохінону, який є рослинною формою вітаміну [28].

Ляна олія (рис. 1.7) являє собою рідину жовтого або бурштинового кольору, слабо прозора, яка також відзначається специфічним запахом. Питома вага лляної олії при температурі 15 °С – 6,0–6,9 г/см<sup>3</sup>; температура замерзання складає 15–30 °С; коефіцієнт омилення – 188–192; кислотне число – 1,5 мг КОН/г, йодне число – 170–200 [29].

Ляне насіння є важливим функціональним харчовим інгредієнтом через його багатий вміст  $\alpha$ -ліноленової кислоти, лігнанів та клітковини. Ляна олія, клітковина та лігнани льону мають потенційні переваги для здоров'я, такі як зниження ризику серцево-судинних захворювань, атеросклерозу, діабету, раку, артриту, остеопорозу, аутоімунних та неврологічних розладів. Білок льону

допомагає в профілактиці і лікуванні серцево-судинних захворювань і в підтримці імунної системи [30].



Рисунок 1.6 – Насіння льону



Рисунок 1.7 – Ляна олія

Як функціональний харчовий інгредієнт льон або ляна олія входить до складу хлібобулочних виробів, соків, молока та молочних продуктів, кексів, сухих макаронних виробів, макаронів та м'ясних продуктів [30]. Насіння льону історично цінується за велику кількість олії, яка забезпечує унікальне поєднання жирних кислот. Омега-3 жирні кислоти мають біологічний ефект. Вони роблять насіння льону корисним для профілактики та лікування хронічних захворювань, таких як діабет 2 типу, захворювання нирок, ревматоїдний артрит, високий кров'яний тиск, ішемічна хвороба серця, інсульт, хвороба Альцгеймера, алкоголізм та деякі види раку. Прийом олії насіння льону може змінювати утворення ейкозаноїдів, прокоагулянтну активність та інші мембранозалежні реакції і чинити протиалергічну, антиатеросклеротичну, антиаритмічну дію [28].

Жирнокислотний склад ляної олії з різних регіонів наведений в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Жирнокислотний склад ляної олії з різних регіонів виробництва

Найменування кислоти	Вміст у ляній олії, % по відношенню до загальної кількості жирних кислот		
	Італія [31]	Китай [32]	Україна [33]
1	2	3	4
Пальмітинова	2,1	4,58–6,42	7,31±0,47
Лінолева	5,9	9,18–15,88	12,40±1,03
Олеїнова	7,3	16,33–22,56	21,40±1,11
Стеаринова	1,3	3,65–5,96	4,10±0,12

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4
ліноленова		42,97–61,06	54,08±3,14
α-ліноленова	22,8		
Арахідонова		0,01-0,20	0,49±0,19

Олія льону унікальна тим, що містить до 64% α-ліноленової кислоти (ALA). АЛК швидко полімеризується під впливом кисню і тому є корисною у лаках, чорнилі, лінолеумі та інших традиційних промислових застосуваннях [34]. Залежно від вмісту поліненасичених жирних кислот, льняна олія має різне призначення. При їх низькому вмісті олія з насіння льону використовується для харчових цілей, якщо ж їх вміст є високим, то ця олія використовується для технічних цілей. При цьому особливу увагу звертають саме на вміст ліноленової жирної кислоти [29].

#### 1.1.4 Чорнушкова олія

Чорнушка дамаська (*Nigella damascena*, рис. 1.8) та чорнушка посівна (*Nigella sativa*, рис. 1.9), також відома як чорний кмин, є двома важливими видами роду *Nigella*, які мають багато лікарських та промислових застосувань [35].



Рисунок 1.8 – Чорнушка посівна



Рисунок 1.9 – Чорнушка дамаська

Чорнушка цінна своїм насінням. Воно має гострий перцевий смак і мускатний запах, оскільки містить у собі ефірні олії [36]. Основними складовими насіння чорнушки є: 15 амінокислот, полісахариди і моносахариди, ненасичені і насичені жирні кислоти (лінолева, олеїнова, стеаринова, пальмітинова),

фосфоліпиди, фітостероли ( $\beta$ -ситостерол (48,35–51,92 %), 5-авенастерол, кампестерол, стигмастерол), макроелементи (кальцій, калій, фосфор, натрій), мікроелементи (нікель, марганець, селен, цинк, залізо, мідь), вітаміни E, D, C, групи B ( $B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_3$ ,  $B_6$ ,  $B_9$ ), каротиноїди, дубильні речовини, алкалоїди (магнофлорин), токофероли ( $\alpha$ -токоферол 1,70–4,12 мг/100 г;  $\beta$ -токоферол 4,90–17,91 мг/100 г,  $\gamma$ -токоферол 0,97–4,51 мг/100 г), флавоноїди, ефірні олії (1,3–4 %), сапоніни, ензими [37, 38].

Олія з насіння чорнушки (рис. 1.10) – це зеленувато-коричнева рідина, яка має гострий пряний аромат, а також для неї є характерним дуже терпкий смак. Цій олії притаманні висока біологічна і поживна цінність, оскільки вона містить понад 100 різних компонентів у своєму складі, половина з них виступає каталізаторами обмінних процесів, які проходять в організмі людини [37].



Рисунок 1.10 – Олія чорного кмину

На рисунку 1.11 зображені основні компоненти хімічного складу олії чорного кмину. Від 0,4 до 0,45 % маси насіння чорнушки посівної займає ефірна олія, вона містить наступні компоненти: тимохінон – 30,6–82,4 %, p-цимен – 13,6–33,8 %; лімонен – 1,6–3,4 %, карвакрол – 1,4–5,1 %, карвон – 2,9 %; 4-терпинеол – 0,6–5,6 %,  $\alpha$ -пінен – 2,7–12,2 %,  $\beta$ -пінен – 1,6–3,5 %, t-анетол – 0,2–19,4 %. До того ж у ефірній олії утворюється тимохінгідрон, складовими якого є тимохінон та гідрохінон. Ці сполуки володіють антиоксидантними властивостями [36, 39, 40].

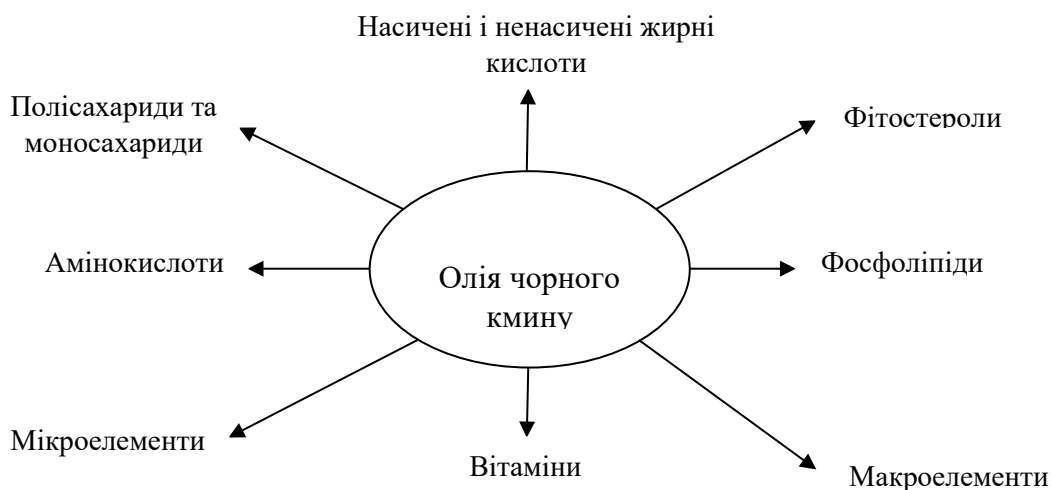


Рисунок 1.11 – Основні компоненти хімічного складу олії чорного кмину

Основна відмінність хімічного складу ефірної олії чорнушки посівної та чорнушки дамаської полягає у тому, що чорнушка дамаська містить алкалоїд дамасценін, який відсутній у чорнушці посівній. У той же час леткий екстракт чорнушки дамаської не містить тимохінону, одного з активних компонентів чорнушки посівної [39]. Вивчення хімічного складу олії чорнушки показало, що вона багата жирними кислотами, перелік яких представлений у таблиці 1.4. Встановлено також наявність у олії з насіння чорного кмину гліцерину, селінену, бензойної, фенілоцтової, гептадеценової, маргароолеїнової кислот.

Таблиця 1.4 – Жирнокислотний склад олії з насіння чорнушки

Найменування кислоти	Вміст у олії чорного кмину, %						
	Туніс [41]	Іран [41]	Індія [42]	Україна [37, 43]	Болгарія [43]	Туреччина [38]	Марокко [44]
Пальмітинова	17,2±0,15	18,4±0,25	9,68	9,66–13,7	10,60	10,1...12,5	17,1±0,1
Пальмітолеїнова	1,15±0,05	0,78±0,25		4,20	4,20		0,2±0,1
Лінолева	50,31±0,25	49,15±0,06	13,48	56–58,6		40,3–58,9	58,5±0,1
Олеїнова	25,0±0,24	23,7±0,06		3,53–23,7	1,67		23,8±0,1
Стеаринова	2,84±0,08	3,69±0,12		1,4–3,4	1,38	2,6–3,2	2,3±0,1
Бегенова	1,98±0,08	2,60±0,05					
Лауринова				65,70	64,92		
Арахінова				12,02	11,72		
Міристинова				0,45–2,13	1,43	0,1–1,1	1,0±0,1
Пентадеценова				1,34	1,94		
Пентадеканова				0,03	0,14		
Ліноленова				0,18–0,21			0,4±0,1

Аналізуючи табл. 1.4 слід зазначити, що регіон вирощування значною мірою впливає на жирнокислотний склад насіння чорнушки. Значення певних жирних кислот у різних регіонах значно різняться.

Олія з насіння чорнушки також містить велику кількість фітостеролів. В організмі людини вони беруть участь у синтезі жовчних кислот, гормонів, а також провітаміну D. Фітостероли відомі своєю здатністю зменшувати в крові вміст холестерину та цукру, а також бактерицидною, протизапальною та імуностимулюючою діями. Фітостероли застосовують як складові компонентів різних лікарських препаратів, які призначені для профілактики та лікування серцево-судинних, ендокринних захворювань, захворювань передміхурової залози [37].

Олія, отримана з насіння чорнушки, часто використовується в народній медицині країн Азії та Середземномор'я як природній засіб від ряду хвороб та станів, таких як астма, гіпертонія, діабет, запалення, бронхіт, головний біль, екзема, лихоманка, запаморочення та шлунково-кишкові розлади. Дослідження вчених довели, що олія з насіння чорнушки має наступні біоактивні властивості: антибактеріальна, протигрибкова, антиканцерогенна, противиразкова, антигіпертензивна, гепатопротекторна, протизапальна, проти набрякова, жарознижувальна та знеболювальна. Також вона вдало може використовуватися як сечогінний, жовчогінний і антигельмінтний засіб, а також як засіб, що покращує лактацію [35, 39, 40, 45].

Радзієвська І.В. відзначила, що: «Олія *N. sativa* ефективна проти широкого спектра організмів. Зокрема таких бактерій, як *B. cereus*, *B. subtilis*, *B. pumilus*, *S. aureus*, *S. epidermis*, *Echerichia coli*, *Salmonella abony*, і патогенних грибків – *Candida albicans* та багатьох інших». Декілька фабрик випускають олію з насіння чорнушки для споживання в їжу: Amana, EI Baraka, EI Hawag, Tasnim [46].

Також олія чорного кмину є компонентом у багатьох косметичних засобах. Вона використовується у шампунях, масках та оліях для волосся; кремах, скрабах, масках для обличчя, а також у парфумерних композиціях [46].

## 1.2 Способи підвищення виходу та покращення якості рослинних олій



Для інтенсифікації процесу вилучення олії вчені світу зосередили свою увагу на різних способах попередньої обробки сировини, що збільшить вихід олії та покращить її якість. Розглянемо найефективніші з них (табл. 1.5).

Таблиця 1.5 – Вплив попередньої обробки сировини на вихід та якість вилученої олії

Джерело	Вид попередньої обробки	Вплив на вихід та якість олії
1	2	3
[47]	Подрібнення насіння амаранту до розмірів частинок, що проходять через сито діаметром 0,25 мм	Збільшення виходу олії (16,12 %).
[48]	Обробка ріпакового насіння ферментними препаратами целюлолітичної та пектинолітичної активностей з концентрацією 2 %	Збільшення виходу олії на 4,3–5,3 %; зменшення значення пероксидного числа на 0,05–0,1 ммоль/кг $\frac{1}{2}$ O та кислотного числа на 0,1–0,4 мг КОН/г.
[49]	Обробка насіння ріпаку мікрохвильовим випромінюванням протягом 2 та 4 хв	Збільшення виходу олії (на 10 %), вмісту фітостеролів (на 15 %) і токоферолів (на 55 %); підвищення окиснювальної стабільності до 8 год.
[50]	Ультразвукова обробка насіння чорного кмину, ядер арахісу та фундука протягом 10, 20 та 30 хв	При 30 хв: збільшення виходу олії фундука (63,60 %) та чорного кмину (31,80 %). Зниження вмісту олеїнової кислоти в олії фундука (з 75,20 до 74,27 %) та арахісу (з 57,10 до 56,69 %), а також лінолевої кислоти в чорному кмині (з 58,38 до 57,50 %). При 10 хв: збільшення виходу олії арахісу (51,50 %).
[51]	НВЧ-обсмажування насіння чорнушки при потужностях 180, 360, 540 та 720 Вт протягом 5 та 10 хв	При 720 Вт протягом 10 хв: високий вміст фенолів, продуктів реакції Майяра, в'язкість, вміст хлорофілу.

Продовження таблиці 1.5

1	2	3
		При 540 Вт протягом 10 хв: максимальний вихід олії та низьке кислотне число.
[52]	Обробка (мікрохвильове обсмажування, обсмажування в духовці, обсмажування на парі) волоського горіха	Обсмажування в духовці знижує вихід ліпідів в олії. Мікрохвильове обсмажування та обсмажування на парі дає найвищий вміст поліненасичених жирних кислот (73,69 %), загального токоферолу (419,85 мг/кг) та загальних фенольних сполук (13,12 мг / кг)
[53]	Обробка насіння кунжуту наступними способами: обробка парою під високим тиском, обробка обсмажуванням, кондиціонування вологою плюс попередня обробка обсмажуванням	Збільшення виходу олії з 45,85 до 91,69 %. Попереднє обсмажування та кондиціонування разом з попереднім обсмажуванням збільшили вихід. Кондиціонування разом з попереднім обсмажуванням покращило окиснювальну стабільність олії на 2,98 год.
[54]	Обробка насіння льону в мікрохвильовій печі	Зменшення вмісту вторинних продуктів окиснення та антиоксидантної активності. Збільшення вмісту олеїнової кислоти та покращення органолептичних показників (смак, запах)
[55]	Обсмажуванням насіння ріпаку та насіння льону	Збільшення виходу олії: ріпакової (до 25,00 %), лляної (до 23,15 %)
[16]	Попередня обробка насіння сафлору та рицини за допомогою процесу контрольованого падіння тиску	Збільшення виходу олії: для сафлору (від 17,52 до 29,86 мас. %), для рицини (від 43,24 до 49,36 мас. %)
[56]	Обробка насіння сафлору мікрохвильовим випромінюванням	Зниження каламутності олії, зменшення вмісту вільних жирних кислот та $\alpha$ -токоферолу. Підвищення вмісту фенолів, антиоксидантної здатності та

		пероксидного числа. Посилення горіхового аромату в олії
--	--	--

### Висновки за розділом

Наведено основні відомості про олії з насіння малопоширених олійних культур, таких як сафлор, рижій, льон та чорнушка. Насіння та олія даних культур користуються попитом серед населення, адже мають ряд переваг. Перспективним є питання збільшення виходу та покращення якості біологічно цінної олії з насіння малопоширених культур. Серед розглянутих культур нашу увагу привернула чорнушка дамаська.

Тому метою кваліфікаційної роботи є визначення впливу параметрів пресування, а саме температури, на вихід і якісні показники чорнушкової олії, яка характеризується вмістом біологічно цінних елементів, для інтенсифікації даного процесу та розширення асортименту ліпідної продукції оздоровчого призначення.

## 2 ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1 Об'єкт та предмет дослідження

У кваліфікаційній роботі запропоновано дослідити процес вилучення олії із насіння чорнушки дамаської, а саме вплив температури пресування на вихід та якість готового продукту. Об'єктом дослідження є технологія виробництва біологічно цінної олії з насіння чорнушки дамаської. Предмет дослідження – показники складу та якості насіння чорнушки дамаської, вихід, органолептичні показники, кислотне число, пероксидне число, жирнокислотний склад вилученої олії, склад макухи, одержаної після вилучення олії. Дослідження проводили в навчальній лабораторії з харчових технологій кафедри харчових технологій ДДАЕУ, в лабораторіях Науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК ДДАЕУ та в лабораторії Інституту олійних культур Національної академії аграрних наук України.

### 2.2 Матеріали і прилади, що використано в кваліфікаційній роботі

Аналізуючи дані літературних джерел, нами визначено перспективну сировину для проведення досліджень кваліфікаційної роботи, а саме насіння чорнушки дамаської. Насіння чорнушки грушоподібної чи яйцеподібної форми, чорне, матове, зморшкувате, виділяє інтенсивний аромат. На рис. 2.1 зображено насіння, використане в роботі. Підставою для вибору насіння саме такої малопоширеної культури була інформація щодо його цінного складу (табл. 2.1).

Для одержання дослідних зразків чорнушкової олії застосовували прилади та обладнання кафедри харчових технологій, зображене на рис. 2.2.



Рисунок 2.1 – Насіння чорнушки дамаської

Таблиця 2.1 – Характеристика складу насіння чорнушки дамаської

Компонент	Вміст [57, 58, 59]
Білки, %	19,10–26,70
Жири, %	16,20–45,48
Вуглеводи, %	30,52–40,00
Клітковина, %	5,50–36,80
Зольність, %	3,70–6,82
Макроелементи, мг/кг:	
Фосфор	48,90–6870,00
Калій	708,00–11800,00
Кальцій	0,40–8110,00
Магній	3,00–3080,00
Натрій	18,50–807,00
Мікроелементи, мг/кг:	
Ферум	18,50–807,00
Купрум	1,48–30,26
Манган	2,00–31,42
Нікель	1,49±0,13
Цинк	6,00–66,00
Кобальт	0,12±0,02
Хром	2,55±0,18
Вітаміни, мкг/100 г:	
B <sub>1</sub>	831,00–1800,00
B <sub>2</sub>	63,00
B <sub>3</sub>	3300,00–9700,00
B <sub>6</sub>	400,00–789,00
B <sub>9</sub>	40,00–87,00
E	1247,00
D <sub>2</sub>	138,00
K <sub>1</sub>	185,00
K <sub>2</sub>	215,00



Рисунок 2.2 – Обладнання, використане у дослідженні

### 2.3 Методика вилучення дослідних зразків чорнушкової олії

При проведенні дослідження кваліфікаційної роботи насіння чорнушки очищали від крупних домішок, відважували наважки по 100 г кожна. Шнековий прес Oil Extractor OP-600 M вмикали у мережу, розігрівали до необхідної для певного досліду температури (90–130 °С). До шнекового пресу встановлювали ємності окремо для олії (зверху розміщували залізне сито для великих частин), окремо для макухи. Засипали насіння у приймальний патрубок шнекового пресу. Слід зазначити, що насіння чорнушки не потребує додаткових технологічних операцій – обрушування та подрібнення завдяки своїм анатомічним особливостям. Під час процесу пресування визначали температуру олії і макухи на виході за допомогою термошупа. По завершенню процесу зважували нефільтровану олію і макуху для визначення виходу та втрат продукції. Шнековий прес охолоджували перед початком наступного досліду. Кожен дослід повторювали двічі. Олію фільтрували за допомогою фільтрувального паперу протягом 12 год при кімнатній температурі. Після фільтрування визначали вихід фільтрованої олії, масову частку



фільтрувального осаду та виробничі втрати. Структурна схема одержання дослідних зразків чорнушкової олії зображена на рис. 2.3.

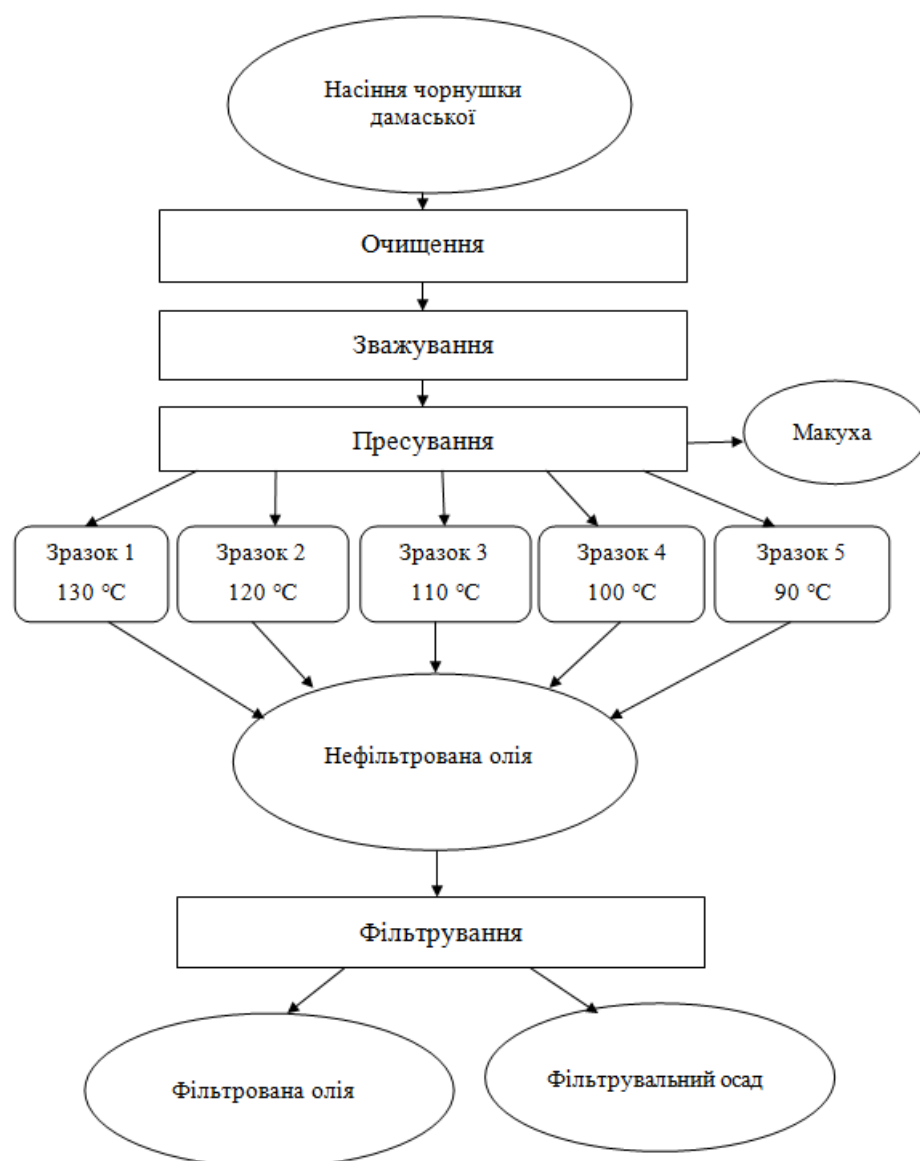


Рисунок 2.3 – Структурна схема одержання дослідних зразків чорнушкової олії

У результаті одержано 5 дослідних зразків:

- 1) зразок 1 – олія, вилучена при температурі пресування 130 °C;
- 2) зразок 2 – олія, вилучена при температурі пресування 120 °C;
- 3) зразок 3 – олія, вилучена при температурі пресування 110 °C;
- 4) зразок 4 – олія, вилучена при температурі пресування 100 °C;

5) зразок 5 – олія, вилучена при температурі пресування 90 °С.

#### 2.4 Методика визначення показників якості дослідних зразків

Проби для проведення аналізу показників складу та якості насіння чорнушки дамаської відбирали відповідно до ДСТУ 4601:2006 «Насіння олійних культур. Методи відбирання проб. Зі зміною №1»; олії – відповідно до ДСТУ 4349:2004 «Олії. Методи відбирання проб (ISO 5555:1991, NEQ)»; макухи – відповідно до ГОСТ 13979.0–86 «Макухи, шроти та гірчичний порошок. Правила приймання та методи відбирання проб».

Показники якості насіння чорнушки дамаської, олії та макухи з неї визначали згідно відповідних нормативних документів (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Методики визначення фізико-хімічних показників якості насіння чорнушки дамаської та вилученої олії

Показник	Методика
1	2
Масова частка вологи, %: – у насінні – у макусі	ДСТУ 4811:2007 «Насіння олійних культур. Методи визначення вологості» ДСТУ 7621:2014 «Продукти білкові рослинного походження. Макухи та шроти. Метод визначення вмісту вологи та летких речовин»
Чистота, % Зараженість шкідниками, % Маса 1000 насінин, г	ДСТУ 4138–2002 «Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості»
Масова частка протеїну, %	ДСТУ 7169:2010 «Корми, комбікорми, комбікормова сировина. Методи визначання вмісту азоту і сирого протеїну»
Масова частка олії, %: – у насінні – у макусі	ДСТУ 7096:2009 «Насіння олійне. Визначення вмісту олії методом прискореного екстрагування розчинниками» ДСТУ 7458:2013 «Продукти білкові рослинного походження. Макухи та шроти. Метод визначання вмісту жиру»

## Продовження таблиці 2.2

1	2
Масова частка клітковини, %	ДСТУ ISO 6865:2004 «Корми для тварин. Визначення вмісту сирової клітковини методом проміжного фільтрування»
Масова частка мікро- та макроелементів, %	МВВ. НДЦБЕКРАПКДДАЕУ 7.2-16-В
Кислотне число, мг КОН/г	ДСТУ 4350:2004 «Олії. Методи визначання кислотного числа (ISO 660:1996, NEQ)»
Пероксидне число, ммоль $\frac{1}{2}$ O/кг	ДСТУ 4570:2006 «Жири рослинні та олії. Метод визначання пероксидного числа»
Жирнокислотний склад	ДСТУ ISO 5508–2001 «Жири та олії тваринні і рослинні. Аналізування методом газової хроматографії метилових ефірів жирних кислот (ISO 5508:1990, IDT)»

## Висновки за розділом

Визначено об'єкт та предмет дослідження. Об'єктом дослідження є технологія виробництва біологічно цінної олії з насіння чорнушки дамаської. Предмет дослідження – показники складу та якості насіння чорнушки дамаської, вихід, органолептичні показники, кислотне число, пероксидне число, жирнокислотний склад вилученої олії. Наведено прилади, обладнання та матеріали, які використовували в кваліфікаційній роботі. Охарактеризовано основну сировину для проведення досліджень – насіння чорнушки дамаської. Описано методику виробництва дослідних зразків чорнушкової олії, наведено стандарти та інші нормативні документи, у яких зазначені методики визначення показників складу та якості насіння чорнушки дамаської, вилученої олії і макухи, яка отримана в процесі пресування.

### 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Постановка задачі дослідження та обґрунтування доцільності виробництва чорнушкової олії

Агропромисловий комплекс України формує продовольчу безпеку держави, забезпечує розвиток технологічно пов'язаних галузей національної економіки. Підвищення ефективності функціонування АПК як основного сектору економіки, що формує бюджет, значним чином впливатиме на зростання валового внутрішнього продукту і добробут українців. Значну увагу на сьогодні приділяють саме олійному сектору АПК. На сьогоднішній день, окрім широковикористовуваних рослинних олій, таких як соняшникова та ріпакова, на полицях магазинів все частіше з'являються олії з насіння малопоширених олійних культур. Представниками таких олій є: чорнушкова, сафлорова, рижієва, лляна, конопляна, рицинова, гірчична, а також багато інших. Дослідження біологічно цінних харчових олій з малопоширених олійних культур є перспективним, адже це дозволить розширити асортимент харчових продуктів оздоровчого призначення, що є необхідним для сучасних українців.

Олії із насіння малопоширених олійних культур відрізняються не тільки високими смаковими якостями, але й унікальним жирнокислотним складом та вмістом супутніх біологічно цінних речовин.

Наприклад, сафлорова олія холодного віджиму має високу поживну та фармацевтичну цінність завдяки значному вмісту біологічно активних сполук та незамінних жирних кислот. Може виступати як цінна харчова добавка до раціону для достатнього споживання  $\omega$ -6 жирних кислот (лінолевої кислоти до 78,24 %) [3, 17]. Споживання сафлорової олії дозволяє знизити вміст холестерину низької щільності у крові на 10 % завдяки наявності лінолевої кислоти. У свою чергу цим проявляються профілактичні та лікувальні властивості сафлорової олії. Вона допомагає у боротьбі з гіперліпідемією, атеросклерозом та ішемічною хворобою серця, раком, інсулін резистентністю [2, 3, 8].

Рижієву олію додають в раціон як харчову добавку, що дозволяє покращити загальний стан організму, збільшити еластичність тканин, прискорити регенерацію клітин, нормалізувати роботу серцево-судинної системи, а також виступити у якості профілактики шлунково-кишкових захворювань [27]. Оздоровчі властивості рижієвої олії обумовлені наявністю  $\alpha$ -ліноленової кислоти (до 41 %) та антиоксидантів (вміст токоферолу близько  $700 \text{ мг кг}^{-1}$ ) [24, 25, 26].

Олія льону є джерелом поліненасичених жирних кислот (65–90 %), серед яких 55–70 % припадає на ліноленову кислоту, яка належить до родини  $\omega$ -3 [29]. Потенційними перевагами споживання лляної олії для здоров'я людини є: зниження ризику серцево-судинних захворювань, захворювань опорно-рухового апарату, діабету, раку, аутоімунних та неврологічних розладів [30].

До складу конопляної олії входять поліненасичені жирні кислоти, 5 із загальної кількості жирних кислот. Олія з насіння конопель містить унікальне та рідкісне співвідношення  $\omega$ -6 лінолевої та  $\omega$ -3  $\alpha$ -ліноленової кислот ( $\omega$ -6/ $\omega$ -3) як 3:1. Також вона відома наявністю  $\gamma$ -ліноленової жирної кислоти. Загалом вживання конопляної олії покращує імунітет, стан серцево-судинної системи, шкірних покривів, зменшує пухлинну активність [60, 61].

Гірчичну олію вважають однією з найкорисніших для здоров'я харчових олій, оскільки вона має низький вміст насичених жирних кислот, багата на мононенасичені та поліненасичені жирні кислоти, зокрема  $\alpha$ -ліноленову кислоту, і має відмінне співвідношення  $\omega$ -6: $\omega$ -3 (6:5). Завдяки цьому вона захищає організм від серцево-судинних захворювань, раку, має антидіабетичні, антибактеріальні, антиоксидантні властивості та виконує функцію загального укріплення організму [62, 63].

Олія, отримана з насіння чорнушки, славиться своїми лікувальними властивостями від ряду хвороб та станів, таких як астма, гіпертонія, діабет, запалення, бронхіт, головний біль, екзема, лихоманка, запаморочення та шлунково-кишкові розлади. Дослідження вчених довели, що олія з насіння чорнушки має наступні біоактивні властивості: антибактеріальна, протигрибкова, антиканцерогенна, противиразкова, антигіпертензивна, гепатопротекторна,

протизапальна, протинабрякова, жарознижувальна та знеболювальна. Також її вдало можна використовувати як сечогінний, жовчогінний і антигельмінтний засіб, а також як засіб, що покращує лактацію [35, 39, 40, 45].

Після огляду літературних джерел ми встановили, що існує мало інформації стосовно складу, показників якості, особливостей виробництва та застосування олії з насіння чорнушки. Про чорнушку посівну є більше інформації, аніж про дамаську. Щодо вітчизняних сортів чорнушки дамаської, то інформація про анатомічну будову та хімічний склад взагалі відсутня. Тому, ми визначили мету наших досліджень – визначення впливу параметрів пресування, а саме температури, на вихід і якісні показники чорнушкової олії, яка характеризується вмістом біологічно цінних елементів, для інтенсифікації даного процесу та розширення асортименту ліпідної продукції оздоровчого призначення.

Для досягнення зазначеної мети нами поставлено задачі:

- проаналізувати вітчизняний асортимент олій з насіння малопоширених культур;
- дослідити та порівняти з відомими даними закордонних літературних джерел склад та показники якості насіння чорнушки дамаської вітчизняної селекції;
- визначити вплив температури пресування на вихід та якість олії з насіння чорнушки дамаської вітчизняної селекції, порівняти одержані дані з результатами закордонних вчених;
- дослідити склад макухи, одержаної після вилучення олії з насіння чорнушки дамаської;
- розробити структурну схему виробництва олії з насіння чорнушки дамаської вітчизняної селекції та провести розрахунки витрат на його виробництво.

### 3.2 Асортиментний аналіз олій з насіння малопоширених олійних культур

У сучасному світі стан навколишнього середовища, стресові ситуації, малорухливий спосіб життя призводять до погіршення здоров'я. Через це люди все частіше починають звертати увагу на свій раціон харчування, а саме на наповнення його всіма необхідними поживними речовинами. Вживання олій з насіння малопоширених олійних культур дозволяє збагатити раціон поліненасиченими та мононенасиченими жирними кислотами, вітаміном Е тощо. Ці олії можна приймати безпосередньо в їжу як самостійний продукт у рідкому та у капсульованому вигляді, заправляти салати, готувати соуси тощо. Тому було вирішено, що доцільно буде проаналізувати вітчизняний ринок олій з насіння малопоширених олійних культур, який представлено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Вітчизняний асортимент олій з насіння малопоширених олійних культур

№ з/п	Виробник	Регіон виробництва	Асортимент олії	Термін зберігання
1	2	3	4	5
1.	ТОВ «Агросільпром»	м. Дніпро	Ляна, конопляна, гірчична, гарбузова, кмину чорного, кунжутна, соєва, арахісова, амарантова	до 24 місяців
2.	ТМ «Кухар'є»	м. Дніпро	Ляна, конопляна, гірчична, гарбузова, кмину чорного, кунжутна	6 місяців
3.	ТМ «Ahimsa»	м. Дніпро	Ляна, гарбузова, амарантова	12 місяців
4.	ТОВ «КОМПАНІЯ» САНТЕРА»	м. Дніпро	Ляна, гірчична	240 діб
5.	ТМ «Олійниця»	Дніпропетровська обл., м. Новомосковськ	Ляна, конопляна, арахісова, гірчична, гарбузова, кмину чорного, кунжутна	6 місяців
6.	ТОВ «НДВК «ПАВЛОВУД»	м. Київ	Конопляна	*

## Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5
7.	FOPSOROKA	м. Київ	Ляна, золотистого льону, конопляна, арахісова, гірчична, гарбузова, кмину чорного, кунжутна, рижієва	до 12 місяців
8.	Жива олія «Gänsedorf»	Київська обл., м. Обухів	Ляна, конопляна, арахісова, гірчична, гарбузова, кмину чорного, кунжутна, рижієва	6 місяців
9.	ПОП «Руна»	Київська обл., с. Переселення	Амарантова	*
10.	New Oils Group	Київська обл., м. Вишгород	Ляна, конопляна, арахісова, макова, гірчична, гарбузова, кмину чорного, кунжутна	*
11.	ТМ «Craft Oil»	м. Харків	Ляна, конопляна, гірчична, гарбузова, кмину чорного, кунжуту білого, кунжуту чорного, макова, рижієва	6 місяців
12.	ТОВ «Грін-віза»	м. Харків	Ляна, конопляна, гарбузова, кмину чорного, кунжутна, рижієва, амарантова	12 місяців
13.	ТМ «Greenbag»	м. Харків	Ляна, конопляна, гірчична, гарбузова, кмину чорного, кунжутна, рижієва	*
14.	ТОВ «Ведалан»	м. Харків	Ляна, конопляна, арахісова, гірчична, гарбузова, кмину чорного, кунжутна, рижієва, амарантова	*
15.	ТМ «U:Oil»	м. Харків	Ляна, конопляна, макова, гірчична, гарбузова, кмину чорного, кунжутна, рижієва, амарантова	*
16.	ТОВ «RichOil»	м. Львів	Ляна, конопляна, амарантова, гірчична, гарбузова, кмину чорного, кунжутна	14 місяців
17.	ТМ «Смак життя»	м. Львів	Ляна, конопляна, гірчична, гарбузова, кунжуту білого, кмину чорного ( <i>nigella sativa</i> ), кмину чорного ( <i>nigella damascena</i> )	6 місяців



## Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5
18.	ТМ «Адверсо»	Львівська обл., м. Трускавець	Ляна, конопляна, арахісова, гірчична, гарбузова, кмину чорного, кунжутна, рицинова, амарантова	*
19.	ТМ «Земледар»	м. Івано- Франківськ	Ляна, конопляна, арахісова, гірчична, гарбузова, кмину чорного, кунжуту білого, кунжуту чорного, макова, рижієва, сафлорова, соєва, чіа насіння, амарантова	Для лікувально- профілактичних цілей – до 30 діб Для кулінарних потреб – 60–90 діб
20.	ТОВ «Органік Ойлз»	м. Івано- Франківськ	Ляна, золотистого льону, конопляна, арахісова, гірчична, гарбузова, кмину чорного, кунжуту білого, кунжуту чорного, макова, рижієва, чіа насіння, амарантова, гірчиці чорної, гірчиці білої, коріандрова	12 місяців
21.	О'freshly	Черкаська обл., м. Сміла	Ляна, конопляна, гарбузова, кмину чорного, кунжутна	до 6 місяців
22.	ФОП Савчук О.М.	Черкаська обл., с. Сунки	Ляна, гарбузова, кунжутна	12 місяців
23.	ТМ «Перлина Полісся»	м. Житомир	Ляна, конопляна, соєва, гірчична, гарбузова, кунжутна	18 місяців
24.	ТМ «Аннушка»	Житомирська обл., с. Довжик	Ляна, гірчична, гарбузова, вівсяна, кмину чорного, амарантова	12 місяців
25.	ТМ «Старовір»	Житомирська обл., м. Звягель	Ляна, конопляна, гірчична, гарбузова, кмину чорного, кунжуту білого, кунжуту чорного, макова, рижієва	*
26.	ТМ «Sanoli»	м. Луцьк	Ляна, конопляна, арахісова, гірчична, гарбузова, кмину чорного, кунжутна	*
27.	ТОВ «Десналенд»	Сумська обл., м. Глухів	Ляна, конопляна, кмину чорного, арахісова, гарбузова, рижієва, амарантова	7 місяців
28.	ТМ «Еколія»	м. Вінниця	Ляна, конопляна, арахісова, гірчична, гарбузова, кмину чорного,	6 місяців

## Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5
			кунжуту білого, рижієва, амарантова	
29.	ТОВ «Біо Расторопша»	Миколаївська обл., м. Вознесенськ	Лляна, конопляна, гарбузова, кмину чорного ( <i>nigella sativa</i> ), кмину чорного ( <i>nigella damascena</i> ), кунжутна, чіа насіння, рижієва	*
30.	ПАТ «Лубнифарм»	Полтавська обл., м. Лубни	Лляна, гарбузова	24 місяці

Примітка: \* – дані не дослідженні через відсутність інформації в інтернет-магазинах

Аналізуючи вітчизняний асортимент рослинних олій із насіння нішевих культур, можна відмітити, що найпоширенішим видом олії, яку реалізують через інтернет-магазини є лляна олія (13 % проаналізованої продукції). Також у достатньо великій кількості виробляють конопляну та гарбузову олію (по 12 % проаналізованої продукції). Відсотковий розподіл ринку олій з насіння малопоширених олійних культур наведено на рис. 3.1. Найменше зустрічаються серед олій з малопоширених олійних культур вівсяна, коріандрова, сафлорова, гірчиці чорної, гірчиці білої, рицинова олії, однак на діаграму вони не винесені, оскільки обсяг їхнього виробництва дуже малий. Щодо термінів зберігання олій з насіння малопоширених олійних культур, то вони коливалися від 30 діб до 24 місяців, що залежало від способу отримання олії (холодне пресування, гаряче пресування, екстракція) та подальшої обробки отриманої олії (наявність чи відсутність фільтрування), а також від цілей застосування олії (лікувально-профілактичні, харчові). Найбільша кількість виробників олій з насіння малопоширених олійних культур зосереджена в Дніпропетровській, Київській та Харківській областях (по 16,7 % частки ринку).

Необхідно зазначити, що олія чорного кмину загалом доволі поширена і займає до 10 % ринку, що дозволяє стверджувати, що вона користується попитом. Олії, які виробники позиціонують саме як виготовлені з конкретних видів чорнушки *Nigella sativa* та *Nigella damascena* займають по 1 % ринку. Однак

завичай насіння чорного кмину, з якого виготовляють цю олію, є імпортованим, а не вітчизняної селекції.

### Ринок олій з малопоширених олійних культур в Україні



Рисунок 3.1 – Аналіз вітчизняного асортименту олій з насіння малопоширених олійних культур

Доцільним буде дослідити показники якості та складу насіння чорнушки дамаської вітчизняної селекції та олії, яка вилучена з неї. За отриманими даними можна розробити технологію одержання олії з насіння чорнушки дамаської з урахуванням особливостей сорту вітчизняної селекції. У подальшому це дозволить знизити собівартість чорнушкової олії за рахунок зменшення використання імпортованої сировини, а також розширити асортимент біологічно цінних харчових олій, оскільки олія з насіння чорнушки дамаської має частково відмінний від олії з насіння чорнушки посівної склад.

### 3.3 Вивчення складу насіння чорнушки дамаської вітчизняної селекції

Аналізуючи наукову літературу, нами не знайдено інформації щодо

анатомічної будови чорнушки дамаської. Тому вирішено дослідити її самостійно. На рис. 3.2 наведено зображення насінини чорнушки дамаської у розрізі, сфотографоване під мікроскопом.

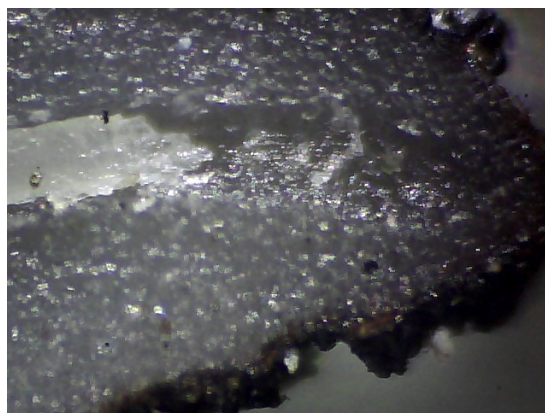


Рисунок 3.2 – Мікроскопічне зображення насінини чорнушки дамаської у розрізі

У таблиці 3.2 наведено одержані показники складу та якості насіння чорнушки дамаської вітчизняного сорту «Запорізька зоря», а також порівняно їх із відомими даними наукової літератури.

Таблиця 3.2 – Показники складу та якості насіння чорнушки

Найменування показника	Одержані дані	Пакистан [64, 66]	Ємен [65]
1	2	3	4
Масова частка вологи, %	8,24	4,64–5,40	4,60–7,20
Масова частка білку, %	25,52	20,80–24,05	19,10–20,30
Масова частка олії, %	45,48	21,57–38,20	36,80–38,40
Масова частка клітковини, %	12,69	5,50–7,94	20,50–27,10
Масова частка мікро- та макроелементів:			
Кальцій, г/кг	5,35	3,67–5,79	5,44–8,10
Фосфор, г/кг	6,87	0,52–5,43	0,54–0,74
Магній, г/кг	3,08	2,18–3,55	2,20–2,60
Натрій, %	0,03	0,02–0,10	0,04–0,08
Залізо, мг/кг	215,25	94,00–426,00	86,00–566,00
Цинк, мг/кг	37,16	62,30–67,00	19,00–25,00

## Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4
Мідь, мг/кг	10,70	15,00–26,00	13,00–16,00
Марганець, мг/кг	31,42	31,00–85,30	*
Насипна маса, г/л	496	*	*
Маса 1000 насінин, г	2,80	*	*
Засміченість, %	4,10	*	*
Зараженість	відсутня	*	*

Примітка: \* – дані у проаналізованих джерелах відсутні.

Аналізуючи одержані дані, слід відзначити те, що проаналізоване насіння містить більше протеїну та олії. За мінеральним складом проаналізоване насіння має більший вміст фосфору та магнію. У порівнянні з літературними джерелами вміст інших мінеральних речовин знаходиться на середньому рівні.

Важливим є дослідження жирнокислотного складу рослинних олій. У таблиці 3.3 наведено жирнокислотний склад олії із насіння чорнушки дамаської вітчизняного сорту «Запорізька зоря». Вміст жирної олії у насінні даного сорту становить 42–47,2 %.

Таблиця 3.3 – Жирнокислотний склад олії із насіння чорнушки сорту «Запорізька зоря»

Назва жирної кислоти	Вміст, %
Пальмітинова	10,95
Пальмітолеїнова	0,10
Стеаринова	2,72
Олеїнова	34,94
Лінолева	46,62
Арахінова	0,65
Ейкозадієнова	4,03

Аналізуючи одержані результати, слід відзначити високий вміст ненасичених жирних кислот: олеїнової ( $\omega$ -9) і лінолевої ( $\omega$ -6), за рахунок чого підвищується біологічна цінність чорнушкової олії.

Ці та інші цінні речовини, які містяться у насінні чорнушки, дають підставу вважати перспективною цю сировину для отримання корисних харчових та

фармацевтичних продуктів. Необхідними є подальші дослідження параметрів одержання олії із вивченого насіння.

### 3.4 Дослідження впливу температури пресування на вихід та якість чорнушкової олії

#### 3.4.1 Вивчення впливу температури пресування на вихід готової продукції

Вилучення олії з насіння чорнушки дамаської вітчизняної селекції проводили при таких температурах, °С: 90, 100, 110, 120, 130. При цьому досліджували вплив температури пресування на: час пресування, температуру олії та макухи на виході з пресу, вихід нефільтрованої, фільтрованої олії та осаду. Отримані результати наведено в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Характеристика параметрів пресування насіння чорнушки дамаської

Показник	Температура пресування, °С				
	130	120	110	100	90
Час пресування, хв	3,08	3,08	3,09	3,14	3,26
Температура олії на виході, °С	55,4	48,4	42,7	39,5	31,8
Температура макухи на виході, °С	58,3	56,9	44,2	43,9	32,1
Вихід нефільтрованої олії, %	19,94	18,60	17,32	17,67	24,25
Вихід макухи, %	71,88	71,42	68,44	69,08	70,12
Виробничі втрати після пресування, %	8,18	9,98	14,24	13,25	5,63
Вихід фільтрованої олії, %	12,45	11,54	11,3	11,5	16,23
Вихід осаду, %	4,93	4,78	3,57	3,65	4,57
Виробничі втрати після фільтрування, %	2,56	2,28	2,45	2,52	3,45

Для кращого сприйняття одержаних результатів нами було побудовано графіки залежностей часу пресування, температури олії та макухи на виході з пресу, виходу нефільтрованої та фільтрованої олії від температури пресування (рис. 3.3–3.5).

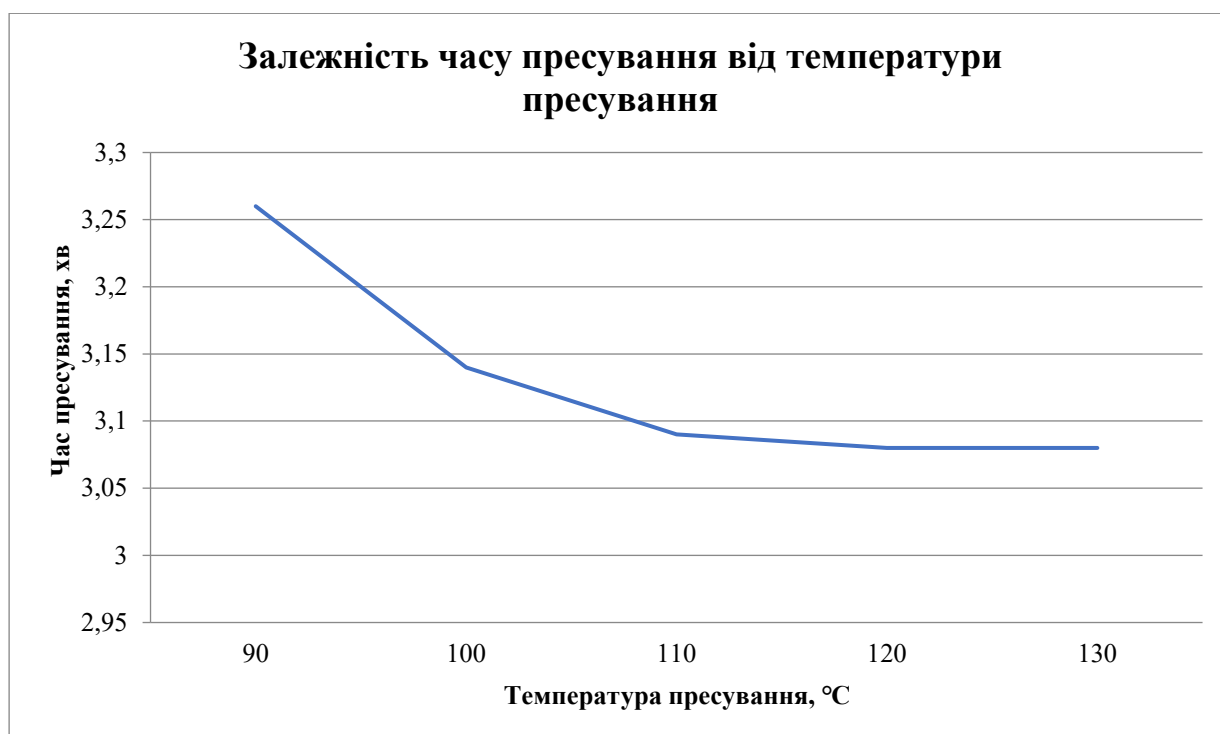


Рисунок 3.3 – Залежність часу пресування від температури пресування насіння чорнушки дамаської

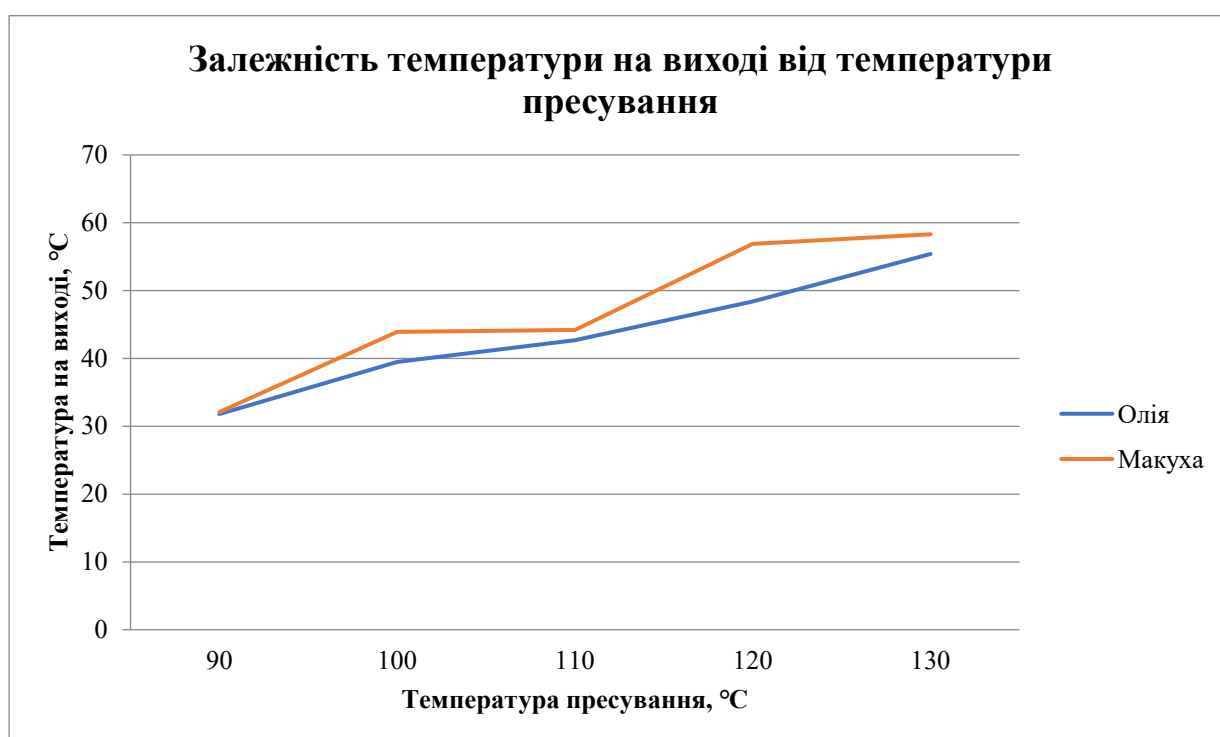


Рисунок 3.4 – Залежність температури олії та макухи на виході з преса від температури пресування насіння чорнушки дамаської

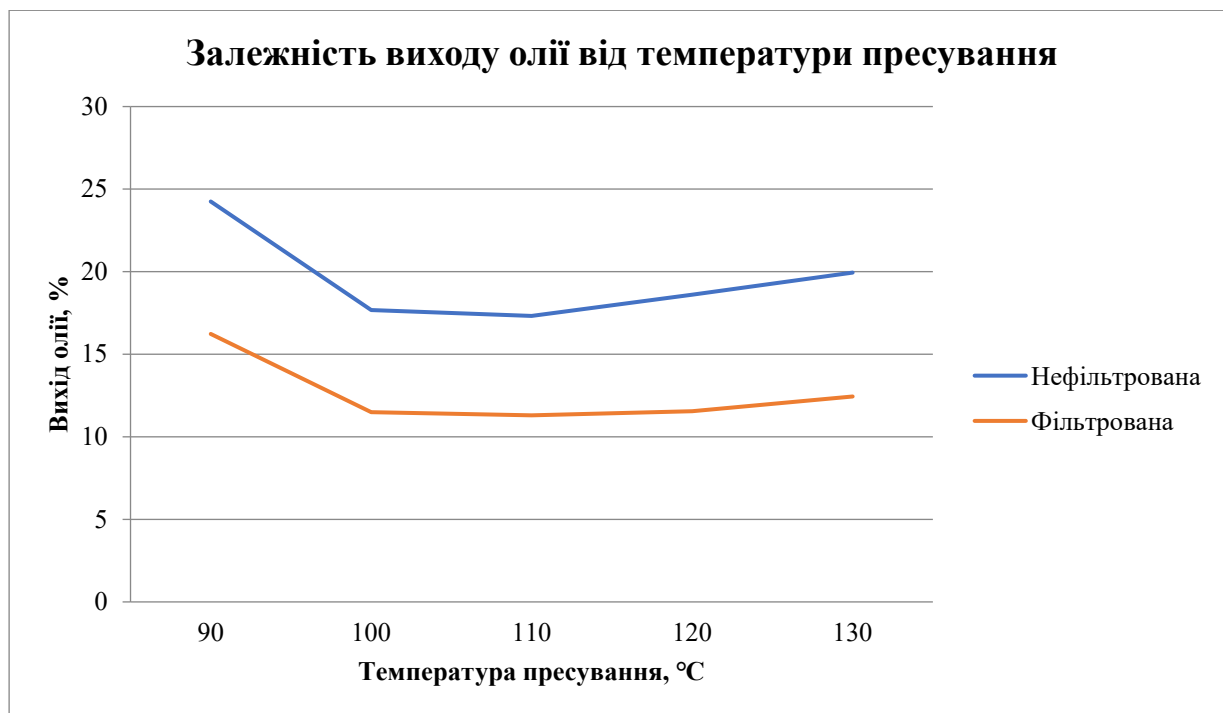


Рисунок 3.5 – Залежність виходу нефільтрованої та фільтрованої олії від температури пресування насіння чорнушки дамаської

Аналізуючи рис. 3.3 можна зробити висновок, час пресування зменшується при збільшенні температури пресування насіння чорнушки дамаської.

На рис. 3.4 можемо побачити, що температура олії на виході з преса збільшується прямо пропорційно збільшенню температури пресування насіння чорнушки дамаської. Залежності зміни температури на виході з преса макухи від температури пресування насіння чорнушки дамаської не видно. Це є результатом того, що вимірювання температури макухи на виході з преса достатньо складно провести точно, оскільки вона дуже швидко остигає.

Завдяки рис. 3.5 можемо відзначити, що вихід нефільтрованої та фільтрованої олії зі збільшенням температури від 90 до 110 °C зменшується, однак при подальшому збільшенні температури від 110 до 130 °C вихід нефільтрованої та фільтрованої олії поступово збільшується, що важко пояснити, але є одержаний факт, який перевіряли двічі.



### 3.4.2 Вивчення впливу температури пресування на органолептичні показники дослідних зразків олії

Одержані дослідні зразки олії при різних температурах пресування зображено на рис. 3.6.



Зразок 5 ( $t = 90^{\circ}\text{C}$ )



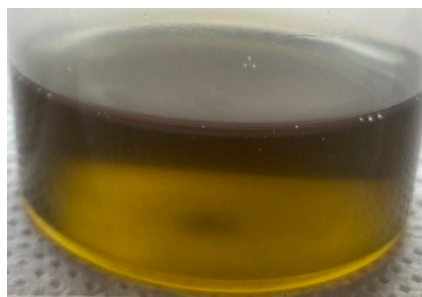
Зразок 4 ( $t = 100^{\circ}\text{C}$ )



Зразок 3 ( $t = 110^{\circ}\text{C}$ )



Зразок 2 ( $t = 120^{\circ}\text{C}$ )



Зразок 1 ( $t = 130^{\circ}\text{C}$ )

Рисунок 3.6 – Дослідні зразки олії з насіння чорнушки дамаської від меншої температури пресування до більшої

Опис органолептичних показників дослідних зразків олії наведено в табл. 3.5. Смак у дослідних зразках не визначали, оскільки кислотне число усіх зразків було набагато більше, ніж загальноприйняте для рослинних олій. Загалом прослідковується тенденція, що зі збільшенням температури пресування колір готового продукту стає темнішим, а запах – більш насиченим.

Таблиця 3.5 – Органолептичні показники якості олії з насіння чорнушки дамаської вітчизняної селекції

Температура пресування, °С	Колір	Запах
130	Темно-зелений	Дуже насичений, притаманний насінню чорнушки дамаської, без сторонніх запахів
120	Темно-зелений	Дуже насичений, притаманний насінню чорнушки дамаської, без сторонніх запахів
110	Темно-зелений	Насичений, притаманний насінню чорнушки дамаської, без сторонніх запахів
100	Темно-зелений	Насичений, притаманний насінню чорнушки дамаської, без сторонніх запахів
90	Яскравий жовто-зелений	Менш насичений притаманний насінню чорнушки дамаської

### 3.4.3 Визначення впливу температури пресування на значення кислотного та пероксидного числа дослідних зразків олії

Кислотне та пероксидне число є важливими показниками, за якими оцінюють свіжість і відповідно придатність до споживання рослинних олій, тому було прийнято рішення про їх визначення в дослідних зразках. Отримані результати наведено в табл. 3.6.

Для кращого сприйняття одержаних результатів нами було побудовано графік залежності кислотного числа від температури пресування насіння чорнушки дамаської (рис. 3.7). Пероксидне число в графік не внесено, оскільки для всіх зразків воно однакове і відповідно залежність не прослідковується. Значення пероксидного числа знаходиться межах норми для рослинних олій. Його мале значення залежить від того, що зразки були віддані в лабораторію одразу після вилучення і фільтрування олії.

Таблиця 3.6 – Характеристика кислотного та пероксидного числа дослідних зразків чорнушкової олії

Показник	Температура пресування, °С				
	130	120	110	100	90
Кислотне число, мг КОН/г	10,4	10,2	10,1	9,6	8,5
Пероксидне число, ммоль (1/2 O <sub>2</sub> )/кг	менше 0,1	менше 0,1	менше 0,1	менше 0,1	менше 0,1

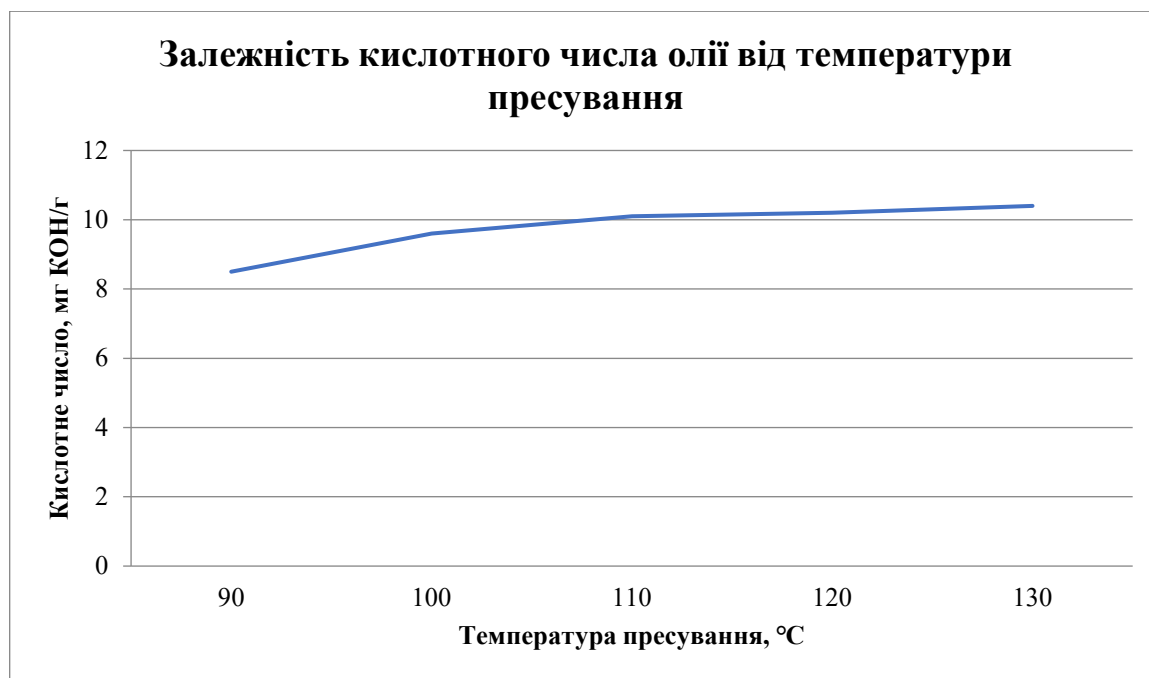


Рисунок 3.7 – Залежність кислотного числа олії від температури пресування насіння чорнушки дамаської

Аналізуючи рис. 3.7 можна зробити висновок, що кислотне число збільшується при збільшенні температури пресування. Однак значення кислотного числа є дуже високими для всіх зразків, як для рослинних олій. Це може пояснюватися тривалим зберіганням вихідної сировини.

### 3.5 Дослідження складу макухи, одержаної після вилучення олії з насіння чорнушки дамаської

Було прийнято рішення про доцільність дослідження макухи, одержаної після вилучення олії з насіння чорнушки дамаської. Проведено визначення

наступних показників: вміст вологи, білків, жирів, клітковини, макро- та мікроелементів. Результати представлені в табл. 3.8.

Таблиця 3.8 – Показники складу та якості чорнушкової макухи в порівнянні з вихідним насінням чорнушки дамаської та соняшnikової макухи

Найменування показника	Чорнушкова макуха	Насіння чорнушки	Соняшnikова макуха [67]
Масова частка вологи, %	7,75	8,24	8,93
Масова частка протеїну, %	34,96	25,52	21,60
Масова частка олії, %	28,07	45,48	14,16
Масова частка клітковини, %	16,26	12,69	12,64
Масова частка мікро- та макроелементів:			
Кальцій, г/кг	6,27	5,35	1,52
Фосфор, г/кг	8,73	6,87	*
Магній, г/кг	3,05	3,08	-
Натрій, %	0,027	0,03	*
Залізо, мг/кг	105,76	215,25	70,22
Цинк, мг/кг	38,10	37,16	90,11
Мідь, мг/кг	9,25	10,70	71,25
Марганець, мг/кг	24,35	31,42	65,73

Примітка: \* – дані у проаналізованих джерелах відсутні.

Аналізуючи одержані дані слід зазначити, що вміст олії в чорнушковій макусі в 2 рази, протеїну в 1,6 рази, клітковини в 1,3 рази більший порівняно з соняшnikовою макухою. Щодо вмісту мінеральних речовин, то слід відзначити в 4,1 рази більший вміст кальцію і в 1,5 рази більший вміст заліза в чорнушковій макусі у порівнянні з соняшnikовою макухою. Важливим є питання подальшого використання макухи, адже вона має доволі специфічний смак і запах, що унеможливує її повноцінне використання у харчових технологіях, а виключно у якості біологічно цінної добавки.

### 3.6 Структурна схема виробництва олії з насіння чорнушки дамаської вітчизняної селекції

Після опрацювання отриманих даних щодо показників якості дослідних зразків олії з насіння чорнушки дамаської вітчизняної селекції, було прийнято рішення вважати за найприйнятнішу – технологію одержання олії при температурі пресування насіння чорнушки 90 °С з подальшим удосконаленням. Блок-схема виробництва олії з насіння чорнушки дамаської вітчизняної селекції зображена на рис. 3.8.

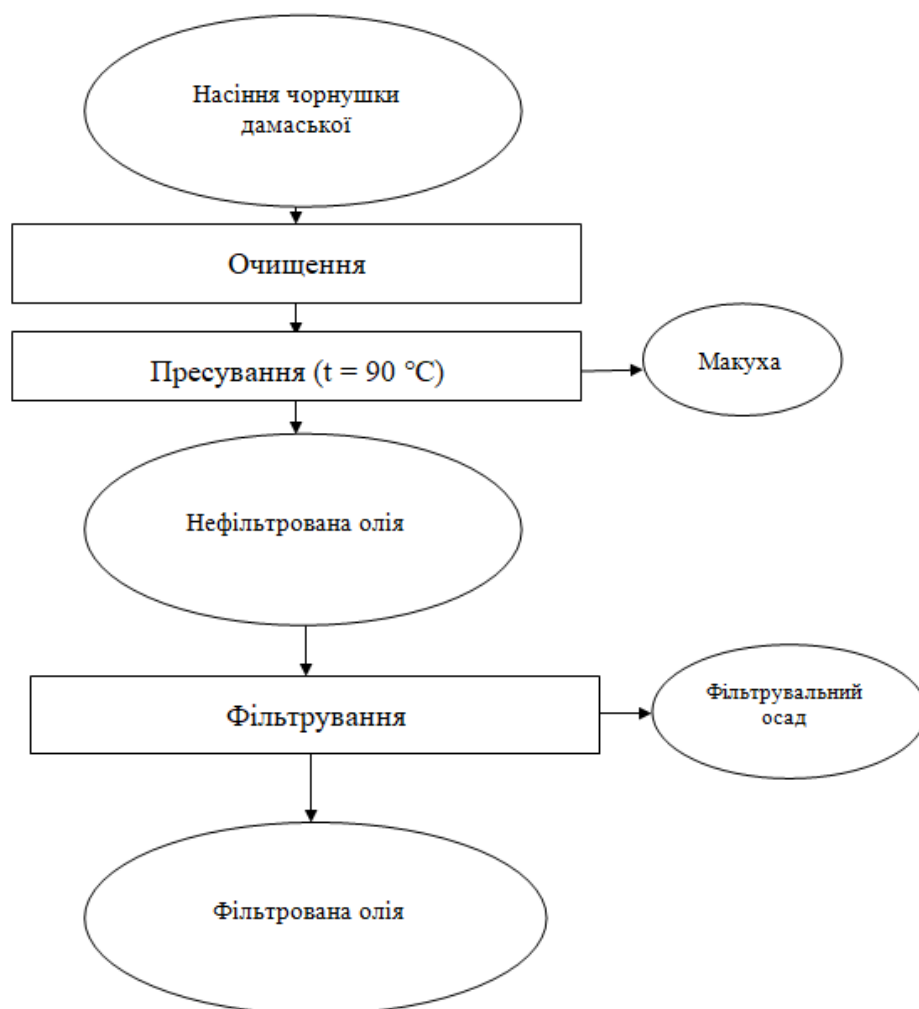


Рисунок 3.8 – Блок-схема виробництва олії з насіння чорнушки дамаської вітчизняної селекції

Насіння чорнушки дамаської очищують від крупних домішок, прес розігрівають до робочої температури 90 °С, починають процес пресування. На виході з преса отримують макуху та нефільтровану олію, яку направляють на подальше фільтрування. Після 12 год фільтрування отримують фільтровану олію та фільтрувальний осад.

### Висновки за розділом

1. Проаналізовано вітчизняний ринок олій з насіння малопоширених олійних культур. Найпоширенішим видом олії, яку реалізують через інтернет-магазини є лляна олія (13 % проаналізованої продукції). Також у достатньо великій кількості виробляють конопляну та гарбузову олію (по 12 % проаналізованої продукції). Найменше зустрічаються серед олій з малопоширених олійних культур коріандрова, сафлорова, гірчиці чорної, гірчиці білої, рицинова олії. Щодо термінів зберігання олій з насіння малопоширених олійних культур, то вони коливалися від 30 діб до 24 місяців, що залежало від способу отримання та подальшої обробки отриманої олії, а також від цілей її застосування. Найбільша кількість виробників олій з насіння малопоширених олійних культур зосереджена в Дніпропетровській, Київській та Харківській областях (по 16,7 % частки ринку). Олія чорного кмину загалом доволі поширена і займає до 10 % ринку, що дозволяє стверджувати, що вона користується попитом. Олії, які виробники позиціонують саме як виготовлені з конкретних видів чорнушки *Nigella sativa* та *Nigella damascena* займають по 1 % ринку. Однак зазвичай насіння чорного кмину, з якого виготовляють цю олію, є імпортованим, а не вітчизняної селекції.

2. Досліджено та порівняно з даними закордонних літературних джерел склад насіння чорнушки дамаської вітчизняного сорту «Запорізька зоря». Проаналізоване насіння містило більше протеїну (25,52 %) та олії (45,48 %) у порівнянні із даними закордонних літературних джерел. За мінеральним складом проаналізоване насіння мало більший вміст фосфору (6,87 г/кг) та магнію (3,08 г/кг). Вміст інших мінеральних речовин знаходився на середньому рівні.

3. Визначено вплив температури пресування насіння чорнушки дамаської на різні параметри вилучення олії. Час пресування зменшувався при збільшенні температури пресування насіння чорнушки дамаської. Температура олії на виході з преса збільшувалася прямо пропорційно збільшенню температури пресування насіння чорнушки дамаської. Залежності зміни температури на виході з преса макухи від температури пресування насіння чорнушки дамаської не було видно. Це є результатом того, що вимірювання температури макухи на виході з преса достатньо складно провести точно, оскільки вона дуже швидко остигає. Вихід нефільтрованої та фільтрованої олії зі збільшенням температури від 90 до 110 °С зменшувався, однак при подальшому збільшенні температури від 110 до 130 °С вихід нефільтрованої та фільтрованої олії поступово збільшувався, що важко пояснити, але є одержаний факт, який перевіряли двічі. Кислотне число збільшувалося при збільшенні температури пресування. Однак значення кислотного числа було дуже високим для всіх зразків (8,5–10,4 мг КОН/г). Це можна пояснити тривалим зберіганням вихідної сировини. Пероксидне число для всіх зразків однаково (менше 0,1 ммоль (1/2 O)/кг) і відповідно залежність не прослідковувалася. Значення пероксидного числа знаходилося в межах норм для рослинних олій. Його мале значення залежало від того, що зразки були віддані в лабораторію одразу після вилучення і фільтрування олії. Щодо органолептичних показників якості прослідковувалася тенденція, що зі збільшенням температури пресування колір готового продукту ставав темнішим, а запах – більш насиченим. Смак у дослідних зразках не визначали через завищене кислотне число усіх зразків.

4. Вивчено склад макухи після пресування насіння чорнушки дамаської. вміст олії в чорнушковій макусі в 2 рази, протеїну в 1,6 рази, клітковини в 1,3 рази більший порівняно з соняшnikовою макухою. Щодо вмісту мінеральних речовин, то слід відзначити в 4,1 рази більший вміст кальцію і в 1,5 рази більший вміст заліза в чорнушковій макусі у порівнянні з соняшnikовою макухою. Важливим є питання подальшого використання макухи.

5. Розроблено структурну схему виробництва олії з насіння чорнушки дамаської, яку можна позиціонувати як олію холодного пресування (температура

олії на виході з пресу  $\sim 32$  °C). Насіння чорнушки дамаської очищують від крупних домішок, прес розігрівають до робочої температури 90 °C, починають процес пресування. На виході з преса отримують макуху та нефільтровану олію, яку направляють на подальше фільтрування. Після 12 год фільтрування отримують фільтровану олію та фільтрувальний осад. Вихід фільтрованої олії при даній технології становитиме приблизно 16 %.



## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 4.1 Організація та аналіз стану охорони праці в навчальній лабораторії з харчових технологій

Відповідно до Закону України «Про охорону праці»: «Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності» [68].

Дослідження для магістерської кваліфікаційної роботи проводили у навчальній лабораторії з харчових технологій, яка закріплена за кафедрою харчових технологій ДДАЕУ. Основне призначення цієї лабораторії – проведення лабораторних занять з дисциплін, які викладають на кафедрі харчових технологій для здобувачів вищої освіти ДДАЕУ. У той же час наповнення даної лабораторії дозволяє використовувати її для проведення наукових досліджень науково-педагогічними співробітниками, аспірантами та здобувачами вищої освіти кафедри.

Завідувач кафедри є безпосереднім керівником навчальної лабораторії з харчових технологій. Він відповідає за своєчасне виконання запланованих робіт. У лабораторії наявні прилади, обладнання, посуд, які є необхідними для провадження якісного освітнього процесу основних та вибіркового дисциплін, які викладають співробітники кафедри харчових технологій.

Здобувачі вищої освіти можуть працювати у лабораторії лише після проходження інструктажу і під наглядом відповідальної особи, якою виступає викладач. Правила поведінки в навчальній лабораторії з харчових технологій визначаються відповідно до інструкції з охорони праці та пожежної безпеки.

Умови для проведення наукових робіт у лабораторії з харчових технологій є допустимими і узгоджуються з вимогами пожежної безпеки та охорони праці, однак наявні і незначні відхилення. Аптечка відсутня безпосередньо у лабораторії

з харчових технологій, а знаходиться у викладацькій кафедрі харчових технологій. Медичний контроль викладачів перед роботою не проводиться. Відсутній дозвіл на роботу з прекурсорами, що унеможлиблює визначення показників якості олії в лабораторії з харчових технологій. Воєнний стан у нашій країні призвів до частого відсутності освітлення в лабораторії з харчових технологій, іноді також відсутні опалення та освітлення. Відсутність бомбосховищ є також суттєвим недоліком, оскільки не дає можливості здобувачам і викладачам безпечно і у повній мірі працювати під час сигналу «Повітряна тривога». Однак це питання не стосується охорони праці, а відноситься до цивільного захисту.

Щодо об'єктів підвищеної небезпеки, то в лабораторії з харчових технологій вони відсутні. При виконанні робіт з вилучення рослинної олії та визначення показників її якості, на дослідників можуть впливати чинники різноманітного характеру, наприклад, недостатнє освітлення робочої зони; невідповідні мікрокліматичні умови; відсутність витяжної системи.

До небезпечних факторів при вилученні рослинної олії та визначенні показників її якості віднесемо: роботу з шнековим пресом, елементи якого нагріваються до високих температур при пресуванні (під час дослідження кваліфікаційної роботи шнековий прес Oil Extractor OP-600M нагрівався від 90 °C до 155 °C); роботу з хімічними реактивами (1 %-ий спиртовий розчин фенолфталеїну; 0,1 М розчин NaOH; нейтральна спиртово-ефірна суміш; насичений розчин KI; хлороформ; 0,05 М розчин тіосульфату натрію, 1 %-ий розчин крохмалю; льодяна оцтова кислота).

Ергономічність приміщення навчальної лабораторії з харчових технологій є прийнятною. Воно сухе, світле, має природне та штучне освітлення, обладнане холодильним устаткуванням, водонагрівачем, приладами для визначення показників якості зерна, обладнанням для виробництва зразків різноманітних харчових продуктів, лабораторним посудом, а також для зберігання цього посуду. Згідно Правил пожежної безпеки для навчальних закладів та установ системи освіти України, що затверджені наказом Міністерства освіти та науки України №974 від 15.08.2016 в лабораторії з харчових технологій знаходиться порошковий

вогнегасник ВП-6 (3). Цей тип вогнегасників має найширший спектр застосування, зокрема дозволяє гасити пожежі, що сталися внаслідок загоряння електрообладнання під напругою (до 1000 В).

#### 4.2 Аналіз виробничого травматизму

У навчальній лабораторії з харчових технологій згідно актів розслідування нещасних випадків і професійних захворювань робимо висновок, що випадки травматизму чи професійних захворювань відсутні. Пояснюється це тим, що прилади, які знаходяться в навчальній лабораторії з харчових технологій достатньо безпечні за дотримання усіх правил використання.

#### 4.3 Заходи з поліпшення стану охорони праці

Згідно Санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень: «Мікроклімат виробничих приміщень – умови внутрішнього середовища цих приміщень, що впливають на тепловий обмін працюючих з оточенням шляхом конвекції, кондукції, теплового випромінювання та випаровування вологи. Ці умови визначаються поєднанням температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, температури оточуючих людину поверхонь та інтенсивністю теплового (інфрачервоного) опромінення» [69].

Порушення гігієнічних норм у виробничих приміщеннях спричиняють передчасне стомлення, зниження концентрації, послаблення реакції, що стає причиною зниження якості роботи, яка виконується; професійних захворювань; виробничих травм. Нормальний режим праці дозволяє уникнути вказаних наслідків. Тому нами вирішено дослідити температуру та відносну вологість повітря у приміщенні навчальної лабораторії з харчових технологій.

Температуру повітря в приміщенні 227 вимірювали спиртовим термометром. Проводили 2 вимірювання з інтервалом у 7 хвилин, при цьому прилад тримали за

верхню частину на максимальному віддаленні від себе. Отримали наступні результати: дослід 1 – 16,5 °С; дослід 2 – 16,5 °С.

Відносну вологість повітря в приміщенні навчальної лабораторії визначали за допомогою гігрометра психометричного ВИТ-1.

Відносну вологість повітря ( $B$ ) розраховували за формулою (4.1):

$$B = \frac{A}{B_0} \times 100 \%, \quad (4.1)$$

де  $A$  – абсолютна вологість, мм.рт.ст.;

$B_0$  – максимальна вологість, або пружність насиченої пари при температурі «сухого» термометра, мм.рт.ст. (додаток В)

Абсолютну вологість ( $A$ ) визначали за формулою (4.2):

$$A = B' - k \times (t_C - t_B) \times P,$$

де  $B'$  – пружність насиченої пари при температурі «вологого» термометра, мм.рт.ст. (додаток В);

$k$  – психрометричний коефіцієнт, що залежить від швидкості руху повітря біля приладу. У закритих приміщеннях при швидкості повітряного потоку менше 0,14 м/с приймається рівним 0,001;

$P$  – атмосферний тиск за барометром, мм.рт.ст.;

$t_c, t_b$  – відповідно показання «сухого» і «вологого» термометрів за гігрометром, °С.

Абсолютна вологість:

$$A = 12,06 - 0,001 \times (15,9 - 14,1) \times 779 = 10,66$$

Відносна вологість:

$$B = \frac{10,66}{13,55} \times 100 \% = 79 \%$$

Отримані результати не відповідають оптимальним і допустимим умовам для робочої зони виробничих приміщень холодної пори року Іб легкої категорії робіт, оскільки норма допустимих температур для постійних робочих місць у холодний період року коливається від 20 до 24 °С, а відносна вологість повітря має становити 75 % [69]. Необхідно вдосконалити умови праці до допустимих, а у майбутньому і до оптимальних, щоб усі фактори, які впливають на дослідника створювали комфорт у робочій зоні, що у свою чергу підвищить якість виконуваних робіт [70].

#### Висновки за розділом

Проаналізовано умови праці в навчальній лабораторії з харчових технологій. За наявністю необхідних приладів та обладнання, засобів пожежогасіння приміщення лабораторії має задовільний рівень для проведення магістерського дослідження, однак присутні певні відхилення за санітарними умовами та деякими нормами охорони праці (відсутній дозвіл на роботу з прекурсорами, медичний огляд перед роботою, аптечка для надання домедичної допомоги, періодична відсутність світла, водопостачання і опалення). Температура у приміщенні була 16,5 °С, а відносна вологість повітря – 79 %, що не відповідає допустимими нормам мікрокліматичних умов для холодної пори року. Для покращення умов у лабораторії з харчових технологій рекомендується придбати аптечку для надання первинної допомоги, отримати дозвіл на роботу з прекурсорами, придбати осушувач повітря побутовий та перевірити розстановку меблів, щоб унеможливити затуляння опалювальних батарей.

## 5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 5.1 Організація проведення дослідження

У агропромисловому комплексі України чільне місце посідає олійно-жирова галузь. Її характерною особливістю є стабільне нарощування обсягів виробництва, оскільки олійні культури є важливими як для внутрішнього, так і для світового ринку. Загалом олійно-жирова галузь в економіці України займає лідерські позиції за рівнем переробних підприємств, рентабельністю, обсягами виробництва та дохідністю. Тому можна стверджувати, що ринок олійних культур є перспективним і буде продовжувати свій розвиток [71, 72, 73].

Основною олійною культурою в Україні є соняшник. Його вирощують з розрахунком як на внутрішній, так і на зовнішній ринок. Однак незалежно від стабільності попиту сучасні умови потребують змін, як кількісних, так і якісних. А саме, останнім часом населення почало приділяти більше уваги здоровому способу життя. Це тягне за собою зменшення споживання тваринних жирів і відповідно збільшення використання рослинних олій, як для приготування їжі, так і для безпосереднього вживання у рідкому вигляді як харчової добавки до раціону. Вони притягують увагу тим, що є джерелом біологічно цінних речовин (макро- та мікроелементи, вітаміни, мононенасичені та поліненасичені жирні кислоти). Тому підвищення ефективності олійного бізнесу можливо за рахунок розширення переліку культур, які вирощують, а в подальшому переробляють у харчову олію. Олійний бізнес може розширити свою сировинну базу як за рахунок насіння (гарбузу, томатів, кавуну), кісточок (виноградні, перикові, абрикосові тощо), так і нетрадиційних олійних культур (кунжут чорний та білий, гірчиця біла та чорна, чорний кмин, амарант, льон, рижій, коноплі та інші). За рахунок свого різноманітного хімічного складу ці олії зможуть, залежно від використовуваної сировини, закривати дефіцити різних речовин в організмі людини. У подальшому конкурентоспроможність виробника олії та побічної продукції зможе гарантувати розширення асортименту, а саме введення туди олій з насіння малопоширених

олійних культур та іншої нетрадиційної сировини. Це дозволить збільшити свою цільову аудиторію [74, 75].

Перелік робіт при проведенні дослідження кваліфікаційної роботи з обґрунтування технології виробництва олії із насіння чорнушки дамаської, наведений у табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт	Найменування робіт	Тривалість робіт $t_{ij}$ , дні
0-0	Одержання завдання	0
0-1	Аналітичний огляд літературних джерел	20
1-2	Вибір методик та підготовка робочого місця	2
2-3	Визначення показників якості сировини	10
3-4	Підготовка насіння до пресування	2
4-5	Проведення пресування	1
5-6	Проведення визначення органолептичних показників якості дослідних зразків чорнушкової олії	1
5-7	Проведення визначення кислотного та пероксидного чисел отриманих зразків чорнушкової олії	3
6;7-8	Аналіз отриманих результатів з визначення кислотного числа і пероксидного числа та органолептичної оцінки	2
8-9	Виконання розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»	5
9-10	Виконання розділу «Організаційно-економічна частина»	5
10-11	Підготовка тез до публікації	2
11-12	Узгодження з кафедрою харчових технологій	2
12-13	Оформлення кваліфікаційної роботи	5
13-14	Отримання рецензії	5
14-15	Захист кваліфікаційної роботи	1
Всього		66

Таблиця 5.2 – Матриця тривалості робіт

	0	j=1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0		20														
i=1			2													
2				10												
3					2											
4						1										
5							1	3								
6									2							
7									2							
8										5						
9											5					
10												2				
11													2			
12														5		
13															5	1
Всього	66	20	2	10	2	1	1	3	4	5	5	2	2	5	5	1

Будуємо сітьовий графік (рис. 5.1).

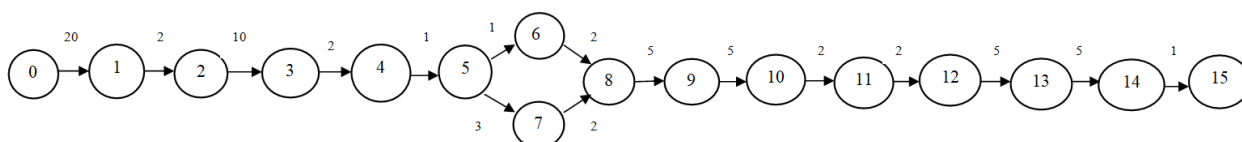


Рисунок 5.1 – Сітьовий графік проведення роботи

З матриці видно, що найбільш тривалими роботами є : 0-1; 2-3; 8-9; 9-10; 12-13; 13-14.

Тривалість критичного шляху дорівнює:

$$T_k = 20+10+5+5+5+5= 50 \text{ днів}$$

Отже для того, аби виконати всі поставлені задачі та завдання кваліфікаційної роботи, необхідно витратити 50 днів.



## 5.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження кваліфікаційної роботи

Витрати, пов'язані з проведенням дослідження кваліфікаційної роботи визначали за допомогою кошторису витрат.

Витрати на основні та побічні матеріали розраховували за формулою (5.1):

$$m = \sum m_1 \cdot C_1, \quad (5.1)$$

де  $m_1$  – кількість витраченого  $i$ -го матеріалу;

$C_1$  – ціна одиниці  $i$ -го матеріалу, грн.

Результати розрахунку витрат на матеріали наведені в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Необхідна кількість матеріалів та їх вартість

№ з/п	Найменування інгредієнту, одиниці	Ціна за одиницю, грн	Кількість	Сума, грн
1	Насіння чорнушки, кг	550,00	12	6600,00
3	Леза для бритви, уп.	15,00	2	30,00
4	Ємність для зразків олії, шт	6,90	14	96,60
Всього				6726,60

Результати розрахунку заробітної плати керівника наукового дослідження наведені в табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Керівник кваліфікаційної роботи	10982,34	62,40	15	936,00
Всього				936,00

Нарахування на заробітну плату приймали у розмірі 22 % від фонду робочого часу. Від загальної суми заробітної платні вони складають:

$$H = \frac{936,00 \cdot 22}{100} = 205,92 \text{ грн}$$

Затрати на витрачену електроенергію визначали за формулою (5.2):

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

де  $M$  – потужність використаного електрообладнання, кВт;

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

$T$  – час роботи обладнання, год.;

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

$a = 5,86$  грн./(кВт/год.) – для підприємств;

$a = 1,44$  грн./(кВт/год.) – для побутових споживачів.

Під час приготування дослідних зразків олії з насіння чорнушки дамаської було використане наступне електрообладнання:

- лабораторні ваги;
- шнековий прес Oil Extractor OP-600M;
- ноутбук.

Затрати електроенергії при використанні лабораторних вагів:

$$E_1 = 0,012 \cdot 0,9 \cdot 0,5 \cdot 5,86 = 0,032 \text{ грн.}$$

Затрати електроенергії при використанні шнекового преса Oil Extractor OP-600M:

$$E_2 = 0,6 \cdot 0,9 \cdot 1,5 \cdot 5,86 = 4,75 \text{ грн.}$$

Затрати електроенергії при використанні ноутбука:

$$E_3 = 0,02 \cdot 0,9 \cdot 360 \cdot 1,44 = 9,33 \text{ грн.}$$

Загальні затрати електроенергії складали:

$$E = E_1 + E_2 + E_3 = 0,032 + 4,75 + 9,33 = 14,112 \text{ грн}$$

Витрати на амортизацію обладнання знаходили за формулою (5.3):

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

де А – амортизаційні відрахування, грн;

Φ – вартість обладнання, грн;

Н – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на даному обладнанні, днів;

365 – кількість днів у році.

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведені в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Лабораторні ваги	8500,00	10	0,02	0,05
Шнековий прес Oil Extractor OP-600M	14130,00	15	0,06	0,35
Ноутбук	13450,00	25	60	552,74
			Всього	553,14

Накладні витрати, що включають витрати пов'язані з обслуговуванням установки, приймали рівними 80 % від розрахованої заробітної плати виконавців дослідження і становили:

$$\frac{936,00 \cdot 80}{100} = 748,80 \text{ грн}$$

Кошторис витрат на проведення дослідження наведений в табл. 5.6.

Таблиця 5.6 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн
Основні матеріали	6726,60
Заробітна плата	936,00
Нарахування на заробітну плату	205,92
Електроенергія	14,112
Амортизація	553,14
Накладні витрати	748,80
Додаткові витрати (витрати дослідження в лабораторії)	5684,8
Всього	14868,772

Найбільшими серед усіх витрат були витрати на основні матеріали, що пов'язано з малою поширеністю сировини, яка використовувалася для отримання зразків олії з насіння чорнушки дамаської.

### 5.3 Розрахунок вартості дослідження

Вартість дослідження визначали за формулою (5.4):

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

де Ц – вартість дослідження, грн;

C – витрати на дослідження, грн;

P – нормативна рентабельність (P=30), %.

$$Ц = 14868,772 + \frac{30 \cdot 14868,772}{100} = 19329,4 \text{ грн}$$

Витрати на проведені дослідження кваліфікаційної роботи становили 19329,4 грн.

## Висновки за розділом

Побудовано оптимальний сітьовий графік. Тривалість його критичного шляху складає 50 днів. Найбільш суттєвими затратами під час магістерського дослідження виявилися витрати на основні матеріали (сировина для дослідження) – 6600 грн. Загальна вартість кваліфікаційного експериментального дослідження склала 19329,4 грн.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Проаналізовано вітчизняний ринок олій з насіння малопоширених олійних культур. Найпоширенішим видом олії, яку реалізують через інтернет-магазини є лляна олія (13 % проаналізованої продукції). Також у достатньо великій кількості виробляють конопляну та гарбузову олію (по 12 % проаналізованої продукції). Найменше зустрічаються серед олій з малопоширених олійних культур коріандрова, сафлорова, гірчиці чорної, гірчиці білої, рицинова олії. Щодо термінів зберігання олій з насіння малопоширених олійних культур, то вони коливалися від 30 діб до 24 місяців, що залежало від способу отримання та подальшої обробки отриманої олії, а також від цілей її застосування. Найбільша кількість виробників олій з насіння малопоширених олійних культур зосереджена в Дніпропетровській, Київській та Харківській областях (по 16,7 % частки ринку). Олія чорного кмину загалом доволі поширена і займає до 10 % ринку, що дозволяє стверджувати, що вона користується попитом. Олії, які виробники позиціонують саме як виготовлені з конкретних видів чорнушки *Nigella sativa* та *Nigella damascena* займають по 1 % ринку. Однак зазвичай насіння чорного кмину, з якого виготовляють цю олію, є імпортованим, а не вітчизняної селекції.

2. Досліджено та порівняно з даними закордонних літературних джерел склад насіння чорнушки дамаської вітчизняного сорту «Запорізька зоря». Проаналізоване насіння містило більше протеїну (25,52 %) та олії (45,48 %) у порівнянні із даними закордонних літературних джерел. За мінеральним складом проаналізоване насіння мало більший вміст фосфору (6,87 г/кг) та магнію (3,08 г/кг). Вміст інших мінеральних речовин знаходився на середньому рівні.

3. Визначено вплив температури пресування насіння чорнушки дамаської на різні параметри вилучення олії. Час пресування зменшувався при збільшенні температури пресування насіння чорнушки дамаської. Температура олії на виході з преса збільшувалася прямо пропорційно збільшенню температури пресування насіння чорнушки дамаської. Залежності зміни температури на виході з преса макухи від температури пресування насіння чорнушки дамаської не було видно. Це

є результатом того, що вимірювання температури макухи на виході з преса достатньо складно провести точно, оскільки вона дуже швидко остигає. Вихід нефільтрованої та фільтрованої олії зі збільшенням температури від 90 до 110 °С зменшувався, однак при подальшому збільшенні температури від 110 до 130 °С вихід нефільтрованої та фільтрованої олії поступово збільшувався, що важко пояснити, але є одержаний факт, який перевіряли двічі. Кислотне число збільшувалося при збільшенні температури пресування. Однак значення кислотного числа було дуже високим для всіх зразків (8,5–10,4 мг КОН/г). Це можна пояснити тривалим зберіганням вихідної сировини. Пероксидне число для всіх зразків однакове (менше 0,1 ммоль (1/2 O)/кг) і відповідно залежність не прослідковувалася. Значення пероксидного числа знаходилося в межах норм для рослинних олій. Його мале значення залежало від того, що зразки були віддані в лабораторію одразу після вилучення і фільтрування олії. Щодо органолептичних показників якості прослідковувалася тенденція, що зі збільшенням температури пресування колір готового продукту ставав темнішим, а запах – більш насиченим. Смак у дослідних зразках не визначали через завищене кислотне число усіх зразків.

4. Вивчено склад макухи після пресування насіння чорнушки дамаської. вміст олії в чорнушкській макусі в 2 рази, протеїну в 1,6 рази, клітковини в 1,3 рази більший порівняно з соняшnikовою макухою. Щодо вмісту мінеральних речовин, то слід відзначити в 4,1 рази більший вміст кальцію і в 1,5 рази більший вміст заліза в чорнушкській макусі у порівнянні з соняшnikовою макухою.

5. Розроблено структурну схему виробництва олії з насіння чорнушки дамаської, яку можна позиціонувати як олію холодного пресування (температура олії на виході з пресу ~32 °С). Насіння чорнушки дамаської очищують від крупних домішок, прес розігрівають до робочої температури 90 °С, починають процес пресування. На виході з преса отримують макуху та нефільтровану олію, яку направляють на подальше фільтрування. Після 12 год фільтрування отримують фільтровану олію та фільтрувальний осад. Вихід фільтрованої олії при даній технології становитиме приблизно 16 %.

6. Проаналізовано умови праці в навчальній лабораторії з харчових технологій. За наявності необхідних приладів та обладнання, засобів пожежогасіння приміщення лабораторії має задовільний рівень для проведення магістерського дослідження, однак присутні певні відхилення за санітарними умовами та деякими нормами охорони праці (відсутній дозвіл на роботу з прекурсорами, медичний огляд перед роботою, аптечка для надання домедичної допомоги, періодична відсутність світла, водопостачання і опалення). Температура у приміщенні була 16,5 °С, а відносна вологість повітря – 78 %, що не відповідає допустимим нормам мікрокліматичних умов для холодної пори року. Для покращення умов у лабораторії з харчових технологій рекомендується придбати аптечку для надання первинної допомоги, отримати дозвіл на роботу з прекурсорами, придбати осушувач повітря побутовий та перевірити розстановку меблів, щоб унеможливити затуляння опалювальних батарей.

7. Побудовано оптимальний сітьовий графік. Тривалість його критичного шляху складає 50 днів. Найбільш суттєвими затратами під час магістерського дослідження виявилися витрати на основні матеріали (сировина для дослідження) – 6600 грн. Загальна вартість кваліфікаційного експериментального дослідження склала 19329,4 грн.

Щодо подальших досліджень за темою кваліфікаційної роботи перспективними будуть:

- вивчення вітамінного та амінокислотного складу насіння чорнушки дамаської вітчизняної селекції;
- вивчення вітамінного та пігментного складу чорнушкової олії;
- вивчення впливу температури пресування на окисну стабільність чорнушкової олії;
- дослідження впливу способу очищення чорнушкової олії на показники її якості;
- дослідження щодо умов зберігання та пакування чорнушкової олії;
- рекомендації до вживання чорнушкової олії у харчових цілях;



- вивчення впливу вживання чорнушкової олії на організм людини, виявлення конкретних оздоровчих властивостей;
- знаходження області використання чорнушкової макухи, адже вона має специфічний запах і смак, що унеможлиблює застосування її у харчових чи кормових цілях як самостійного продукту, а тільки у якості добавки в невеликих кількостях;
- визначення економічного ефекту від виробництва чорнушкової олії.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Emongor V., Oagile O. Safflower Production. Gaborone: Impression House, 2017. 67 p.
2. Khalid N., Khan R.S., Hussain M.I., Farooq M., Ahmad A., Ahmed I. A comprehensive characterisation of safflower oil for its potential applications as a bioactive food ingredient - A review. *Trends in Food Science & Technology*. 2017. Vol. 66. PP. 176–186.
3. Al-Surmi N.Y., El-Dengawi R.A.H., Khalefa A.H., Yahia N. Characteristics and Oxidative Stability of Some Safflower (*Carthamus Tinctorius* L.). *Journal of Nutrition & Food Sciences*. 2015. Special issues: Food Hydrocolloids. PP. 1–6.
4. Vorpsi V., Harizaj F., Bardhi N., Vladi V., Dodona E. *Carthamus Tinctorius* L., the quality of safflower seeds cultivated in Albania. *Research Journal of Agricultural Science*. 2010. Vol. 42, no. 1. PP. 326–331.
5. Al-Surmi, N.Y., El-Dengawy R.A.H., Khalifa. A.H. Chemical and nutritional aspects of some safflower seed varieties. *Journal of Food Processing and Technology*. 2016. Vol. 7, Issue 5. PP. 585–590.
6. 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". Сер.: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів: зб. наук. пр.* Харків : НТУ «ХПІ», 2019. № 15. С. 61–65.
7. Мироненко Л.С., Перевалов Л.І., Тимченко В.К., Арутюнян Т.В. Технологічні та економічні аспекти переробки насіння сафлору вітчизняних сортів. *Наука і студія*. 2020. № 2 (204). 12 с.
8. Попова Н.В., Барашовець О.В., Литвиненко В.И., Бондаренко Н.Ю. Перспективы применения сафлора красильного. *Застосування методів лікування і аніпрепаратів у медичній, фармацевтичній та косметичній практиці* : матеріали всеукр. наук.-практ. конф. з Міжнар. участю, 29–30 березня 2018 р. Харків: Вид-во «Оригінал», 2018. С. 226–232.

9. Chakradhari S., Perkons I., Mišina I., Sipeniece E., Radziejewska-Kubzdela E., Grygier A., Rudzińska M., Patel K.S., Radzimirska-Graczyk M., Górnaś P. Profiling of the bioactive components of safflower seeds and seed oil: cultivated (*Carthamus tinctorius* L.) vs. wild (*Carthamus oxyacantha* M. Bieb.). *Europe Food Research and Technology*. 2020. Vol. 246. PP. 449–459.
10. Matthaus B., Özcan M.M., Al Juhaimi, F.Y. Fatty acid composition and tocopherol profiles of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seed oils. *Natural Product Research*. 2014. Vol. 29, Issues 2. PP. 193–196.
11. Мироненко Л.С., Перевалов Л.І., Тимченко В.К., Арутюнян Т.В. Аналіз структурних показників олії з насіння сафлору, адаптованого в умовах східного лісостепу. *Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Сер.: Технічні науки*. 2019. Т. 30 (69). № 5, ч. 2. С. 98–103.
12. Fernández-Cuesta Á., Velasco L., Ruiz-Méndez M.V. Novel safflower oil with high  $\gamma$ -tocopherol content has a high oxidative stability. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2014. Vol. 116. PP. 832–836.
13. Salaberría F., Constenla D., Carelli A.A., Carrín M.E. Chemical Composition and Physical Properties of High Oleic Safflower Oils (*Carthamus tinctorius*, Var. CW88-OL and CW99-OL). *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 2016. Vol. 93. PP. 1383–1391.
14. Katkade M.B., Syed H.M., Andhale R.R., Sontakke M.D. Fatty acid profile and quality assessment of safflower (*Carthamus tinctorius*) oil. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2018. Vol. 7, Issue 2. PP. 3581–3585.
15. Kostik V., Memeti S., Bauer B. Fatty acid composition of edible oils and fats. *Journal of Hygienic Engineering and Design*. 2013. Vol. 4. PP. 112–116.
16. Aydeniz B., Güneşer O., Yılmaz E. Physico-chemical, Sensory and Aromatic Properties of Cold Press Produced Safflower Oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 2013. Vol. 91, Issue 1. PP. 99–110.
17. Ergönül P.G., Özbek Z.A. Chapter 29 – Cold pressed safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seed oil. *Cold Pressed Oils: Green Technology, Bioactive Compounds*,

*Functionality, and Applications*: book / ed. Ramadan M.F. Academic Press, 2020. PP. 323–333.

18. Гамаюнова В.В. Москва І.С. Складові структури та врожайність насіння рижю ярого на Півдні Степу України. *Вісник ЖНАЕУ*. 2017. Вип. № 2 (61). С. 29–34.

19. Sydor M., Kurasiak-Popowska D., Stuper-Szablewska K., Rogoziński T. *Camelina sativa*. Status quo and future perspectives. *Industrial Crops and Products*. 2022. Vol. 187, Part B.

20. Mondor M., Hernández-Álvarez A.J. *Camelina sativa* composition, attributes and applications: a review. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2022. Vol. 124, Issue 3. PP. 3–52.

21. Zubr J. Carbohydrates, vitamins and minerals of *Camelina sativa* seed. *Nutrition & Food Science*. 2010. Vol. 40, no. 5. PP. 523–531.

22. Кобець, О.С., Арпуль О.В., Доценко В.Ф. Рослинні олії, як джерела функціональних інгредієнтів. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. Київ, 2016. Т. 22, № 2. С. 204–212.

23. Puzio I., Graboś D., Bieńko M., Radzki R.P., Nowakiewicz A., Kosior-Korzecka U. *Camelina* Oil Supplementation Improves Bone Parameters in Ovariectomized Rats. *Animals*. 2021. Vol. 11, Issue 5. PP. 1–13.

24. Rodríguez-Rodríguez M.F., Sánchez-García A., Salas J.J., Garcés R., Martínez-Force E. Characterization of the morphological changes and fatty acid profile of developing *Camelina sativa* seeds. *Industrial Crops and Products*. 2013. Vol. 50. PP. 673–679.

25. Waraich E.A., Ahmed Z., Ahmad R., Ashraf M.Y., Naeem M.S., Rengel Z. (2013). «*Camelina sativa*», a climate proof crop, has high nutritive value and multiple-uses: A review. *Australian Journal of Crop Science*. 2013. Vol. 7. PP. 1551–1559.

26. Singh S.K., Rajpurohit B., Singha, P. *Camelina (Camelina sativa)* seed. *Oilseeds: Health Attributes and Food Applications* / ed. Tanwar B., Goyal A. Singapore: Springer. 2021. PP. 355–371.

27. Кобець, О.С., Олійник С.С., Арпуль О.В., Доценко В.Ф. Досвід використання рослинних олій з нетрадиційної сировини і харчовій промисловості. *Научный взгляд в будущее*. 2016. Вип. 2(2), Том 2. С. 56–63.

28. Katare C., Saxena S., Agrawal S., Prasad G.B.K.S., Bisen P.S. Flax seed: a potential medicinal food. *Journal of Nutrition and Food Science*. 2012. Vol. 2, Issue 1.

29. Vereshchahin I.V., Kandyba N.M., Stashko M.R., Nedohybchenko A.S. Flax seeds (*Linum usitatissimum* L.) as a valuable food resource. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Agronomy and Biology*. 2022. Vol. 45, no. 3. PP. 18–26.

30. Goyal A., Sharma V., Upadhyay N., Gill S., Sihag M. Flax and flaxseed oil: an ancient medicine & modern functional food. *Journal of Food Science and Technology*. 2014. Vol. 51. PP. 1633–1653.

31. Bernacchia R., Preti R., Vinci G. Chemical composition and health benefits of flaxseed. *Austin Journal of Nutrition and Food Sciences*. 2014. Vol. 2, Issue 8. PP. 1045–1054.

32. Mueed A., Sahar S., Sameh A.K, Philippe M., Tuba E., Zeyuan D. Flaxseed bioactive compounds: chemical composition, functional properties, food applications and health benefits-related gut microbes. *Foods*. 2022. Vol. 11, no. 20. PP. 3307-3332.

33. Слободянюк Н.М., Сухенко Ю.Г., Веретинська І.А. Харчова та біологічна цінність насіння льону. *Наукові праці ОНАХТ*. 2014. Т. 1, вип. 46 С. 91–94.

34. Hall L.M., Booker H., Siloto R.M.P., Jhala A.J., Weselake R.J. Chapter 6 – Flax (*Linum usitatissimum* L.). *Industrial Oil Crops* / ed.: McKeon T.A., Hayes D.G., Hildebrand D.F., Weselake R.J. AOCS Press. 2016. PP. 157–194.

35. Shahbazi E., Safipor B., Saeidi K., Golkar P. Responses of *Nigella damascena* L. and *Nigella sativa* L. to drought stress: yield, fatty acid composition and antioxidant activity. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 2022. Vol. 24, Issue 3. PP. 693–705.

36. Бойко М., Подобій О., Житнецький І. Розробка технології харчової добавки на основі кмину чорного. *Актуальні проблеми хімії та хімічної технології*:

зб. матеріалів доп. учасн. III Міжнар. наук.-практ. конф., 21–22 листопада. 2018 р. К: НУХТ, 2018. С. 192–193.

37. Савчук, Ю.Ю., Усатюк С.І. Методи виявлення фальсифікації олії чорного кмину. *Якість і безпека харчових продуктів: міжнар. наук.-практ. конф.*, 14–15 листопада 2013 р. К.: НУХТ, 2013. С. 82–83.

38. Matthaues B., Özcan M.M. Fatty acids, tocopherol, and sterol contents of some *Nigella* species seed oil. *Czech Journal of Food Sciences*. 2011. Vol. 29, no. 2. PP. 145–150.

39. Margout D., Kelly M.T., Meunier S., Auinger D., Pelissier Y., Larroque M. Morphological, microscopic and chemical comparison between *Nigella sativa* L. cv. (black cumin) and *Nigella damascena* L. cv. *Journal of Food, Agriculture & Environment*. 2013. Vol.11. PP. 165–171.

40. Toma C.-C., Olah N.-K., Vlase L., Mogoşan C., Mocan A. Comparative studies on polyphenolic composition, antioxidant and diuretic effects of *Nigella sativa* L. (black cumin) and *Nigella damascena* L. (lady-in-a-mist) seeds. *Molecules*. 2015. Vol. 20. PP. 9560–9574.

41. Cheikh-Rouhou S., Besbes S., Hentati B., Blecker Ch., Deroanne C., Attia H. *Nigella sativa* L.: chemical composition and physicochemical characteristics of lipid fraction. *Food Chemistry*. 2007. Vol. 101, no. 2. PP. 673–681.

42. Dinagaran S., Sridhar S., Eganathan P. Chemical composition and antioxidant activities of black seed oil (*Nigella sativa* L.). *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2016. Vol. 7, Issue 11. PP. 4473–4479.

43. Ніколова Н.С., Данилів С.І. Аналіз жирної олії *Nigella sativa* L. виробництва України та Болгарії. *Вісник медичних і біологічних досліджень*. 2022. №1. С. 80–83.

44. Asdadi A., Harhar H., Gharby S., Bouzoubaâ Z., El Yadini A., Moutaj R., El Hadek M., Chebli B., Hassani L.M.I. Chemical composition and antifungal activity of *Nigella sativa* L. Oil seed cultivated in Morocco. *International Journal of Pharmaceutical Science Invention*. 2014. Vol. 3, Issue 11. PP.9–15.

45. Salehi B., Quispe C., Imran M., Ul-Haq I., Živković J., Abu-Reidah I.M., Sen S., Taheri Y., Acharya K., Azadi H., del Mar Contreras M., Segura-Carretero A., Mnayer D., Sethi G., Martorell M., Abdull R.A.F., Sunusi U., Kamal R.M., Rasul S.H.A., Sharifi-Rad J. Nigella plants – Traditional Uses, Bioactive Phytoconstituents, Preclinical and Clinical Studies. *Frontiers in Pharmacology*. 2021. Vol. 12. PP. 3–26.

46. Радзієвська І.Г., Мельник О.П., Пушнова А.О. Використання олії чорного кмину у складі засобу для волосся. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2019. Т. 25. № 6. С. 164–171.

47. Осадчук П.І., Жук П.В. Отримання олії амаранту з урахуванням ступеню подрібнення зерна. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2017. Вип. 85.

48. Черства А.О., Ластовецька А.В., Носенко Т.Т. Вплив обробки насіння ріпака ферментними препаратами на вихід пресової олії. *Актуальні задачі сучасних технологій* : зб. матеріалів IV міжнар. наук.-техн. конф., м. Тернопіль, 25–26 лист. 2015 р. Тернопіль, 2015. С. 158.

49. Azadmard-Damirchi S., Habibi-Nodeh F., Hesari J., Nemati M., Achachlouei B.F. Effect of pretreatment with microwaves on oxidative stability and nutraceuticals content of oil from rapeseed. *Food Chemistry*. 2010. Vol. 121, Issue 4. PP. 1211–1215.

50. Al Juhaimi F, Uslu N., Özcan M.M. The effect of preultrasonic process on oil content and fatty acid composition of hazelnut, peanut and black cumin seeds. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2018. Vol. 42, Issue 1. PP. 35–39.

51. Suri K., Singh B., Kaur A. Impact of microwave roasting on physicochemical properties, maillard reaction products, antioxidant activity and oxidative stability of nigella seed (*Nigella sativa* L.) oil. *Food Chemistry*. 2022. Vol. 368. 2022. 130777.

52. Gao P., Ding Y., Chen Z., Zhou Z., Zhong W., Hu C., He D., Wang X. Characteristics and antioxidant activity of walnut oil using various pretreatment and processing technologies. *Foods*. 2022. Vol. 11, Issue 12. PP. 1698–1709.

53. Xu T., Yang R., Hua X., Zhao W., Tong Y., Zhang W. Improvement of the yield and flavour quality of sesame oil from aqueous extraction process by moisture conditioning before roasting. *International Journal of Food Science + Technology*. 2019. Vol. 54. PP. 471–479.

54. Szydłowska-Czerniak A., Tymczewska A., Momot M., Włodarczyk K. Optimization of the microwave treatment of linseed for cold-pressing linseed oil – Changes in its chemical and sensory qualities. *LWT*. 2020. Vol. 126. 1093317.
55. Wang S., Wang J., Dong G., Chen X., Wang S., Lei F., Su X., Bai Q. Effect of different extraction methods on quality characteristics of rapeseed and flaxseed oils. *Journal of Food Quality*. 2022. Vol. 2022, PP. 1–12.
56. Eikani M.H., Khandan N., Feyzi E. Enhancing bio-oil extraction using instant controlled pressure drop texturing. *Food and Bioproducts Processing*. 2019. Vol. 117. PP. 241–249.
57. Vatansev H., Ciftci H., Ozkaya A., Ozturk B., Evliyaoglu N., Kiyici A. Chemical composition of *Nigella sativa* L. seeds used as a medical aromatic plant from east Anatolia region, Turkey. *Asian Journal of Chemistry*. Vol. 25, No. 10. 2013. PP. 5490–5492.
58. Sharma P., Longvah T. *Nigella (Nigella sativa) seed*. *Oilseeds: Health Attributes and Food Applications* / ed. Tanwar B., Goyal A. Singapore: Springer. 2021. PP. 331–350.
59. Дітріх І.В., Молокова А.Ю. Перспективи використання насіння чорного кмину як функціонального інгредієнту. *Інноваційні технології в готельно-ресторанному бізнесі* : мат. Всеукр. наук.-практ. конф., 22–23 березня 2017 р. Київ : НУХТ, 2017. С. 39.
60. Devi V., Khanam S. Comparative study of different extraction processes for hemp (*Cannabis sativa*) seed oil considering physical, chemical and industrial-scale economic aspects. *Journal of Cleaner Production*. 2019. Vol. 207. PP. 645–657.
61. Syed I., Garg S., Agarwal S., Mohapatra N. Hempseed (*Cannabis sativa*). *Oilseeds: Health Attributes and Food Applications* / ed. Tanwar B., Goyal A. Singapore: Springer. 2021. PP. 373–395.
62. Gupta T., Ratandeep, Pooja, Saya L. A comprehensive review on therapeutic properties of mustard oil and olive oil. *Chemical Biology Letters*. 2021. Vol. 9, no. 1. PP. 309–327.



63. De Zoysa H.K.S., Waisundara V.Y. Mustard (*Brassica nigra*) seed. *Oilseeds: Health Attributes and Food Applications* / ed. Tanwar B., Goyal A. Singapore: Springer. 2021. PP. 191–210.

64. Javed S., Shahid A.A., Haider M.S., Umeera A., Ahmad R., Mushtaq S. Nutritional, phytochemical potential and pharmacological evaluation of *Nigella sativa* (Kalonji) and *Trachyspermum ammi* (Ajwain). *Journal of Medicinal Plants Research*. 2012. Vol. 6. PP. 768–775.

65. Al-Naqeep G.N., Ismail M.M., Al-Zubairi A.S., Esa N.M. Nutrients composition and minerals content of three different samples of *Nigella sativa* L. cultivated in Yemen. *Asian Journal of Biological Sciences*. 2009. Vol. 2, Issue 2. PP. 43–48.

66. Mukhtar H., Mumtaz M.W., Tauqeer T., Raza S.A. Composition of *Nigella sativa* seeds. *Black cumin (Nigella sativa) seeds: chemistry, technology, functionality, and applications* / ed. Ramadan M.F. Cham: Springer. 2021. PP. 45–57.

67. Petraru A., Florin U., Sonia A. 2021. Nutritional characteristics assessment of sunflower seeds, oil and cake. Perspective of using sunflower oilcakes as a functional ingredient. *Plants*. 2021. Vol. 10, no. 11. PP. 2487–2509.

68. Про охорону праці : Закон України від 19 серп. 2022 р. № 2694-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text> (дата звернення: 20.11.2022).

69. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень: затв. постановою Міністерства охорони здоров'я України від 01.12.1999 р. № 42. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text> (дата звернення: 21.11.2022).

70. Деркач О.Д., Дмитрюк С.П. Методичні рекомендації до написання розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» в дипломних роботах для студентів інженерно-технологічного факультету денної і заочної форми навчання Галузь знань: 18 «Виробництво та технології», спеціальність: 181 «Харчові технології», освітньо-професійна програма: «Харчові технології», освітній ступінь: магістр, термін навчання: повний, форма навчання: денна, заочна. Дніпро: ДДАЕУ, 2022. 21 с.

71. Семенда Д., Семенда О., Семенда О. Оцінка розвитку ринку продукції олійних культур. *Молодий вчений*. 2020. №3 (79). С. 258–263.

72. Літковець Ю.О. Оцінювання стану та перспектив розвитку олійно-жирової галузі. *Глобальні та національні проблеми економіки*. 2017. Вип. 20. С. 169–172.

73. Antonyuk P., Lisyuk V. The state and progress of oilseeds market and foods of their processing trends are in Ukraine. *Economic Innovations*. 2018. Vol. 20. PP. 44–52.

74. Петрова О.О. Диверсифікація олійного бізнесу та розвиток виробництва нетрадиційних олій на херсонщині. *Агросвіт*. 2020. № 21. С. 41–48.

75. Гамаюнова В.В., Хоненко Л.Г., Гирля Л.М. Перспективи виробництва олії покращеної якості в Україні.

# ДОДАТКИ



ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Науково-дослідний центр біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК

Атестат акредитації ДНДКІВПКД № 027/вир.лаб., від 11.06.2017 р.  
Сертифікат визнання вимірювальних можливостей ОС «УБСЦ»,  
№ LB/13/19 від 26.12.2019 р.

Юридична адреса: вул. Сергія Єфремова,  
25, м. Дніпро, Україна, 49600

Фактична адреса: вул. Мандриківська,  
276, м. Дніпро, Україна, 49100  
+38 (095) 063 05 31  
+38 (095) 093 03 76  
plppm@ua.fm

Затверджую  
Директор НДЦ

Д.М.Масюк

### ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ № НТ/7596 від 10.08.2022

Замовник: ТОВ "ПЛАЗМА 2016"  
Підприємство: Сова Н.А.  
Об'єкт випробування та реєстраційний код зразків: насіння чорнушки (В-64348/1)  
Замовлення: Рахунок №П/22/08/001 від 01.08.2022  
Дата одержання зразків: 1 серпня 2022 р.  
Дата проведення випробувань: 10 серпня 2022 р.  
Коментар: -

#### Результати випробувань

№ з/п	Показники, що визначали	Фактичне значення на натуральну вологу	НД на методи випробувань
<b>насіння чорнушки (В-64348/1)</b>			
1	Кальцій, г/кг	4,91	МВВ. НДЦБЕКРАПКДДАЕУ 7.2-16-В
2	Фосфор, г/кг	6,30	МВВ. НДЦБЕКРАПКДДАЕУ 7.2-16-В
3	Магній, г/кг	2,83	МВВ. НДЦБЕКРАПКДДАЕУ 7.2-16-В
4	Натрій, %	0,03	МВВ. НДЦБЕКРАПКДДАЕУ 7.2-16-В
5	Залізо, мг/кг	197,51	МВВ. НДЦБЕКРАПКДДАЕУ 7.2-16-В
6	Цинк, мг/кг	34,10	МВВ. НДЦБЕКРАПКДДАЕУ 7.2-16-В
7	Мідь, мг/кг	9,82	МВВ. НДЦБЕКРАПКДДАЕУ 7.2-16-В
8	Марганець, мг/кг	28,83	МВВ. НДЦБЕКРАПКДДАЕУ 7.2-16-В
9	Сирий протеїн, %	23,42	ДСТУ 7169:2010
10	Вологість, %	8,24	ДСТУ 7621:2014
11	Сирий жир, %	41,73	ДСТУ ISO 6492:2003
12	Сира клітковина, %	11,64	ДСТУ ISO 6865:2004

#### Відповідальні виконавці:

Завідуючий відділом фізіології, біохімії та хіміко-токсикологічних досліджень

Єфімов В.Г.

Молодший науковий співробітник сектору інструментальних методів досліджень відділу фізіології, біохімії та хіміко-токсикологічного аналізу

Голда А.А.

#### Примітки:

- Цей протокол випробувань відноситься тільки до зразків, які пройшли випробування.
- Цей протокол випробувань не підлягає тиражуванню, як повністю так і частково, без дозволу НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК ДДАЕУ.  
"КІНЕЦЬ ДОКУМЕНТУ"



ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Науково-дослідний центр біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК

Атестат акредитації ДНДКІВПКД № 027/вир.лаб., від 11.06.2017 р.  
Сертифікат визнання вимірювальних можливостей ОС «УБСЦ»,  
№ LB/13/19 від 26.12.2019 р.

Юридична адреса: вул. Сергія Єфремова,  
25, м. Дніпро, Україна, 49600

Фактична адреса: вул. Мандриківська,  
276, м. Дніпро, Україна, 49100  
+38 (095) 063 05 31  
+38 (095) 093 03 76  
plppm@ua.fm

Затверджую  
Директор НДЦ

Д.М.Масюк

### ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ № НТ/ 7972 від 08.12.2022

Замовник: ТОВ "ПЛАЗМА 2016"  
Підприємство: Сова Н.А.  
Об'єкт випробування та реєстраційний код зразків: олія з насіння чорнушки дамаської (В-81282/1), олія з насіння чорнушки дамаської №2 (В-81282/2), олія з насіння чорнушки дамаської №3 (В-81282/3), олія з насіння чорнушки дамаської №4 (В-81282/4), олія з насіння чорнушки дамаської №5 (В-81282/5), макуха з насіння чорнушки дамаської (В-81282/6),  
Замовлення: Рахунок №П/22/12/005 від 01.12.2022  
Дата одержання зразків: 1 грудня 2022 р.  
Дата проведення випробувань: 8 грудня 2022 р.  
Коментар: -

#### Результати випробувань

№ з/п	Показники, що визначали	Фактичне значення на натуральну вологу	НД на методи випробувань
<b>макуха з насіння чорнушки дамаської (В-81282/6)</b>			
1	Вологість, %	7,75	ДСТУ 7621:2014
2	Сира клітковина, %	15,00	ДСТУ ISO 6865:2004
3	Сирий протеїн, %	32,25	ДСТУ 7169:2010
4	Сирий жир, %	25,89	ДСТУ ISO 6492:2003
5	Кальцій, г/кг	5,78	МВВ. НДЦБЕКРАПҚДДАЕУ 7.2-16-В
6	Фосфор, г/кг	8,05	МВВ. НДЦБЕКРАПҚДДАЕУ 7.2-16-В
7	Магній, г/кг	2,81	МВВ. НДЦБЕКРАПҚДДАЕУ 7.2-16-В
8	Натрій, %	0,025	МВВ. НДЦБЕКРАПҚДДАЕУ 7.2-16-В
9	Залізо, мг/кг	97,56	МВВ. НДЦБЕКРАПҚДДАЕУ 7.2-16-В
10	Цинк, мг/кг	35,15	МВВ. НДЦБЕКРАПҚДДАЕУ 7.2-16-В
11	Мідь, мг/кг	8,53	МВВ. НДЦБЕКРАПҚДДАЕУ 7.2-16-В
12	Марганець, мг/кг	22,46	МВВ. НДЦБЕКРАПҚДДАЕУ 7.2-16-В
<b>олія з насіння чорнушки дамаської №1 (В-81282/1)</b>			
1	Кислотне число жиру, мг КОН/г	10,1	ДСТУ 4350:2004
2	Перекисне число олії або жиру, ммоль (1/2 О)/кг	Менше 0,1	ДСТУ 4570:2006
<b>олія з насіння чорнушки дамаської №2 (В-81282/2)</b>			
1	Кислотне число жиру, мг КОН/г	10,4	ДСТУ 4350:2004
2	Перекисне число олії або жиру, ммоль (1/2 О)/кг	Менше 0,1	ДСТУ 4570:2006
<b>олія з насіння чорнушки дамаської №3 (В-81282/3)</b>			
1	Кислотне число жиру, мг КОН/г	10,2	ДСТУ 4350:2004
2	Перекисне число олії або жиру, ммоль (1/2 О)/кг	Менше 0,1	ДСТУ 4570:2006
<b>олія з насіння чорнушки дамаської №4 (В-81282/4)</b>			
1	Кислотне число жиру, мг КОН/г	9,6	ДСТУ 4350:2004

Пружність водяних парів при різних температурах, мм рт. ст..

°C	Частки градуса									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	4,58	4,61	4,65	4,68	4,72	4,75	4,78	4,82	4,86	4,89
1	4,93	4,96	5,00	5,03	5,07	5,11	5,14	5,18	5,22	5,26
2	5,29	5,33	5,37	5,41	5,45	5,49	5,52	5,56	5,60	5,64
3	5,68	5,72	5,77	5,81	5,85	5,89	5,93	5,97	6,02	6,06
4	6,10	6,14	6,19	6,23	6,27	6,32	6,36	6,41	6,45	6,50
5	6,54	6,59	6,64	6,68	6,73	6,78	6,82	6,87	6,92	6,96
6	7,01	7,06	7,11	7,16	7,21	7,26	7,31	7,36	7,41	7,46
7	7,51	7,56	7,62	7,67	7,72	7,78	7,83	7,88	7,94	7,99
8	8,04	8,10	8,16	8,21	8,32	8,38	8,44	8,47	8,49	8,55
9	8,61	8,67	8,73	8,79	8,84	8,90	8,96	9,02	9,09	9,15
10	9,21	9,27	9,33	9,40	9,46	9,52	9,58	9,65	9,71	9,76
11	9,84	9,91	9,98	10,04	10,11	10,18	10,24	10,31	10,38	10,45
12	10,52	10,59	10,66	10,73	10,80	10,84	10,87	11,01	11,08	11,16
13	11,23	11,30	11,38	11,45	11,58	11,60	11,68	11,76	11,83	11,91
14	11,99	12,06	12,14	12,22	12,30	12,38	12,46	12,54	12,62	12,71
15	12,79	12,87	12,95	13,04	13,12	13,20	13,29	13,38	13,46	13,55
16	13,63	13,72	13,81	13,90	13,99	14,08	14,17	14,26	14,35	14,41
17	14,53	14,62	14,72	14,81	14,90	15,00	15,09	15,19	15,28	15,38
18	15,48	15,58	15,67	15,77	15,87	15,97	16,07	16,17	16,27	16,37
19	16,48	16,58	16,67	16,79	16,89	17,00	17,10	17,21	17,32	17,48
20	17,54	17,64	17,75	17,86	17,97	18,08	18,20	18,31	18,42	18,54
21	18,65	18,76	18,88	19,00	19,11	19,23	19,35	19,47	19,59	19,71
22	19,83	19,95	20,07	20,19	20,32	20,44	20,56	20,69	20,92	20,94
23	21,07	21,20	21,32	21,45	21,58	21,71	21,84	21,98	22,11	22,24
24	22,38	22,51	22,65	22,78	22,92	23,06	23,20	23,34	23,48	23,62
25	23,76	23,90	24,04	24,18	24,33	24,47	24,62	24,76	24,91	25,06
26	25,21	25,36	25,51	25,66	25,81	25,96	26,12	26,27	26,43	26,58
27	26,74	26,90	27,06	27,21	27,37	27,54	27,70	27,86	28,02	28,18
28	28,35	28,51	28,68	28,85	29,02	29,18	29,35	29,52	29,70	29,87
29	30,04	30,22	30,39	30,57	30,74	30,92	31,10	31,28	31,46	31,64
30	31,81	32,01	32,19	32,38	32,56	32,75	32,98	33,12	33,31	38,50