

**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 переробки макухи з
насіння розторопші плямистої**

Виконала: здобувачка вищої освіти 2 курсу,
групи МгХТз-1-24
освітньо-професійної програми «Харчові
технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____Марія ІВЧЕНКО

Керівник: _____Наталія СОВА

Дніпро 2025

ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій
Ступінь вищої освіти: «Магістр»
Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»
Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
харчових технологій,
кандидат технічних наук, доцент
_____ Віталій КОШУЛЬКО

«__» _____ 2025 р.

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

Івченко Марії Володимирівні

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології переробки макухи з насіння розторопші плямистої».
- Керівник роботи: Сова Наталя Анатоліївна, кандидатка технічних наук, доцентка, затверджені наказом закладу вищої освіти від «24» жовтня 2025 року №3183.
2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 10 грудня 2025 року.
3. Вихідні дані до роботи: 1. Літературні джерела та періодичні видання. 2. Наукова та науково-технічна документація, що стосується переробки насіння розторопші плямистої та переробки макухи олійних культур.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1. Оглядовий розділ. 2. Дослідницько-аналітичний розділ. 3. Експериментальний розділ. 4. Охорона праці та захист навколишнього середовища. 5. Організаційно-економічний розділ. Загальні висновки і пропозиції. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

- 1) Об'єкт, предмет та мета дослідження.
- 2) Характеристика насіння розторопші плямистої як олійної сировини.
- 3) Прилади і обладнання, використане в дослідженні.
- 4) Схема одержання дослідних зразків макухи із насіння розторопші плямистої.
- 5) Результати експериментальних досліджень.
- 6) Картка безпеки праці оператора лінії з переробки макухи.
- 7) Кошторис витрат на проведення дослідження.
- 8) Загальні висновки і пропозиції.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 5	доцентка СОВА Наталія	24.10.25	10.12.2025

7. Дата видачі завдання 24 жовтня 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	24.10-26.10.2025	виконано
2	Оглядовий розділ	27.10-02.11.2025	виконано
3	Дослідницько-аналітичний розділ	03.11-09.11.2025	виконано
4	Експериментальний розділ	10.11-25.11.2025	виконано
5	Охорона праці та захист навколишнього середовища	26.11-30.11.2025	виконано
6	Організаційно-економічний розділ	01.12-04.12.2025	виконано
7	Загальні висновки і пропозиції, бібліографія	05.12-08.12.2025	виконано
8	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	09.12-10.12.2025	виконано

Здобувачка вищої освіти _____ Марія ІВЧЕНКО
(підпис)

Керівник роботи _____ Наталія СОВА

РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування технології переробки макухи з насіння розторопші плямистої».

Кваліфікаційна робота магістра: 60 с., 6 рисунків та ілюстрацій, 15 таблиць, 30 літературних джерел.

Об'єкт дослідження – макуха з насіння розторопші плямистої сорту Бойківчанка та процес її переробки.

Предмет дослідження – фізико-хімічні показники різних фракцій подрібненої макухи з насіння розторопші плямистої.

Мета роботи – дослідити фізико-хімічні показники якості різних фракцій подрібненої макухи з насіння розторопші плямистої з подальшими рекомендаціями щодо переробки макухи представникам харчової промисловості.

Методи дослідження включали комплекс підходів: визначення масової частки вологи макухи як вихідного матеріалу для досліджень шляхом висушування подрібненого матеріалу за температури 105 (± 2) °C до сталої маси з використанням вагів-вологоміра Radwag MA110 R; подрібнення макухи на лабораторному млині HC-1000Y; розділення подрібненої макухи на три фракції за допомогою лабораторного розсійника; визначення кольорових параметрів у системі CIE Lab; екстракція в апараті Сокслета для оцінки залишкового вмісту олії в різних фракціях макухи; визначення вмісту протеїну методом К'ельдаля.

Кваліфікаційну роботу магістра присвячено обґрунтуванню технології переробки макухи з насіння розторопші плямистої з метою раціонального використання вторинної сировини олієпереробної галузі та отримання сипких продуктів функціонального призначення. Актуальність дослідження зумовлена сучасними тенденціями сталого розвитку харчової промисловості, орієнтованими на безвідходні технології та створення інгредієнтів із високою доданою вартістю. У ході експериментальних досліджень макуху подрібнювали та фракціонували з отриманням трьох фракцій, які відрізнялися гранулометричним складом та хімічними характеристиками. Визначено вихід фракцій, їх кольорові параметри у системі CIE Lab, масову частку вологи, білка, жиру, клітковини та золи, а також розраховано поживну й енергетичну цінність. Встановлено, що фракція середнього помелу є перспективною як борошніста сировина, крупна – як джерело харчових волокон, а дрібнодисперсна – як білково-ліпідний концентрат. Практична цінність роботи полягає у можливості впровадження результатів дослідження у виробництво сипких продуктів з насіння олійних культур, розширенні асортименту функціональних інгредієнтів та підвищенні економічної ефективності переробки насіння розторопші плямистої.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: НАСІННЯ РОЗТОРОПШІ ПЛЯМИСТОЇ, МАКУХА, ПОДРІБНЕННЯ, КЛІТКОВИНА, БОРОШНО, БІЛКОВИЙ КОНЦЕНТРАТ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 ОГЛЯДОВИЙ РОЗДІЛ.....	7
1.1. Загальна характеристика насіння розторопші як об'єкта дослідження ...	7
1.2 Характеристика макухи/шроту з насіння розторопші плямистої	12
Висновки до розділу	14
2 ДОСЛІДНИЦЬКО-АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	16
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....	20
Висновки до розділу	31
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА... 35	
4.1 Основні положення охорони праці при переробці макухи з насіння розторопші плямистої	35
4.2 Розробка картки безпеки праці	36
4.3 Поводження з відходами від переробки макухи	38
Висновки до розділу	39
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	40
Висновки до розділу	47
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ.....	49
БІБЛІОГРАФІЯ	55
ДОДАТКИ	59

ВСТУП

На сьогодні визнаною є актуальність дослідження щодо глибокої переробки насіння олійних культур, у тому числі розторопші плямистої (*Silybum marianum*) та раціонального використання макухи/шроту.

Переробка насіння олійних культур у світі зміщується від моделі одержання двох видів продукту (олія + макуха) до моделі маловідходної переробки, де з одного виду сировини отримують кілька продуктів з високою доданою вартістю (олія, білкові/клітковинні інгредієнти, поліфенольні концентрати, функціональні фракції тощо). Цей тренд напряду підсилюється концепціями валоризації побічних продуктів харчової промисловості.

Насіння розторопші цінне не лише як олійна сировина, а й як джерело флавонолігнанів комплексу силімарину, поліфенолів та інших антиоксидантів. Вміст силімарину суттєво варіює залежно від генотипу/умов вирощування, але може бути на рівнях, які роблять доцільним його виділення саме з шроту/макухи після видобування олії з насіння [1–3].

При цьому макуха/шрот характеризуються цінними нутрієнтними та функціональними властивостями (зокрема, білок, харчові волокна, антиоксидантна активність, тощо), що відкриває шлях до застосування у харчовій та кормовій промисловостях.

Макуху загалом розглядають як недовикористаний ресурс для отримання харчових інгредієнтів, нутрицевтичних компонентів та матеріалів, а не лише як традиційну сировину для годівлі.

Є публікації, де добавки з макухи/шроту з насіння розторопші використовують для збагачення харчових продуктів. Це підтримує практичну доцільність досліджень рецептур, сенсорної прийнятності та технологічної сумісності інгредієнтів із макухи [4, 5].

У тваринництві/птахівництві розторопшеві продукти (у т.ч. шрот/макуха) досліджують як джерело біоактивів, що можуть впливати на

антиоксидантний статус і метаболічні показники. Це формує окремий прикладний напрям – кормові добавки з підтвердженою дією.

Об'єкт дослідження – макуха з насіння розторопші плямистої сорту Бойківчанка та процес її переробки.

Предмет дослідження – фізико-хімічні показники різних фракцій подрібненої макухи з насіння розторопші плямистої.

Мета наукових досліджень – дослідити фізико-хімічні показники якості різних фракцій подрібненої макухи з насіння розторопші плямистої з подальшими рекомендаціями щодо переробки макухи представникам харчової промисловості.

Завдання наукових досліджень:

– подрібнити та розділити на різні за розміром фракції макуху, яка залишається після видобування олії із насіння розторопші плямистої сорту Бойківчанка та визначити вихід різних фракцій;

– визначити кольорові характеристики, вміст вологи, олії, протеїну, клітковини і золи у різних фракціях подрібненої макухи;

– розрахувати поживну та енергетичну цінність отриманих продуктів та порівняти її з промисловими зразками сипких продуктів із насіння розторопші та інших олійних культур;

– сформулювати рекомендації представникам харчової промисловості щодо переробки макухи із насіння розторопші плямистої.

1 ОГЛЯДОВИЙ РОЗДІЛ

1.1. Загальна характеристика насіння розторопші як об'єкта дослідження

Розторопша плямиста (рис. 1.1) є трав'янистою рослиною, яку традиційно використовують насамперед у фармацевтичній галузі. Близько останніх п'ятнадцять років ця культура стабільно посідає провідні позиції за площами вирощування серед рослин лікарського призначення. Основною лікарською сировиною розторопші плямистої є плоди *Fructus Silybi mariani*, які широко застосовують для виробництва засобів з гепатопротекторною дією.

Останнім часом спостерігається зростання інтересу до розторопші плямистої і з боку харчової промисловості. Це зумовлено тим, що рослина є цінною сировиною для отримання харчової олії та біопалива, а продукти її переробки – зокрема макуха та борошно – розглядаються як перспективні джерела силімарину та рослинного білка [6].



Рисунок 1.1 – Розторопша плямиста

Однією з істотних технологічних проблем під час переробки насіння розторопші плямистої є асинхронність процесів цвітіння та формування насіння. У період збирання врожаю рослини одночасно мають кошики на різних етапах онтогенетичного розвитку (рис. 1.2), що зумовлює нерівномірність досягання насіння. При цьому якість насіння розторопші безпосередньо підвищується зі зростанням ступеня його стиглості [6].



Рисунок 1.2 – Розторопша плямиста перед збиранням врожаю

Станом на 2025 рік в Україні культивують розторопшу пляmistу таких сортів: Медея, Панацея, Полтавка, Бойківчанка, Златоустівська, Рішес та Сіріус [7]. Промислове вирощування розторопші плямистої з метою заготівлі лікарської сировини зосереджене переважно в Житомирській обл., що зумовлено сприятливими ґрунтово-кліматичними умовами регіону [8].

Насіння розторопші плямистої (рис. 2.3) за ботанічною класифікацією належить до плодів типу сім'янка. Воно характеризується подовжено-овальною або дещо клиноподібною формою з чітко вираженим загостреним кінчиком, на якому нерідко зберігаються залишки чубчика (папусу). Поверхня насіння гладка та блискуча, іноді з незначно вираженим поздовжнім ребруванням. Забарвлення варіює від світло-коричневого до темно-бурого або

майже чорного і часто супроводжується характерним мармуровим чи строкатим рисунком у вигляді світліших плям або смуг на темнішому фоні, що є типовою видовою ознакою розторопші плямистої.



Рисунок 2.3 – Насіння розторопші плямистої

Розміри насіння зазвичай становлять 5–7 мм у довжину та 2–3 мм у ширину. Консистенція тверда, оболонка щільна, що забезпечує добру збережаність при зберіганні, але водночас зумовлює потребу у подрібненні або пресуванні для ефективного вилучення олії та біологічно активних речовин. Саме зовнішній вигляд – блиск, темне забарвлення і строкатість – є важливими ідентифікаційними ознаками сировини під час приймання та первинної оцінки якості. Вологість, смак, запах та зовнішній вигляд насіння розторопші суттєво впливають на параметри готової продукції. Незріле насіння менше, тонше та відносно світліше, ніж зріле насіння [6].

Плоди розторопші плямистої характеризуються широким спектром біологічної дії, зокрема проявляють гепатопротекторні, антиоксидантні, нейропротекторні, антиатеросклеротичні, антигіпертензивні, антиожирювальні, антидіабетичні, протизапальні та протиканцерогенні властивості. Їх застосування сприяє покращенню функціонального стану

печінки, оптимізації процесів травлення та нормалізації обміну речовин. Розторопша плямиста забезпечує профілактичний захист інтактних гепатоцитів, підвищуючи їх стійкість до інфекційних чинників і дії різноманітних токсинів. Крім того, рослина стимулює жовчоутворення та прискорює виділення жовчі, що позитивно впливає на перебіг травних та метаболічних процесів в організмі [2, 3, 8–14].

Урожайність насіння розторопші плямистої в Україні коливається від 9,3 до 31,7 ц/га [1, 15].

Нормативно визначеною біологічно активною речовиною розторопші плямистої є силімарин – комплекс флавонолігнанів, до складу якого входять силібінін, силікрістин, силідіанін та незначна кількість інших стереоізомерів. Вміст силімарину в насінні вітчизняних сортів розторопші плямистої (Бойківчанка, Полтавка, Медея, Сіріус) коливається в межах 2,9–4,2 %, при цьому найвищі значення характерні для сорту Медея (4,2 %). Усі зазначені сорти належать до групи з переважанням силібініну, частка якого становить 64,01–69,14 % від загального вмісту флавонолігнанів. Частка силікрістину перебуває в межах 24,61–25,32 %, а силідіаніну – 3,57–6,97 % [1]. Для порівняння, у насінні сортів закордонної селекції вміст силімарину може досягати 4–17 %, що значною мірою зумовлено умовами вирощування [16, 17].

Жирна олія розторопші плямистої є цінним продуктом і, окрім фармакології, використовується в харчовій промисловості як дієтична салатна олія. Вміст олії в насінні вітчизняних сортів становить 27,8–29,7 %, причому найвищий показник зафіксовано у насінні сорту Медея, а найнижчий – у насінні сорту Бойківчанка. Загалом ці сорти характеризуються середнім рівнем олійності [1]. Сорти закордонної селекції містять у плодах 25–46,84 % жирної олії [3, 6, 12]. Олія розторопші за жирнокислотним складом належить до напіввисихаючих рослинних олій і містить значну кількість лінолевої (29–62,39 %) та олеїнової (20–45,6 %) кислот. Встановлено, що спосіб екстрагування не чинить істотного впливу на жирнокислотний склад олії.

Висока біологічна активність олії розторопші зумовлена значним вмістом вітаміну Е (не менше 650 мг%) та β -каротину (до 137 мг%), що забезпечує її виражені антиоксидантні властивості та обґрунтовує можливість використання з лікувально-профілактичною метою. Важливими компонентами олії є фітостероли (переважно β -ситостерол, кампестерол і стигмастерол), які сприяють зниженню рівня холестерину в крові та проявляють протекторну дію щодо розвитку онкологічних захворювань. Токоферолі й токотрієноли, зокрема α -токоферол, відіграють ключову роль у забезпеченні антиоксидантного захисту, репродуктивної функції, здоров'я нервової та серцево-судинної систем [1, 4, 6, 9, 18].

Окрім олії та силімарину, плоди розторопші плямистої містять широкий спектр біологічно цінних компонентів: білки (13–30 %), клітковину (20–26 %), вуглеводи, фенольні сполуки, вітаміни К і Е, ефірні олії, органічні кислоти, пігменти та мікроелементи. Серед макроелементів переважають кальцій, калій і магній, а серед мікроелементів – мідь і селен, що зумовлює високу поживну та функціональну цінність насіння [2, 8, 12, 19].

Водночас при вирощуванні розторопші плямистої необхідно враховувати її здатність до інтенсивного накопичення важких металів, зокрема свинцю та цинку, у листовій масі й насінні. Найменший рівень їх накопичення спостерігається за відсутності мінерального живлення або за внесення збалансованих сумішей мінеральних добрив, тоді як одностороннє застосування окремих азотних або калійних добрив сприяє підвищеному накопиченню токсичних елементів [8, 15].

Сировина сортів української селекції є перспективною для комплексної переробки з метою отримання жирної олії, функціональних харчових продуктів і фармакологічних препаратів. Насіння та продукти його переробки широко використовують у тваринництві, рибництві, а також у профілактичному харчуванні. Крім того, розторопша плямиста має значення як овочева культура та високопродуктивний медонос, здатний забезпечувати 50–70 кг меду з 1 га [1, 15, 20–24].

1.2 Характеристика макухи/шроту з насіння розторопші плямистої

Останніми роками у галузі харчових технологій спостерігається зростання інтересу до функціональних і збагачених харчових продуктів з підвищеною поживною цінністю, що зумовлено підвищенням рівня обізнаності споживачів щодо впливу харчування на здоров'я та їхньою готовністю сприймати інноваційні продукти. Паралельно з цим сучасні тенденції сталого розвитку харчової промисловості, з урахуванням екологічних та економічних викликів, сприяють переоцінці ролі відходів і побічних продуктів як цінної вторинної сировини для виробництва харчових продуктів. У цьому контексті побічні продукти олієпереробки набувають особливої значущості, оскільки характеризуються високим вмістом білків і харчових волокон та можуть бути ефективно залучені до харчових технологій [12].

Зростання усвідомлення оздоровчих властивостей олійних культур і рослинних олій сприяло глобальному розширенню виробництва олійних рослин. Традиційно макуху використовують переважно як кормову сировину завдяки значному вмісту білка та біологічно активних речовин. Водночас зростання чисельності населення та обмеженість ресурсів актуалізують необхідність більш раціонального та комплексного використання побічних продуктів харчової промисловості. У результаті насіння олійних культур та продукти їх переробки дедалі частіше інтегруються до складу харчових продуктів, що обумовлює стабільне зростання обсягів виробництва олійних культур у світовому масштабі [12, 25–27].

Шрот (макуха) з насіння розторопші плямистої являє собою грубодисперсний порошок світло-сірого кольору з характерним гіркуватим присмаком. За даними наукових джерел, у його складі міститься близько 20–37,52 % білка, 10–12,87 % залишкової олії, 27,24–35 % клітковини, до 30 % харчових волокон, 38,16 % загальних вуглеводів та близько 6,8 % зольних

речовин. Макуха розторопші відзначається високим вмістом мінеральних елементів, зокрема кальцію, магнію, заліза, цинку та міді, а також містить широкий спектр вітамінів групи В, аскорбінову кислоту, біотин, поліненасичені жирні кислоти, пектинові речовини, ефірні олії, органічні кислоти, біогенні аміни та селен.

Білкова фракція частково знежиреного насіння розторопші характеризується значним вмістом незамінних амінокислот, серед яких аргінін, лейцин, валін та лізин. Особливу цінність шроту становить силімарин (приблизно 2,5 г на 100 г продукту), до складу якого входять силібінін, силідіанін, силікрістин та інші флаволігнани. Ці сполуки проявляють антиоксидантну, протизапальну дію, беруть участь в окисно-відновних процесах, зміцнюють судинні стінки та зберігають стабільність за умов теплового оброблення, що робить можливим широке використання продуктів переробки насіння розторопші у харчових технологіях.

Крім того, у шроті розторопші виявлено флавоноїди рутин і кверцетин, які мають кардіотонічну активність, а також значну кількість жиророзчинних пігментів – переважно каротиноїдів і хлорофілів, що позитивно впливають на обмін речовин у печінці та серцевому м'язі. Високий вміст природних антиоксидантів – токоферолів, зокрема їх найбільш біологічно активних ізомерів, забезпечує захист організму від дії мутагенних чинників, уповільнення процесів старіння та підтримку репродуктивних функцій.

Завдяки значному вмісту клітковини та харчових волокон макуха з насіння розторопші сприяє нормалізації функції підшлункової залози, стабілізації рівня глюкози в крові, покращенню ліпідного обміну, роботи кишківника й нирок, а також позитивно впливає на стан жовчовивідної системи. Встановлено, що макуха розторопші вирізняється підвищеним вмістом фенольних сполук порівняно з макухами інших олійних культур [4, 12, 24, 28–30].

У наукових дослідженнях описано приклади використання макухи та шроту з насіння розторопші плямистої як збагачувального компонента у

рецептурах харчових продуктів, зокрема при виробництві сироваткових напоїв, пісочних та хлібобулочних виробів, а також м'ясних січених напівфабрикатів. Окремі дослідження підтверджують високі функціональні властивості білків, виділених з насіння розторопші, зокрема здатність утримувати вологу та поглинати жир, що обґрунтовує доцільність їх застосування у виробництві м'ясних продуктів, молочних альтернатив та високобілкових напоїв [4, 5, 12].

Отримані літературні дані свідчать, що білки розторопші характеризуються рН-залежною розчинністю, термостабільністю та функціональними властивостями, порівнянними з білками інших олійних культур, що дозволяє розглядати їх як перспективну сировину для харчової та фармацевтичної промисловості [12].

Висновки до розділу

Узагальнюючи наведені дані, можна зробити висновок, що розторопша плямиста є цінною лікарською та олійною культурою з високим потенціалом комплексної переробки. Її плоди (насіння-сім'янки) є основною сировиною для отримання стандартизованих препаратів гепатопротекторної дії завдяки вмісту силімарину, а також перспективним джерелом жирної олії з високою біологічною активністю, зумовленою значною кількістю токоферолів, β -каротину та фітостеролів. В Україні сформовано сортовий ресурс розторопші, що характеризується середнім рівнем олійності та вмісту силімарину, однак на якість і безпечність сировини істотно впливають агротехнологічні чинники, зокрема нерівномірність дозрівання насіння та здатність рослин до накопичення важких металів, що потребує контролю умов вирощування та оптимізації строків збирання.

Поряд із традиційним фармацевтичним використанням, зростаючий інтерес харчової промисловості до розторопші обґрунтовується трендами функціонального харчування та сталого розвитку, які стимулюють залучення побічних продуктів олієпереробки до виробництва інгредієнтів з високою

доданою вартістю. Макуха/шрот розторопші, багаті на білок, клітковину, мінеральні речовини та біоактивні компоненти (включно із силімавроном), можуть ефективно використовуватися як збагачувальні добавки й джерело функціональних білків для різних харчових систем. Таким чином, комплексна переробка насіння розторопші та валоризація її макухи є науково й технологічно обґрунтованим напрямом, що відповідає потребам сучасної харчової, фармацевтичної та кормової промисловості.

2 ДОСЛІДНИЦЬКО-АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

Переробка макухи з насіння розторопші плямистої є необхідною з огляду на її високий біологічний та економічний потенціал, який у традиційних схемах олієвидобування використовують неповною мірою. Після механічного пресування в макусі зберігається значна кількість біологічно активних сполук, зокрема залишкові фракції силімарину (силібінін, силікрин, ізосилібін), поліфеноли, а також білки та харчові волокна. За відсутності подальшої переробки цю цінну вторинну сировину здебільшого використовують лише як низьковартісну кормову добавку або взагалі вона не знаходить раціонального застосування, що не відповідає сучасним принципам ресурсоефективності та безвідходних технологій у харчовій та переробній промисловості.

Крім того, глибока переробка макухи з насіння розторопші відкриває можливість для створення інгредієнтів з високою доданою вартістю для харчової, фармацевтичної та кормової промисловості. Отримання екстрактів, збагачених силімарином, білково-волокнистих концентратів або функціональних добавок дозволяє розширити асортимент вітчизняної продукції гепатопротекторного та оздоровчого призначення, зменшити імпортозалежність та підвищити конкурентоспроможність переробки рослинної сировини. У цьому контексті переробка макухи розторопші є важливим напрямом реалізації концепції раціонального використання аграрних ресурсів та сталого розвитку агропродовольчого сектору України.

Критичний аналіз наукових публікацій також виявляє, що більшість робіт зосереджені або на хімічному складі насіння розторопші плямистої або на процесі видобування олії розторопші та дослідженні її якості. Натомість питання переробки макухи розглядається фрагментарно.

Дослідження щодо переробки макухи з насіння розторопші плямистої у сипкі продукти (клітковина, борошно, білковий концентрат) дозволили б

мінімізувати відходи від виробництва олії і отримати більший економічний ефект від глибокої переробки насіння розторопші плямистої.

У межах тематики «Обґрунтування технології переробки макухи з насіння розторопші плямистої» визначено наступні завдання дослідження:

- подрібнити та розділити на різні за розміром фракції макуху, яка залишається після видобування олії із насіння розторопші плямистої сорту Бойківчанка та визначити вихід різних фракцій;
- визначити кольорові характеристики, вміст вологи, олії, протеїну, клітковини і золи у різних фракціях подрібненої макухи;
- розрахувати поживну та енергетичну цінність отриманих продуктів та порівняти її з промисловими зразками сипких продуктів із насіння розторопші та інших олійних культур;
- сформулювати рекомендації представникам харчової промисловості щодо переробки макухи із насіння розторопші плямистої.

Перед початком експериментальних робіт оцінювали якість сировини, що досліджували, – макуху, отриману після видобування олії із насіння розторопші плямистої сорту Бойківчанка методом пресування відповідно до загальноприйнятих стандартних методик. Вміст вологи у макусі визначали методом висушування наважки матеріалу за температури 105 ± 2 °C до досягнення постійної маси, використовуючи ваги-вологомір Radwag MA110 R. Вміст олії у макусі оцінювали шляхом екстракції в апараті Сокслета.

Експериментальні зразки отримували шляхом подрібнення наважки макухи розторопші протягом 30 с у лабораторному млині НС-1000У за швидкості обертання 32000 об/хв. Перед початком роботи лабораторний млин повністю очищали від залишків попередньої сировини.

Подрібнену макуху розділяли на три фракції, шляхом просіювання на лабораторному розсійнику протягом 3 хв при 120 об/хв, використовуючи сита лабораторні 0,56 і 0,2 мм. Після просіювання визначали вихід кожної з фракцій: сід з сита 0,56 мм (зразок №1), сід з сита 0,2 мм (зразок №2) і прохід сита 0,2 мм (зразок №3). Кожний експеримент проводили тричі.

Кольорові характеристики визначали у системі CIE Lab, використовуючи колориметр портативний Linshang LS173; вологість експериментальних зразків визначали аналогічно вихідній сировині – висушуванням наважки матеріалу за температури 105 ± 2 °C до досягнення постійної маси, використовуючи ваги-вологомір Radwag MA110 R; вміст олії – екстракцією в апараті Сокслета; вміст протеїну – методом К'ельдаля, вміст золи – спалюванням наважки у муфельній печі. Для визначення вмісту клітковини у фракціях макухи 1 г знежиреного матеріалу обробляли 200 мл 1,25 % розчину сірчаної кислоти у стандартних пакетах промислового зразка для визначення вмісту клітковини. Після фільтрування та промивання гарячою дистильованою водою залишок обробляли 1,25 % розчином гідроксиду натрію та знову фільтрували. Отриманий залишок промивали у такій послідовності: гарячою дистильованою водою, 1 % розчином азотної кислоти, після чого тричі промивали гарячою дистильованою водою. Залишкову клітковину висушували, зважували та спалювали в муфельній печі. Масу зольного залишку віднімали, після чого визначали масу сирої клітковини у зразку.

Основне обладнання та прилади для магістерського дослідження за заданою тематикою зведено до рис. 2.1.

Висновки до розділу

Проведений аналіз та обґрунтування напряму досліджень підтверджують доцільність і науково-практичну значущість глибокої переробки макухи з насіння розторопші плямистої. Макуха, що утворюється після пресування олії, є цінною вторинною сировиною з високим вмістом біологічно активних сполук, білків і харчових волокон, потенціал якої в існуючих технологічних схемах використовується недостатньо. Її комплексна переробка відповідає сучасним принципам ресурсоефективності,

безвідходного виробництва та сталого розвитку харчової та переробної промисловості.

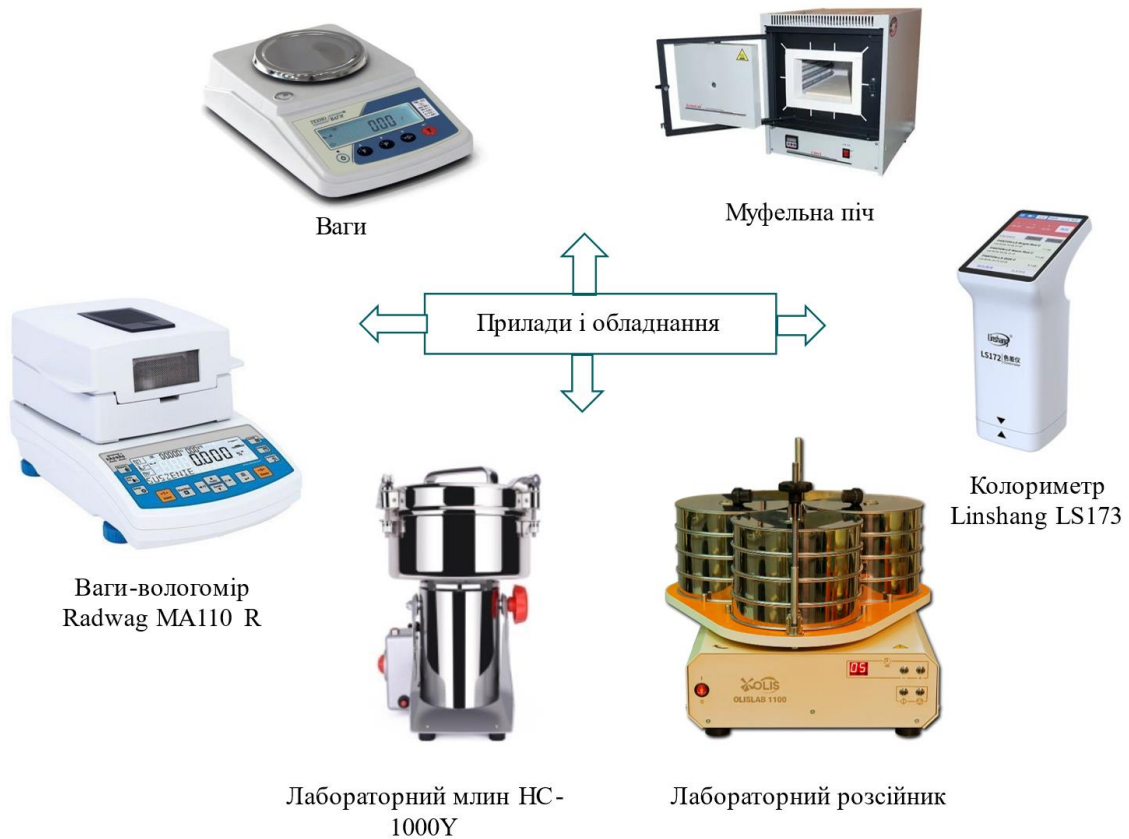


Рисунок 2.1 – Прилади і обладнання, які використовували в ході досліджень

Встановлено, що наукові дослідження з переробки макухи розторопші плямистої мають фрагментарний характер, що обумовлює необхідність системного вивчення технологічних підходів до її подрібнення, фракціонування та оцінки фізико-хімічних показників отриманих фракцій. Реалізація поставлених у роботі завдань створює наукове підґрунтя для розроблення рекомендацій щодо раціонального використання макухи розторопші у вигляді сипких продуктів функціонального призначення, сприятиме підвищенню економічної ефективності переробки насіння розторопші плямистої та розширенню асортименту вітчизняної харчової продукції з підвищеною доданою вартістю.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

Отримані результати аналізу макухи, отриманої після пресування насіння розторопші плямистої сорту Бойківчанка, яку використовували у дослідженні, наведено у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Характеристика макухи, отриманої після пресування насіння розторопші плямистої сорту Бойківчанка

Показник	Значення
Вологість, %	9,01±0,59
Масова частка олії, у перерахунку на суху речовину, %	9,12±1,08

Табл. 3.1 характеризує основні фізико-хімічні показники макухи, отриманої після механічного пресування насіння розторопші плямистої сорту Бойківчанка, та дає уявлення про її якість та потенціал подальшої переробки.

Встановлено, що вологість макухи становить 9,01±0,59 %, що є оптимальним значенням для зберігання рослинної сировини, оскільки знижує ризик мікробіологічного псування та розвитку пліснявих грибів. Такий рівень вологості свідчить про належні умови пресування і подальшої переробки макухи. Масова частка олії у перерахунку на суху речовину складає 9,12±1,08 %, що вказує на наявність значної кількості залишкової ліпідної фракції після пресування.

Отримані значення підтверджують, що макуха насіння розторопші є цінною вторинною сировиною, придатною для подальшої глибокої переробки з метою вилучення біологічно активних речовин, зокрема ліпідів та компонентів силімаринового комплексу, а також для використання у складі кормових або функціональних продуктів.

На рис. 3.1 наведено зовнішній вигляд отриманих фракцій подрібненої макухи розторопші, а у табл. 3.2 – результати визначення їх виходу.



Рисунок 3.1 – Зовнішній вигляд отриманих фракцій подрібненої макухи, зліва на право: схід з сита 0,56 мм, схід з сита 0,2 мм, прохід сита 0,2 мм

Таблиця 3.2 – Вихід різних фракцій подрібненої макухи із насіння розторопші плямистої

Фракція	Вихід, %
Зразок №1 (схід з сита 0,56 мм)	14,42±0,87
Зразок №2 (схід з сита 0,2 мм)	76,22±1,79
Зразок №3 (прохід сита 0,2 мм)	9,37±1,04

Дані табл. 3.2 свідчать про фракційний склад подрібненої макухи з насіння розторопші плямистої після просіювання через сита з різним розміром отворів. Найбільшу частку становить фракція зразка №2 (схід з сита 0,2 мм), вихід якої досягає 76,22±1,79 %, що вказує на домінування частинок середнього розміру у подрібненій макусі. Такий гранулометричний склад є технологічно доцільним для подальшої переробки, зокрема екстракції біологічно активних речовин або використання у якості борошна для додавання у харчові продукти.

Фракція зразка №1 (схід з сита 0,56 мм) характеризується значно меншим виходом – 14,42±0,87 %, що свідчить про обмежену кількість грубодисперсних частинок, які можна позиціонувати як клітковина за

досвідом переробки насіння інших олійних культур. Найменший вихід спостерігається для зразка №3 (прохід сита 0,2 мм), який становить $9,37 \pm 1,04$ %, що вказує на відносно невисокий вміст дрібнодисперсної фракції, яку можна позиціонувати як білковий концентрат. Загалом отримані результати підтверджують ефективність обраного режиму подрібнення та можливість цілеспрямованого фракціонування макухи розторопші плямистої залежно від напрямів її подальшого використання.

У табл. 3.3 наведено кольорові характеристики отриманих фракцій подрібненої макухи, визначені на портативному колориметрі Linshang LS173.

Значення показника L^* свідчать про різну інтенсивність світлоти зразків: найменшою світлотою характеризується зразок №1 ($L^*=47,28$), що вказує на більш темний колір, тоді як зразки №2 і №3 мають вищі значення L^* (59,87 та 56,44 відповідно), що відповідає світлішому забарвленню. Це може бути пов'язано з відмінностями у гранулометричному складі, ступені подрібнення або вмісті оболонкових часток та пігментованих сполук.

Таблиця 3.3 – Кольорові характеристики подрібненої макухи

Назва показника	№ дослідного зразка		
	1	2	3
Колір			
L	47,28	59,87	56,44
A	9,44	6,27	4,80
B	16,97	17,94	17,07

Показник a^* , який характеризує інтенсивність червоного відтінку, має максимальне значення у зразка №1 ($a^*=9,44$), що свідчить про більш виражений червонуватий тон. У зразках №2 і №3 значення a^* є нижчими (6,27 та 4,80 відповідно), що вказує на зменшення частки червоних тонів. Показник b^* , який відображає жовтий компонент кольору, у всіх зразках перебуває на близькому рівні (16,97–17,94), що свідчить про стабільність жовтого відтінку

незалежно від номера зразка. Загалом отримані результати підтверджують, що колірні характеристики дослідних зразків макухи з насіння розторопші плямистої істотно варіюють за світлотою та червоним компонентом, що є важливим з огляду на подальше використання продукту у харчових або кормових технологіях.

У табл. 3.4 наведено результати визначення вмісту води, протеїну, олії, клітковини та золи у дослідних фракціях подрібненої макухи з насіння розторопші плямистої.

Таблиця 3.4 – Результати аналізу дослідних фракцій подрібненої макухи з насіння розторопші плямистої

Назва показника	№ дослідного зразка		
	1	2	3
Масова частка води, %	7,10±0,06	8,22±0,21	10,45±0,20
Масова частка протеїну*, %	9,66±0,02	19,61±0,01	32,33±0,02
Масова частка олії*, %	5,46±0,03	8,65±0,03	12,54±0,02
Масова частка клітковини*, %	44,24±0,01	31,41±0,02	13,14±0,01
Масова частка золи*, %	3,48±0,01	6,32±0,02	9,87±0,03

* - у перерахунку на сухі речовини

Наведені в таблиці результати свідчать про чітку диференціацію хімічного складу подрібненої макухи з насіння розторопші плямистої залежно від розміру фракцій, що підтверджує доцільність її фракціонування з метою подальшого цільового використання.

Масова частка води зростає від зразка №1 до зразка №3 і становить відповідно 7,10 %, 8,22 % та 10,45 %. Це пояснюється збільшенням питомої поверхні дрібнодисперсних частинок, які інтенсивніше адсорбують воду з навколишнього середовища. Вищий вміст води у дрібній фракції потребує

додаткового контролю умов зберігання з метою запобігання мікробіологічному псуванню.

Вміст протеїну суттєво зростає зі зменшенням розміру частинок: від 9,66 % у зразку №1 до 32,33 % у зразку №3. Це свідчить про концентрацію білкових компонентів у дрібнодисперсній фракції, що робить її перспективною для використання як білкової сировини або функціонального інгредієнта у харчових та кормових технологіях.

Аналогічну тенденцію спостерігають і щодо масової частки олії: її вміст збільшується від 5,46 % у крупній фракції до 12,54 % у дрібній. Це може бути пов'язано з локалізацією залишкової олії у більш тонко подрібнених частинах ядра насіння, що відкриває можливості для повторного вилучення олії або використання цих фракцій у продуктах з підвищеною енергетичною цінністю.

Натомість масова частка клітковини має зворотну тенденцію: її найбільше у зразку №1 (44,24 %), тоді як у зразку №3 вона зменшується до 13,14 %. Це свідчить про переважання оболонкових структур у крупній фракції та підтверджує її доцільність використання як джерела харчових волокон у функціональних продуктах або дієтичних добавках.

Вміст золи поступово зростає від 3,48 % у зразку №1 до 9,87 % у зразку №3, що вказує на концентрацію мінеральних речовин у дрібнодисперсних фракціях. Це підвищує їхню біологічну цінність, але водночас потребує контролю з точки зору нормативів безпеки.

Отже, результати аналізу підтверджують, що фракціонування подрібненої макухи з насіння розторопші плямистої є ефективним технологічним прийомом, який дозволяє отримувати фракції з різним хімічним складом і функціональним призначенням: крупну – як джерело клітковини, середню – як універсальну сировину, дрібну – як концентрат білків, мінеральних речовин та залишкової олії. Це створює передумови для раціональної та безвідходної переробки макухи в харчовій та переробній промисловості.

У табл. 3.5 наведена поживна та енергетична цінність різних фракцій подрібненої макухи із насіння розторопші плямистої.

Таблиця 3.5 Поживна та енергетична цінність різних фракцій макухи із насіння розторопші плямистої

Назва показника	№ дослідного зразка		
	1	2	3
Білки, г/100 г	9,66	19,61	32,33
Жири, г/100 г	5,46	8,65	12,54
Вуглеводи, г/100 г	37,17	34,00	32,12
Енергетична цінність, ккал/100 г	229	286	364

Подані в табл. 3.5 дані поживної та енергетичної цінності різних фракцій макухи з насіння розторопші плямистої свідчать про істотну диференціацію їх хімічного складу залежно від дисперсності частинок.

Фракція зразка №1 характеризується найнижчим вмістом білків (9,66 г/100 г) і жирів (5,46 г/100 г) та найвищою часткою вуглеводів (37,17 г/100 г). Відповідно, її енергетична цінність є найменшою і становить 229 ккал/100 г, що обумовлює можливість використання цієї фракції як низькокалорійної сировини, зокрема як джерела харчових волокон або наповнювача у функціональних продуктах.

Фракція зразка №2 має більш збалансований поживний склад: вміст білків зростає майже вдвічі порівняно із зразком №1 (19,61 г/100 г), збільшується частка жирів (8,65 г/100 г), тоді як вміст вуглеводів дещо зменшується (34,00 г/100 г). Це зумовлює підвищення енергетичної цінності до 286 ккал/100 г, що робить дану фракцію перспективною для використання у харчових продуктах з підвищеною поживною цінністю.

Найбільш поживно концентрованою є фракція зразка №3, яка відзначається максимальним вмістом білків (32,33 г/100 г) і жирів (12,54 г/100 г) та мінімальною кількістю вуглеводів (32,12 г/100 г). Саме це зумовлює

найвищу енергетичну цінність – 364 ккал/100 г. Така фракція може розглядатися як цінна білково-ліпідна сировина для створення функціональних харчових продуктів, білкових концентратів, харчових добавок або кормів з високою енергетичною щільністю.

Загалом результати аналізу підтверджують, що фракціонування макухи з насіння розторопші плямистої дозволяє цілеспрямовано отримувати сировину з різною поживною та енергетичною цінністю, що розширює можливості її раціонального використання у харчовій, кормовій та функціональній переробці.

Порівняльний аналіз отриманих фракцій макухи із насіння розторопші плямистої із виробничими зразками сипких продуктів, отриманих із макухи інших олійних культур наведено в табл. 3.6–3.8.

Таблиця 3.6 – Порівняльний аналіз зразку №1 подрібненої макухи із виробничими зразками клітковини

Назва показника	Зразок №1	Назва клітковини				
		Розторопші	Ляна	Конопляна	Гірчична	Амарантова
Білки, г/100 г	9,66	11,6–34,0	17,0–34,0	13,0–38,0	37,1	15,0–21,0
Жири, г/100 г	5,46	2,8–15,0	8,0–12,6	8,6–9,2	11,1	2,0–10,0
Вуглеводи, г/100 г	37,17	8,63–68,5	5,0–12,9	10,0–33,8	32,6	5,0–51,0
Енергетична цінність, ккал/100 г	229	19,8–298	250–298	245–365	378	191,0–200,0

Подані в таблиці 3.6 дані дозволяють здійснити порівняльну оцінку зразка №1 подрібненої макухи з насіння розторопші плямистої з поширеними на ринку видами рослинної клітковини за основними поживними показниками.

За вмістом білка зразок №1 (9,66 г/100 г) поступається більшості виробничих зразків клітковини, зокрема гірчичній (37,1 г/100 г), лляній (17,0–

34,0 г/100 г), конопляній (13,0–38,0 г/100 г) та амарантовій (15,0–21,0 г/100 г). Водночас його білковий вміст знаходиться в межах нижнього діапазону, характерного для клітковини з розторопші (11,6–34,0 г/100 г), яку реалізують на вітчизняному ринку, що свідчить про можливість підвищення цього показника за рахунок фракціонування або білкового збагачення.

Вміст жиру у зразку №1 (5,46 г/100 г) є помірним і порівняним з амарантовою (2,0–10,0 г/100 г) та частково з клітковиною розторопші (2,8–15,0 г/100 г). При цьому він нижчий, ніж у гірчичній, лляній та конопляній клітковині, що може розглядатися як перевага при створенні низькожирових або дієтичних харчових продуктів.

За вмістом вуглеводів (37,17 г/100 г) зразок №1 характеризується значеннями, близькими до верхньої межі діапазону, притаманного конопляній клітковині (10,0–33,8 г/100 г), і співставними з гірчичною (32,6 г/100 г). Водночас цей показник значно перевищує вміст вуглеводів у лляній клітковині (5,0–12,9 г/100 г), що зумовлює вищу енергетичну цінність продукту.

Енергетична цінність зразка №1 становить 229 ккал/100 г, що є вищим показником порівняно з амарантовою клітковиною (191,0–200,0 ккал/100 г), але нижчим або співставним з лляною, конопляною та гірчичною клітковиною (245–378 ккал/100 г). Це свідчить про можливість використання досліджуваної макухи як функціонального інгредієнта з помірною калорійністю.

Узагальнюючи результати, можна зробити висновок, що зразок №1 подрібненої макухи з насіння розторопші плямистої за поживними та енергетичними показниками є конкурентоспроможним серед рослинної клітковини з насіння олійних культур, особливо з урахуванням додаткової цінності, зумовленої наявністю силімарину та інших біологічно активних сполук. Це обґрунтовує доцільність його використання як функціонального інгредієнта у складі харчових продуктів оздоровчого та профілактичного призначення.

Дані табл. 3.7 свідчать, що зразок №2 подрібненої макухи з насіння розторопші плямистої за своїми поживними та енергетичними

характеристиками є порівнянним із поширеними видами рослинного борошна та в окремих аспектах займає проміжне або конкурентне положення.

Таблиця 3.7 – Порівняльний аналіз зразку №2 подрібненої макухи із виробничими зразками борошна

Назва показника	Назва борошна					
	Зразок №2	Розторопші	Ляне	Конопляне	Гірчичне	Амарантове
Білки, г/100 г	19,61	6,0–30,0	23,6–36,0	21,9–38,0	30,0–37,1	8,9–21,2
Жири, г/100 г	8,65	2,8–30,0	5,0–17,0	7,8–9,2	5,0–11,1	0,4–7,7
Вуглеводи, г/100 г	34,0	12–68,5	2,0–50,5	5,7–34,7	32,0–41,0	58,1–65,0
Енергетична цінність, ккал/100 г	286	282,5–372	236–391	251–362	364–378	298–397

Вміст білків у зразку №2 становить 19,61 г/100 г, що відповідає нижній–середній межі діапазонів, характерних для лляного, конопляного та амарантового борошна. Хоча цей показник є нижчим, ніж у гірчичного та деяких зразків конопляного борошна, він залишається достатньо високим для віднесення продукту до білковмісної сировини, придатної для використання у функціональних та збагачених харчових продуктах.

Масова частка жирів у зразку №2 (8,65 г/100 г) перебуває в межах, типових для лляного та конопляного борошна, і є нижчою, ніж у гірчичного борошна. Це свідчить про помірну енергетичну щільність продукту та можливість його застосування у рецептурах, де небажаний надмірний вміст ліпідів.

Вміст вуглеводів у зразку №2 становить 34,0 г/100 г, що є близьким до показників гірчичного та конопляного борошна і суттєво нижчим, ніж у амарантового борошна. Такий рівень вуглеводів у поєднанні з високим вмістом білка та клітковини (за попередніми даними) робить зразок №2

перспективним компонентом для низькоглікемічних та функціональних продуктів.

Енергетична цінність зразку №2 складає 286 ккал/100 г, що відповідає нижній межі діапазонів енергетичної цінності більшості порівнюваних видів борошна. Це дозволяє розглядати його як помірно калорійний інгредієнт, придатний для дієтичного та оздоровчого харчування.

Таким чином, подрібнена макуха розторопші плямистої фракції зразку №2 за своїми поживними характеристиками є конкурентоспроможною альтернативою традиційним видам рослинного борошна та може бути рекомендована для використання у харчових технологіях як джерело рослинного білка, клітковини та біологічно активних речовин.

Таблиця 3.8 – Порівняльний аналіз зразку №3 подрібненої макухи із виробничими зразками білкового концентрату (протеїну)

Назва показника	Назва білкового концентрату (протеїну)				
	Зразок №3	Розторопші	Ляний	Конопляний	Амарантовий
Білки, г/100 г	32,33	18,2	26,0–45,0	39,0–54,3	44,0–58,0
Жири, г/100 г	12,54	5,4	7,0–17,0	8,77–17,62	1,0–14,0
Вуглеводи, г/100 г	32,12	10,8	10,0–41,0	4,2–26,0	15,0–31,0
Енергетична цінність, ккал/100 г	364	250	241–369	333–405,4	281–350

Наведені в табл. 3.8 дані відображають порівняльну характеристику зразка №3 подрібненої макухи з насіння розторопші плямистої з промисловими білковими концентратами рослинного походження, зокрема з розторопші, льону, конопель та амаранту.

Зразок №3 характеризується високим вмістом білка – 32,33 г/100 г, що є співставним із нижньою межею білкового концентрату з насіння промислових конопель (39,0–54,3 г/100 г) та амаранту (44,0–58,0 г/100 г), але водночас

суттєво перевищує показник промислового зразка білкового концентрату з насіння розторопші (18,2 г/100 г) і перебуває в межах значень, характерних для лляних білкових концентратів (26,0–45,0 г/100 г). Це свідчить про доцільність розгляду зразка №3 не лише як борошнистого продукту, а саме як білково-орієнтованої фракції.

Вміст жирів у зразку №3 становить 12,54 г/100 г, що є вищим, ніж у білкового концентрату з розторопші (5,4 г/100 г), проте відповідає діапазону значень для лляних (7,0–17,0 г/100 г), конопляних (8,77–17,62 г/100 г) та амарантових (1,0–14,0 г/100 г) концентратів. Наявність залишкової олії підвищує енергетичну та біологічну цінність продукту, зокрема за рахунок вмісту ненасичених жирних кислот та жиророзчинних біоактивних сполук.

Вуглеводний компонент у зразку №3 становить 32,12 г/100 г, що є вищим порівняно з більшістю промислових білкових концентратів, особливо конопляного (4,2–26,0 г/100 г) та розторопшевого (10,8 г/100 г). Це зумовлено наявністю харчових волокон і структурних вуглеводів, що може розглядатися як перевага з позицій створення функціональних харчових продуктів, орієнтованих на покращення травлення та метаболічних процесів.

Енергетична цінність зразка №3 становить 364 ккал/100 г, що перебуває у верхній межі діапазону для лляних білкових концентратів і є співставною з конопляними, проте дещо перевищує значення для амарантових концентратів. Це підтверджує, що зразок №3 є енергетично насиченим продуктом з комплексним нутрієнтним складом.

Отже, результати порівняльного аналізу свідчать, що зразок №3 подрібненої макухи з насіння розторопші плямистої за своїм хімічним складом і енергетичною цінністю наближається до рослинних білкових концентратів, поступаючись їм за абсолютним вмістом протеїну, але переважаючи за комплексністю складу. Це дозволяє розглядати його як перспективну сировину для виробництва функціональних харчових продуктів, білково-вуглеводних сумішей та інгредієнтів комбінованого призначення.

Висновки до розділу

Після подрібнення макухи, отриманої після видобування олії із насіння розторопші плямистої сорту Бойківчанка виявлено, що найбільшу частку становила фракція зразка №2 (схід з сита 0,2 мм), вихід якої досягав $76,22 \pm 1,79$ %, що вказує на домінування частинок середнього розміру у подрібненій макусі. Такий гранулометричний склад є технологічно доцільним для подальшої переробки, зокрема екстракції біологічно активних речовин або використання у якості борошна для додавання у харчові продукти. Фракція зразка №1 (схід з сита 0,56 мм) характеризувалася значно меншим виходом – $14,42 \pm 0,87$ %, що свідчить про обмежену кількість грубодисперсних частинок, які можна позиціонувати як клітковина за досвідом переробки насіння інших олійних культур. Найменший вихід спостерігався для зразка №3 (прохід сита 0,2 мм), який становив $9,37 \pm 1,04$ %, що вказує на відносно невисокий вміст дрібнодисперсної фракції, яку можна позиціонувати як білковий концентрат. Загалом отримані результати підтверджують ефективність обраного режиму подрібнення та можливість цілеспрямованого фракціонування макухи розторопші плямистої залежно від напрямів її подальшого використання.

Кольорові характеристики дослідних зразків макухи з насіння розторопші плямистої істотно варіювали за світлотою та червоним компонентом, що є важливим з огляду на подальше використання продукту у харчових або кормових технологіях. Найменшою світлотою характеризувався зразок №1 ($L^*=47,28$), що вказує на більш темний колір, тоді як зразки №2 і №3 мали вищі значення L^* (59,87 та 56,44 відповідно), що відповідає світлішому забарвленню. Це може бути пов'язано з відмінностями у гранулометричному складі, ступені подрібнення або вмісті оболонкових часток та пігментованих сполук. Показник a^* , який характеризує інтенсивність червоного відтінку, мав максимальне значення у зразка №1 ($a^*=9,44$), що свідчить про більш виражений червонуватий тон. У зразках №2 і №3 значення a^* було нижчими (6,27 та 4,80 відповідно), що вказує на

зменшення частки червоних тонів. Показник b^* , який відображає жовтий компонент кольору, у всіх зразках перебував на близькому рівні (16,97–17,94), що свідчить про стабільність жовтого відтінку незалежно від номера зразка. Фракція зразка №1 характеризувалася найнижчим вмістом білків (9,66 г/100 г) і жирів (5,46 г/100 г) та найвищою часткою вуглеводів (37,17 г/100 г). Відповідно, її енергетична цінність була найменшою і становила 229 ккал/100 г, що обумовлює можливість використання цієї фракції як низькокалорійної сировини, зокрема як джерела харчових волокон або наповнювача у функціональних продуктах. Фракція зразка №2 мала більш збалансований поживний склад: вміст білків зростав майже вдвічі порівняно із зразком №1 (19,61 г/100 г), збільшилася частка жирів (8,65 г/100 г), тоді як вміст вуглеводів дещо зменшився (34,00 г/100 г). Це зумовлює підвищення енергетичної цінності до 286 ккал/100 г, що робить дану фракцію перспективною для використання у харчових продуктах з підвищеною поживною цінністю. Найбільш поживно концентрованою була фракція зразка №3, яка відзначалася максимальним вмістом білків (32,33 г/100 г) і жирів (12,54 г/100 г) та мінімальною кількістю вуглеводів (32,12 г/100 г). Саме це зумовлює найвищу енергетичну цінність – 364 ккал/100 г. Така фракція може розглядатися як цінна білково-ліпідна сировина для створення функціональних харчових продуктів, білкових концентратів, харчових добавок або кормів з високою енергетичною щільністю. Загалом результати аналізу підтверджують, що фракціонування макухи з насіння розторопші плямистої дозволяє цілеспрямовано отримувати сировину з різною поживною та енергетичною цінністю, що розширює можливості її раціонального використання у харчовій, кормовій та функціональній переробці.

Зразок №1 подрібненої макухи з насіння розторопші плямистої за поживними та енергетичними показниками є конкурентоспроможним серед рослинної клітковини з насіння олійних культур, особливо з урахуванням додаткової цінності, зумовленої наявністю силімарину та інших біологічно активних сполук. Це обґрунтовує доцільність його використання як

функціонального інгредієнта у складі харчових продуктів оздоровчого та профілактичного призначення. Подрібнена макуха розторопші плямистої фракції зразку №2 за своїми поживними характеристиками є конкурентоспроможною альтернативою традиційним видам рослинного борошна та може бути рекомендована для використання у харчових технологіях як джерело рослинного білка, клітковини та біологічно активних речовин. Зразок №3 подрібненої макухи з насіння розторопші плямистої за своїм хімічним складом і енергетичною цінністю наближається до рослинних білкових концентратів, поступаючись їм за абсолютним вмістом протеїну, але переважаючи за комплексністю складу. Це дозволяє розглядати його як перспективну сировину для виробництва функціональних харчових продуктів, білково-вуглеводних сумішей та інгредієнтів комбінованого призначення.

На основі отриманих результатів дослідження доцільно сформулювати такі рекомендації для виробників сипких продуктів з насіння олійних культур щодо переробки насіння розторопші плямистої:

– Запроваджувати фракційний підхід до переробки макухи. Результати показали, що після подрібнення макухи з насіння розторопші плямистої переважає фракція середнього розміру (зразок №2, $76,22 \pm 1,79$ %). Тому виробникам доцільно впроваджувати технологічні схеми, орієнтовані на цілеспрямоване фракціонування, що дозволяє отримувати декілька видів сипкої продукції з різними функціональними властивостями в межах одного виробничого циклу.

– Використовувати фракцію зразка №1 як джерело харчових волокон. Грубодисперсна фракція (схід з сита 0,56 мм) характеризується високим вмістом клітковини, низькою енергетичною цінністю та відносно темнішим кольором. Її доцільно позиціонувати як рослинну клітковину або волокнисту добавку для функціональних харчових продуктів, зокрема хлібобулочних виробів, сухих сумішей, дієтичних і профілактичних продуктів, а також як наповнювач для комбінованих рецептур.

– Рекомендувати фракцію зразка №2 як борошноподібний інгредієнт. Середньодисперсна фракція має збалансований поживний склад, помірну енергетичну цінність і світліше забарвлення, що є технологічно привабливим для харчових виробництв. Її доцільно використовувати як альтернативу або доповнення до традиційних видів рослинного борошна у рецептурах хлібобулочних, кондитерських, макаронних виробів, а також у складі сухих сумішей і напівфабрикатів з підвищеною біологічною цінністю.

– Розглядати фракцію зразка №3 як білково-ліпідну сировину. Дрібнодисперсна фракція (прохід сита 0,2 мм) відзначається найвищим вмістом протеїну і жирів та максимальною енергетичною цінністю. Її доцільно використовувати для виробництва білкових сумішей, функціональних інгредієнтів, харчових добавок, а також у кормових і спортивних продуктах, де важливо забезпечити високу поживну щільність і комплексність складу.

– Враховувати кольорові характеристики при виборі напрямів використання. Відмінності у світлоті та відтінках фракцій слід враховувати при розробці рецептур, особливо для продуктів, де зовнішній вигляд є критичним фактором споживчого сприйняття. Світліші фракції (№2 і №3) доцільніше застосовувати у харчових продуктах масового споживання, тоді як темніша фракція (№1) є прийнятною для спеціалізованих функціональних продуктів.

– Спрямовувати переробку на отримання продуктів з доданою вартістю. З огляду на наявність силімарину та інших біологічно активних сполук у всіх фракціях макухи, виробникам рекомендовано орієнтуватися не лише на кормове використання, а й на створення харчових і функціональних продуктів оздоровчого призначення. Це дозволить підвищити економічну ефективність переробки насіння розторопші та реалізувати принципи раціонального використання сировини.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Основні положення охорони праці при переробці макухи з насіння розторопші плямистої

Дослідження проводили в лабораторії кафедри харчових технологій ДДАЕ, обладнаній обладнанням для виконання операцій подрібнення та просіювання макухи, визначення вологості отриманих фракцій. Організація виконання робіт і дотримання вимог безпеки здійснюються відповідно до чинного законодавства з охорони праці, правил безпечної експлуатації лабораторного обладнання та внутрішніх нормативних документів університету.

Переробка макухи з насіння розторопші плямистої належить до технологічних процесів, пов'язаних із механічним подрібненням, просіюванням, сушінням і лабораторними хімічними аналізами, що зумовлює необхідність дотримання комплексу вимог з охорони праці з метою запобігання виробничому травматизму та професійним захворюванням.

Під час виконання операцій подрібнення і фракціонування макухи основними небезпечними чинниками є рухомі частини обладнання, утворення дрібнодисперсного пилу та підвищений рівень шуму. У зв'язку з цим робота повинна здійснюватися лише на справному обладнанні з установленими захисними кожухами та блокувальними пристроями. Забороняється відкривати робочі камери млинів і розсійників до їх повної зупинки. Працівники повинні використовувати засоби індивідуального захисту, зокрема захисні окуляри, респіратори або маски для запобігання інгаляції пилу, а також спецодяг.

Особливу увагу необхідно приділяти запиленості повітря робочої зони, оскільки макуха є сухою сипкою сировиною, здатною утворювати аерозолі. Робочі приміщення мають бути обладнані ефективною загальнообмінною та,

за потреби, місцевою вентиляцією. Регулярне вологе прибирання приміщень дозволяє зменшити накопичення пилу та ризик його потрапляння в дихальні шляхи.

При виконанні лабораторних досліджень (визначення вологи, олії, протеїну, клітковини та золи) виникає небезпека, пов'язана з використанням підвищених температур, агресивних хімічних реагентів і відкритого нагріву. Роботи з кислотами та лугами слід проводити у витяжних шафах із застосуванням хімічностійких рукавиць, захисних окулярів і лабораторного халата. Муфельні печі, сушильні шафи та апарати Сокслета необхідно експлуатувати відповідно до інструкцій виробника, уникаючи перевищення допустимих температурних режимів.

Важливим аспектом охорони праці є пожежна безпека, оскільки макуха і пилоподібні фракції є горючими матеріалами. У приміщеннях забороняється використання відкритого полум'я, а електрообладнання повинно бути заземлене. Робочі місця мають бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння.

До виконання робіт з переробки макухи допускаються лише особи, які пройшли вступний і первинний інструктаж з охорони праці, ознайомлені з технологічним процесом та правилами безпечної експлуатації обладнання. Дотримання встановлених вимог охорони праці забезпечує безпечні умови роботи, зниження виробничих ризиків та стабільність технологічного процесу переробки макухи з насіння розторопші плямистої.

4.2 Розробка картки безпеки праці

На рис. 4.1 наведена розроблена картка безпеки праці для оператора лінії переробки макухи з насіння розторопші плямистої.


<p>1. Загальна інформація</p> <ol style="list-style-type: none"> Місце роботи – лінія з виробництва клітковини, борошна та білкового концентрату. Вид робіт – подрібнення та фракціонування макухи. Посада – оператор лінії. Тривалість робочого часу – 2 зміни (07:00–18:30; 19:00–06:30). Проходження медогляду – 1 раз на рік. Проходження повторного інструктажу з охорони праці – 1 раз на 6 місяців. Термін дії картки: до 01.12.2028 р. 	<p>2. Забезпечення одягом та засобами індивідуального захисту</p> <ol style="list-style-type: none"> Санітарний одяг (4 комплекти) – 1 раз на рік. Взуття шкіряне жаростійке – 1 раз на 6 місяців. Нарукавники бавовняні – 1 раз на 3 місяці. Рукавиці трикотажні, навушники протишумові, окуляри захисні – до зносу.
<p>3. Вимоги перед початком роботи</p> <ol style="list-style-type: none"> До роботи допускають осіб, які досягли 18-річного віку, пройшли медичне обстеження та не мають медичних протипоказань, вступний інструктаж, спеціальне навчання. Робітник повинен одягнути спецодяг, підготувати робочу зону. Перевірити роботу штучної вентиляції, справність та наявність захисних огорожень приводів робочих органів. Перед запуском обладнання перевірити, що нікому не загрожує небезпека від рухомих частин і механізмів. Перевірити роботу обладнання на холостому ході. Про виявленні порушення і недоліків доповісти безпосередньому керівнику і до їх усунення до роботи не приступати. 	<p>4. Вимоги під час роботи</p> <ol style="list-style-type: none"> Робітнику дозволяється виконувати тільки ту роботу, за якою пройдено навчання, інструктаж з охорони праці, до якої допущений особою, відповідальною за безпечне проведення осіб Необхідно утримувати своє робоче місце у належній чистоті, своєчасно прибирати з підлоги розсипану сировину та готову продукцію, тощо. Необхідно застосовувати засоби захисту рук під час роботи з гарячими поверхнями. Можна використовувати тільки справне устаткування, інструмент, пристосування. Не дозволяється доручати свою роботу іншим особам, які не пройшли відповідне навчання та інструктаж.
<p>5. Вимоги після закінчення роботи</p> <ol style="list-style-type: none"> Привести в порядок робоче місце, інструменти та пристосування прибрати у відведене місце. Зняти і здати на збереження спецодяг і засоби індивідуального захисту. Виконати правила особистої гігієни. Про виявленні порушення і недоліки під час проведення робіт доповісти безпосередньому керівнику і змінному працівнику. 	<p>6. Вимоги в надзвичайних ситуаціях</p> <ol style="list-style-type: none"> Негайно припинити всі роботи. Вимкнути все обладнання; Доповісти керівнику про виникнення надзвичайної ситуації.
Контакти служб екстреної допомоги	
<p>Внутрішні службові номери: Майстер відділення: 000-00-00 Служба охорони праці: 000-00-00 – головний інженер, 000-00-00 – медичний кабінет.</p>	

Рисунок 4.1 – Картка безпеки праці для оператора лінії

4.3 Поводження з відходами від переробки макухи

Поведінка з відходами при переробці макухи з насіння розторопші плямистої повинна ґрунтуватися на принципах раціонального використання сировини, екологічної безпеки та відповідності чинним санітарним та природоохоронним нормам.

У процесі подрібнення, просіювання та фракціонування макухи утворюються переважно органічні відходи рослинного походження (пил, наддрібні фракції, відсів, непридатні для подальшого використання партії сировини). Такі відходи не належать до небезпечних і можуть бути повторно залучені у виробничий цикл або використані як вторинна сировина. Зокрема, відсів та пил доцільно спрямовувати на виготовлення кормових добавок, біологічно активних домішок до комбікормів, субстратів для компостування або органічних добрив, за умови дотримання ветеринарно-санітарних вимог.

Відходи, що не підлягають повторному використанню (забруднені, зволожені, з ознаками мікробіологічного псування), підлягають тимчасовому зберіганню у герметичних контейнерах, що запобігає вторинному пиленню, зволоженню та поширенню запахів. Подальша утилізація таких відходів здійснюється шляхом передачі спеціалізованим підприємствам або компостування відповідно до вимог екологічного законодавства. Забороняється неконтрольоване скидання органічних відходів у каналізацію або на відкритий ґрунт.

Особливу увагу слід приділяти збиранню та видаленню пилу, який утворюється під час подрібнення макухи. Пил необхідно регулярно прибирати з використанням промислових пилососів або локальних аспіраційних систем, оскільки його накопичення може становити ризик для здоров'я персоналу та підвищувати пожежонебезпеку. Зібраний пил допускається утилізувати разом з іншими органічними відходами або використовувати як компонент кормових чи аграрних сумішей.

Висновки до розділу

Проведення досліджень із переробки макухи з насіння розторопші плямистої в умовах лабораторії а також промислова переробка потребує суворого дотримання вимог охорони праці. Характер технологічних операцій – механічне подрібнення, просіювання, сушіння та виконання лабораторних хімічних аналізів – зумовлює наявність низки потенційно небезпечних чинників, пов'язаних із роботою обладнання, утворенням пилу, підвищеними температурами та використанням хімічних реагентів. Забезпечення належного технічного стану обладнання, застосування засобів індивідуального захисту, ефективної вентиляції, дотримання правил пожежної безпеки та виконання робіт лише підготовленим персоналом є необхідною умовою мінімізації виробничих ризиків. Дотримання чинних нормативних документів і внутрішніх інструкцій підприємства гарантує безпечні умови праці, збереження здоров'я виконавців та стабільність і відтворюваність результатів технологічних та аналітичних досліджень.

Правильна організація поводження з відходами при переробці макухи з насіння розторопші плямистої дозволяє мінімізувати негативний вплив на довкілля, підвищити ресурсну ефективність виробництва та забезпечити відповідність принципам безвідходних та сталих харчових технологій.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

Аналіз літературних джерел дозволив зробити висновок про актуальність і необхідність переробки макухи, отриманої після виробництва олії з насіння розторопші плямистої завдяки унікальності властивостей сипких продуктів. У ході експериментальних досліджень вивчали фізико-хімічні та кольорові характеристики, поживну та енергетичну цінність різних фракцій подрібненої макухи.

З метою обґрунтування технології переробки макухи і виконання завдань магістерської роботи проведенні дослідження представленні у табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт	Назва робіт	Тривалість робіт, дні
0-0	Одержання завдання	0
0-1	Вступ	3
1-2	Оглядовий розділ	7
2-3	Дослідницько-аналітичний розділ	7
3-4	Експериментальний розділ	16
4-5	Охорона праці та захист навколишнього середовища	5
4-6	Організаційно-економічний розділ	4
5-7	Загальні висновки і пропозиції	2
6-8	Бібліографія	2
8-9	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	2
	Всього	48

Для виконання запланованих завдань магістерської роботи витратили 48 днів.

Для визначення фінансових витрат, які призначені для забезпечення досліджень складено відповідний кошторис.

Розрахунок витрат на основні та побічні матеріали виконували за формулою (5.1):

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

де m_i – масова кількість використаного i -го матеріалу, кг;

C_i – ціна одиниці i -го матеріалу, грн.

Результати розрахунку витрат на матеріали наведені в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Кількість використаних матеріалів та їх вартість

№ з/п	Найменування матеріалів, одиниці	Ціна за одиницю, грн	Кількість	Сума, грн
1	Насіння розторопші плямистої, кг	180,00	4	720,00
Всього				720

Розрахунок заробітної плати керівника магістерського наукового дослідження наведені в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньогодинний заробіток, грн/год	Кільк. людино-годин	Сума, грн
Керівник кваліфікаційної роботи	13721,34	95,29	10	952,90
Всього				952,90

Нарахування на заробітну плату складають 24 % від фонду робочого часу. Відповідно, до визначеної суми заробітної плати вони становлять:

$$H = \frac{952,90 \cdot 24}{100} = 228,70 \text{ грн} \quad (5.2)$$

Витрати на спожиту електроенергію розраховували за формулою (5.3):

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (5.3)$$

де M – потужність задіяного електрообладнання, кВт;

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

T – час роботи обладнання, год.;

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

$a = 10,80$ грн./(кВт/год.).

Дослідження проводили з використанням наступного лабораторного електрообладнання:

- лабораторні ваги;
- млин лабораторний НС-1000У;
- розсійник лабораторний;
- вологомір Radwag MA 110.R
- ноутбук;
- колориметр портативний LS173;

Узагальненні результати розрахунків дійсних витрат на електроенергію наведені в табл. 5.4.

Витрати на амортизацію обладнання знаходили за формулою (5.4):

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 365}, \quad (5.4)$$

де A – амортизаційні відрахування, грн;

Φ – вартість обладнання, грн;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на даному обладнанні, днів;

365 – кількість днів у році.

Таблиця 5.4 – Результати розрахунків витрат на електроенергію

Обладнання	Потужність обладнання, кВт	Час роботи обладнання, год	Витрати на електроенергію, грн
Лабораторні ваги	0,012	1	0,17
Млин лабораторний НС- 1000У	3,2	0,1	3,11
Розсійник лабораторний	0,015	0,2	0,03
Вологомір Radwag MA 110.R	0,3	4,5	13,12
Ноутбук	0,02	60	11,66
Всього			28,09

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
1	2	3	4	5
Лабораторні ваги	11670,00	10	0,08	0,26

Продовження табл. 5.5

1	2	3	4	5
Млин лабораторний НС-1000У	13166,67	10	0,008	0,03
Розсійник лабораторний	23000,00	10	0,017	0,11
Ноутбук	35999,00	25	2,5	61,64
Колориметр портативний LS173	9990,00	10	0,35	0,96
Вологомір Radwag MA 110.R	70000	15	0,38	10,93
Всього				73,90

Накладні витрати, що пов'язані з обслуговуванням лабораторного обладнання приймають на рівні 80 % від розрахованої заробітної плати виконавців дослідження і становлять:

$$\frac{952,90 \cdot 80}{100} = 762,32 \text{ грн}$$

Кошторис витрат на проведення дослідження наведений в табл. 5.6.

Таблиця 5.6 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн
1	2
Основні матеріали	720,00
Заробітна плата	952,90
Нарахування на заробітну плату	228,70

Продовження табл. 5.6

1	2
Електроенергія	28,09
Амортизація	73,90
Накладні витрати	762,32
Додаткові витрати	3528,00
Всього	6293,91

Загальна вартість дослідження визначали за формулою (5.5):

$$\text{Ц} = \text{С} + \frac{\text{Р} \cdot \text{С}}{100}, \quad (5.5)$$

де Ц – вартість дослідження, грн;

С – витрати на дослідження, грн;

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

$$\text{Ц} = 6293,91 + \frac{30 \cdot 6293,91}{100} = 8182,08 \text{ грн}$$

Витрати на проведені дослідження магістерської кваліфікаційної роботи становили 8182,08 грн.

Техніко-економічні показники виробництва сипких продуктів із макухи розторопші у лабораторних умовах наведені у табл. 5.7.

Таблиця 5.7 – Техніко-економічні показники виробництва сипких продуктів із макухи розторопші

Найменування статей калькуляції	Виробництво сипких продуктів із макухи розторопші за розробленою технологією		
	Кількість	Ціна (грн.)	Сума (грн.)
Сировина та основні матеріали:			
Насіння розторопші плямистої, кг	4	180,00	720,00
Зворотні відходи, що реалізуються:	-	-	-
Олія розторопші, кг	0,84	900,00	756,00
Осад фільтрувальний, кг	0,08	60,00	4,80
<i>Разом сировини і основних матеріалів за вирахуванням попутної продукції та зворотних відходів, кг</i>			-40,8
Допоміжні і таропакувальні матеріали:			
<i>Дой-пак, шт.</i>	3	3,20	9,60
<i>Картонні коробки, шт</i>	1	13,50	13,50
<i>Разом</i>			23,10
Паливо і енергія на технологічні цілі:			
<i>Електроенергія, кВт.год:</i>	3,84	10,80	41,47
<i>Разом</i>			41,47
Витрати на утримання та експлуатацію обладнання			-
Амортизаційні відрахування			24,63
Вихід готової продукції, кг:			
клітковина	0,43		
борошно	2,29		
білковий концентрат	0,03		
Виробнича собівартість 1 кг готового продукту			70,07
клітковина			37,51
борошно			7,04
білковий концентрат			537,67

Отримані розрахунки собівартості сипких продуктів із насіння розторопші плямистої, виготовлених у лабораторних умовах, свідчать про високий економічний потенціал їх виробництва, особливо для клітковини та борошна. Так, собівартість клітковини (37,51 грн/кг) і борошна (7,04 грн/кг) є суттєво нижчою за їхню ринкову вартість, яка відповідно становить 86–373

грн/кг та 80–160 грн/кг. Це підтверджує доцільність глибокої переробки макухи розторопші з метою отримання цих продуктів і вказує на значний резерв формування доданої вартості.

Водночас собівартість білкового концентрату (537,67 грн/кг) перевищує або знаходиться на верхній межі ринкового діапазону (260–500 грн/кг), що свідчить про потребу подальшої оптимізації технологічних режимів, масштабування виробництва та зниження витрат при переході від лабораторних до промислових умов. Загалом результати економічної оцінки підтверджують перспективність комплексної переробки насіння розторопші плямистої та раціонального використання макухи як вторинної сировини, що дозволяє підвищити ефективність олієпереробного виробництва та конкурентоспроможність вітчизняних функціональних інгредієнтів.

Висновки до розділу

Згідно з результатами розрахунків, найбільші витрати за період дослідження склали: 3528,00 грн на додаткові витрати, що були пов'язані з платними послугами лабораторних досліджень. Загальна вартість дослідження становить 8182,08 грн.

Отримані розрахунки собівартості сипких продуктів із насіння розторопші плямистої, виготовлених у лабораторних умовах, свідчать про високий економічний потенціал їх виробництва, особливо для клітковини та борошна. Так, собівартість клітковини (37,51 грн/кг) і борошна (7,04 грн/кг) є суттєво нижчою за їхню ринкову вартість, яка відповідно становить 86–373 грн/кг та 80–160 грн/кг. Це підтверджує доцільність глибокої переробки макухи розторопші з метою отримання цих продуктів і вказує на значний резерв формування доданої вартості.

Водночас собівартість білкового концентрату (537,67 грн/кг) перевищує або знаходиться на верхній межі ринкового діапазону (260–500 грн/кг), що свідчить про потребу подальшої оптимізації технологічних режимів,

масштабування виробництва та зниження витрат при переході від лабораторних до промислових умов. Загалом результати економічної оцінки підтверджують перспективність комплексної переробки насіння розторопші плямистої та раціонального використання макухи як вторинної сировини, що дозволяє підвищити ефективність олієпереробного виробництва та конкурентоспроможність вітчизняних функціональних інгредієнтів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

1. Після подрібнення макухи, отриманої після видобування олії із насіння розторопші плямистої сорту Бойківчанка виявлено, що найбільшу частку становила фракція зразка №2 (схід з сита 0,2 мм), вихід якої досягав $76,22 \pm 1,79$ %, що вказує на домінування частинок середнього розміру у подрібненій макусі. Такий гранулометричний склад є технологічно доцільним для подальшої переробки, зокрема екстракції біологічно активних речовин або використання у якості борошна для додавання у харчові продукти. Фракція зразка №1 (схід з сита 0,56 мм) характеризувалася значно меншим виходом – $14,42 \pm 0,87$ %, що свідчить про обмежену кількість грубодисперсних частинок, які можна позиціонувати як клітковина за досвідом переробки насіння інших олійних культур. Найменший вихід спостерігався для зразка №3 (прохід сита 0,2 мм), який становив $9,37 \pm 1,04$ %, що вказує на відносно невисокий вміст дрібнодисперсної фракції, яку можна позиціонувати як білковий концентрат. Загалом отримані результати підтверджують ефективність обраного режиму подрібнення та можливість цілеспрямованого фракціонування макухи розторопші плямистої залежно від напрямів її подальшого використання.

2. Кольорові характеристики дослідних зразків макухи з насіння розторопші плямистої істотно варіювали за світлотою та червоним компонентом, що є важливим з огляду на подальше використання продукту у харчових або кормових технологіях. Найменшою світлотою характеризувався зразок №1 ($L^*=47,28$), що вказує на більш темний колір, тоді як зразки №2 і №3 мали вищі значення L^* (59,87 та 56,44 відповідно), що відповідає світлішому забарвленню. Це може бути пов'язано з відмінностями у гранулометричному складі, ступені подрібнення або вмісті оболонкових часток та пігментованих сполук. Показник a^* , який характеризує інтенсивність червоного відтінку, мав максимальне значення у зразка №1 ($a^*=9,44$), що свідчить про більш виражений червонуватий тон. У зразках №2 і №3 значення a^* був нижчими (6,27 та 4,80 відповідно), що вказує на

зменшення частки червоних тонів. Показник b^* , який відображає жовтий компонент кольору, у всіх зразках перебував на близькому рівні (16,97–17,94), що свідчить про стабільність жовтого відтінку незалежно від номера зразка. Фракція зразка №1 характеризувалася найнижчим вмістом білків (9,66 г/100 г) і жирів (5,46 г/100 г) та найвищою часткою вуглеводів (37,17 г/100 г). Відповідно, її енергетична цінність була найменшою і становила 229 ккал/100 г, що обумовлює можливість використання цієї фракції як низькокалорійної сировини, зокрема як джерела харчових волокон або наповнювача у функціональних продуктах. Фракція зразка №2 мала більш збалансований поживний склад: вміст білків зростав майже вдвічі порівняно із зразком №1 (19,61 г/100 г), збільшилася частка жирів (8,65 г/100 г), тоді як вміст вуглеводів дещо зменшився (34,00 г/100 г). Це зумовлює підвищення енергетичної цінності до 286 ккал/100 г, що робить дану фракцію перспективною для використання у харчових продуктах з підвищеною поживною цінністю. Найбільш поживно концентрованою була фракція зразка №3, яка відзначалася максимальним вмістом білків (32,33 г/100 г) і жирів (12,54 г/100 г) та мінімальною кількістю вуглеводів (32,12 г/100 г). Саме це зумовлює найвищу енергетичну цінність – 364 ккал/100 г. Така фракція може розглядатися як цінна білково-ліпідна сировина для створення функціональних харчових продуктів, білкових концентратів, харчових добавок або кормів з високою енергетичною щільністю. Загалом результати аналізу підтверджують, що фракціонування макухи з насіння розторопші плямистої дозволяє цілеспрямовано отримувати сировину з різною поживною та енергетичною цінністю, що розширює можливості її раціонального використання у харчовій, кормовій та функціональній переробці.

3. Зразок №1 подрібненої макухи з насіння розторопші плямистої за поживними та енергетичними показниками є конкурентоспроможним серед рослинної клітковини з насіння олійних культур, особливо з урахуванням додаткової цінності, зумовленої наявністю силімарину та інших біологічно активних сполук. Це обґрунтовує доцільність його використання як

функціонального інгредієнта у складі харчових продуктів оздоровчого та профілактичного призначення. Подрібнена макуха розторопші плямистої фракції зразку №2 за своїми поживними характеристиками є конкурентоспроможною альтернативою традиційним видам рослинного борошна та може бути рекомендована для використання у харчових технологіях як джерело рослинного білка, клітковини та біологічно активних речовин. Зразок №3 подрібненої макухи з насіння розторопші плямистої за своїм хімічним складом і енергетичною цінністю наближається до рослинних білкових концентратів, поступаючись їм за абсолютним вмістом протеїну, але переважаючи за комплексністю складу. Це дозволяє розглядати його як перспективну сировину для виробництва функціональних харчових продуктів, білково-вуглеводних сумішей та інгредієнтів комбінованого призначення.

4. На основі отриманих результатів дослідження доцільно сформулювати такі рекомендації для виробників сипких продуктів з насіння олійних культур щодо переробки насіння розторопші плямистої:

– Запроваджувати фракційний підхід до переробки макухи. Результати показали, що після подрібнення макухи з насіння розторопші плямистої переважає фракція середнього розміру (зразок №2, $76,22 \pm 1,79$ %). Тому виробникам доцільно впроваджувати технологічні схеми, орієнтовані на цілеспрямоване фракціонування, що дозволяє отримувати декілька видів сипкої продукції з різними функціональними властивостями в межах одного виробничого циклу.

– Використовувати фракцію зразка №1 як джерело харчових волокон. Грубодисперсна фракція (схід з сита 0,56 мм) характеризується високим вмістом клітковини, низькою енергетичною цінністю та відносно темнішим кольором. Її доцільно позиціонувати як рослинну клітковину або волокнисту добавку для функціональних харчових продуктів, зокрема хлібобулочних виробів, сухих сумішей, дієтичних і профілактичних продуктів, а також як наповнювач для комбінованих рецептур.

– Рекомендувати фракцію зразка №2 як борошноподібний інгредієнт. Середньодисперсна фракція має збалансований поживний склад, помірну енергетичну цінність і світліше забарвлення, що є технологічно привабливим для харчових виробництв. Її доцільно використовувати як альтернативу або доповнення до традиційних видів рослинного борошна у рецептурах хлібобулочних, кондитерських, макаронних виробів, а також у складі сухих сумішей і напівфабрикатів з підвищеною біологічною цінністю.

– Розглядати фракцію зразка №3 як білково-ліпідну сировину. Дрібнодисперсна фракція (прохід сита 0,2 мм) відзначається найвищим вмістом протеїну і жирів та максимальною енергетичною цінністю. Її доцільно використовувати для виробництва білкових сумішей, функціональних інгредієнтів, харчових добавок, а також у кормових і спортивних продуктах, де важливо забезпечити високу поживну щільність і комплексність складу.

– Враховувати кольорові характеристики при виборі напрямів використання. Відмінності у світлоті та відтінках фракцій слід враховувати при розробці рецептур, особливо для продуктів, де зовнішній вигляд є критичним фактором споживчого сприйняття. Світліші фракції (№2 і №3) доцільніше застосовувати у харчових продуктах масового споживання, тоді як темніша фракція (№1) є прийнятною для спеціалізованих функціональних продуктів.

– Спрямовувати переробку на отримання продуктів з доданою вартістю. З огляду на наявність силімарину та інших біологічно активних сполук у всіх фракціях макухи, виробникам рекомендовано орієнтуватися не лише на кормове використання, а й на створення харчових і функціональних продуктів оздоровчого призначення. Це дозволить підвищити економічну ефективність переробки насіння розторопші та реалізувати принципи раціонального використання сировини.

Узагальнюючи, результати дослідження підтверджують доцільність цілеспрямованої переробки макухи розторопші плямистої з отриманням

клітковини, борошна та білково-ліпідних продуктів, що створює широкі можливості для виробників сипких продуктів у харчовій та кормовій промисловості.

5. Проведення досліджень із переробки макухи з насіння розторопші плямистої в умовах лабораторії а також промислова переробка потребує суворого дотримання вимог охорони праці. Характер технологічних операцій – механічне подрібнення, просіювання, сушіння та виконання лабораторних хімічних аналізів – зумовлює наявність низки потенційно небезпечних чинників, пов'язаних із роботою обладнання, утворенням пилу, підвищеними температурами та використанням хімічних реагентів. Забезпечення належного технічного стану обладнання, застосування засобів індивідуального захисту, ефективної вентиляції, дотримання правил пожежної безпеки та виконання робіт лише підготовленим персоналом є необхідною умовою мінімізації виробничих ризиків. Дотримання чинних нормативних документів і внутрішніх інструкцій підприємства гарантує безпечні умови праці, збереження здоров'я виконавців та стабільність і відтворюваність результатів технологічних та аналітичних досліджень. Правильна організація поводження з відходами при переробці макухи з насіння розторопші плямистої дозволяє мінімізувати негативний вплив на довкілля, підвищити ресурсну ефективність виробництва та забезпечити відповідність принципам безвідходних та сталих харчових технологій.

6. Згідно з результатами розрахунків, найбільші витрати за період дослідження склали: 3528,00 грн на додаткові витрати, що були пов'язані з платними послугами лабораторних досліджень. Загальна вартість дослідження становить 8182,08 грн. Отримані розрахунки собівартості сипких продуктів із насіння розторопші плямистої, виготовлених у лабораторних умовах, свідчать про високий економічний потенціал їх виробництва, особливо для клітковини та борошна. Так, собівартість клітковини (37,51 грн/кг) і борошна (7,04 грн/кг) є суттєво нижчою за їхню ринкову вартість, яка відповідно становить 86–373 грн/кг та 80–160 грн/кг. Це підтверджує доцільність глибокої переробки

макухи розторопші з метою отримання цих продуктів і вказує на значний резерв формування доданої вартості. Водночас собівартість білкового концентрату (537,67 грн/кг) перевищує або знаходиться на верхній межі ринкового діапазону (260–500 грн/кг), що свідчить про потребу подальшої оптимізації технологічних режимів, масштабування виробництва та зниження витрат при переході від лабораторних до промислових умов. Загалом результати економічної оцінки підтверджують перспективність комплексної переробки насіння розторопші плямистої та раціонального використання макухи як вторинної сировини, що дозволяє підвищити ефективність олієпереробного виробництва та конкурентоспроможність вітчизняних функціональних інгредієнтів.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Куценко Н.І., Дем'янюк О.С., Харук І.Д., Гречкосій А.О.0020 Оцінка показників якості та урожайності насіння поширених в Україні сортів розторопші плямистої. *Збалансоване природокористування*. 2021. №4. С. 100–106.
2. Bhattacharya S. Milk Thistle Seeds in Health. *Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention (Second Edition)*. 2020. P. 429–438.
3. Zhang Zh.-Sh., Wang Sh., Liu H., Li B.-Zh., Che L. Constituents and thermal properties of milk thistle seed oils extracted with three methods. *LWT*. 2020. Vol. 126. 109282.
4. Михонік Л.А., Грищенко А.М. Використання шроту з насіння розторопші в технології хліба з пшеничного цільнозернового борошна. Зберігання і переробка зерна. 2017. №3 (211). С. 40–43.
5. Новгородська Н., Соломон А., Берник І. Оцінка якості фаршевих систем з використанням рослинної сировини. *Продовольчі ресурси*. 2021. №9 (17). С. 119–128.
6. Marszałkiewicz S., Siger A., Gawrysiak-Witulska M., Kmiecik D., Rudzińska M. The effect of drying temperature of milk thistle seeds on quality and bioactive compounds in the lipid fraction. *Journal of Food Science Technology*. 2020. Vol. 57. P. 4003–4013.
7. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні: <https://me.gov.ua/Documents/Detail?lang=uk-UA&id=c5e26c83-ac95-43b8-8d53-a5f8f907099f&title=DerzhavniiRestrSortiv-PridatnikhDliaPoshirenniaVUkraini>
8. Ткачук О.П., Разанова А.М. Інтенсивність накопичення Рb у листовій масі та насінні розторопші плямистої (*Silybum Marianum*). *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2020. №1. С. 109 – 112.
9. Кузнєцова Г., Деніс Є., Москалець Т., Рибальченко В. Ефекти олій розторопші та льону холодного і гарячого пресування на стан товстої кишки

щурів за умов гострого коліту. *Reports of the National Academy of Sciences of Ukraine*. 2024. №3. С. 85–91.

10. Porwal O., Sheet M., Ameen M., T Anwer E., Uthirapathy S., Ahamad J., Tahsin A. *Silybum marianum* (Milk Thistle): Review on Its chemistry, morphology, ethno medical uses, phytochemistry and pharmacological activities. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*. 2019. 9 (5). P. 199–206.

11. Zare Mehrjerdi P., Asadi S., Ehsani E., Reza Askari V., Baradaran Rahimi V. Silibinin as a major component of milk thistle seed provides promising influences against diabetes and its complications: a systematic review. *Naunyn-Schmiedeberg's Arch Pharmacol*. 2024. 397. P. 7531–7549.

12. Ozgolet M., Cakmak Z.H.T., Bozkurt F., Sagdic O., Karasu, S. Optimization of extraction parameters of protein isolate from milk thistle seed: Physicochemical and functional characteristics. *Food Science & Nutrition*. 2024. 12. P. 3346–3359.

13. Khazaei R., Seidavi A., Bouyeh M. A review on the mechanisms of the effect of silymarin in milk thistle (*Silybum marianum*) on some laboratory animals. *Veterinary Medicine and Science*. 2022. 8 (1). P. 289–301.

14. Mukhtar S., Xiaoxiong Z., Khalid W., Moreno A., Lorenzo J. M. In vitro antioxidant capacity of purified bioactive compounds in Milk thistle seed (*Silybum marianum*) along with phenolic profile. *Food Analytical Methods*. 2023. 1-13. P. 651–663.

15. Ткачук О.П., Разанова А.М. Інтенсивність накопичення Zn розторопшею плямистою (*Silybum Marianum*) залежно від виду мінеральних добрив. *Агроекологічний журнал*. 2020. №1. С. 98 – 103.

16. Keshavarz Afshar R., Chaichi M.R., Ansari Jovini M., Jahanzad E., Hashemi M. Accumulation of silymarin in milk thistle seeds under drought stress. *Planta*. 2015. 242. P. 539–543.

17. Fathi-Achachlouei B., Azadmard-Damirchi S., Zahedi Y., Shaddel R.. Microwave pretreatment as a promising strategy for increment of nutraceutical

content and extraction yield of oil from milk thistle seed. *Industrial Crops and Products*. 2019. Vol. 128. P. 527–533.

18. Doğan G., Kara N., Gür S., Bağcı E. Chemical Composition and Biological Activity of Milk Thistle Seeds (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.). *International Journal of Nature and Life Sciences*. 2022. 6 (2). P. 90–98.

19. Дем'янюк О.С., Куценко Н.І., Куценко О.О. Уточнення методичних питань щодо визначення посівних якостей розторопші плямистої. *Збалансоване природокористування*. 2021. №3. С. 78–87.

20. Кориляк М.З. Результати вирощування товарного коропа (*Cyprinus Carpio Linnaeus, 1758*) при використанні в складі раціону розторопші плямистої (*Silybum Marianum (L.) Gaertn*). *Рибогосподарська наука України*. 2019. №4. С. 109–122.

21. Грициняк І.І., Дерень О.В., Кориляк М.З., Паламарчук Р.А. Активність системи антиоксидантного захисту організму коропа за впливу стресових чинників та використання в годівлі розторопші плямистої. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2021. №5 (93). С. 100–114.

22. Солопова Х.Я., Віщур О.І. рівень окиснювального пошкодження білків та інтенсивність процесів ПОЛ в організмі коропів, уражених аеромонозом, та за лікування препаратом «Флюмек». *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2018. С. 351–359.

23. Остап'юк А.О., Гутий Б.В., Горальський Л.П., Сачук Р.М., Тодорюк В.Б., Милостивий Р.В., Сокульський І.М., Вус У.М., Кушнір В.І., Кушнір Г.В., Мартишук Т.В., Харів І.І., Возна О.Є. Вплив розторопші плямистої (*Silybum marianum*) на антиоксидантний статус організму курей-несучок за кадмієвого навантаження. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Серія: Ветеринарні науки*. 2025. Т. 27. № 118. С. 216–225.

24. Stastnik O., Pavlata L., Mrkvicova E. The Milk Thistle Seed Cakes and Hempseed Cakes are Potential Feed for Poultry. *Animals*. 2020. 10 (8). 1384.

25. Kotecka-Majchrzak K., Sumara A., Fornal E., Montowska M. Oilseed proteins – properties and application as a food ingredient. *Trends in Food Science and Technology*. 2020. 106. P. 160–170.
26. Jozinović A., AčkAr Đ., Jokić S., Babić J., BAleentić J. P., BAnožić M., ŠuBARIć D. Optimisation of extrusion variables for the production of corn snack products enriched with defatted hemp cake. *Czech Journal of Food Sciences*. 2017. 35 (6). P. 507–516.
27. Usman I., Saif H., Imran A., Afzaal M., Saeed F., Azam I., Afzal A., Ateeq H., Islam F., Shah Y.A., Shah M.A. Innovative applications and therapeutic potential of oilseeds and their by-products: An eco-friendly and sustainable approach. *Food Science and Nutrition*. 2023. 11 (6). P. 2599–2609.
28. Choe U., Li Ya., Gao B., Yu L., T. Y. Wang Th., Sun Ji., Chen P., Yu L. The chemical composition of a cold-pressed milk thistle seed flour extract, and its potential health beneficial properties. *Food & Function*. 2019. 10. 2461–2470.
29. Apostol L., Iorga C.S., Moşoiu C., Mustăţea G., Cucu Ş. Nutrient composition of partially defatted milk thistle seeds. *Scientific Bulletin. Series F. Biotechnologies*, 2017. Vol. XXI. P. 165–169.
30. Bárta J., Bártová V., Jarošová M., Švajner J., Smetana P., Kadlec J., Filip V., Kyselka J., Berčíková M., Zdráhal Z., Bjelková M., Kozak M. Oilseed cake flour composition, functional properties and antioxidant potential as effects of sieving and species differences. *Food*. 2021. 10 (11). 2766.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

РЕЗУЛЬТАТИ ЛАБОРАТОРНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ФРАКЦІЙ
ПОДРІБНЕНОЇ МАКУХИ

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



201727
Випробування

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 (096) 093 03 76
info@biosafety-center.com



Затверджую
Директор НДЦ, технічний керівник ВЦ

Дмитро Масюк

ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ
№ НТ/12890 від 15.12.2025

Замовник: ФОП Олійник Олена Сергіївна
Підприємство: Сова Н.А.
Об'єкт випробування та реєстраційний код зразків: Макуха розторопші подріблена №1 (25/12/109/A/1); Макуха розторопші подріблена №2 (25/12/109/A/2); Макуха розторопші подріблена №3 (25/12/109/A/3);
Замовлення: Рахунок №О/25/12/001 від 05.12.2025
Дата відбору зразків: 5 грудня 2025 р.
Дата одержання зразків: 5 грудня 2025 р.
Дата проведення випробувань: 5 грудня 2025 р. - 15 грудня 2025 р.
Акт відбору зразків: відсутній
Випробування на відповідність вимогам: на фактичний вміст

Результати випробувань

Макуха розторопші подріблена №1 (25/12/109/A/1)

Показник, що визначали	Результат	Норма	НД на методи випробувань	Невизначеність вимірювання ***	Відмітка про відповідність
Сира зола, %**	3,23	-	ДСТУ ISO 5984:2004	не визначали	-
Сира клітковина, %**	41,10	-	ДСТУ 8844:2019	не визначали	-
Сирий жир, %**	5,07	-	ДСТУ ISO 6492:2003	не визначали	-
Сирий протеїн, %	8,97	-	ДСТУ 7169:2010	не визначали	-

Макуха розторопші подріблена №2 (25/12/109/A/2)

Показник, що визначали	Результат	Норма	НД на методи випробувань	Невизначеність вимірювання ***	Відмітка про відповідність
Сира зола, %**	5,80	-	ДСТУ ISO 5984:2004	не визначали	-
Сира клітковина, %**	28,83	-	ДСТУ 8844:2019	не визначали	-
Сирий жир, %**	7,94	-	ДСТУ ISO 6492:2003	не визначали	-
Сирий протеїн, %	18,00	-	ДСТУ 7169:2010	не визначали	-

Макуха розторопші подріблена №3 (25/12/109/A/3)

Показник, що визначали	Результат	Норма	НД на методи випробувань	Невизначеність вимірювання ***	Відмітка про відповідність
Сира зола, %**	8,84	-	ДСТУ ISO 5984:2004	не визначали	-
Сира клітковина, %**	11,77	-	ДСТУ 8844:2019	не визначали	-
Сирий жир, %**	11,23	-	ДСТУ ISO 6492:2003	не визначали	-
Сирий протеїн, %	28,95	-	ДСТУ 7169:2010	не визначали	-

Відповідальні виконавці:

Завідувач відділу фізіології, біохімії та хіміко-токсикологічного аналізу, к.вет.н.

Валентин Єфімов

Провідний фахівець сектору фізико-хімічних методів досліджень

Ольга Севастьянова

Примітки:

1. Цей протокол випробувань відноситься тільки до зразків, які пройшли випробування та в тому вигляді, в якому їх було отримано.

ВЦ НДЦ БЕКР АПК ДДАЕУ ОПФ 7.8-02 «Протокол випробувань» Сторінка 1 з 2
Видання №05 Дата 07-2025

www.biosafety-center.com