

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

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

**Обґрунтування технології виробництва
амарантової олії**

Виконав: здобувач вищої освіти 2 курсу,
групи МгХТ-3-22
освітньо-професійної програми «Харчові технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Валерій СИРОМОЛОТ

Керівник: _____ Наталія СОБА

Рецензент: _____ Руслан БРОВКО

Дніпро 2023

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

Ступінь вищої освіти: «Магістр»

Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

(підпис)

«09» листопада 2023 р.

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

Сиромолоту Валерію Миколайовичу

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва амарантової олії». Керівник роботи: Сова Наталія Анатоліївна, кандидатка технічних наук, доцентка, затверджені наказом закладу вищої освіти від «09» листопада 2023 року № 3423.
2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи: 08 грудня 2023 року
3. Вихідні дані до роботи: 1) Літературні джерела та періодичні видання. 2) Наукова та науково-технічна документація, що стосується виробництва рослинних олій. 3) Патенти та авторські свідоцтва.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1) Огляд літературних джерел. 2) Характеристика сировини та методологія експериментальних досліджень. 3) Експериментальна частина. 4) Охорона праці та захист навколишнього середовища. 5) Організаційно-економічна частина. Загальні висновки та пропозиції. Бібліографія. Додатки.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

- 1) Мета, об'єкт та предмет досліджень.
- 2) Основні задачі кваліфікаційної роботи.
- 3) Аналіз вітчизняного асортименту амарантової харчової продукції
- 4) Вплив температури пресуванням на вихід амарантової олії.
- 5) Вплив температури пресування на кислотне та пероксидне число амарантової олії.
- 6) Структурна схема виробництва амарантової олії.
- 7) Карта безпеки праці
- 8) Кошторис витрат на проведення досліджень.
- 9) Загальні висновки та пропозиції.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 5	доцентка СОВА Наталія	09.11.2023	08.12.2023

7. Дата видачі завдання: «09» листопада 2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	09.11–10.11.23	виконано
2	Огляд літературних джерел	13.11–24.11.23	виконано
3	Характеристика сировини та методологія експериментальних досліджень	27.11–28.11.23	виконано
4	Експериментальна частина	29.11–04.12.23	виконано
5	Охорона праці та захист навколишнього середовища	05.12–07.12.23	виконано
6	Організаційно-економічна частина	05.12–07.12.23	виконано
7	Загальні висновки та пропозиції, бібліографія	07.12–08.12.23	виконано
8	Підготовка демонстраційного матеріалу	07.12–08.12.23	виконано

Здобувач вищої освіти _____ Валерій СИРОМОЛОТ
(підпис)

Керівниця роботи _____ Наталія СОВА
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування технології виробництва амарантової олії».

Кваліфікаційна робота магістра: 60 сторінок друкованого тексту, 14 рисунків та ілюстрацій, 18 таблиць, 50 літературних джерел.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва олії із насіння амаранту.

Метою роботи є визначення впливу температури пресування на вихід амарантової олії та її якісні показники.

Методи дослідження. Дослідні зразки олії вилучали із насіння амаранту методом пресування на шнековому пресі Oil Extractor OP-600 M. Кислотне та пероксидне число олії визначали за стандартними методиками. Всі дослідження проводили в навчальній лабораторії з харчових технологій інженерно-технологічного факультету ДДАЕУ.

Насіння соняшнику – найрозповсюдженіша вітчизняна сировина для виробництва рослинних олій, яка цінується не тільки в Україні, а і за кордоном. На сьогоднішній день, окрім соняшникової, у вітчизняному асортименті ми все частіше можемо побачити нішеві види олій, наприклад, конопляну, лляну, чорного кмину, гірчичну, рижієву тощо. Застосування харчових олій з нішевих олійних культур, які характеризуються високим вмістом нутрієнтів, є дуже перспективним на сьогодні, адже це дозволить розширити асортимент вживаних ліпідних оздоровчих продуктів, що є в сучасних умовах дуже необхідним. Насіння амаранту зараз дуже популяризують вітчизняні оператори ринку, тому цікавим було дослідити процес виробництва олії із нього.

У кваліфікаційній роботі наведено асортиментний аналіз вітчизняних харчових продуктів із насіння амаранту. Вилучено дослідні зразки амарантової олії при різних значеннях температури пресування (50–150 °C). Вивчено вплив температури на вихід нефільтрованої та фільтрованої олії, органолептичні показники якості, кислотне та пероксидне число вилученої олії. Розроблено структурну схему виробництва амарантової олії методом холодного пресування.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: НАСІННЯ АМАРАНТУ, ОЛІЯ, ПРЕСУВАННЯ, ТЕМПЕРАТУРА, ВИХІД ОЛІЇ, КИСЛОТНЕ ЧИСЛО, ПЕРОКСИДНЕ ЧИСЛО.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	7
1.1 Характеристика вітчизняної сировини для виробництва рослинних олій.....	7
1.2 Характеристика амаранту як перспективної сировини для харчової промисловості.....	18
Висновки за розділом.....	25
2 ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	26
2.1 Об'єкт та предмет дослідження	26
2.2 Матеріали і прилади, що використано в кваліфікаційній роботі.....	26
2.3 Методика вилучення дослідних зразків амарантової олії.....	28
2.4 Методика визначення показників якості дослідних зразків амарантової олії.....	29
Висновки за розділом.....	29
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	31
3.1 Постановка задачі дослідження та обґрунтування доцільності виробництва амарантової олії.....	31
3.2 Асортиментний аналіз вітчизняних харчових продуктів з насіння амаранту	31
3.3 Дослідження впливу температури пресування на вихід та якість амарантової олії.....	34
3.4 Структурна схема виробництва олії з насіння амаранту.....	38
Висновки за розділом.....	39
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	41
4.1 Розробка картки безпеки праці	41
4.2 Утилізація відходів від виробництва олії	41

Висновки за розділом.....	44
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	45
5.1 Організація проведення дослідження.....	45
5.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження кваліфікаційної роботи	47
5.3 Розрахунок вартості дослідження	50
Висновки за розділом	51
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	52
БІБЛІОГРАФІЯ	54

ВСТУП

Амарант – відносно нова культура для нашої країни. Насіння амаранту є одним з найкращих джерел рослинних протеїнів, засвоюваність яких наближається до тваринних. Насіння амаранту перевищує традиційні зернові культури за вмістом незамінних амінокислот, а саме лізину та метіоніну. Крім цього насіння амаранту є джерелом різних важливих нутрієнтів: поліненасичених жирних кислот, клітковини, фітостеролів, сквалену, вітамінів (А, С, Е, В₁, В₂, РР), фосфоліпідів, фолату, мікро- та макроелементів (Калію, Натрію, Магнію, Феруму, Фосфору, Купруму, Кальцію), які, як відомо, необхідні для оптимального функціонування органів травлення, ендокринної та імунної систем тощо. Завдяки складу насіння амаранту, його екологічним особливостям, високій врожайності, дану культуру на сьогодні розглядають як одну з культур, що в близькому майбутньому забезпечить продовольчу безпеку, особливо у країнах із великою кількістю населенням. Вивчення насіння амаранту з метою його найповнішої переробки ще достатньо не вивчено. До теперішнього часу проводять різні дослідження щодо його застосування у різних галузях харчової промисловості і впливу його складових на здоров'я людини [1].

За даними вітчизняних вчених вміст олії у насінні амаранту не дуже високий – 1,9–8,2 %, але дуже заслуговує уваги її склад [2]. Тому нами вирішено спрямувати дослідження на вивчення процесу пресування насіння амаранту з метою розширення асортименту нішевих харчових олій.

Важливою проблемою при вилученні олії пресовим способом, який є найпоширенішим при роботі із насінням нішевих культур, є дотримання температурних режимів. Як відомо, через конструктивні параметри шнекового пресу, насіннєвий матеріал під час процесу пресування починає грітися, як наслідок олія може втратити свою біологічну цінність. Тому вивчення впливу температурних параметрів пресування насіння амаранту на вихід та якість олії є актуальним.

1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Характеристика вітчизняної сировини для виробництва рослинних олій

Рослинні жири складають важливу частину раціону людини. Серед приблизно 70–100 г жиру, які людині необхідно споживати, 23–30 г припадає саме на рослинні жири. Вони характеризуються високою енергетичною цінністю та легкою засвоюваністю. Завдяки вмісту в рослинних оліях різноманітних жирних кислот, жиророзчинних вітамінів та фосфоліпідів, вони володіють антиоксидантними, антиканцерогенними властивостями, запобігають тромбоутворенню, а також підтримують імунну систему при боротьбі з різними захворюваннями [3].

У світі рослинні олії виробляють з двох основних груп джерел, одна з яких утворена деревними культурами, що в основному складаються з плодів кокосового горіха, олійних пальм та оливи, а друга з щорічно висаджуваних олійних культур, до яких належать соя, ріпак, соняшник, льон, кунжут, насіння бавовни, конопель, рицина. Близько 50 % світового виробництва рослинної олії припадає на олії з насіння, загальний обсяг виробництва 100 мільйонів тон, що в основному розподіляється між соєю (55 %), ріпаком (25 %) та соняшником (20 %). В Україні найбільш поширеною сировиною для виробництва олії є такі культури як соняшник, озимий ріпак, гірчиця, льон, соя. Однак більшість з виробленої олії припадає саме на соняшникову. Її річне виробництво сягає понад 1 млн т [3–5].

Соняшник (рис. 1.1) в Україні за народногосподарською цінністю стоїть на рівні з такими важливими культурами як пшениця, соя та кукурудза. Він має високу рентабельність, оскільки має найбільший вихід олії з одиниці площі, якщо порівнювати з іншими олієвмісними культурами. Соняшникова олія складає понад 90 % від усієї виробленої олії в Україні [3, 6].



а



б

Рисунок 1.1 – Соняшник: а – рослина; б – насіння

Соняшник в Україні успішно вирощували протягом багатьох років у таких природних зонах як Лісостеп (Західний, Центральний, Східний), Північний Степ (Правобережжя, Лівобережжя, Донецький) та Південний Степ. Залежно від зони змінюються періоди сівби, тривалість вегетації і відповідно час отримання нового врожаю, який по території України складав від 93 до 118 днів. Загалом соняшник – це витривала та посухостійка рослина, яка добре підходить для холодних або посушливих районів, де багато інших не олійних культур не можуть вижити, тому його успішно вирощують в багатьох країнах світу [6, 7].

Насіння соняшнику вирізняється високою олійністю 50–60 % (залежно від сорту і умов вирощування). Хімічний склад на 100 г насіння є приблизно таким: білки – 20,78 г, загальні ліпіди – 51,46 г, зола – 3,02 г, вуглеводи – 20 г, клітковина – 8,6 г. Відзначено також високий вміст вітамінів і мінералів, серед яких є холін (55,1 мг), бетаїн (35,4 мг), Кальцій (78 мг), Ферум (5,25 мг), Магній (325 мг), Фосфор (660 мг), Калій (645 мг), Натрій (9 мг), Цинк (5 мг), Мідь (1,8 мг), Марганець (1,95 мг) та Селен (53 мкг). Серед жирних кислот у складі насіння соняшника високий вміст мають пальмітинова – 3,5–6,5 %, стеаринова – 1,5–4,5 %, олеїнова – 24–40 % та лінолева – 46–62 %. Також насіння соняшнику містить флавоноїди, які включають геліанон, кверцетин, кемпферол, лютеолін, апігенін; фенольні кислоти, такі як кавова, хлорогенова, кофеїлхінна, галова, протокатехінова, кумарова, ферулова та синапінова кислоти [3, 7, 8].

Останнім часом набуває популярності виробництво високоолеїнових олій і відповідно вирощування олійних культур, що мають високий вміст олеїнової кислоти, серед них є і соняшник. Перевагою високоолеїнових сортів є більший вміст олеїнової кислоти, яка збільшує стабільність отриманої олії і покращує її поживну цінність. Згідно даних Управління з продовольства і медикаментів США вміст олеїнової кислоти у високоолеїнових сортах рослин має становити від 75 до 90 %, а вміст лінолевої кислоти має бути відповідно зменшеним. У майбутньому високоолеїнова соняшникова олія може замінити пальмову та оливкову олію в більшості випадках.

Управління з продовольства і медикаментів США дійшло висновку, що існує зв'язок між споживанням високоолеїнових харчових олій (що містять не менше 70 % олеїнової кислоти на порцію) і зниженням ризику ішемічної хвороби серця [5, 9].

Існує три основні групи сортів культурного соняшнику: ті, що використовують для отримання олії (олійні), ті, що використовують для безпосереднього споживання насіння (кондитерські) і ті, що використовують як декор. На сьогоднішній день більша частина виробництва соняшнику призначена для вилучення олії. Соняшкову олію традиційно використовують в кулінарних цілях та для подальшої переробки (виробництво маргарину).

Олійні сорти соняшнику поділяють на три групи за вмістом олеїнової кислоти: лінолеві, середньоолеїнові та високоолеїнові. Лінолеві (традиційні) сорти мають вміст лінолевої кислоти від 45 до 75 %, залежно від середовища. Насіння середньо- та високоолеїнових сортів має вміст олеїнової кислоти 55–75 % та 85–90 % відповідно. Ці олії характеризуються кращою термоокиснювальною стабільністю, що робить їх більш придатними для смаження.

Основні характеристики за якими розрізняють олійний і кондитерський соняшник – це вміст олії та розмір насіння. Насіння кондитерських сортів соняшнику використовують як снєк, а також для годівлі птахів та дрібних тварин. Основним критерієм якості кондитерського соняшнику є розмір насіння. Насіння найбільшого розміру (>7 мм) надходить на ринок в оболонці для використання в

якості закуски. Насіння середнього розміру лущать для ринку ядра, а найдрібніше – на корм для птахів та домашніх тварин.

Остання група сортів соняшнику включає ті, що вирощують для декоративних цілей. Існує велике розмаїття кольорів (жовтий, кремовий, помаранчевий, рожевий, червоний, бордовий і двоколірний), морфології, а також висоти рослин. Декоративні сорти соняшнику використовують в садах, домашніх ландшафтах або на зріз.

Також популярні до використання побічні продукти переробки соняшникового насіння. Соняшниковий шрот широко використовують як білкову добавку в кормах для тварин через високий вміст протеїну (28–40 %) [10]. Окрім цього з соняшnikової макухи виготовляють білкові концентрати, якими збагачують хлібобулочні та інші кондитерські вироби [8].

Соняшникову олію можуть використовувати для виробництва похідних продуктів, таких як фарби, мило, мийні засоби та засоби для боротьби зі шкідниками в промисловості [7].

Завдяки високому вмісту вітамінів (вітаміни групи В, жиророзчинні А, D, Е, К) та мінералів (Кальцій, Купрум, Ферум, Магній, Манган, Селен, Фосфор, Калій, Натрій, Цинк) насіння соняшника і продукти його переробки мають гарний терапевтичний потенціал. Їх можуть застосовувати як лікувальний засіб від застуди та кашлю, як замітник хініну, як протималярійний засіб, а також як сечогінний та відхаркувальний засіб. Також насіння соняшника має антимікробну, антидіабетичну, протизапальну, антигіпертензивну та антиоксидантну дію. Насіння соняшнику має високий вміст антиоксидантів, як антихолестерин з тенденцією до ліпопротеїнів низької щільності, зменшує ризик тромбоутворення і виникнення серцево-судинних захворювань. Крім того, воно містить поліненасичені жирні кислоти (31,0 %), що є вищим у порівнянні з іншими олійними культурами, такими як сафлор (28,2 %), кунжут (25,5 %), льон (22,4 %), бавовник (18,1 %), арахіс (13,1 %) та соя (3,5 %). Тому соняшnikова олія загалом є гарним джерелом ω -3 та ω -6 жирних кислот, які чинять загальну оздоровчу дію на організм людини, підтримуючи його [7].

Ріпак (рис. 1.2) є важливою олійною культурою в багатьох країнах і його вважають другим за обсягом джерелом харчової олії у світі. Найчастіше зараз використовують саме безеруківі сорти ріпаку, які вперше були виведені в Канаді. Вони вирізняються низьким вмістом ерукової кислоти (до 5 %), високою олійністю (близько 45 %) та високою врожайністю (26–33 ц/га) [3, 11].



Рисунок 1.2 – Насіння ріпаку

Ріпак – добре росте в умовах низьких температур і помірної вологості. Тому помірна зона є найбільш підходящим середовищем для вирощування, де соя та соняшник можуть не вижити. Ріпак може рости на широкому діапазоні типів ґрунтів, але найкраще підходять глинисті та суглинні ґрунти. Країни, які є лідерами у світі з вирощування ріпаку, є Китай, Канада, Індія та країни Європейського союзу [12, 13].

Також доведено, що ріпак є стійким до дії іонізуючої радіації і може очищати ґрунт від радіонуклідів. Це дозволяє розширити посівні площі для технічного або кормового ріпаку на території, що постраждали від Чорнобильської катастрофи [14].

Ріпак є рослиною з високою поживною цінністю, завдяки своєму нутрієнтному складу. Насіння ріпаку містить приблизно 38–50 % ліпідів, 16–30 % протеїну, 10,2 % вуглеводів, 6–12,8 % клітковини, 4,2–5,3 % золи [11, 14].

Серед жирнокислотного складу насіння ріпаку вирізняються пальмітинова, стеаринова, олеїнова (до 52,56 %) та α -ліноленова (від 8 до 12 %) кислоти. Серед

мінералів ріпак має у своєму складі Кальцій (0,7–1,05 %), Магній (0,14±0,007 %), Ферум (45,2–51,7 мг/кг), Цинк (11,1–17,6 мг/кг), Манган (35,57±0,57 мг/кг) та Купрум (11,97±0,42 мг/кг) [15].

Окрім вищеперерахованих речовин насіння ріпаку містить ряд ферментів (фосфоліпаза, ліпаза, ліпосігеназа, мірозиназа) та фенольних сполук (таніни, кумаринова, цинамінова, сирінгінова, саліцилова, ферулова, протокатехінова кислоти), а також токоферол [14].

Важливим є поширення олії з високоолеїнових сортів ріпаку. Така олія є найбільш поширеною високостабільною олією і домінує на ринку високоолеїнової олії завдяки своєму чистому смаку, найнижчому вмісту насичених жирів, сталому ланцюжку поставок і великим масштабам виробництва в Північній Америці. Стабільність такої олії досягається зменшенням вмісту ліноленової кислоти. У той же час вміст лінолевої кислоти трохи підвищується, що робить таку ріпакову олію ідеальною для смаження. Загальний жирнокислотний склад такої олії виглядає наступним чином: олеїнова кислота – приблизно 75 %, ліноленова кислота – 3 %, лінолева кислота – від 20 до 24 % [16].

Насіння ріпаку безерукових сортів найчастіше використовують в харчовій промисловості, в основному для отримання олії. Саме її в подальшому використовують на різні цілі. Якщо це харчова олія, то нею заправляють салати, використовують для смаження, як інгредієнт кондитерських виробів та для подальшої переробки (виробництво маргарину, спреду, майонезу). Також її використовують як харчову добавку Е 441 (стабілізатор). Успішним є використання в харчовій промисловості ріпакового лецитину як емульгатора Е 322. Його можна знайти у складі протеїнових батончиків [12–14].

Також насіння ріпаку, ріпаковий шрот і макуху, зелену масу ріпаку використовують як корм для годівлі тварин та птиці. Особливо цінним є шрот, який має високий вміст протеїну і високу перетравність (понад 90 %), що успішно використовують у молочному скотарстві Західної Європи. Однак необхідно врахувати, що в харчовій та комбікормовій промисловості використовують

насіння з безерукових сортів ріпаку, оскільки ерукова кислота, що присутня в звичайних видах ріпаку є отрутою, яка вражає нирки, печінку та серце [12–14].

Нехарчові напрямки використання ріпаку дозволяють використовувати сорти з еруковою кислотою у складі. До цих напрямків відносять виробництво біодизелю, шкіряну, миловарну, металургійну та текстильну промисловості [12, 14].

Ріпакова олія характеризується низьким вмістом насичених жирних кислот (4–7 %), високим вмістом мононенасичених жирних кислот (олеїнова кислота ~ 60 %) і значною кількістю поліненасичених жирних кислот (лінолева та α -ліноленова кислота). Ріпакова олія містить приблизно вдвічі менше насичених жирних кислот, ніж соєва, оливкова чи кукурудзяна олії. Таким чином, ріпакова олія добре вписується в рекомендації декількох регуляторних органів охорони здоров'я щодо зменшення споживання насичених жирних кислот з їжею. Загалом завдяки своєму хімічному складу ріпакова олія є корисною для підтримки організму при цукровому діабеті, серцево-судинних захворюваннях та при гіперхолестеринемії [13].

Соя (рис. 1.3) є унікальною культурою, яка завдяки своєму збалансованому співвідношенню білків, жирів та вуглеводів, ферментів, вітамінів та мінералів, є найпоширенішою культурою у світі. Сою використовують як олійну, кормову та продовольчу культуру [17, 18].



Рисунок 1.3 – Соя (рослина і боби)

Сою можна вирощувати майже на будь-яких ґрунтах, але вони мають бути добре аеровані та не дуже кислі (не нижче рН 5,5). Соя – теплолюбива культура, однак в той же час вона має бути добре зволожена. Під такі показники в Україні підпадає зона Правобережного Лісостепу. Саме там завдяки ґрунтово-кліматичним умовам вдається досягати найвищої врожайності цієї культури. Провідними виробниками і продавцями сої у світі є США, Бразилія, Аргентина, Китай, Індія та Парагвай [18].

Якісний та кількісний склад нутрієнтів соєвих бобів коливається залежно від сорту та умов вирощування. Однак приблизно хімічний склад виглядає наступним чином: білки – 38–42 %, жири – 18–28 %, вуглеводи – 22–35 %, серед них клітковини – 3,3–3,7 %, зола – 4,5–6,8 %. Соєві боби є чудовим джерелом фосфатидів – 1,3–2,5 % (лецитин, фітин, кефалін, нуклеїнові кислоти – близько 30 % всіх фосфатидів). У соєвих бобах представниками макро- та мікроелементів є калій (1,61–2,5 %), фосфор (0,51–1,09 %), сірка – (0,48 %), кальцій (0,35–0,98 %), натрій (0,15–0,62 %), магній (0,11–0,55 %), залізо – (0,01 %). Соя містить такі ферменти як ліпаза, уреаза, каталаза, редуктаза, аскорбіназа, протеаза. Вітамінний склад соєвих бобів представлений багатьма вітамінами, зокрема вітамінами групи В (В₁₋₉) С, К, РР, β-каротин, α-токоферол.

Також у соєвих бобах містяться антипоживні речовини, які погіршують засвоюваність сої. Їхній вміст становить приблизно 6,7–8,4 %. Щоб позбутися цих речовин і застосовувати сою в комбікормовій та харчовій промисловості, її піддають термічній обробці [17, 18].

Сою також як і соняшник з ріпаком вирощують високоолеїнових сортів. Однак, на відміну від вищезазначених культур високоолеїнову сою, саме в США, вирощують з метою, щоб знизити вживання трансжирів серед населення. Високоолеїнові сорти сої мають містити олеїнову кислоту на рівні 75 % [19].

Китай, Індія, США, Корея, Аргентина, Бразилія, Японія – це країни з найбільшим споживанням продуктів переробки соєвих бобів. Соєві боби використовують рівноцінно як для отримання олії, так і для отримання білкових добавок. Соєві білки використовують як повноцінну заміну чи додаткове джерело

нутрієнтів у м'ясних продуктах (сосиски, ковбаси, шинка), хлібобулочних та кондитерських виробках.

Також соєві боби або шрот використовують у годівлі тварин, попередньо піддаючи термообробці. Олія отримана з бобів сої є близькою за поживністю до вершкового масла. Завдяки своєму збалансованому складу вона займає лідируючу позицію серед рослинних олій у світі.

Крім того, соя та продукти її переробки знаходять різноманітне непродовольче застосування наприклад, у виробництві паперу, пластмас, фармацевтичних препаратів, чорнил, фарб, лаків, пестицидів, косметики та, віднедавна, біодизельного палива [18, 20].

Соя – це важливе джерело полісахаридів, розчинних волокон, фітостеролів, лецитинів, сапонінів та фітохімічних речовин, головним чином ізофлавонів, які окремо або разом допомагають у зміцненні здоров'я, зменшуючи частоту виснажливих захворювань, таких як гіперглікемія, гіпертонія, дисліпідемія, ожиріння, запалення, рак тощо. Численні епідеміологічні дослідження встановили, що споживання сої та її різноманітних фітонутрієнтів сприяє профілактиці та лікуванню раку, серцево-судинних захворювань, а також метаболічних, кістково-м'язових, гінекологічних, ендокринних та ниркових захворювань [18, 20].

Сафлор красильний (рис. 1.4) також виступає культурою, яку використовують для отримання харчової олії. Харчова олія з сафлору вирізняється відсутністю запаху та дуже світлим кольором, що дозволяє її використовувати в харчовій, косметичній та фармацевтичній промисловостях з мінімальною обробкою. Насіння сафлору має низьку вологість (5,2–6,2 %), вміст білків становить 14,7–16,2 %, жирів 32,5–35,1 %, сирі клітковини – 21,3–22,6 %, золи – приблизно 4 %. Сафлор також вирощують високоолеїнових сортів, що дозволяє отримувати стабільну олію придатну для смаження. Завдяки високому вмісту моно- та поліненасичених жирних кислот сафлорова олія допомагає в боротьбі з серцево-судинними захворюваннями, раком та гіперліпідемією [21–24].



Рисунок 1.4 – Сафлор красильний (насіння і рослина)

Насіння льону (рис. 1.5) також є сировиною для отримання харчових олій. Це доволі поширена культура в Україні. Насіння льону багате на білки, жири та харчові волокна, α -ліноленову кислоту, натомість вміст вуглеводів не є високим. Також льон містить вітаміни Е та К. Через співвідношення своїх нутрієнтів насіння льону та продукти його переробки мають переваги для здоров'я людини, такі як зниження ризику серцево-судинних захворювань, виникнення діабету, розладів нервової системи, захворювань опорно-рухового апарату, онкологічних захворювань, аутоімунних розладів. Окрім виробництва олії насіння льону використовують як функціональний інгредієнт при виробництві кондитерських, хлібобулочних, макаронних, молочних та м'ясних виробів [25, 26].



Рисунок 1.5 – Льон олійний

Окрім звичайної сировини, такої як олієвмісні культури, олію добувають з харчових відходів. Наприклад, це може бути кавовий шлам. В Україні доволі поширена кавова культура, що означає щоденну появу цього шламу, який майже ніяк не перероблявся. Однак, враховуючи хімічний склад кави, вчені дійшли висновку про доцільність отримання кавової олії. Жирнокислотний склад її вирізняється високим вмістом лінолевої, пальмітинової, стеаринової та олеїнової кислот. Через свої дещо специфічні смакові та поживні якості олія може використовуватися у якості ароматизатора харчових продуктів або як функціональний інгредієнт, що здатний покращити стан здоров'я та загальну поживну цінність продуктів [27].

Одним з відходів у виноробстві є виноградні вичавки, які складаються з шкірки, насіння та гребенів. Саме з виноградного насіння, що виділене з вичавок отримують олію. Залежно від сорту та умов вирощування вміст олії у насінні винограду становить від 10 до 18 %. Залежно від методу отримання олію з виноградних кісточок використовують на харчові, фармацевтичні або технічні цілі [28].

Збільшення кількості відходів від переробки томатів є важливою екологічною, а також фінансовою проблемою. Насіння є основним компонентом цих відходів, і однією з цінних альтернатив перетворення їх на сировину є вилучення олії. Виділена олія може бути використана в харчових або промислових цілях. Жирнокислотний склад олії з насіння томатів, визначений методом газової хроматографії, показав високий вміст лінолевої кислоти (20,8–39,9 мг/мл), за якою слідує пальмітинова кислота (6,3–19,3 мг/мл), олеїнова (2,5–14,2 мг/мл), ліноленова (0,7–4,9 мг/мл), стеаринова (0,1–0,8 мг/мл), пальмітолеїнова (0,03–0,5 мг/мл), арахідонова (0,08–0,5 мг/мл), міристинова (0,05–0,2 мг/мл) та маргаринова кислота (0,02–0,11 мг/мл). Вміст олії в насінні томатів становить 13,3–19,3 % [29].

1.2 Характеристика амаранту як перспективної сировини для харчової промисловості

Амарант (рис. 1.6) – це однорічна рослина родини амарантових, яка в Україні більш відома під назвою шаричця. Діапазон використання насіння і зеленої маси рослини доволі широкий. Залежно від сорту амарант може бути кормовим, зерновим або декоративним. Завдяки своєму хімічному складу насіння амаранту має високу поживну цінність і відповідно широку використання в харчовій і фармацевтичній промисловостях.



Рисунок 1.6 – Амарант (рослина і насіння)

Загалом амарант теплолюбива (оптимальна температура повітря 35 °С) і вологолюбива культура. Його перевагою є стійкість до перепадів температур при зміні періоду доби. Амарант належить до груп рослин субтропічного і тропічного походження, що визначає його низький транспіраційний коефіцієнт та високу біологічну продуктивність. Важливою особливістю рослини є екологічна пластичність і адаптивність, що полягає у здатності підлаштовуватися до росту у різноманітних ґрунтово-кліматичних умовах. Найкраща врожайність наземної маси амаранту досягається на вилужених чорноземах, однак може зростати на будь-яких інших ґрунтах, включно з пісками. Єдиною перепорою до успішного

зростання будуть кислі ґрунти. Завдяки такій невибагливості до умов вирощування амарант поширений майже у всіх кліматичних зонах України [30].

Станом на листопад 2023 року до Державного реєстру сортів рослин занесено 18 сортів амаранту. Вони поділяються на наступні напрями: зерновий – Ацтек, Жайвір, Орхідея, Поліщук, Лера, Ультра, Сем, Студентський; кормовий – Кармін, Кремовий ранній, Стерх, Пальміра; декоративний – Надія, Роганський, Вогняна кулька, Рушничок, Геліос; універсальний – Харківський 1.

Основними центрами селекції та насінництва амаранту в Україні є Харківський державний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва (нині Державний біотехнологічний університет) та різні наукові інститути Національної академії аграрних наук України [2, 30, 31].

У таблицях 1.1–1.5 наведено хімічний склад, а також мікро- і макроелементний, аміно- і жирнокислотний склад та вміст токоферолів у насінні амаранту, вирощеному у різних регіонах.

Таблиця 1.1 – Склад насіння амаранту

Назва компоненту	Вміст				
	Україна [32, 33]	Польща [34, 35]	Китай [36]	Ефіопія [37]	Бразилія [38]
Масова частка, %:					
вологи	10,70–12,20	5,90–9,66		9,60±0,04	
білків	15,54–24,70	10,10–16,10	15,70	14,19±0,08	20,92±0,23
жирів	7,31	1,30–8,30	7,20	7,49±0,03	8,68±0,39
вуглеводів	63,10–68,20	49,50±0,32	62,00		
клітковини	5,21–14,50	21,90–24,90	4,20	5,81±0,03	
золи	3,61–8,70	3,20–16,30	3,30	2,39±0,02	3,42±0,06

Таблиця 1.2 – Мікро- та макроелементний склад насіння амаранту

Назва компоненту	Вміст		
	Польща [34, 35]	Ефіопія [37]	Бразилія [38]
Вміст мікроелементів, мг/100 г:			
Ферум	20,50–27,23	13,73±0,03	29,35±0,60
Купрум	0,28–0,37		1,25±0,03
Манган	13,26–17,75		4,07±0,08
Цинк	3,78–8,24	4,23±0,05	
Вміст макроелементів, мг/100 г:			
Фосфор	0,68–1,01	565,00±0,32	55,59±1,13
Калій	5,43–6,37		770,15±15,61
Кальцій	1,04–1,37	76,18±0,12	283,14±5,74
Магній	0,36–0,44		425,21±8,62
Натрій	6,09–11,18		4,14±0,08

Таблиця 1.3 – Амінокислотний склад насіння амаранту

Назва компоненту	Вміст	
	Україна [32, 33]	Бразилія [7]
Вміст амінокислот, %:		
ізолейцин	0,37	0,55
лейцин	0,57	0,86
метіонін	0,42	0,34
фенілаланін	0,77	0,61
тирозин		0,54
треонін	0,36	0,43
валін	0,43	0,60
лізин	0,80	0,83
аргінін	1,00	1,47
гістидин	0,25	0,38
аланін		0,53
аспарагінова кислота		1,22
глутамінова кислота		2,51
гліцин		1,38
пролін		0,69
серин		0,88
цистеїн		0,19

Таблиця 1.4 – Жирнокислотний склад насіння амаранту

Назва компоненту	Вміст		
	Україна [32, 33]	Польща [34, 35]	Бразилія [38]
Вміст жирних кислот, %:			
пальмітинова	18,60–19,80	23,45±1,57	15,59
стеаринова	2,10–2,30	4,16±0,37	2,19
олеїнова	23,50–34,00	24,66±1,76	23,83
лінолева	43,20–55,50	47,05±1,30	28,93
ліноленова	0,20–0,60		
α-ліноленова		0,69±0,14	
докозадієнова			2,11

Таблиця 1.5 – Вміст токоферолів у насінні амаранту

Назва компоненту	Вміст		
	Польща [34, 35]	Китай [36]	Бразилія [38]
Вміст токоферолів, мг/100 г:	10,00		21,80±5,23
α-токоферол	1,91±0,33	0,14–3,14	1,15±0,01
β-токоферол	4,07±0,44		
γ-токоферол	1,29±0,24	0,01–4,88	
δ-токоферол	3,34±0,38		
сквален, мг/100 г	469,96±104,23	62,00	

Насіння амаранту є цінним джерелом збалансованого за амінокислотним складом і легкозасвоюваного білка (14–20 %), олії з високим вмістом поліненасичених жирних кислот (8–12 %) та біологічно активних речовин (вітаміни: Е в токонотрієльній формі, А, В, С, F, Р, мінерали, пектин), вітамінного та мінерального комплексу. Основу жирнокислотного складу амарантової олії складають лінолева, олеїнова та пальмітинова кислоти [39, 40].

Насіння амаранту має доволі широкий спектр використання. Його використовують як цільним продуктом, також переробляють на борошно та крупу, отримують висівки, олію, воно є джерелом крохмалю. Таку популярність амарант здобув завдяки високому вмісту мінеральних речовин (кальцій, магній, фосфор) і вітамінів (рибофлавін) та збалансованому хімічному складу [30, 39, 41].

Основний за своєю цінністю продукт, який отримують з насіння амаранту – це олія. Її споживають безпосередньо у їжу як харчову добавку для зміцнення

загального стану організму. Амарантову олію в Україні використовують в харчових (кондитерська, хлібопекарська, олійно-жирова), парфумерно-косметичній (креми для догляду за шкірою), фармацевтичній, комбікормовій промисловостях і у закладах ресторанного харчування (страви функціонального призначення) [30, 41].

Цільне насіння амаранту варять, смажать, лушать або екструдують для отримання пластівців, а також виготовляють з нього борошно. Борошно з насіння амаранту має горіховий присмак і має високий вміст білка, вітамінів, макро- і мікроелементів, тому стане чудовим доповненням до будь-яких кондитерських, хлібобулочних чи макаронних виробів. Однак перевагою амаранту є те, що його насіння не містить глютену, який провокує розвиток целиакії. Тож наразі вчені успішно ведуть розробки рецептур борошняних виробів, які зможуть споживати люди хворі на целиакію [30, 41, 42].

Фракції насіння амаранту багаті на білок і крохмаль були використані в дитячих сумішах, які відповідали раніше розробленій соєво-вівсяній суміші і успішно стали її дешевшою альтернативою, оскільки підійшли за амінокислотним профілем, структурою розподілу калорій та приблизним хімічним складом [30, 42]. Також суміші на основі амарантових білків успішно використовують для харчування спортсмени для нарощування м'язової маси та підтримки організму [30, 43].

Амарант має високий вміст крохмалю, що за властивостями наближений до кукурудзяного. Розмір гранул крохмалю невеликий (1–2 мкм). Завдяки цьому його можна використовувати в неалергічних аерозолях у якості наповнювача.

У складі амарантового крохмалю переважає амілоза, що дозволяє використовувати його при виробництві ковбасних виробів, які заморожують. Також амарант має високу кормову цінність, не тільки зеленої маси, а й насіння і продуктів його переробки [30, 39, 44].

У країнах Азії та Південної Америки насіння амаранту використовують здавна. З нього роблять борошно і далі використовують для виробництва хлібобулочних, макаронних, кондитерських виробів та національних страв.

Цільне луцне насіння вживають як крупу або виробляють з нього цукерки та зернові батончики, змішуючи з патокою. У Сполучених Штатах насіння використовують для виготовлення крекерів, печива, пластівців, а також для приготування хлібобулочних виробів. Найбільш комерційним продуктом є «Амарант для сніданку». У аюрведичній медицині амарант використовують як засіб для лікування багатьох хвороб та загальної підтримки організму [45].

Амарантове борошно починають використовувати як матеріал для виробництва їстівних плівок та покриттів. Біоплівки характеризуються жовтуватим кольором, помірною непрозорістю, високою гнучкістю та низькою міцністю на розрив; однак вони мають меншу кисневу та водопроникність, ніж інші полісахаридні та білкові плівки. Також було отримано харчові плівки з амарантового борошна з антимікробними ефірними оліями мексиканської материнки, кориці або лемонграсу [42].

Насіння амаранту в основному розглядають як цінний рослинний ресурс для галузі харчування та медицини. Воно містить велику кількість білка, при цьому він добре збалансований за амінокислотним складом, у т.ч. есенціальних амінокислот – метіоніну, лізину, триптофану, які є регуляторами процесів обміну в організмі. Крім зазначеного, борошно із насіння амаранту є не тільки харчовим продуктом з біологічно активними якостями, а також володіє загальнозміцнюючою та оздоровчою дією на людський організм завдяки наявності комплексу різних лікувально-профілактичних властивостей. Амарантова олія характеризується чудовим хімічним складом (високий вміст вітамінів групи В, Е, D, пантотенової кислоти, жовчних кислот, холіну, стероїдів, серотоніну), тому знижує вміст холестерину, нормалізує обмін речовин, налагоджує роботу гормональної та імунної систем, покращує роботу серця та печінки. Залежно від сорту, умов вирощування та форми приймання амарант проявляє жарознижувальну, протизапальну, протигрибкову, антиканцерогенну, радіопротекторну, антидіабетичну дії [39, 40, 46].

Амарант має антигіпертензивні властивості, оскільки під час лікування гіпертензії використовують інгібітори ангіотензинперетворюючого ферменту

(АПФ). Цей фермент є частиною системи, що регулює артеріальний тиск. В білках амаранту науковцями були знайдені природні варіанти інгібіторів АПФ.

Амарант також покращує рівень ліпідів у крові, а саме знижує рівень загального холестерину та холестерину ліпопротеїдів низької щільності. Це можливо через наявність в амаранті сквалену, який є прямим попередником холестерину. Амарант також усуває ендотеліальну дисфункцію через зниження перекисного окиснення ліпідів.

У амарантовому насінні також виявлено пептид луназин, який допомагає у боротьбі з раковими клітинами. Молекулярний механізм його дії заснований на інгібуванні ацетилювання гістонів клітини завдяки поліаспартаній послідовності у складі.

Насіння амаранту містить флавоноїди, фенолокіслоти, сквален, жирні кислоти та жиророзчинні вітаміни, які, як відомо, мають антиоксидантну дію. Крім того, відомо, що метанольні та етанольні екстракти амаранту насіння також демонструють антиоксидантну здатність. Виявлено, що білки амаранту містять зашифровані імуномодулюючі пептиди, які можуть впливати на запалення та алергічну реакцію. Це також може враховуватися при прогнозуванні ефекту амаранту як безглютенового інгредієнта, оскільки целиакія включає підвищену чутливість до глютену. Крім того, як було зазначено раніше, висока поживна цінність амаранту також компенсує харчові недоліки безглютенової дієти. Таким чином, амарант можна вважати безпечним для хворих на целиакію та використовувати як функціональне доповнення до їхнього раціону [41, 43].

Насіння амаранту багате на жирні кислоти, кількість поліненасичених жирних кислот складає 77 %, у т.ч. значна частка належить лінолевій, з якої утворюється арахідонова, що є причиною для утворення простагландинів в людському організмі. [47].

Сквален, що входить до складу амаранту активізує відновлювальні процеси в організмі (загоювання ран та виразок) [41].

Висновки за розділом

Наведено основні відомості про сировину для виробництва рослинних олій, значну увагу приділено малопоширеним культурам та відходам харчових виробництв. Надано характеристику амаранту, який є перспективною сировиною харчової промисловості. Наведено його хімічний, а також мікро-, макроелементний, аміно- та жирнокислотний, вітамінний склад. Перераховані сфери використання насіння амаранту та його оздоровчі властивості.

Метою кваліфікаційної роботи є визначення впливу температури пресування на вихід амарантової олії та її якісні показники.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Об'єкт та предмет дослідження

У кваліфікаційній роботі запропоновано дослідити вплив температури пресування на вихід та якість амарантової олії. Об'єктом дослідження є технологія виробництва олії із насіння амаранту. Предмет дослідження – вихід, органолептичні показники, кислотне та пероксидне число вилученої олії. Дослідження проводили в навчальній лабораторії кафедри харчових технологій інженерно-технологічного факультету ДДАЕУ.

2.2 Матеріали і прилади, що використано в кваліфікаційній роботі

Провівши аналіз літературних джерел, нами визначено сировину для проведення магістерських досліджень, а саме насіння амаранту. Використане у кваліфікаційній роботі насіння реалізоване ТОВ «Хелсі Дженерейшн» (Дніпропетровська обл.) і має наступну характеристику. Вміст протеїну становить 13,56 %, олії – 7,02 %, вуглеводів – 78,75 %.

Загалом насіння амаранту містить 10,10–24,7 % білків, 1,3–9,07 % жирів, 49,18–68,2 % вуглеводів, 4,2–16,3 % клітковини, 2,37–16,3 % золи. Також до його складу входять мікро- Ферум, Купрум, Манган, Цинк), макроелементи (Фосфор, Калій, Кальцій, Магній, Натрій), амінокислоти (Ізолейцин, Лейцин, Метіонін, Фенілаланін, Тирозин, Треонін, Валін, Лізин, Аргінін, Гістидин, Аланін, Аспаргінова кислота, Глутамінова кислота, Гліцин, Пролін, Серин, Цистеїн), жирні кислоти (пальмітинова, стеаринова, олеїнова, лінолева, ліноленова, α -ліноленова, докозадієнова), α -, β -, γ -, δ -токоферолі та сквален. Спонукало нас саме до такого вибору інформація і літературних джерелах щодо цінного складу амарантового насіння (табл. 2.1), а також активна інформаційна популяризація амаранту як цінної для різних галузей культури.

Таблиця 2.1 – Характеристика складу насіння амаранту

Компонент	Вміст
Масова частка, %:	
вологи	5,9–12,2
білків	10,10–24,7
жирів	1,3–9,07
вуглеводів	49,18–68,2
клітковини	4,2–16,3
золи	2,37–16,3

Для одержання зразків амарантової олії для проведення досліджень застосовували прилади та обладнання, зображене на рис. 2.1.



Рисунок 2.1 – Обладнання, використане у дослідженні

2.3 Методика вилучення дослідних зразків амарантової олії

Насіння амаранту очищали від домішок, відважували наважки (по 100 г кожна). Шнековий прес (Oil Extractor OP-600 M) розігрівали до необхідної для конкретного дослідження температури (50–130 °C). Установлювали ємності окремо для олії і окремо для макухи. Засипали насіння амаранту у приймальний патрубок шнекового пресу. Насіння амаранту через свої анатомічні особливості не потребує додаткових технологічних операцій (обрушування або подрібнення). По завершенню процесу визначали вихід нефільтрованої олії і макухи. Робили паузу перед початком наступного дослідження для охолодження робочих органів пресу. Кожен дослід виконували двічі. Олію фільтрували за допомогою фільтрувального паперу протягом 10 год при температурі ~18 °C. Після фільтрування визначали вихід фільтрованої олії та кількість фільтрувального осаду. Структурна схема одержання дослідних зразків амарантової олії зображена на рис. 2.2.

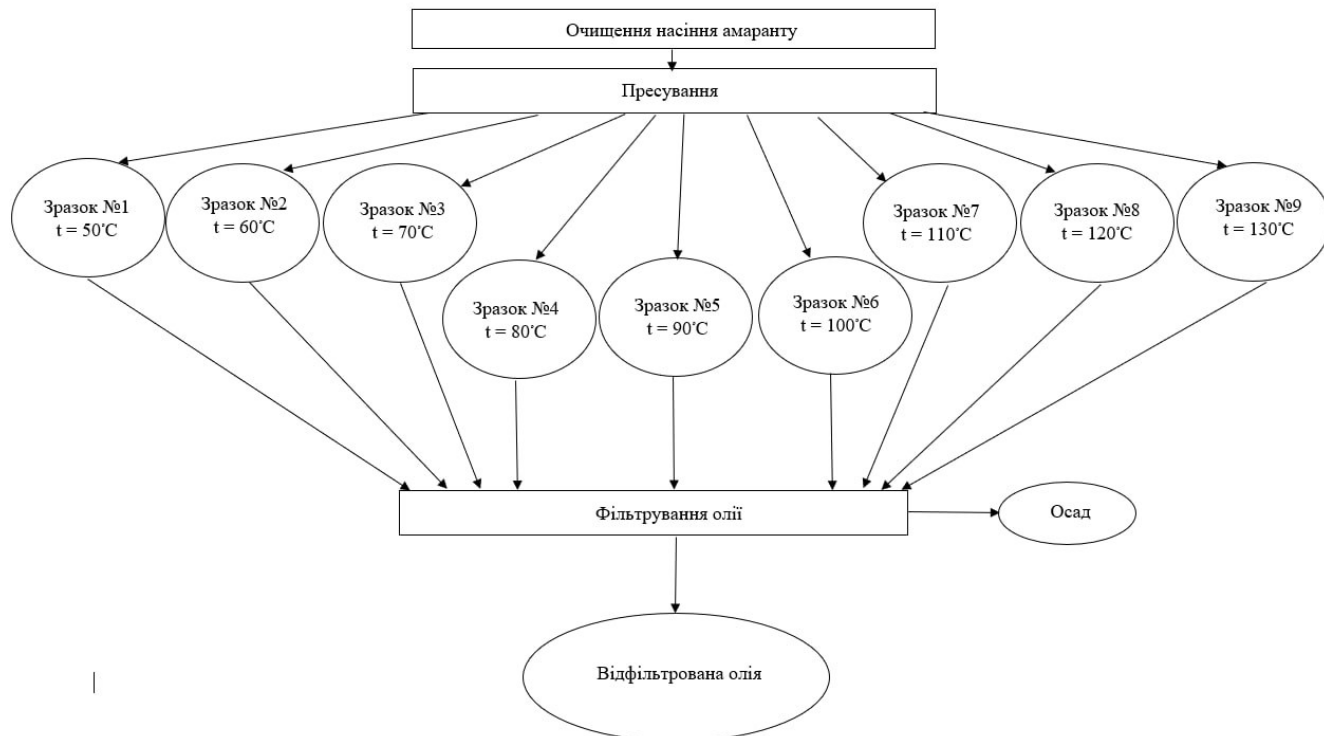


Рисунок 2.2 – Структурна схема одержання дослідних зразків амарантової олії

У результаті одержано 9 дослідних зразків:

- 1) зразок 1 – амарантова олія, вилучена при температурі пресування 50 °С;
- 2) зразок 2 – амарантова олія, вилучена при температурі пресування 60 °С;
- 3) зразок 3 – амарантова олія, вилучена при температурі пресування 70 °С;
- 4) зразок 4 – амарантова олія, вилучена при температурі пресування 80 °С;
- 5) зразок 5 – амарантова олія, вилучена при температурі пресування 90 °С;
- 6) зразок 6 – амарантова олія, вилучена при температурі пресування 100 °С;
- 7) зразок 7 – амарантова олія, вилучена при температурі пресування 110 °С;
- 8) зразок 8 – амарантова олія, вилучена при температурі пресування 120 °С;
- 9) зразок 9 – амарантова олія, вилучена при температурі пресування 130 °С.

2.4 Методика визначення показників якості дослідних зразків амарантової олії

Проби для проведення аналізу показників якості амарантової олії відбирали відповідно до ДСТУ 4349:2004 «Олії. Методи відбирання проб (ISO 5555:1991, NEQ)».

Показники якості амарантової олії визначали згідно відповідних нормативних документів (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Методики визначення показників якості амарантової олії

Показник	Методика
Кислотне число, мг КОН/г	ДСТУ 4350:2004 «Олії. Методи визначання кислотного числа (ISO 660:1996, NEQ)»
Пероксидне число, ммоль ½ О/кг	ДСТУ 4570:2006 «Жири рослинні та олії. Метод визначання пероксидного числа»

Висновки за розділом

Визначено об'єкт та предмет дослідження. Об'єктом дослідження є технологія виробництва олії із насіння амаранту. Предмет дослідження – вихід, органолептичні показники, кислотне та пероксидне число вилученої олії. Наведено прилади, обладнання та матеріали, які використовували в

кваліфікаційній роботі. Охарактеризовано основну сировину для проведення досліджень – насіння амаранту. Описано методику вилучення дослідних зразків амарантової олії, наведено державні стандарти, у яких зазначені методики визначення показників якості вилученої в процесі пресування амарантової олії.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Постановка задачі дослідження та обґрунтування доцільності виробництва амарантової олії

Насіння соняшнику – найрозповсюдженіша вітчизняна сировина для виробництва рослинних олій, яка цінується не тільки в Україні, а і за кордоном. На сьогоднішній день, окрім соняшnikової, у вітчизняному асортименті ми все частіше можемо побачити нішеві види олії, наприклад, конопляну, лляну, чорного кмину, гірчичну, рижієву тощо. Застосування харчових олій з нішевих олійних культур, які характеризуються високим вмістом нутрієнтів, є дуже перспективним на сьогодні, адже це дозволить розширити асортимент вживаних ліпідних оздоровчих продуктів, що є в сучасних умовах дуже необхідним. Насіння амаранту зараз дуже популяризують вітчизняні оператори ринку, тому цікавим було дослідити процес виробництва олії із нього.

Для досягнення зазначеної мети нами поставлено задачі:

- проаналізувати вітчизняний асортимент амарантової харчової продукції;
- визначити вплив температури пресування на вихід та якість олії з насіння амаранту;
- розробити структурну схему виробництва олії з насіння амаранту та провести розрахунки витрат на дослідження.

3.2 Асортиментний аналіз вітчизняних харчових продуктів з насіння амаранту

Через постійні стресові ситуації, стан екології, урбанізований спосіб життя, що призводить до погіршення стану здоров'я, сьогодні українці все частіше починають звертати увагу на свій раціон харчування, а саме на наповнення його всіма важливими нутрієнтами. Якщо звернути увагу на малопоширені культури, то на нашому ринку все більше з'являється продукції з насіння амаранту. Тому

було вирішено проаналізувати вітчизняний ринок амарантової харчової продукції, який представлено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Вітчизняний асортимент амарантової харчової продукції

№	Назва продукту	Виробник	Країна
1	2	3	4
Борошно			
1.	Борошно амарантове без глютену	Ms.Tally	Україна
2.	Амарантове борошно	Тук землі	Україна
3.	Борошно амарантове	Organic Oils	Україна
4.	Борошно амарантове органічне	Ahimsa	Україна
5.	Борошно амарантове цільнозернове	Healthy Generation	Україна
6.	Борошно амарантове	Сто пудів	Україна
7.	Борошно амарантове	Grand Amaranth	Україна
8.	Амарантове борошно	Компанія «Земледар»	Україна
9.	Борошно амаранту	Компанія «Старовір»	Україна
Пластівці			
10.	Пластівці амарантові органічні	Ahimsa	Україна
11.	Амарантові пластівці	HEALTHY GENERATION	Україна
12.	Пластівці амаранта	TM Svedov	Україна
13.	Пластівці амаранта	My healthy product AUGUST	Україна
14.	Пластівці амарантові цільнозернові без термообробки	Natural Green	Україна
Крупа			
15.	Крупа амаранту органічна	Ahimsa	Україна
16.	Крупа амаранту без глютену	Ms.Tally	Україна
17.	Крупа амарантова шліфувана	Healthy Generation	Україна
Клітковина			
18.	Клітковина амаранту	Еколія	Україна
19.	Клітковина з насіння амаранту	Компанія «АГАВА»	Україна

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4
Олія			
20.	Олія амаранту першого холодного віджиму	«Продукція як вона є»	Україна
21.	Амарантове олія натуральна	ЧП «Сільське Господарство України»	Україна
22.	Амарантова олія	ФОП Касап І.Ф.	Україна
23.	Амарантова олія холодного віджиму	ТОВ «Органік Ойлз»	Україна
24.	Амарантова олія першого холодного віджиму	ТМ «Корисна олія»	Україна
25.	Олія амарантова сиродавлена	Healthy Generation	Україна
26.	Амарантова олія органічна	Ahimsa	Україна
27.	Олія насіння амаранту	ТОВ «Грін-Віза»	Україна
28.	Амарантова олія холодного віджиму (сиродавлена) нерафінована	Компанія «Земледар»	Україна
29.	Олія амаранту «Слов'янський оберег»	Компанія «Старовір»	Україна
30.	Олія салатна «Амарантик» з перцем	Компанія «Аннушка»	Україна
31.	Олія з насіння амаранту перший холодний віджим	Компанія «Смак користі»	Україна
32.	Олія Амаранту холодного пресування натуральна	Хата Олії	Україна

Аналізуючи вітчизняний асортимент амарантової харчової продукції, можна відмітити, що найпоширенішим видом продукції, яку реалізують в Україні є олія (40,63 % проаналізованої продукції). Після олії за кількістю слідує борошно (28,13 % проаналізованої продукції), а за ним – пластівці 15,63 % проаналізованої продукції). Відсотковий розподіл ринку вітчизняної продукції з насіння амаранту наведено на рис. 3.1.

РОЗПОДІЛ РИНКУ АМАРАНТОВОЇ ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

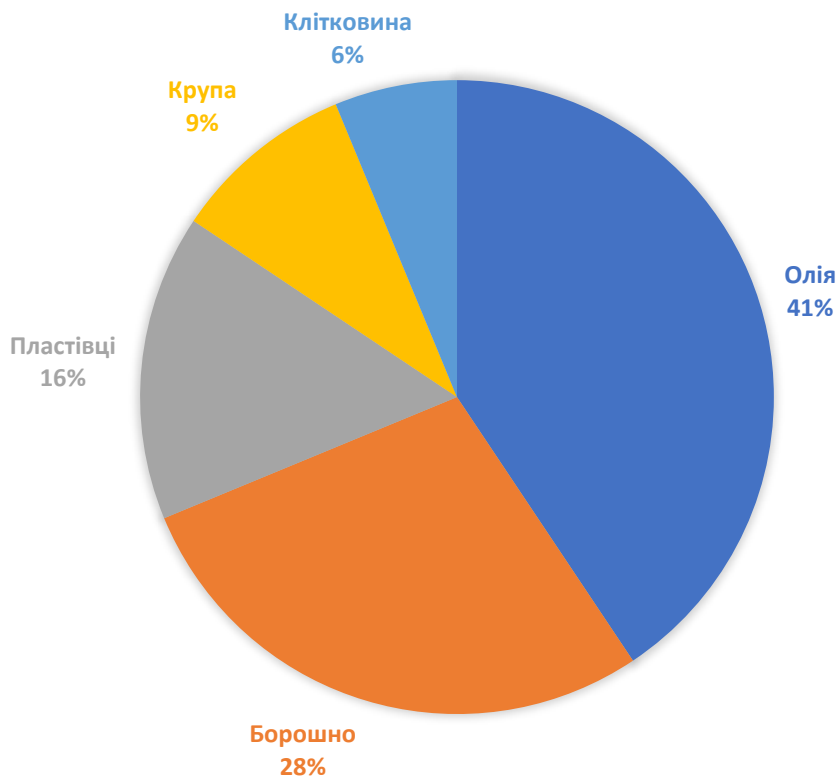


Рисунок 3.1 – Аналіз вітчизняного асортименту амарантової харчової продукції

Доречно буде дослідити показники якості олії, вилученої з насіння амаранту. За одержаними результатами можна розробити технологію вилучення амарантової олії. У подальшому це дозволить покращити якість амарантової олії вітчизняних операторів ринку.

3.3 Дослідження впливу температури пресування на вихід та якість амарантової олії

Вилучення олії з насіння амаранту проводили при таких температурах, °С: 50–130 із кроком у 10 °С. При цьому досліджували вплив температури пресування на вихід нефільтрованої, фільтрованої олії, макухи та осаду. Отримані результати наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Характеристика параметрів пресування насіння амаранту

Показник	Температура пресування, °С								
	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Вихід нефільтрованої олії, %	4,01	4,48	4,88	4,90	4,92	4,96	4,98	5,00	5,11
Вихід макухи, %	90,0	89,56	88,96	89,45	89,24	88,85	87,74	87,56	89,02
Вихід фільтрованої олії, %	2,61	3,45	3,76	3,76	3,77	3,82	3,84	3,85	3,94
Вихід осаду, %	0,65	0,72	0,79	0,79	0,79	0,80	0,80	0,81	0,82

На рис. 3.2 зображено графіки залежностей виходу нефільтрованої та фільтрованої амарантової олії від температури пресування.

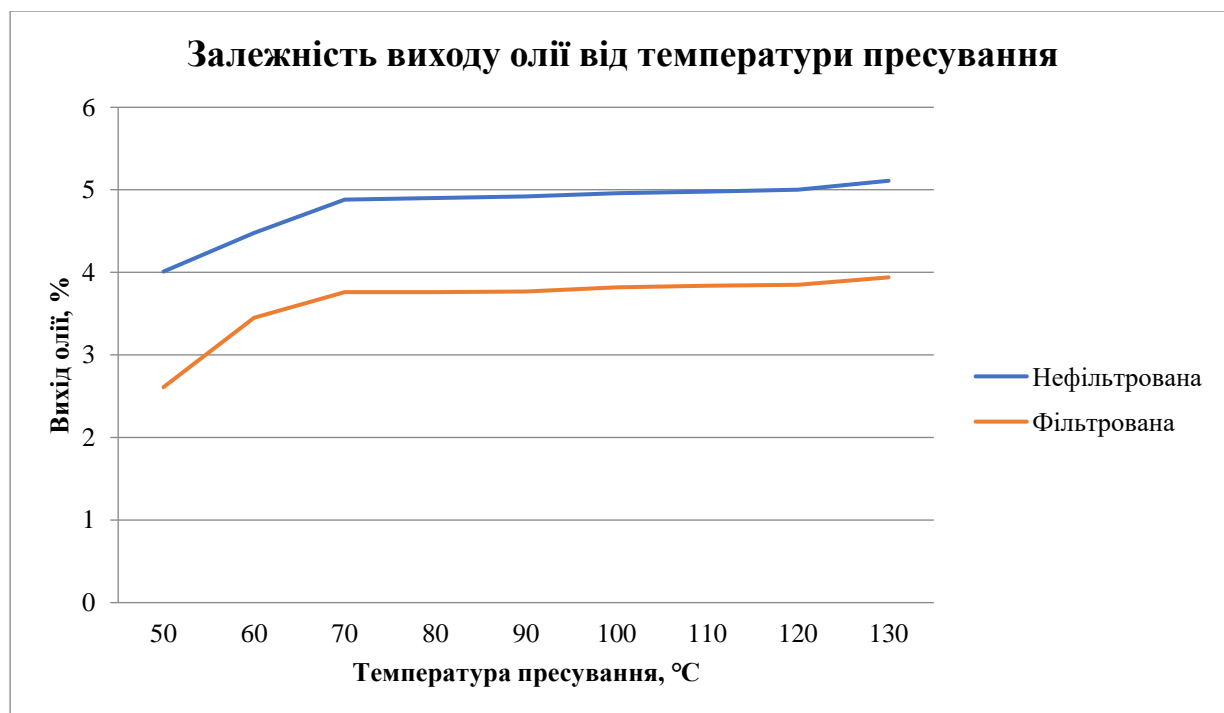


Рисунок 3.2 – Залежність виходу нефільтрованої та фільтрованої олії від температури пресування насіння амаранту

Завдяки рис. 3.2 можемо відзначити, що вихід не фільтрованої та фільтрованої олії зі зростанням температури від 50 до 130 °С збільшується. Слід зазначити, що при температурі менше 70 °С були складності з роботою пресу і насіння амаранту потрібно було подавати поступово, що ускладнювало процес

вилучення олії. З подальшим зростанням температури шнековий прес працював значно краще. Щодо температури олії на виході з преса, при температурі пресування 70 °С температура олії не підвищувалася вище 50 °С. При збільшенні температури пресування вище 70 °С температура олії на виході становила більше 50 °С, що не дозволяє позиціонувати готовий продукт як олію холодного пресування. Слід звернути на кількість виробничих втрат при вилученні амарантової олії. Виробничі втрати при пресуванні коливаються від 5,7 до 7,4 %. Виробничі втрати при фільтруванні коливаються від 0,4 до 0,8 %.

Олія, вилучена з насіння амаранту, мала золотистий колір різних відтінків, смак та запах, притаманний насінню амаранту, різної ступені насиченості.

Прослідковується тенденція, що зі збільшенням температури пресування від 50 °С до 130 °С колір вилученої олії ставав темнішим, а запах і смак – більш вираженим.

Відходом від виробництва амарантової олії є макуха. Як відомо, макуха після вилучення олії стає так званим концентратом нутрієнтів, у випадку переробки насіння амаранту: протеїну, амінокислот, вітамінів, мікро- та макроелементів, сквалену. Крім того, як зазначає Галина Важненко у складі макухи міститься речовина під назвою амарантін, яка володіє властивістю нейтралізації дії канцерогенів та радіонуклідів у організмі людей та тварин [48].

Макуху використовують при виробництві хлібобулочних та макаронних виробів, а також при виробництві кормів та підкормок для риби [49]. Цікавим для подальших досліджень буде вивчення складу фільтрувального осаду, адже ми розуміємо, що він теж є певним чином концентратом важливих нутрієнтів, які містяться в амарантовому насінні.

Кислотне та пероксидне число є важливими показниками, за якими оцінюють свіжість і відповідно придатність до споживання рослинних олій, тому було прийнято рішення про їх визначення в дослідних зразках амарантової олії. Отримані результати наведено в табл. 3.3.

Таблиця 3.4 – Характеристика кислотного та пероксидного числа дослідних зразків амарантової олії

Показник	Температура пресування, °С								
	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Кислотне число, мг КОН/г	1,2	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,6	1,8	2,0
Пероксидне число, ммоль (1/2 O)/кг	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1

На рис. 3.3 зображено залежність кислотного числа від температури пресування насіння амаранту. Значення пероксидного числа знаходиться межах норми для рослинних олій.

Після аналізу рис. 3.3 робимо висновок, що кислотне число збільшується пропорційно збільшенню температури пресування. Але значення кислотного числа олії, вилученої в проміжку температур від 50 до 110 °С відповідає рекомендованим вимогам до рослинної олії, а при 120 і 130 °С перевищує дану межу. Необхідно звертати достатню увагу на якість вихідної сировини, у т.ч. на термін її зберігання перед пресуванням, а також на процес фільтрування, особливо на контакт амарантової олії з повітрям.

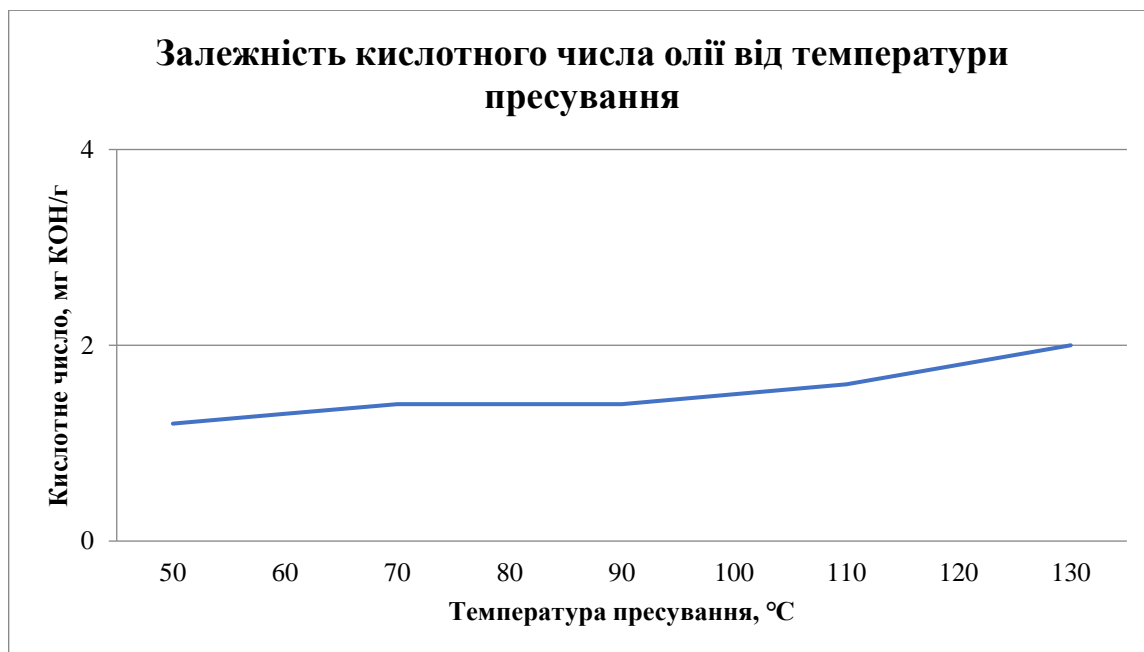


Рисунок 3.3 – Залежність кислотного числа олії від температури пресування насіння амаранту

3.4 Структурна схема виробництва олії з насіння амаранту

Після одержання результатів щодо показників якості дослідних зразків олії з насіння амаранту, було прийнято рішення вважати за найраціональнішу – технологію одержання амарантової олії при температурі пресування 70 °C. Хоч вихід олії при даній температурі менший, аніж при подальшому зростанню температури, але температура олії на виході становила не більше 50 °C, в цьому випадку її з легкістю можна позиціонувати як олію холодного пресування. Структурна схема виробництва олії з насіння амаранту наведена на рис. 3.4.

Насіння амаранту очищують від домішок, прес розігрівають до робочої температури 70 °C, починають процес пресування. Насіння амаранту подають в приймальний патрубок шнекового пресу. На виході з преса отримують макуху та нефільтровану олію, яку направляють на подальше фільтрування. Після 10 год фільтрування отримують фільтровану олію та фільтрувальний осад. Макуху в подальшому направляють на потреби рибництва, хлібопекарської, макаронної та кондитерської галузі.

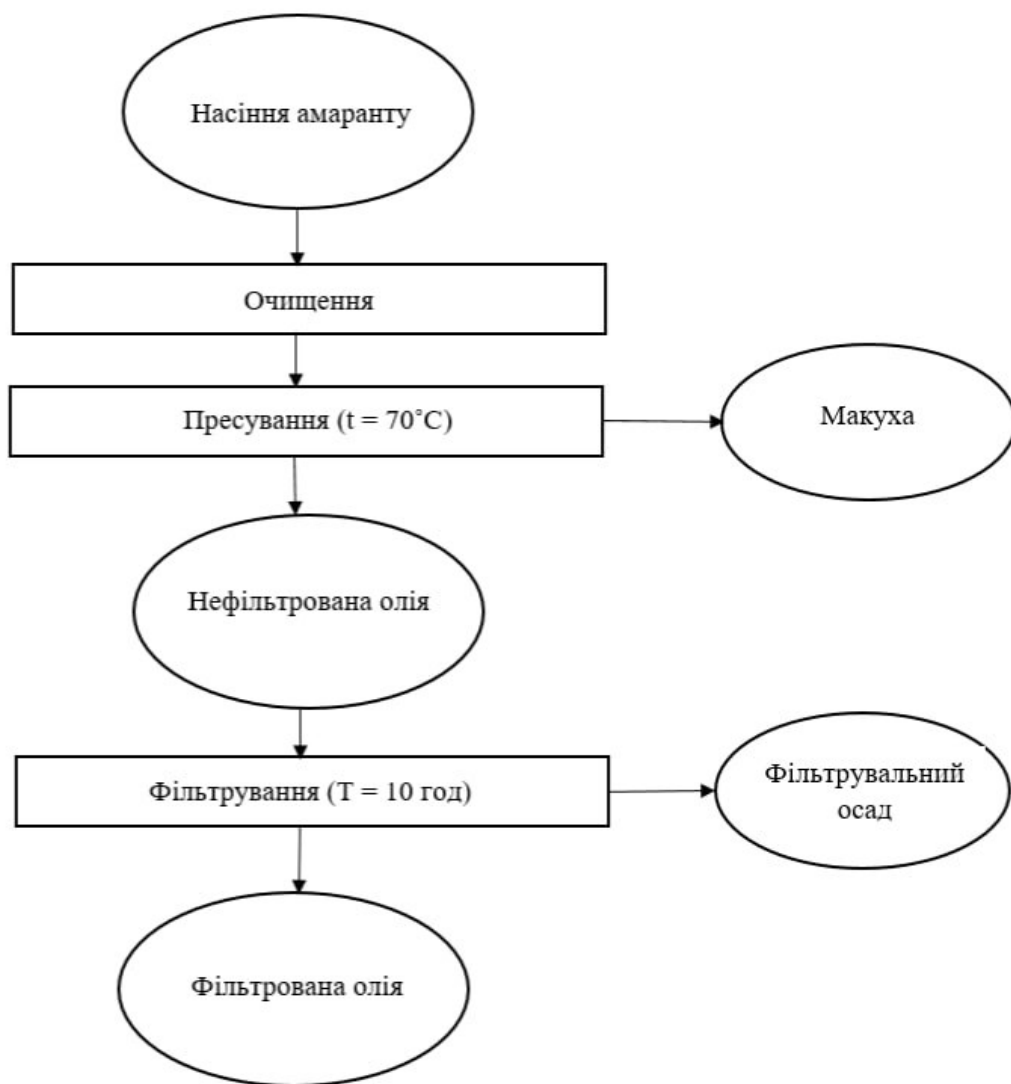


Рисунок 3.4 – Структурна схема виробництва олії з насіння амаранту

Висновки за розділом

1. Зроблено аналіз вітчизняного ринку амарантових харчових продуктів. Найпоширенішим видом продукції, яку реалізують в Україні є олія (40,63 % проаналізованої продукції). Після олії за кількістю слідує борошно (28,13 % проаналізованої продукції), а за ним пластівці – 15,63 % проаналізованої продукції).

2. Визначено вплив температури пресування насіння амаранту на вихід олії, а також її якісні показники (кислотне та пероксидне число). Вихід нефільтрованої та фільтрованої олії зі зростанням температури від 50 до 130 °C збільшується. Загалом вихід нефільтрованої олії був у межах 4,01–5,11;

фільтрованої – 2,61–3,94 %. Слід зазначити, що при температурі менше 70 °С були складності з роботою пресу і насіння амаранту потрібно було подавати поступово, що ускладнювало процес вилучення олії. З подальшим зростанням температури шнековий прес працював значно краще. Щодо температури олії на виході з преса, при температурі пресування 70 °С температура олії не збільшувалася вище 50 °С. При збільшенні температури пресування вище 70 °С температура олії на виході становила більше 50 °С, що не дозволяє позиціонувати готовий продукт як олію холодного пресування. Слід звернути на кількість виробничих втрат при вилученні амарантової олії. Виробничі втрати при пресуванні коливалися від 5,7 до 7,4 %. Виробничі втрати при фільтруванні коливалися від 0,4 до 0,8 %. Олія, вилучена з насіння амаранту, мала золотистий колір різних відтінків, смак та запах, притаманний насінню амаранту, різної ступені насиченості. Виявлена тенденція, що зі збільшенням температури пресування від 50 °С до 130 °С колір вилученої олії ставав темнішим, а запах і смак – більш вираженим. Кислотне число збільшувалося пропорційно збільшенню температури пресування. Значення кислотного числа олії, вилученої в проміжку температур від 50 до 110 °С, відповідало рекомендованим вимогам до рослинної олії і становило 1,2–1,6 мг КОН/г, а при 120 і 130 °С перевищувало дану межу і становило 1,8–2,0 мг КОН/г. Значення пероксидного числа знаходилося межах норми для рослинної олії і становило менше 0,1 ммоль (1/2 O)/кг.

3. Розроблено структурну схему виробництва олії з насіння амаранту, яку можна позиціонувати як олію холодного пресування (температура олії на виході з пресу не більше 50 °С). Насіння амаранту очищують від домішок, прес розігрівають до робочої температури 70 °С, починають пресування. Насіння амаранту подають в приймальний патрубок шнекового пресу. На виході з преса одержують макуху та нефільтровану олію, яку направляють на подальше фільтрування. Після 10 год фільтрування отримують фільтровану олію та фільтрувальний осад. Макуху в подальшому направляють на потреби рибництва, хлібопекарської, макаронної та кондитерської галузі.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Розробка картки безпеки праці

Основні дослідження, передбачені завданням кваліфікаційної роботи, виконували у навчальній лабораторії з харчових технологій, яка є підрозділом кафедри харчових технологій інженерно-технологічного факультету ДДАЕУ. Дана лабораторія укомплектована обладнанням для вилучення олії, виготовлення дослідних зразків харчових продуктів, столовим та лабораторним посудом, водонагрівачем тощо. Наповнення лабораторії обладнанням та приладами відповідає сучасним вимогам до освітнього процесу за спеціальністю «Харчові технології». Загалом в лабораторії створені допустимі умови для проведення науково-дослідних занять з дотриманням вимог пожежної безпеки та охорони праці. Так як об'єкт наших досліджень стосується олійної галузі, нами розроблено картку безпеки праці (рис. 4.1) для оператора лінії з виробництва олії.

4.2 Утилізація відходів від виробництва олії

Виробничий процес на підприємствах олійної галузі має значний вплив на навколишнє середовище. Цей вплив можна охарактеризувати через наступні основні аспекти: виробничий шум, забруднення повітря шляхом викиду пилу і токсичних речовин тощо. Одним з найважливіших завдань у системі заходів з охорони навколишнього середовища для підприємств олійної галузі є забезпечення чистоти повітря. У процесі очищення та переміщення сировини утворюється значна кількість органічного пилу. Для запобігання виділення пилу в атмосферу та забруднення навколишньої території підприємства, передбачена система аспірації, яка відсмоктує пил з усіх точок викиду. Повітря надійно очищається в циклонах та фільтрах різних конструкцій.


<p>1. Загальна інформація</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Місце роботи – лінія з виробництва рослинної олії. 2. Вид робіт – вилучення олії пресовим способом. 3. Посада – оператор лінії. 4. Тривалість робочого часу – 2 зміни (07:00–18:30; 19:00–06:30). 5. Проходження медогляду – 1 раз на рік. 6. Проходження вторинного інструктажу з охорони праці – 1 раз на 6 місяців. 7. Термін дії картки: до 01.12.2028 р. 	<p>2. Забезпечення одягом та засобами індивідуального захисту</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Санітарний одяг (4 комплекти) – 1 раз на рік. 2. Взуття шкіряне жаростійке – 1 раз на 6 місяців. 3. Нарукавники бавовняні – 1 раз на 3 місяці. 4. Рукавиці трикотажні, навушники протишумові, окуляри захисні – до зносу.
<p>3. Вимоги перед початком роботи</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. До роботи допускають осіб, які досягли 18-річного віку, пройшли медичне обстеження та не мають медичних протипоказань, вступний інструктаж, спеціальне навчання. 2. Робітник повинен одягнути спецодяг, підготувати робочу зону. 3. Перевірити роботу штучної вентиляції, справність та наявність захисних огорожень приводів робочих органів. 4. Перед запуском обладнання перевірити, що нікому не загрожує небезпека від рухомих частин і механізмів. 5. Перевірити роботу обладнання на холостому ходу. 6. 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"> 1. Робітнику дозволяється виконувати тільки ту роботу, за якою пройдено навчання, інструктаж з охорони праці, до якої допущений особою, відповідальною за безпечне проведення осіб 2. Необхідно утримувати своє робоче місце у належній чистоті, своєчасно прибирати з підлоги розсипану сировину, розливу готову прожукцію, тощо. 3. Необхідно застосовувати засоби захисту рук під час роботи з гарячими поверхнями. 4. Можна використовувати тільки справне устаткування, інструмент, пристосування. 5. 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"> 1. Привести в порядок робоче місце, інструменти та пристосування прибрати у відведене місце. 2. Зняти і здати на збереження спецодяг і засоби індивідуального захисту. 3. Виконати правила особистої гігієни. 4. 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"> 1. негайно припинити всі роботи. 2. Вимкнути все обладнання; 3. 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 безпека праці

Розміщення виробничого обладнання на підприємствах олійної галузі повинно забезпечувати легкий доступ для обслуговування та очищення від пилу. Навантаження на обладнання повинно відповідати виробничим даним, нормам технологічного проектування, правилам організації та проведення технологічного процесу. Обладнання повинно підтримуватися в технічно справному стані під час експлуатації, що забезпечує безперебійну роботу до планового ремонту.

Для транспортування відходів від очищення насіння та виробничих відходів на підприємстві зазвичай використовують самохідні транспортні засоби, стрічкові конвеєри та пневматичний транспорт. Зокрема, стрічкові конвеєри працюють з низькою швидкістю (не більше 1,0 – 1,5 м/с) для мінімізації виділення пилу.

Всередині приміщень на підприємстві використовують гладкі поверхні стін, стель, несучих конструкцій, заповнень дверних прорізів та підлоги. Це сприяє легкому очищенню від пилу. Всі виробничі та складські приміщення, а також технологічне обладнання й механізми підтримують у чистоті.

Прибирання пилу на підприємстві, включаючи дахи будівель, проводять згідно з графіками, де вказана періодичність прибирання для конкретних ділянок виробництва. Графіки прибирання пилу затверджує директор підприємства.

Заходи з охорони навколишнього середовища на підприємствах олійної галузі насамперед спрямовані на створення здорових і безпечних умов праці та життя для співробітників, а також є важливим фактором підвищення продуктивності.

Олійні підприємства повинні мати чіткий план управління відходами, який враховує всі етапи виробництва та типи відходів, що утворюються:

- відходи від очищення сировини;
- пил;
- макуха;
- відходи від фільтрування олії;
- відходи водопідготовки.

З метою зменшення негативного впливу на навколишнє середовище та дотримання екологічних стандартів, ці відходи потребують належного управління

та обробки, підприємство повинно використовувати спеціальні технології та процеси для мінімізації відходів та забезпечення їх подальшої утилізації та переробки. Нині більшість олійних підприємств працює за принципом маловідходності, тому відходи від очищення сировини направляють на використання у твердопаливних котлах; макуху направляють на комбікормове виробництво або для виробництва сипких харчових продуктів (білкового концентрату, клітковини, борошна); відходи від фільтрування направляють на виробництво мила, миючих засобів або на кондитерські виробництва. Процес переробки відходів від олійного виробництва ще вивчають вітчизняні вчені.

Висновки за розділом

У даному розділі кваліфікаційної роботи було розроблено картку безпеки праці оператора лінії з виробництва рослинної олії, обговорені та визначені шляхи утилізації відходів олійного виробництва та їх вплив на екологічну безпеку регіону.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Організація проведення дослідження

Виробництво амарантової харчової продукції в наш час все більше і більше набирає обсягів. Це пов'язано з активною інформаційною і практичною популяризацією цієї малопоширеної культури і переорієнтацією населення України на здорове харчування [50]. Найбільший сегмент ринку амарантової харчової продукції належить олії. Тому на питанні вилучення якісної амарантової олії ми зосередили наші дослідження.

Перелік робіт при проведенні дослідження кваліфікаційної роботи з обґрунтування технології вилучення олії із насіння амаранту методом пресування, наведений у табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт	Найменування робіт	Тривалість робіт t_{ij} , дні
1	2	3
0-0	Одержання завдання	0
0-1	Аналітичний огляд літературних джерел	20
1-2	Вибір методик та підготовка робочого місця	2
2-3	Асортиментний аналіз вітчизняної амарантової харчової продукції	10
3-4	Підготовка сировини до пресування	2
4-5	Проведення процесу пресування	1
5-6	Проведення визначення органолептичних показників якості дослідних зразків амарантової олії	1
5-7	Проведення визначення кислотного та пероксидного чисел отриманих зразків амарантової олії	3
6;7-8	Аналіз отриманих результатів з визначення кислотного числа і пероксидного числа та органолептичної оцінки	2
8-9	Виконання розділу «Охорона праці та захист навколишнього середовища»	5

1	2	3
9-10	Виконання розділу «Організаційно-економічна частина»	5
10-11	Підготовка тез до публікації	2
11-12	Узгодження з кафедрою харчових технологій	2
12-13	Оформлення кваліфікаційної роботи	5
13-14	Отримання рецензії	5
14-15	Захист кваліфікаційної роботи	1
Всього		66

Таблиця 5.2 – Матриця тривалості робіт

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

Будуємо сітьовий графік (рис. 5.1).

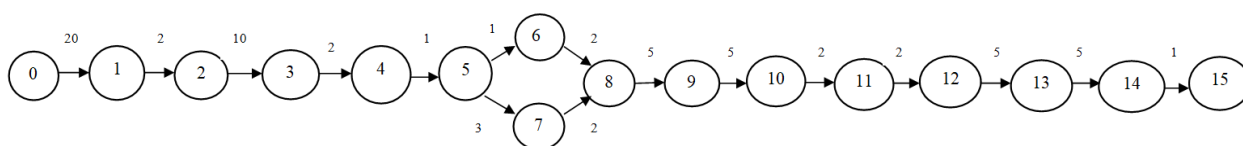


Рисунок 5.1 – Сітьовий графік проведення роботи

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

Тривалість критичного шляху дорівнює:

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

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

5.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження кваліфікаційної роботи

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

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

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

де m_1 – кількість витраченого i -го матеріалу;

C_1 – ціна одиниці i -го матеріалу, грн.

Результати розрахунку витрат на матеріали наведені в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Необхідна кількість матеріалів та їх вартість

№ з/п	Найменування інгредієнту, одиниці	Ціна за одиницю, грн	Кількість	Сума, грн
1	Насіння амаранту, кг	102,00	2	204,00
2	Ємність для зразків олії, шт	7,90	18	142,20
			Всього	346,20

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

Таблиця 5.4 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Керівник кваліфікаційної роботи	13096,44	74,41	15	1116,15
Всього				1116,15

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

$$H = \frac{1116,15 \cdot 22}{100} = 245,55 \text{ грн}$$

Затрати на витрачену електроенергію визначали за формулою (5.2):

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

де M – потужність використаного електрообладнання, кВт;

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

T – час роботи обладнання, год.;

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

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

Під час вилучення дослідних зразків олії з насіння амаранту було використане наступне електрообладнання:

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

Результати розрахунків витрат на електроенергію наведені в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Результати розрахунків витрат на електроенергію

Устаткування	Потужність обладнання, кВт	Час роботи обладнання, год	Витрати на електроенергію, грн
Лабораторні ваги	0,012	0,5	0,03
Шнековий прес Oil Extractor OP-600M	0,6	2,5	7,91
Ноутбук	0,02	300	31,64
Всього			39,58

Витрати на амортизацію обладнання знаходили за формулою (5.3):

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

де А – амортизаційні відрахування, грн;

Φ – вартість обладнання, грн;

Н – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на даному обладнанні, днів;

365 – кількість днів у році.

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведені в табл. 5.6.

Таблиця 5.6 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Лабораторні ваги	9945,00	10	0,02	0,05
Шнековий прес Oil Extractor OP-600M	14130,00	15	0,08	0,47
Ноутбук	14450,00	25	12,5	123,71
Всього				124,24

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

$$\frac{1116,15 \cdot 80}{100} = 892,92 \text{ грн}$$

Кошторис витрат на проведення дослідження наведений в табл. 5.6.

Таблиця 5.7 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн
Основні матеріали	346,20
Заробітна плата	1116,15
Нарахування на заробітну плату	245,55
Електроенергія	39,58
Амортизація	124,24
Накладні витрати	892,92
Всього	2764,64

Найбільшими серед усіх витрат були витрати на заробітну плату керівника (1116,15 грн).

5.3 Розрахунок вартості дослідження

Вартість дослідження визначали за формулою (5.4):

$$\text{Ц} = \text{С} + \frac{\text{Р} \cdot \text{С}}{100}, \quad (5.4)$$

де Ц – вартість дослідження, грн;

С – витрати на дослідження, грн;

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

$$\text{Ц} = 2764,64 + \frac{30 \cdot 2764,64}{100} = 3594,03 \text{ грн}$$

Витрати на проведені дослідження кваліфікаційної роботи становили 3594,03 грн.

Висновки за розділом

Побудовано оптимальний сітьовий графік. Тривалість його критичного шляху складає 50 днів. Найбільшими серед усіх витрат витрати на заробітну плату керівника (1116,15 грн). Загальна вартість кваліфікаційного експериментального дослідження склала 3594,03 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Проаналізовано вітчизняний ринок амарантових харчових продуктів. Найпоширенішим видом продукції, яку реалізують в Україні є олія (40,63 % проаналізованої продукції). Після олії за кількістю слідує борошно (28,13 % проаналізованої продукції), а за ним пластівці – 15,63 % проаналізованої продукції).

2. Визначено вплив температури пресування насіння амаранту на вихід олії, а також її якісні показники (кислотне та пероксидне число). Вихід нефільтрованої та фільтрованої олії зі зростанням температури від 50 до 130 °C збільшується. Загалом вихід нефільтрованої олії був у межах 4,01–5,11 %, а фільтрованої – 2,61–3,94 %. Слід зазначити, що при температурі менше 70 °C були складності з роботою пресу і насіння амаранту потрібно було подавати поступово, що ускладнювало процес вилучення олії. З подальшим зростанням температури шнековий прес працював значно краще. Щодо температури олії на виході з преса, при температурі пресування 70 °C температура олії не збільшувалася вище 50 °C. При збільшенні температури пресування вище 70 °C температура олії на виході становила більше 50 °C, що не дозволяє позиціонувати готовий продукт як олію холодного пресування. Слід звернути у вагу на кількість виробничих втрат при вилученні амарантової олії. Виробничі втрати при пресуванні коливалися від 5,7 до 7,4 %. Виробничі втрати при фільтруванні коливалися від 0,4 до 0,8 %. Олія, вилучена з насіння амаранту, мала золотистий колір різних відтінків, смак та запах, притаманний насінню амаранту, різної ступені насиченості. Загалом прослідковувалася тенденція, що зі збільшенням температури пресування від 50 °C до 130 °C колір вилученої олії ставав темнішим, а запах і смак – більш вираженим. Кислотне число збільшувалося при збільшенні температури пресування. Однак значення кислотного числа олії, вилученої в проміжку температур від 50 до 110 °C, відповідало рекомендованим вимогам до рослинної олії і становило 1,2–1,6 мг КОН/г, а при 120 і 130 °C перевищувало дану межу і становило 1,8–2,0 мг КОН/г. Значення пероксидного

числа знаходилося межах норми для рослинної олії і становило менше 0,1 ммоль (1/2 O)/кг.

3. Розроблено структурну схему виробництва олії з насіння амаранту, яку можна позиціонувати як олію холодного пресування (температура олії на виході з пресу не більше 50 °С). Насіння амаранту очищують від домішок, прес розігрівають до робочої температури 70 °С, починають процес пресування. Насіння амаранту подають в приймальний патрубок шнекового пресу. На виході з преса отримують макуху та нефільтровану олію, яку направляють на подальше фільтрування. Після 10 год фільтрування отримують фільтровану олію та фільтрувальний осад. Макуху в подальшому направляють на потреби рибництва, хлібопекарської, макаронної та кондитерської галузі.

4. Розроблено картку безпеки праці оператора лінії з виробництва рослинної олії, обговорені та визначені шляхи утилізації відходів олійного виробництва та їх вплив на екологічну безпеку регіону.

5. Побудовано оптимальний сітьовий графік. Тривалість його критичного шляху складає 50 днів. Найбільшими серед усіх витрат витрати на заробітну плату керівника (1116,15 грн). Загальна вартість кваліфікаційного експериментального дослідження склала 3594,03 грн.

Щодо подальших досліджень за темою кваліфікаційної роботи перспективними будуть:

- вивчення жирнокислотного та вітамінного складу амарантової олії;
- вивчення питання щодо зменшення виробничих втрат при пресуванні насіння амаранту та при фільтруванні вилученої олії.
- вивчення впливу температури пресування та способи очищення на окисну стабільність амарантової олії, а також щодо умов її зберігання та пакування.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Буяльська Н.П., Литвиненко О.О., Денисова Н.М. Використання продуктів переробки амаранту у виробництві хлібобулочних виробів. *Технічні науки та технології*. 2020. №3, вип. 17. С. 226–223.
2. Ведмедєва К.В., Махова Т.В., Левченко В.І. Перспективи використання амаранту *Amaranthus caudatus* L. як олійної культури на півдні України. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2021. №31. С. 33–45.
3. Нікончук Н.В. Виробництво рослинної олії : курс лекцій. Миколаїв: МНАУ, 2014. 58 с.
4. Домарацький Є.О., Козлова О.П., Базалій В.В. Агробіологічне обґрунтування застосування біопрепаратів в технології вирощування соняшника: монографія. Херсон : Олді-Плюс, 2019. 186 с.
5. Zambelli A. Current Status of High Oleic Seed Oils in Food Processing. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 2021. Vol. 98, issue 2. P. 129–137.
6. Жигайло О.Л., Жигайло Т.С. Оцінка впливу змін клімату на агрокліматичні умови вирощування соняшнику в Україні. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2016. Вип. 17. С. 86–92.
7. Adeleke B.S., Babalola O.O. Oilseed crop sunflower (*Helianthus annuus*) as a source of food: Nutritional and health benefits. *Food Science and Nutrition*. 2020. Vol. 8. P. 4666–4684.
8. Muhammad A.F., Nadeem M., Issa K.M., Hussain S. Nutritional and therapeutic potential of sunflower seeds: a review. *British Food Journal*. 2012. Vol. 114, issue 4. P. 544–552
9. Погорілий Є.В., Ковальова О.М. Виробництво високоолеїнового соняшнику в контексті забезпечення продовольчої безпеки. *Продовольча безпека України в умовах війни і післявоєнного відновлення: глобальні та національні виміри. Міжнародний форум: збірник доповідей учасників Міжнародної науково-*

практичної конференції, м. Миколаїв, 01–02 червня 2023 р. Миколаїв, 2023. С. 254–256.

10. Fernández-Martínez J.M., Pérez-Vich B., Velasco L. Sunflower: Oil Crops Handbook of Plant Breeding / eds. Vollmann J., Rajcan I. New York: Springer. 2009. P. 155–232.

11. Mervat M.A., Safaa E.A., Essam H.N. Improving the nutritional value of canola seed by gamma irradiation. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*. 2015. Vol. 8, Issue 3. P. 328–333.

12. Поліщук А.А., Булавкіна Т.П. Ріпак: за і проти. *Scientific Progress & Innovations*. 2014. №3. С. 67–70.

13. Goyal A., Tanwar B., Sihag M.K., Kumar V., Sharma V., Soni S. Rapeseed/Canola (*Brassica napus*) Seed. Oilseeds: Health Attributes and Food Applications / ed. Tanwar B., Goyal A. Singapore: Springer. 2021. PP. 47–72.

14. Круль, В.О. Аналіз харчової цінності ріпаку та продуктів його переробки як перспективної сировини для харчової промисловості. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. 2012. Ч. 2, вип. 2. С. 375–382.

15. Assadi E., Janmohammadi H., Taghizadeh A., Alijani S. Nutrient composition of different varieties of full-fat canola seed and nitrogen-corrected true metabolizable energy of full-fat canola seed with or without enzyme addition and thermal processing. *Journal of Applied Poultry Research*. 2011. Vol. 20, Issue 1. P. 95–101.

16. Liu L., Iassonova D. High-oleic canola oils and their food applications. *AOCS Inform*. 2012. Vol. 9. P. 9–11.

17. Рибальченко А.М. Особливості зберігання насіння сої. *Інноваційні технології та підвищення ефективності виробництва харчових продуктів: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції в заочній формі, м. Умань, 7 квітня 2020 р. Умань, 2020. С. 75–78.*

18. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності: монографія / Заболотний Г.М. та ін. Вінниця. 2020. 276 с.
19. Fulgoni V.L., Larso B.T. A Systematic Review of High-Oleic Vegetable Oil Substitutions for Other Fats and Oils on Cardiovascular Disease Risk Factors: Implications for Novel High-Oleic Soybean Oils. *Advances in Nutrition*. 2015. Vol. 6, issue 6. P. 674–693.
20. Modgil R., Tanwar B., Goyal A., Kumar V. Soybean (*Glycine max*). Oilseeds: Health Attributes and Food Applications / ed. Tanwar B., Goyal A. Singapore: Springer. 2021. PP. 1–46.
21. Emongor V., Oagile O. Safflower Production. Gaborone: Impression House, 2017. 67 p.
22. Khalid N., Khan R.S., Hussain M.I., Farooq M., Ahmad A., Ahmed I. A comprehensive characterisation of safflower oil for its potential applications as a bioactive food ingredient - A review. *Trends in Food Science & Technology*. 2017. Vol. 66. PP. 176–186.
23. Al-Surmi N.Y., El-Dengawi R.A.H., Khalefa A.H., Yahia N. Characteristics and Oxidative Stability of Some Safflower (*Carthamus Tinctorius L.*). *Journal of Nutrition & Food Sciences*. 2015. Special issues: Food Hydrocolloids. PP. 1–6.
24. Al-Surmi, N.Y., El-Dengawy R.A.H., Khalifa. A.H. Chemical and nutritional aspects of some safflower seed varieties. *Journal of Food Processing and Technology*. 2016. Vol. 7, Issue 5. PP. 585–590.
25. Katare C., Saxena S., Agrawal S., Prasad G.B.K.S., Bisen P.S. Flax seed: a potential medicinal food. *Journal of Nutrition and Food Science*. 2012. Vol. 2, Issue 1.
26. Goyal A., Sharma V., Upadhyay N., Gill S., Sihag M. Flax and flaxseed oil: an ancient medicine & modern functional food. *Journal of Food Science and Technology*. 2014. Vol. 51. PP. 1633–1653.
27. Колесникова Т.П., Корнієнко В.І. Слива. Ю.В. Аналіз можливості застосування кавової олії в харчовій промисловості. *Наукові здобутки у вирішенні*

актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства: збірник праць за підсумками XI Міжнародної науково-практичної конференції вчених, аспірантів і студентів, м. Київ, 12–13 травня 2022 р. Київ, 2022. С. 72–73.

28. Крусір Г.В. Чекал Г.Л. Розробка технології утилізації твердих відходів виноробства. *Актуальні проблеми та інновації (ЕКОГЕОФОРУМ–2017): матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., м. Івано-Франківськ, 22–25 березня 2017 р. Івано-Франківськ, 2017. С. 137–139.*

29. Botineştean C., Gruia A.T. Jianu I. Utilization of seeds from tomato processing wastes as raw material for oil production. *Journal of Material Cycles and Waste Management*. 2015. Vol. 17. P. 118–124.

30. Янюк Т., Грюнвальд Н. Виробництво амаранту в Україні: стан і перспективи. *Продовольчі ресурси*. 2022. Том 10, №18. С. 179–192.

31. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні. *Міністерство аграрної політики та продовольства України*. URL: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin> (дата звернення: 23.11.2023).

32. Калініна Г.П., Загоруй Л.П., Гребельник О.П., Роль Н.В. Насіння амаранту – біологічно цінна добавка у технології молочних продуктів. *Multidisciplinary academic notes. Science research and practices: proceedings of the XV International Scientific and Practical Conference, Madrid, April 19–22, 2022. Madrid, 2022. P. 657–660.*

33. Любич В.В., Кононенко Л.М., Полторецька Н.М., Войтовська В.І. Азотовмісний складник та жирнокислотний склад насіння різних сортів амаранту. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2022. №30. С. 112–118.

34. Ogrodowska D., Zadernowski R., Czaplicki S., Derewiaka D., Wronowska B. Amaranth Seeds and Products – The Source of Bioactive Compounds. *Polish Journal of Food and Nutritional Sciences*. 2014. Vol. 64, no. 3. P. 165–170.

35. Biel W., Jendrzeczak E., Jaroszewska A., Witkowicz R., Piątkowska E., Telesiński A. Nutritional content and antioxidant properties of selected species of *Amaranthus L.* *Italian Journal of Food Science*. 2017. Vol. 29, no. 4. P. 728–740.
36. Iftikhar M., Khan M. *Amaranth: Bioactive Factors and Processing Technology for Cereal Foods* / eds. Wang J., Sun B., Tsao R. Singapore: Springer. 2019. P. 217–232.
37. Emire S.A., Arega M. Value added product development and quality characterization of amaranth (*Amaranthus caudatus L.*) grown in East Africa. *African Journal of Food Science and Technology*. 2012. Vol. 3, no. 6. P. 129–141.
38. Palombini S.V., Claus T., Maruyama S.A., Gohara A.K., Souza A.H.P., de Souza N.E., Visentainer J.V., Gomes S.T.M., Matsushita M. Evaluation of nutritional compounds in new amaranth and quinoa cultivars. *Food Science Technology*. 2013. Vol. 33, no. 2. P. 339–344.
39. Гопцій Т.І., Лиманська С.В., Гудим О.В. Господарська цінність зерна амаранту та перспективи його вирощування у східній частині лісостепу України. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва: матеріали VI Міжнар. наук.-практ. конф., присв. ювілейним річницям проф. Можейка О.М., Милого В.В., Будьонного Ю.В., Назаренка І.І., м. Харків, 29–30 листопада 2022 р. Харків, 2022. С. 81–83.*
40. Крекер «Амарантове диво»: пат. 131265 Україна: МПК А23G 3/00. № и 201807437; заявл. 03.07.2018; опубл. 10.01.2019, Бюл. №1/19.
41. Гальцев В.П., Стоцький П.І., Сенік В.Б. Огляд застосування амаранту та один зі способів отримання амарантової олії, як джерела сквалену *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2012. Вип. 63: Технічні науки. С. 188–193.
42. Venskutonis P.R., Kraujalis P. Nutritional Components of Amaranth Seeds and Vegetables: A Review on Composition, Properties, and Uses. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2013. Vol. 12, issue 4. P. 381–412.
43. Velarde-Salcedo A.J., Bojórquez-Velázquez E., Rosa A.P.B. Amaranth. *Whole Grains and Their Bioactives*. 2019. P. 209–250.

44. Дуда Ю.В., Прус М.П., Кунєва Л.В., Косянчук Н.І. Вплив кормової добавки на основі амаранту на показники білкового обміну кролів за еймеріозу *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини*. 2017. Вип. 35, ч. 2, т. 2. С. 42–47.
45. Rastogi A., Shukla S. Amaranth: A New Millennium Crop of Nutraceutical Values. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2013. Vol. 53, issue 2. P. 109–125.
46. Caselato-Sousa V.M. Amaya-Farfán J. State of Knowledge on Amaranth Grain: A Comprehensive Review. *Journal of Food Science*. 2012. Vol. 77, issue 4. P. 93–104.
47. Миколенко С. Ю., Царук Л.Ю., Чурсінов Ю.О. Вплив продуктів переробки амаранту і чіа на якість хліба. *Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія: Нові рішення в сучасних технологіях*. 2019. № 5. С. 145–151.
48. Амарантова макуха – більше, ніж побічний продукт. Асоціація виробників амаранту та амарантової продукції. URL: <https://amaranth-association.com/amarantova-makuha-bilshe-nizh-pobichniy-produkt/> (дата звернення: 22.11.2023).
49. Олександр Дуда: Про поживні посіви амаранту – скільки фермер може заробити з 1 га. *Kurkul.com*. URL: <https://kurkul.com/interview/1091-oleksandr-duda-pro-pojnivni-posivi-amarantu--skilki-fermer-moje-zarobiti-z-1-ga> (дата звернення: 22.11.2023).
50. Амарант: сфери застосування і перспективи ринку. Пропозиція. *Головний журнал з питань агробізнесу*. URL: <https://propozitsiya.com/ua/amarant-sfery-zastosuvannya-i-perspektyvu-rynku> (дата звернення: 22.11.2023).