

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

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

**Обґрунтування технології виробництва олії
сафлорової**

Виконав: здобувачка вищої освіти 2 курсу,
групи МгХТ-1-23
освітньо-професійної програми «Харчові технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Тетяна СЕМЕНЮЧЕНКО

Керівник: _____ Наталія СОБА

Рецензент: _____ Андрій СІМАНЬ

Дніпро 2024

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
Завідувач кафедри
харчових технологій,
кандидат технічних наук, доцент
_____ Віталій КОПУЛЬКО

«__» _____ 2024 р.

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

Семенюченко Тетяні Вадимівні

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва олії сафлорової».
Керівник роботи: Сова Наталія Анатоліївна, кандидатка технічних наук, доцентка,
затверджені наказом закладу вищої освіти від «12» листопада 2024 року №3785.
2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 13 грудня 2024 року.
3. Вихідні дані до роботи: 1. Літературні джерела та періодичні видання. 2. Наукова та науково-технічна документація, що стосується переробки насіння сафлору.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1. Огляд літературних джерел. 2. Характеристика 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) Показники якості вихідної сировини. 4) Вплив температурних режимів процесу вилучення сафлорової олії на її вихід. 5) Вплив температурних режимів процесу вилучення сафлорової олії на її кислотне число. 7) Структурна схема виробництва сафлорової олії. 8) Карта безпеки праці 9) Кошторис витрат на проведення досліджень. 10) Загальні висновки та пропозиції.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 6	доцентка СОВА Наталія	12.11.2024	13.12.2024

7. Дата видачі завдання 12 листопада 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	12.11-13.11.2024	виконано
2	Огляд літературних джерел	14.11-21.11.2024	виконано
3	Характеристика та методологія експериментальних досліджень	22.11-26.11.2024	виконано
4	Експериментальна частина	27.11-05.12.2024	виконано
5	Охорона праці та захист навколишнього середовища	06.12-07.12.2024	виконано
6	Організаційно-економічна частина	08.12-09.12.2024	виконано
7	Загальні висновки та пропозиції, бібліографія	10.12-11.12.2024	виконано
8	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	12.12-13.12.2024	виконано

Здобувачка вищої освіти _____ Тетяна СЕМЕНЮЧЕНКО
(підпис)

Керівник роботи _____ Наталія СОВА

РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування технології виробництва олії сафлорової».

Кваліфікаційна робота магістра: 59 сторінок друкованого тексту, 15 рисунків та ілюстрацій, 13 таблиць, 2 додатки, 53 літературних джерела.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва олії із насіння сафлору української селекції.

Метою роботи є визначення впливу температури пресування на вихід та якість олії сафлорової.

Методи дослідження. Визначення масової частки вологи в насінні сафлору, його засміченість, видобування і очищення дослідних зразків олії сафлорової проводили в навчальній лабораторії кафедри харчових технологій ДДАЕУ. Кислотне, пероксидне числа отриманої олії, а також залишковий вміст олії в макусі сафлоровій визначали за загальноприйнятими методиками в умовах Науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК ДДАЕУ. Жирнокислотний склад олії визначали в умовах Інституту олійних культур. Визначення масової частки вологи в насінні та макусі проводили висушуванням подрібненого матеріалу при $105 (\pm 2) ^\circ\text{C}$ до постійної маси, залишковий вміст олії в макусі – екстракцією в апараті Сокслета, кислотне та пероксидне число олії – титрометричним методом, жирнокислотний склад олії – методом газорідної хроматографії.

Насіння сафлору – малопоширена олійна культура як в Україні, так і за кордоном, яка на сьогодні може стати перспективною сировиною для харчової промисловості. У всьому світі сафлор в основному вирощують для отримання харчової олії для приготування їжі, салатної олії та маргарину.

У роботі досліджено асортимент сафлорової олії, представленої на ринку України. Вивчено вплив температури пресування насіння сафлору на вихід олії, її кислотне та пероксидне числа, а також на залишковий вміст олії в макусі. Наведені рекомендації щодо використання раціональної температури пресування насіння сафлору для отримання максимального виходу олії.

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

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	7
1.1 Характеристика сафлору	7
1.2 Характеристика насіння сафлору	12
1.3 Характеристика насіння сафлорової олії	13
Висновки за розділом.....	17
2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	18
Висновки за розділом.....	22
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	23
3.1 Постановка задачі дослідження та обґрунтування доцільності виробництва сафлорової олії	23
3.2 Асортиментний аналіз сафлорової олії, представленої на ринку України	24
3.3 Дослідження динаміки зміни виходу та якості олії при різній температурі пресування насіння сафлору	27
Висновки за розділом.....	31
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	33
Висновки за розділом.....	36
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	37
Висновки за розділом	42
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	43
БІБЛІОГРАФІЯ	45
ДОДАТКИ	51

ВСТУП

Сафлор – малопоширена у світі культура, яку вирощують для використання насіння у кормових цілях, виробництва олії, як джерело барвників, в медичних цілях та просто як квіти. Сафлор вирощують у більш ніж 60 країнах, однак його найбільшою країною-виробником є Індія. В Україні виведенням сортів сафлору в основному займаються вчені-селекціонери Інституту олійних культур Національної академії аграрних науки України – це сорти Сонячний, Живчик, Лагідний та Добриня [1, 2].

Зріла сім'янка сафлору на 33–60 % складається з оболонки і на 40–67 % з ядра. Вміст олії коливається від 20 до 45 % і більше від цілого насіння. Окрім олії, насіння сафлору містить 15–20 % протеїну, 11–22 % клітковини і 6 % сирової золи [3, 4].

Не зважаючи на те, що сафлор має величезний генетичний потенціал і його широко можна використовувати для різних цілей, площі сафлору у всьому світі зменшуються через брак інформації про його вдосконалені практики управління посівами, інші конкурентоспроможні культури, глобальну імпортно-експортну політику та розробку продукції з доданою вартістю та інше. Тому на нашу думку доцільним є дослідити можливість використання насіння сафлору вітчизняних сортів у харчовій промисловості, наприклад у галузі виробництва рослинних олій [5].

Перед визначенням напрямів використання харчової сировини, важливим є вивчення її складу. Встановлено, що насіння сафлору сорту Добриня, який ми обрали для досліджень, містить 31 % олії в своєму складі, тому його можна широко застосовувати для виробництва харчової олії.

Сафлорова олія в основному складається з ненасичених лінолевої, олеїнової і ліноленової жирних кислот і невеликої частки насичених жирних кислот, пальмітинової і стеаринової, які є переважаючими. Сафлорова олія також багата токоферолами, що робить її функціональним компонентом раціону, яка є особливо корисною завдяки своїм ефектам проти холестерину та захисту серцево-судинної системи. Завдяки своєму хімічному складу сафлорова олія має

фармакологічні функції, які включають антиоксидантну, протизапальну, болезаспокійливу, антидіабетичну, гепатопротекторну, антигіперліпідермічну дії. Сафлорова олія також може бути джерелом природних полімерів для промислового та фармацевтичного застосування. Крім того, побічні продукти сафлору, такі як макуха або шрот, можуть служити у якості кормового раціону для худоби, а також для виробництва харчового борошна, що ще більше покращує ланцюжок створення вартості врожаю [6].

Отже, насіння сафлору, на нашу думку, – перспективна сировина для харчової промисловості, зокрема для виробництва рослинної олії. Важливо зауважити, що дослідження, що стосуються впливу температури пресування на вихід та якість сафлорової олії, є недостатніми.

Мета кваліфікаційної роботи полягає у визначенні впливу температури пресування насіння сафлору на вихід та якість олії.

Для досягнення мети кваліфікаційної роботи було визначено виконання наступних завдань:

- провести аналітичний огляд щодо складу насіння сафлору і напрямів його переробки;
- провести аналіз асортименту продуктів переробки насіння сафлору;
- провести аналіз показників якості вихідної сировини для проведення досліджень;
- провести експериментальні дослідження щодо впливу температури пресування на вихід олії сафлорової, визначити кислотне число отриманих зразків та залишковий вміст олії в макусі;
- розробити блок-схему виробництва олії сафлорової;
- навести інформацію щодо охорони праці та захисту навколишнього середовища при переробці насіння сафлору;
- провести організаційно-економічну оцінку результатів досліджень.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва олії із насіння сафлору української селекції. Предмет дослідження – вихід та кислотне число сафлорової олії; залишковий вміст олії у сафлоровій макусі.

1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Характеристика сафлору

Сафлор (*Carthamus tinctorius L.*) належить до сімейства Складноцвітих або Айстрових (*Asteraceae, або Compositae*) і зазвичай його вирощують як олійну культуру, насіння для птахів або задля квітів (використовують як джерело барвників, а також в медичних цілях). На його використання як менш дорогого шафрану вказують назви несправжній шафран, бастардний шафран, шафран будяків та шафран фарбувальний. Загальні назви сафлору різняться залежно від країни, регіону, мови та використання [1, 2, 7, 8].

Сафлор – це стародавня культура, яка походить з Близького Сходу. Він є другорядною культурою в усьому світі в порівнянні з іншими олійними культурами. Сафлор вирощують у більш ніж 60 країнах, однак найбільшою країною-виробником сафлору є Індія, але лише невеликі обсяги експортують. За обсягом світової торгівлі США та Мексика є найбільшими виробниками, за ними йдуть Австралія та Аргентина. Основними регіонами виробництва цієї культури є Америка та Азія з часткою 93 % сукупного виробництва. У інших регіонах є великий потенціал для вирощування цієї культури, особливо в Океанії та Африці. В Україні сафлор вирощують здебільшого на Півдні [1, 2, 9, 10]. Сафлор зазвичай вирощують на невеликих ділянках для особистого використання виробника, і він залишається другорядною культурою, реєструючи лише 0,1 % від загального світового сільськогосподарського виробництва [10]. Сафлор викликав значний інтерес як альтернативне олійне насіння через його високу пристосованість до сухих кліматичних умов з невеликою кількістю опадів. Цю рослину вважають посухостійкою культурою, яка здатна отримувати вологу в межах, недоступних для більшості культур. Сафлор також можна вирощувати на ґрунті з низькою родючістю та в районах з відносно низькими температурами [11].

Сафлор (рис. 1.1) – рослина схожа на будяки, з потужним центральним стеблом, великою кількістю гілок та стрижневою кореневою системою. На

листочках та приквітках є велика кількість колючок. Коренева система може гілкуватися по родючому шарі ґрунту, при цьому стержневі корінці можуть проникати на глибину до 2 м, завдяки цьому рослина добре витримує посушливий клімат. Зазвичай кожна гілка має від однієї до п'яти квіткових головок, що містять від 15 до 30 насінин на головку [3, 7, 8, 12, 13].

Зріла сім'янка складається з 33–60 % оболонки та 40–67 % ядра. Вміст олії коливається від 20 до 45 % і більше від цілого насіння. Маса насіння швидко збільшується впродовж 15 днів після цвітіння [3].



Рисунок 1.1 – Сафлор красильний

Відомо, що квіти сафлору багаті на лікарські властивості для лікування багатьох хронічних захворювань, і їх широко використовують в китайських рослинних препаратах. Нижні листя, пагони і проріджування використовують як траву та салат. Вони багаті вітаміном А, залізом, фосфором та кальцієм. Пучки молодих рослин зазвичай продають на ринках Індії та деяких сусідніх країн як зелені овочі. Сафлор також використовують в кормових цілях, тобто випасають худобу, зберігають як сіно чи силос.

В Україні зареєстровані такі сорти сафлору як Добриня, Живчик, Лагідний, Професор Машанов, Сонячний та Степовий [14].

Таблиця 1.1 – Сорти сафлору, зареєстровані в Україні

Назва	Організація*	Рік	Напрямок	Рекомендована зона для вирощування
Добриня	ІОК	2016	Технічний	Лісостеп, степ
Живчик	ІОК	2009	Олійний	Степ
Лагідний	ІОК, ТОВ НВФ «Дріада, ЛТД»	2011	Олійний	Лісостеп, степ
Професор Машанов	Нікітський ботанічний сад	2000	Харчовий	Степ
Сонячний	ІОК	2001	Олійний	Степ
Степовий	ТОВ НВА «Землеробець»	2006	Олійний	Степ

* ІОК – Інститут олійних культур Національної академії аграрних наук України;

ТОВ НВФ «Дріада ЛТД» – Товариство з обмеженою відповідальністю Науково-виробнича фірма «Дріада, ЛТД»;

ТОВ НВА «Землеробець» – Товариство з обмеженою відповідальністю Науково-виробнича агрофірма «Землеробець».

У додатку А наведено сорти сафлору, виведені Індійським інститутом досліджень олійних культур.

Не зважаючи на те, що культура має величезний генетичний потенціал і її широко використовують для різних цілей, площі сафлору у всьому світі зменшуються через брак інформації про його вдосконалені практики управління посівами, інші конкурентоспроможні культури, глобальну імпортно-експортну політику та розробку продукції з доданою вартістю та інше. Дослідженням та розробці різних аспектів сафлору, незважаючи на його пристосованість до різних умов вирощування з дуже високим потенціалом врожайності та різноманітним використанням різних частин рослини, не приділяли належної уваги. Проте інтерес до цієї культури відновився в останні декілька років [5].

Деякі ключові фактори впливають як на якість насіння, так і на характеристики росту сафлору. Ці фактори включають вибір сорту, умови навколишнього середовища та агрономічні прийоми які застосовуються під час вирощування [15]. Мінливість клімату має значний вплив на врожайність сафлору, олію та жирні кислоти, особливо щодо строків сівби. Зміна клімату, спричинена глобальним потеплінням, значно змінює пори року та моделі росту сільськогосподарських культур [16].

Сафлор буває колючий та безколючий. Колючі різновиди мають колючки на листках, видозмінене листя, пов'язане з головками квітів. Як правило, сорти зі зниженою колючкою або без неї мають нижчий вміст олії, ніж колючкові типи [17].

Вивчені в культурі форми сафлору розділяють на туркестанський, памірський, армянський та закавказький типи. У більшій мірі відрізняються вони між собою кількістю кошиків, їх кольором та наявністю чи відсутністю колючок на листках [18].

Урожайність сафлору варіює в межах від 1,29 до 1,47 т/га, але при використанні регуляторів росту в передпосівній обробці насіння, врожайність зростає до показника 2,18 т/га. Для порівняння соняшник має урожайність від 1,16 до 2,76 т/га [19]. За даними Продовольчої та сільськогосподарської організації, урожайність сафлору зросла за останні 60 років. Майже 20 країн вирощують сафлор у великих масштабах із загальною площею посівів 1 140 002 га та річним виробництвом 948 516 т у 2019 р. У 2021 р. світова площа зібраних сафлору становила 850 431 га, а виробництво насіння сафлору – 631 051,6 т [20].

Рослина досягає зрілості в 110–150 днів при посадці навесні та через 200 днів при посадці восени. Протягом перших 30–40 днів рослина росте дуже повільно, починає гілкуватись, коли досягає висоти від 20 до 45 см через підвищення температури. Однак ріст припиняється, коли починається цвітіння.

Суцвіття сафлору являє собою головку, яка складається зі збільшеної структури (квітколожі), де розташовані згруповані квітки (у головку). На кількість розділів впливає генотип, середовище та культурний менеджмент. Кожна головка

має від 20 до 250 квіток, які також називають суцвіттями, які оточені кількома колючими зеленими приквітками, що перекривають один одного (рис. 1.2). Квітколоже може бути плоским, увігнутим або опуклим і мати лусочки або волоски між квітками [21].

Плід є різновидом сім'янки, що походить від нижньої зав'язі (рис. 1.3). Шкарлупа, яка прикріплена до насіння, тверда та склеризована, вона становить 20–60 % сухої ваги насінини. Типово білуваті та блискучі сім'янки, середньою вагою від 0,030 до 0,045 г, мають гладку форму (у деяких сортів на кінці, прилеглому до рослини, може бути різна кількість папусу, пучки волосся) і товстий околоплодник чотирикутної форми. Як і соняшник, плід – кліпсета, і коли він дозріває, він складається з 33–60 % шкірки та 40–67 % зерна. Маса 1000 сім'янок 54 г [21].



Рисунок 1.2 – Розділ або суцвіття сафлору, оточене кількома приквітками, що перекиваються, і плоди (насіння) у процесі формування



Рисунок 1.3 – Частина плоду сафлору: А, В – околоплодник і С – насінина

1.2 Характеристика насіння сафлору

На рис. 1.4 зображено насіння сафлору з білим і звичайним папусом (без папусу) [21]. Плід (зерно) сафлору складається з околоплодника (оболонки), який становить близько 33–60 % його сухої ваги, і насіння (40–67 %), де синтезується та накопичується олія [22].



Рисунок 1.4 – Насіння сафлору

Протягом багатьох років було проведено багато досліджень, щоб збільшити використання насіння сафлору в якості харчових продуктів і продуктів з доданою вартістю. Для прикладу пасту з дрібно подрібненого насіння сафлору використовують для покращення утворення сиру та домашнього сиру в Ірані. За допомогою ферментів насіння сафлору як експериментальної заміни реніну, був

одержаний білий сир із приємним запахом і хорошою м'якістю. Ще в Ефіопії та Судані смажене насіння сафлору, зазвичай змішане з нутом, ячменем або пшеницею, їдять як закуски [5]. Останнім часом сафлор отримав велику популярність не стільки через його барвисті пелюстки, скільки тому, що його вважають одним із найважливіших джерел рослинних олій [11]. Через вміст білка насіння сафлору використовують і у тваринництві [6]. Переробляють насіння сафлору, в основному на підприємствах, що займаються переробкою соняшникового насіння [23].

Хімічний склад насіння сафлору становить 3,5–8 % вологи, 10–22 % протеїну, 25–50 % олії, 11–40 % клітковини, 1,5–7 % золи, 2–4 г/кг фосфору [4, 6, 11, 18, 21, 24–28].

1.3 Характеристика сафлорової олії

Сафлорова олія (рис. 1.5) має золотисто-жовтий колір та горіховий смак. У неперероблених сафлорових оліях тригліцериди є основними компонентами, що становлять приблизно 92–99 %. Вільні жирні кислоти (1–2 %), фосфоліпіди (0,4–0,6 %) та неомілювані речовини (0,6 %) присутні у складі сафлорової олії в незначній кількості [26].



Рисунок 1.5 – Олія сафлорова

Сафлорова олія повинна мати характеристики, наведені в табл. 1.1 [29]. Її відносять до напіввисихаючих [18].

Таблиця 1.1 – Якісні характеристики сафлорової олії [29]

Назва показника	Значення показника згідно OST 18-163-74
1	2
Колір	Жовтий

Продовження табл. 1.1

1	2
Смак і запах	Властивий сафлоровій олії, без стороннього запаху і присмаку
Прозорість	Прозорий над осадом
Щільність при 20 °С, г/см ³	0,916–0,927
Кислотне число, мг КОН/г	Не перевищує 6,0
Волога та летючі речовини, %	Не перевищує 0,3
Нежирові домішки (маса шламу), %	Не перевищує 0,2
Йодне число, гДж/100 г	130–155
Неомильні речовини, %	Не перевищує 1,0
Насичені жирні кислоти, %	8–10
Мононенасичені жирні кислоти, %	10–13
Поліненасичені жирні кислоти, %	78–83
Вміст лінолевої кислоти, %	55–85

Придатність рослинної олії для харчових, промислових або фармацевтичних застосувань визначається її жирнокислотним складом, який сильно варіює

залежно від виду рослини або, меншою мірою, сорту. Сафлорова олія містить дві основні ненасичені жирні кислоти: олеїнову і лінолеву. На їх частку припадає близько 90 % загальної кількості жирних кислот. Решта 10 % відповідають насиченим жирним кислотам, пальмітинової і стеаринової кислот. Сафлорова олія містить близько 4–8 % пальмітинової, 1,5–3 % стеаринової, 8–78 % олеїнової та 13–87 % лінолевої, 0,1–0,2 % міристинової, 0,01–0,2 % пальмітоолеїнової, 0,1–0,9 % ліноленової кислот. Крім того в сафлоровій олії були зафіксовані дуже низькі рівні ароматичної (0,24 %) і бегенової (0,43 %) кислот. Залежно від складу насінневої олії сорти сафлору поділяють на типи з високим вмістом лінолевої або олеїнової кислоти, причому остання здатна замінити соняшникову та оливкову олії. Для порівняння, сорти сафлору з високим вмістом лінолевої кислоти містять 87–89 % лінолевої, а сорти з високим вмістом олеїнової кислоти становлять понад 85 % олеїнової кислоти. Більшість сучасних європейських сортів мають низький вміст олеїнової кислоти та високий вміст лінолевої кислоти (близько 70 %). У останні роки сафлор став основною олійною культурою з хорошим складом олії та жирних кислот [6, 10, 17, 22, 25, 27, 28, 30–33]. Ранні дослідження детально описували склад жирних кислот 200 зразків сафлору, що походять з 37 країн, вказуючи на те, що олеїнова та лінолева кислоти мають величезний діапазон варіацій від 3,1 до 90,6 % і від 3,9 до 88,8 % відповідно [34].

Сафлорова олія цінна тим, що містить ω -6 жирні кислоти, які корисні для нашого організму. Її вживання підтримує баланс холестерину в організмі і знижує ймовірність розвитку атеросклерозу. Різноманітні дослідження показали, що помірне споживання насіння сафлору корисне для серцево-судинної системи. Сафлорова олія також знижує високий артеріальний тиск. Лікувальні властивості сафлору були відкриті ще в середні віки, коли сік сафлору змішували з курячим бульйоном або підсолодженою водою для полегшення закрепів та проблем з диханням [35].

Сафлорова олія з насіння, посіяного навесні, може мати вищу частку лінолевої кислоти, ніж сафлорова олія з насіння, посіяного восени або під зиму. Умови навколишнього середовища протягом вегетаційного періоду також можуть

впливати на врожайність сафлору та склад жирних кислот. Зокрема, температура може мати значний вплив на врожайність сафлору та вміст олії. Високі температури на етапі цвітіння можуть знизити врожайність сафлору та вміст олії, тоді як низькі температури на етапі розвитку насіння можуть збільшити вміст сафлорової олії [16].

Хімічний склад і окиснювальна стабільність сафлорової олії, отриманої з смаженого насіння при різних температурах смаження (140–180 °C), були оцінені та порівняні з несмаженою сафлоровою олією. Розвиток кольору та вміст фосфору в олії значно зросли з підвищенням температури смаження. Склад жирних кислот сафлорової олії не змінювався при температурі смаження. Основною жирною кислотою була лінолева кислота (приблизно 80 %). Ідентифіковано гомологи токоферолу та токотрієнолу, а саме α -, β - та γ -токоферолу, γ - та δ -токотрієнолу, тоді як δ -токоферол, α - та β -токотрієнолу не виявлено. Основним токоферолом у сафлоровій олії був α -токоферол. Вміст α -токоферолу в сафлоровій олії поступово зростає від 441 до 520 мг/кг у міру підвищення температури смаження від 140 до 180 °C. Окиснювальна стабільність показала, що з підвищенням температури смаження окиснювальна стійкість сафлорової олії зростає [36].

Сафлорова олія дуже багата на токоферол (вітамін E), що робить її функціональною їжею, яка є особливо корисною завдяки своїм ефектам проти холестерину та захисту серцево-судинної системи. Пігменти картамін та картамідін у їхньому вмісті використовують для харчових продуктів і текстилю. Крім того, завдяки своєму хімічному складу він має фармакологічні функції, які включають антиоксидантну, протизапальну, болезаспокійливу, антидіабетичну, гепатопротекторну, антигіперліпідермічну дії [6, 37].

У даний час сафлорову олію широко використовують в харчовій промисловості завдяки високому вмісту моно- і поліненасичених жирних кислот [9]. Сафлорова олія, яку добувають з ядер, за смаком схожа на соняшникову, її використовують для виготовлення високоякісного маргарину. Олія, яку отримують з цілого насіння – гірчить, її використовують при отриманні білої

фарби, емалей, оліфи, мила та лінолеуму [18, 38]. Сафлорову олію використовують як приправу разом з традиційними оліями (кунжутною, червоною перцевою та іншими) у Кореї [36]. Макуху сафлорової олії в основному використовують як корм для тварин, також її можна використовувати в їжу для людей. Макуха неочищеного насіння містить від 18 до 24 % протеїну, а з очищеного насіння він досягає 20–50 % [21]. Сафлоровий шрот можна використовувати для збагачення білком печива з вмістом білка 22 % [6, 39].

Висновки за розділом

Сафлор – це стародавня культура, яка походить з Близького Сходу. Він є другорядною культурою в усьому світі в порівнянні з іншими олійними культурами. Насіння сафлору містить у своєму складі 25–50 % олії, 10–22 % протеїну, 11–40 % клітковини, 1,5–7 % золи. Сафлорова олія містить близько 4–8 % пальмітинової, 1,5–3 % стеаринової, 8–78 % олеїнової та 13–87 % лінолевої, 0,1–0,2 % міристинової, 0,01–0,2 % пальмітоолеїнової, 0,1–0,9 % ліноленової кислот. У даний час сафлорову олію широко використовують в харчовій промисловості, тому дослідження, пов'язані з її виробництвом є актуальними на сьогодні.

2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Матеріали дослідження кваліфікаційної роботи – насіння сафлору сорту Добриня. За проведеним аналітичним дослідженням насіння сафлору має такий склад: 3,5–8 % вологи, 10–22 % протеїну, 25–50 % олії, 11–40 % клітковини, 1,5–7 % золи [4, 6, 11, 18, 21, 24–28]. Вміст основних жирних кислот наступний: 4–8 % пальмітинової, 1,5–3 % стеаринової, 8–78 % олеїнової та 13–87 % лінолевої, 0,1–0,2 % міристинової, 0,01–0,2 % пальмітоолеїнової, 0,1–0,9 % ліноленової кислот [6, 10, 17, 22, 25, 27, 28, 30–33].

У табл. 2.1 наведено характеристику насіння сафлору сорту Добриня.

Таблиця 2.1 – Показники якості насіння сафлору, використаного у дослідженні

№ з/п	Показник	Значення
1	Вологість, %	4,00
2	Вміст смітцевої домішки, %	0,48
3	Вміст олійної домішки, %	0,02
4	Вміст олії, %	28,9
5	Кислотне число олії, мг КОН/г	2,8
6	Пероксидне число, ммоль (1/2 O)/кг	8,3
7	Жирнокислотний склад, вміст кислоти у % по відношенню до загальної кількості кислот:	
	Пальмітинова	4,11
	Стеаринова	1,49
	Олеїнова	36,89
	Лінолева	56,84
	Ліноленова	0,62

Визначення масової частки вологи в насінні сафлору, його засміченість, видобування і очищення дослідних зразків олії сафлорової проводили в навчальній лабораторії кафедри харчових технологій ДДАЕУ. Визначення кислотного та пероксидного числа олії, а також залишкового вмісту олії в макусі сафлоровій проводили за загальноприйнятими методиками в умовах Науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК ДДАЕУ. Жирнокислотний склад сафлорової олії – в умовах Інституту олійних культур.

На рис. 2.1. зображене необхідне обладнання та прилади для магістерського дослідження.



Рисунок 2.1 – Прилади і обладнання, необхідне для дослідження

Визначення масової частки вологи в насінні проводили висушуванням подрібненого матеріалу при $105 (\pm 2) ^\circ\text{C}$ до постійної маси (ДСТУ 4811:2007 «Насіння олійних культур. Методи визначення вологості» [40]), засміченість – просіюванням і розділенням на фракції (ДСТУ 4138–2002 «Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості» [41]) жирнокислотний склад олії в насінні сафлору – методом газорідинної хроматографії (ДСТУ ISO 5508–2001 «Жири та олії тваринні і рослинні. Аналізування методом газової хроматографії метилових ефірів жирних кислот (ISO 5508:1990, IDT)» [42]).

Процес видобування олії із необрушеного насіння сафлору проводили наступним чином. Спочатку готували наважки насіння сафлору масою $100 \pm 0,01$ г кожна на лабораторних вагах ТВЕ-0,3. Лабораторний шнековий прес Oil Extractor OP-600 М вмикали, розігрівали до заданої для певного досліду температури (50 – $120 ^\circ\text{C}$). Після досягнення необхідної температури починали процес пресування, фіксуючи початок і кінець процесу за допомогою секундоміру, температуру і масу одержаних продуктів (нефільтрованої олії і макухи). Шнековий прес перед початком кожного досліду охолоджували після попереднього. Кожен дослід повторювали тричі. При температурі пресування насіння сафлору $50 ^\circ\text{C}$ олія не видобувалася, тому цей дослідний зразок не враховували у подальшому експерименті. При температурі пресування $60 ^\circ\text{C}$ насіння сафлору потрібно було подавати у приймальний патрубок малими порціями, тому ще прес працював з перенавантаженням. При інших значеннях температури пресування олія видобувалася нормально. Олію фільтрували за допомогою паперу фільтрувального протягом 12 год при кімнатній температурі ($22,0 \pm 2,1 ^\circ\text{C}$). Після очищення олії визначали її вихід та кількість фільтрувального осаду. Схема одержання дослідних зразків сафлорової олії зображена на рис. 2.2.

У результаті видобули 7 дослідних зразків олії при різних температурах пресування насіння сафлору:

- зразок 1 – $60 ^\circ\text{C}$;
- зразок 2 – $70 ^\circ\text{C}$;

- зразок 3 – 80 °С;
- зразок 4 – 90 °С;
- зразок 5 – 100 °С;
- зразок 6 – 110 °С;
- зразок 7 – 120 °С.

Визначення масової частки вологи в макусі проводили висушуванням подрібненого матеріалу при 105 (± 2) °С до постійної маси, залишковий вміст олії в макусі – екстракцією в апараті Сокслета (ДСТУ 7458:2013 «Продукти білкові рослинного походження. Макухи та шроту. Метод визначання вмісту жиру» [43]), кислотне та пероксидне число сафлорової олії – титрометричним методом (ДСТУ 4350:2004 «Олії. Методи визначання кислотного числа (ISO 660:1996, NEQ)» [44], ДСТУ 4570:2006 «Жири рослинні та олії. Метод визначання пероксидного числа» [45]).

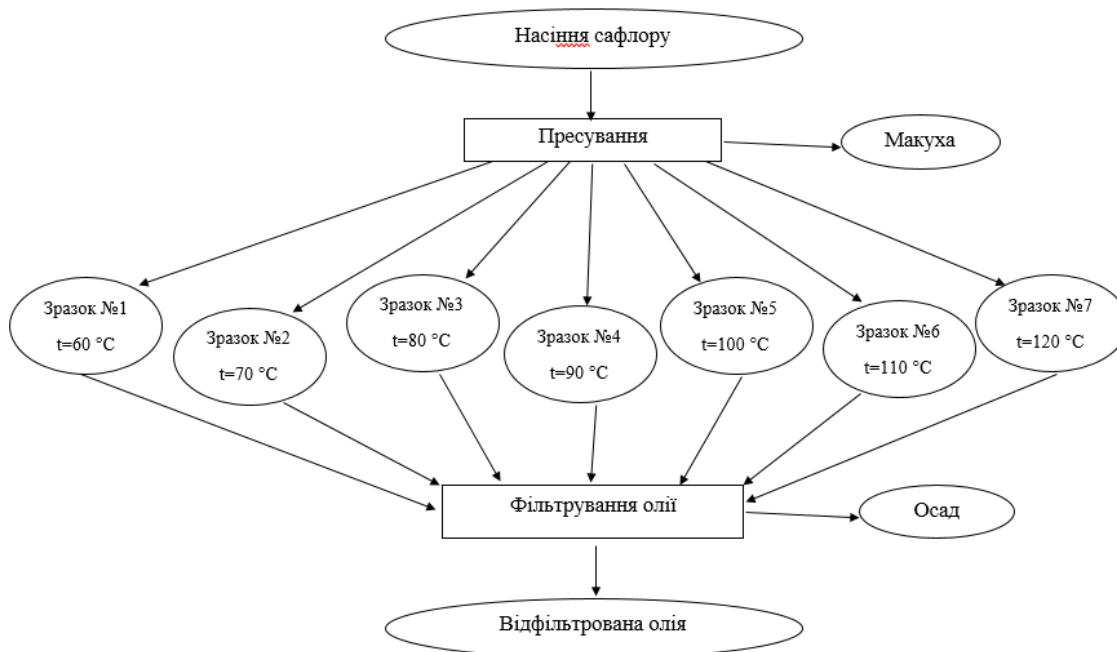


Рисунок 2.2 – Схема одержання дослідних зразків сафлорової олії

Висновки за розділом

Охарактеризовано склад насіння сафлору. У дослідженні використали сафлор сорту Добриня з наступними показниками якості: вологість – 4 %, вміст сміттєвої домішки – 0,48 %, вміст олійної домішки – 0,02 %, вміст олії – 28,9 %, кислотне число олії – 2,8 мг КОН/г, пероксидне число – 8,3 ммоль (1/2 O)/кг. Жирнокислотний склад, вміст кислоти у % по відношенню до загальної кількості кислот: пальмітинова – 4,11, стеаринова – 1,49, олеїнова – 36,89, лінолева – 56,84, ліноленова – 0,62. Дослідні зразки сафлорової олії отримували за допомогою лабораторного шнекового пресу, з подальшим фільтруванням. Визначення масової частки вологи в насінні та макусі проводили висушуванням подрібненого матеріалу при 105 (\pm 2) °С до постійної маси, залишковий вміст олії в макусі – екстракцією в апараті Сокслета, кислотне та пероксидне число олії – титрометричним методом, жирнокислотний склад олії – методом газорідинної хроматографії відповідно до чинної нормативної документації.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Постановка задачі дослідження та обґрунтування доцільності виробництва сафлорової олії

Насіння сафлору – малопоширена олійна культура як в нашій країні, так і за її межами, яка на сьогодні може стати перспективною сировиною для харвової промисловості.

За опублікованими даними, відомо, що речовини, які містяться в сафлорі, відіграють велику роль у поліпшенні кровообігу, при застої крові, у поліпшенні складу крові, при анемії, високому кров'яному тиску, а також при наслідках крововиливу в мозок. У традиційній китайській медицині сафлоровий чай використовують хворі з серцевою недостатністю, які страждають на анемію, оніміння верхніх та нижніх кінцівок. Сафлорову настоянку активно використовують в косметиці: сафлорова олія має високу вологоутримуючу та вологорегулюючу здатність і добре засвоюється шкірою будь-якого типу як пом'якшувальний та зволожуючий засіб; її використовують в шампунях і бальзамах для сухого волосся, в нічних кремах для сухої шкіри, в сонцезахисних кремах [46].

Окрім олії насіння, пелюстки та листя сафлору широко використовують у фармацевтичній промисловості завдяки їхньому багатству флавоноїдами та алкалоїдами. Відомо, що сирі квіткові екстракти мають протизапальні та знеболюючі властивості та приносять широкі переваги для здоров'я пацієнтів із серцево-судинною системою та діабетом. Хоча сафлорова олія корисна для здоров'я, сафлор не є популярною культурою через низький вміст олії та економічну цінність. Вченими галузі рослинництва було зроблено багато зусиль, щоб збільшити вміст олії, а також її склад у сафлорі. Завдяки своїй високій харчовій цінності сафлор має великий потенціал, щоб відігравати важливу роль у нутрицевтичній та фармацевтичній промисловостях [47].

Насіння високоолеїнового сафлору підходить для гіпохолестеринових дієт, для смаження та приготування заморожених продуктів. Сафлорова олія дуже стійка до високих температур і не виділяє диму та неприємного запаху під час смаження. Її консистенція також не змінюється при низьких температурах, що робить її особливо придатною для використання в охолоджених продуктах. Салатні заправки з сафлорової олії залишаються стабільними та задовільними до -12 °С.

У всьому світі сафлор в основному вирощують для отримання харчової олії для приготування їжі, салатної олії та маргарину. У заможних країнах дослідження, пов'язані зі здоровим харчуванням, зросли щодо попиту на олію, яка має високий вміст поліненасичених/насичених кислот серед усіх доступних олій [1].

Це спонукає дослідників до вивчення питання щодо переробки насіння сафлору в харчову олію, бо її склад у насінні сафлору може сягати до 50 %. Це і навело нас на думку дослідити процес видобування олії із насіння сафлору вітчизняної селекції.

Метою наших досліджень сформовано визначення впливу температури пресування насіння сафлору на вихід та якість олії. Для досягнення зазначеної мети визначено наступні завдання (рис. 3.1).

3.2 Асортиментний аналіз сафлорової олії, представленої на ринку України

Так як насіння сафлору є малопоширеним насінням олійних культур, вирішено проаналізувати асортимент сафлорової олії, представленої на ринку України (табл. 3.1).

Як бачимо з табл. 3.1, асортимент сафлорової олії дуже малий – всього 9 виробників, при чому всього один виробник з проаналізованої кількості з України. Відсотковий розподіл ринку сафлорової олії за країнами-виробниками, яку можна придбати в Україні, наведено на рис. 3.2. Дослідження процесу видобування сафлорової олії та його інтенсифікація дозволить розширити

виробництво сафлорової олії вітчизняним операторами ринку, які виробляють рослинні олії, особливо нішеві.

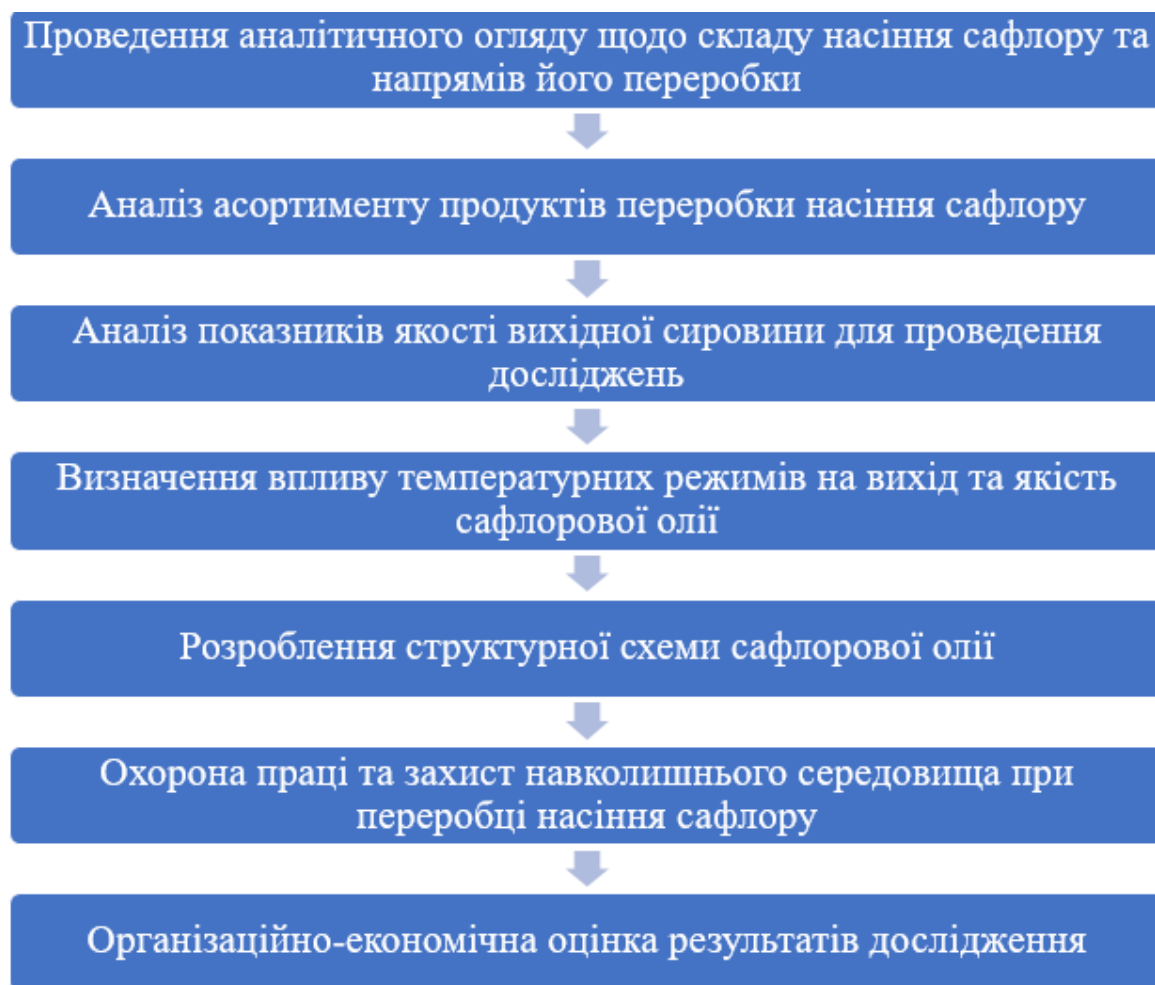


Рисунок 3.1 – Завдання кваліфікаційної роботи

Таблиця 3.1 – Асортимент сафлорової олії, представленої на ринку України

№	Назва продукту	Виробник	Країна	Ціна олії, грн/л
1	2	3	4	5
1.	Сафлорова олія холодного віджиму (сиродавлена) нерафінована (у скляній тарі)	ТМ «Земледар»	Україна	868
2.	Сафлорова олія холодного віджиму (сиродавлена)	ТМ «Земледар»	Україна	818

	нерафінована (у пластиковій тарі)			
--	-----------------------------------	--	--	--

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5
3.	Сафлорова олія	DSM	Німеччина	320
4.	Олія Biologicoils для смаження органічна	Casa Rinaldi	Італія	674
5.	Сафлорова олія органічна Bioagris Bio	BioAgros	Греція	1960
6.	Сафлорова олія холодного віджиму	Oleofarm	ЄС, Австралія, Індія	1980
7.	Сафлорова олія для шкіри, Pure Safflower Oil	Life-Flo	США	3345
8.	Сафлорова олія органік нерафінована	Eden Foods	США	3460
9.	Сафлорова олія	Мило опт	Німеччина	206
10.	Сафлорова олія	–	Німеччина	748



Рисунок 3.2 – Аналіз асортименту сафлорової олії, представленої на українському ринку

3.3 Дослідження динаміки зміни виходу та якості олії при різній температурі пресування насіння сафлору

Видобування олії з насіння сафлору проводили при температурі пресування 60–120 °C із кроком у 10 °C. Визначали вплив температури пресування насіння сафлору на вихід неочищеної, очищеної (фільтрованої) олії (рис. 3.3), макухи (рис. 3.4) та осаду після фільтрування, а також на кислотне і пероксидне число сафлорової олії та залишковий вміст олії у макусі. Одержані результати наведено в табл. 3.2 та 3.3.

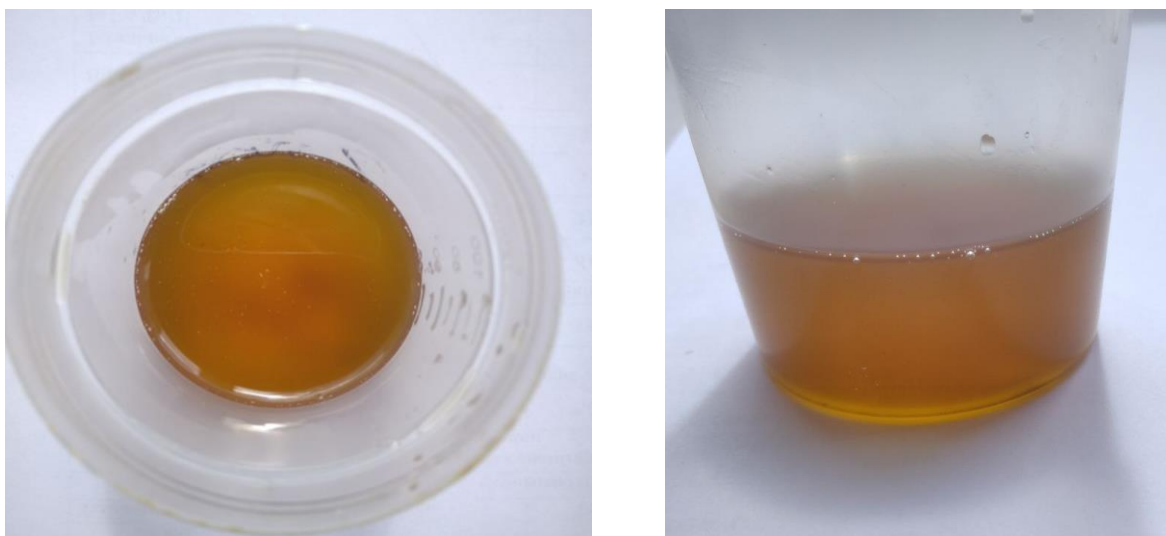


Рисунок 3.3 – Олія сафлорова, отримана на лабораторному шнековому пресі



Рисунок 3.4 – Макуха, отримана після пресування насіння сафлору

Таблиця 3.2 – Вихід сафлорової олії та супутніх продуктів, одержаних при її видобуванні

Вихід, %	Температура пресування насіння сафлору, °C						
	60	70	80	90	100	110	120
Нефільтрованої олії	17,9	19,0	19,1	19,3	19,4	19,7	19,8
Макухи	77,4	75,6	75,6	75,2	75,6	76,0	75,4
Фільтрованої олії	14,3	15,4	15,5	15,5	16,2	16,2	16,4
Осаду	1,6	1,6	1,6	1,5	1,2	1,2	1,2

На рис. 3.5 зображено отримані графіки залежностей виходу неочищеної та очищеної (фільтрованої) олії від температури пресування насіння сафлору.

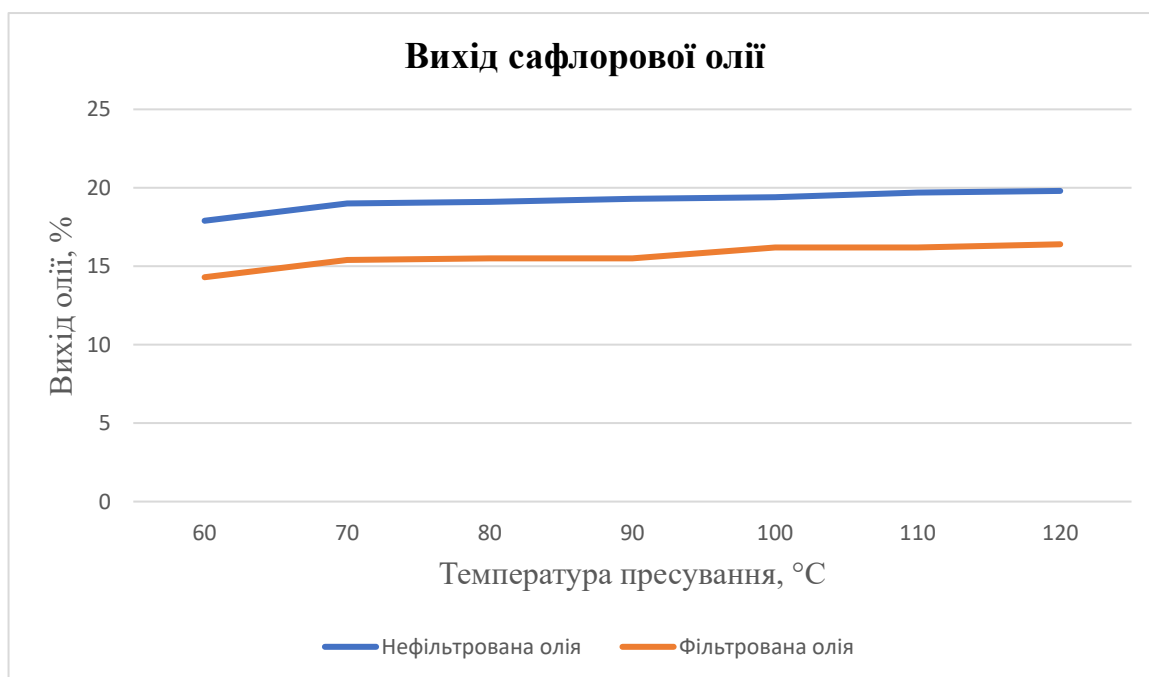


Рисунок 3.5 – Залежність виходу олії від температури пресування насіння сафлору

Із даних табл. 3.2 та рис. 3.5 видно, що вихід олії (фільтрованої і нефільтрованої) зі зростанням температури пресування насіння сафлору від 60 до 120 °C поступово збільшується. Залишковий вміст олії у макусі після пресування

насіння сафлору наведений у табл. 3.3 та на рис. 3.6. Найвищий вихід фільтрованої олії 16,4 % отримали при температурі пресування насіння сафлору 120 °С. Виробничі втрати при видобуванні сафлорової олії коливалися від 4,3 до 5,5 %, а при фільтруванні олії – від 2,0 до 2,3 %. Залежності впливу температурних режимів на кількість виробничих втрат при фільтруванні та пресуванні не прослідковується.

Таблиця 3.3 – Залишковий вміст олії у дослідних зразках сафлорової макухи

№ з/п	Показник	Зразок №						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Залишковий вміст олії, %	9,41	9,36	9,01	8,79	6,78	6,78	5,85

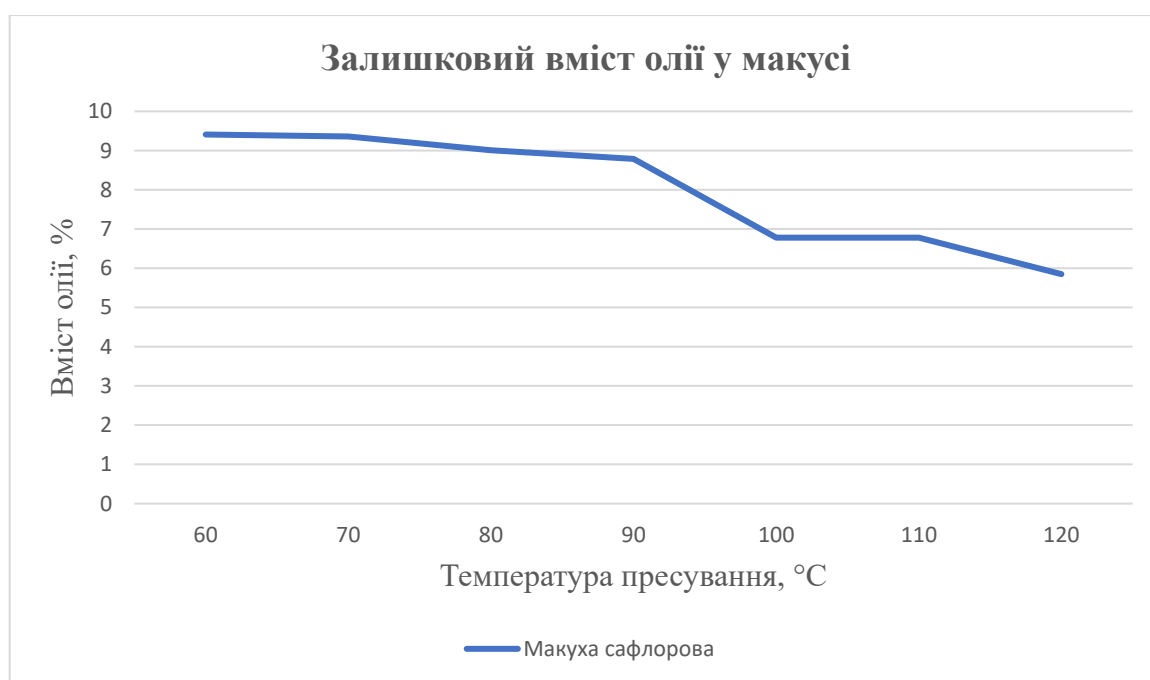


Рисунок 3.6 – Залежність залишкового вмісту олії у макусі від температури пресування насіння сафлору

Із даних табл. 3.3 та рис. 3.6 бачимо, що залишковий вміст олії у дослідних зразках макухи становить 5,85–9,41 %: зі збільшенням температури пресування насіння сафлору він зменшується, що корелюється з отриманими даними щодо

виходу олії. Отже, при збільшенні температури пресування насіння сафлору олія методом пресування видобувається краще, крім того за даними літературних джерел [1] вона є стабільною до високих температур.

На органолептичні показники якості олії температура пресування не впливала. Олія мала золотистий колір, приємний горіховий смак з легкою гірчинкою, запах, властивий насінню сафлору, слабо виражений.

Отримані результати визначення кислотного та пероксидного числа дослідних зразків сафлорової олії наведено в табл. 3.4.

Кислотне число дослідних зразків амарантової олії коливається в межах від 2,9 до 3,2 мг КОН/г, а пероксидне – від 8,3 до 8,5 ммоль (1/2 O)/кг, тобто вплив температури пресування насіння сафлору на підвищення показників кислотного та пероксидного числа олії є мінімальним. Складно оцінити рівень кислотного і пероксидного чисел сафлорової олії, так як відсутня нормативна документація на даний вид продукту. Отримані показники, як на нашу думку, є трохи завищеними, але це випливає з якості вихідної сировини.

Таблиця 3.4 – Кислотне та пероксидне число зразків сафлорової олії

Показник	Температура пресування насіння сафлору, °С						
	60	70	80	90	100	110	120
Кислотне число, мг КОН/г	2,9	2,9	3,1	3,1	3,2	3,2	3,2
Пероксидне число, ммоль (1/2 O)/кг	8,3	8,3	8,3	8,5	8,5	8,5	8,5

За отриманими результатами раціональною обираємо технологію видобування олії при температурі пресування насіння амаранту 120 °С, тобто з найбільшим виходом. На рис. 3.7 зображено блок-схему виробництва олії з насіння амаранту.

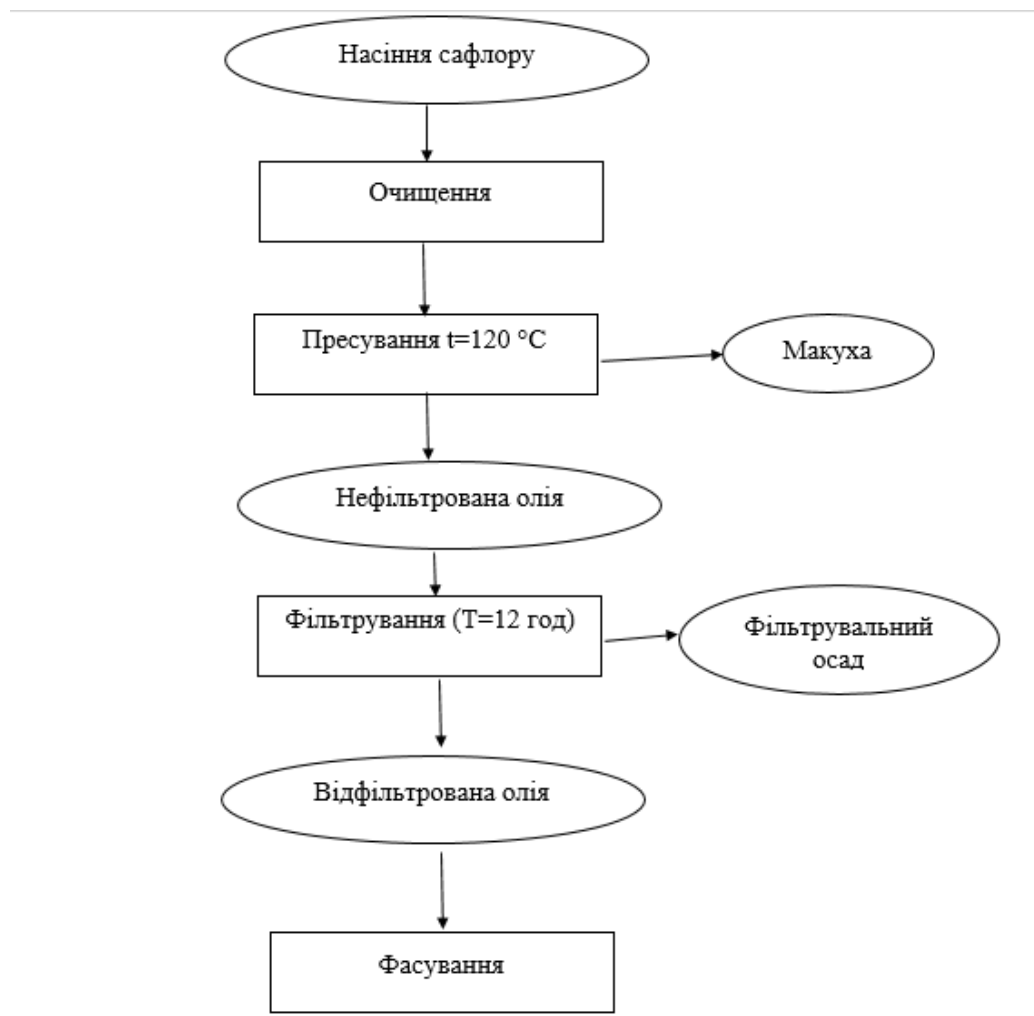


Рисунок 3.7 – Блок-схема виробництва олії з насіння сафлору

Висновки за розділом

Асортимент сафлорової олії дуже малий – всього 9 виробників, при чому всього один виробник з проаналізованої кількості з України. Дослідження процесу видобування сафлорової олії та його інтенсифікація, дозволить розширити виробництво сафлорової олії вітчизняним операторами ринку, які виробляють рослинні олії, особливо нішеві.

Вихід олії (фільтрованої і нефільтрованої) зі зростанням температури від 60 до 120 °C поступово збільшувався. Найвищий вихід фільтрованої олії 16,4 % отримали при температурі пресування насіння сафлору 120 °C. Виробничі втрати при видобуванні сафлорової олії коливалися від 4,3 до 5,5 %, а при фільтруванні олії – від 2,0 до 2,3 %. Залежності впливу температури пресування на кількість

виробничих втрат при фільтруванні та пресуванні не прослідковувалося. Залишковий вміст олії у дослідних зразках макухи становив 5,85–9,41 %: зі збільшенням температури пресування насіння сафлору він зменшувався, що корелюється з отриманими даними щодо виходу олії. Отже, при збільшенні температури пресування насіння сафлору олія методом пресування видобувалася краще.

На органолептичні показники якості олії температура пресування насіння сафлору не впливала. Олія мала золотистий колір, приємний горіховий смак з легкою гірчинкою, запах, властивий насінню сафлору, слабо виражений.

Кислотне число дослідних зразків амарантової олії коливалося в межах від 2,9 до 3,2 мг КОН/г, а пероксидне– від 8,3 до 8,5 ммоль (1/2 O)/кг. Складно було оцінити рівень кислотного і пероксидного чисел сафлорової олії, так як відсутня нормативна документація на даний вид продукту. Отримані показники, як на нашу думку, є трохи завищеними, але це випливає з якості вихідної сировини.

За отриманими результатами раціональною обираємо технологію видобування олії при температурі пресування насіння амаранту 120 °С, тобто з найбільшим виходом.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

На багатьох підприємствах виробництво пов'язане з частим впливом шкідливих умов на працівників. Шкідливі виробничі фактори на різних підприємствах мають різне походження. Шкідливі виробничі фактори поділяють на групи: фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні (можна віднести важкі та напружені умови праці).

Попри всі заходи, направлені на нейтралізацію шкідливого впливу факторів, неможливо створити ідеальні умови праці [48].

На харчових підприємствах зустрічаються такі шкідливі виробничі фактори:

- Виділення великої кількості пилу при переміщенні сировини;
- Підвищений шум у подрібнювальних відділеннях, пляшководних цехах, тощо;
- Значні тепловиділення в цехах, де використовують термічне обладнання тощо.

Наявність пилу на підприємствах харчової та зернопереробної промисловості небезпечна вибухонебезпечністю і при тривалому впливі може призвести до професійних захворювань. Наявність мокрих підлог у вологих цехах може призвести до падінь та синців.

Небезпеку становлять обертові частини машин і механізмів, які необхідно захищати. Для попередження або зменшення впливу на працюючих небезпечних і шкідливих виробничих факторів, засобів індивідуального захисту застосовують установку огорож і їх блокування електродвигуном, вентиляційним пристроєм тощо, які повинні бути обрані з урахуванням конкретних вимог безпеки, для даного процесу або виду роботи.

Зниження вібрації та шуму на робочих місцях досягається низкою заходів: ослабленням вібрації і шуму в джерелі їх утворення конструктивними, технологічними й експлуатаційними рішеннями, штучне збільшення втрат енергії в системі (вібрація і звукопоглинання); зниження інтенсивності вібрацій і шуму

на шляху їх поширення (вібро- і звукоізоляція); використання засобів індивідуального захисту [49].

У лабораторії, де проводили дослідження по магістерській роботі, є обладнання для видобування рослинної олії, лабораторний посуд, вагове обладнання та водонагрівач. В цілому лабораторія відповідає вимогам пожежної безпеки та охорони праці і має задовільні умови для проведення дослідницьких робіт. Так як напрямом магістерського дослідження є олійна галузь, було розроблено картку безпеки для операторів лінії з виробництва сафлорової олії (рис. 4.1).

У процесі отримання рослинних олій утворюється значна кількість відходів і побічних продуктів. Побічні продукти виробництва рослинної олії, такі як макуха, шрот, відходи від очищення олії вважають важливими економічним ресурсом через їх низьку вартість і високий вміст біоактивних сполук, які доступні у великих кількостях. Такі побічні продукти являють собою цінні можливості для харчової промисловості, оскільки багаті фітонутрієнтами фракції, отримані з побічних продуктів, дуже бажані для використання в якості харчових інгредієнтів у досягненні доданої вартості харчових продуктів. Таким чином, поточна тенденція застосування принципів циркулярної економіки спрямована на зменшення утворення відходів і використання харчових ресурсів для отримання біоактивних сполук, які становлять інтерес для промисловості, а також на гармонізацію концепцій сільськогосподарської та харчової промисловості з метою забезпечення благополуччя майбутніх поколінь [50].

Значна частина відходів може бути збільшена для отримання побічних продуктів, які будуть використовуватися як паливо, добрива або інші проміжні або кінцеві продукти (наприклад, для косметичної та фармацевтичної промисловості), але кількість і специфічні характеристики цих побічних продуктів також залежить від кліматичних умов та методів виробництва [51].


<p>1. Загальна інформація</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Місце роботи – лінія з виробництва сафлорової олії. 2. Вид робіт – вилучення сафлорової 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 недоліки 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 продукцію, 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.
<p>Контакти служб екстреної допомоги</p>	
<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 оператора лінії з виробництва сафлорової олії

Величезна кількість відходів означає значну втрату ресурсів, як матеріалів, так і енергії. Крім того, додаткові тверді відходи є результатом спроби вирішити інші проблеми навколишнього середовища, наприклад забруднення води та повітря, що знову тягне за собою нові проблеми, такі як осад стічних вод і залишки від очищення димових газів. Крім кількості відходів, негативний вплив на навколишнє середовище можуть мати небезпечні речовини в потоках відходів [52].

Загалом, заходи контролю забруднення шляхом модифікації процесу, або шляхом очищення стічних вод на місці зазвичай вживають з однієї або кількох причин:

- Відновлення матеріалів для повторного використання або для використання як побічних продуктів із доданою вартістю;
- Зменшення споживання води шляхом повторного використання очищених стоків для технологічних операцій, які не вимагатимуть високоякісної води;
- Відповідати стандартам, виданим відповідними органами влади, щодо скидання в каналізаційну систему або водоприймач;
- Зменшити плату за промислові стоки, які стягують муніципальні органи влади для покриття витрат на очищення та утилізацію за межами підприємства [53].

Висновки за розділом

На багатьох харчових підприємствах виробництво пов'язане з частим впливом шкідливих умов на працівників, олійна галузь не є виключенням. Розроблено картку безпеки праці для операторів ліній з виробництва сафлорової олії. Розглянуті варіанти відходів від виробництва рослинних олій і шляхи їх подальшої переробки. Наведені варіанти впливу на навколишнє середовище та варіанти його нівелювання.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Переробка насіння сафлору на сьогодні є перспективною, тому ми вирішили зосередити наші дослідження саме на ній.

Перелік робіт при проведенні дослідження магістерської роботи з обґрунтування технології виробництва олії сафлорової наведена 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	2
1-2	Огляд літературних джерел	8
2-3	Характеристика та методологія експериментальних досліджень	5
3-4	Експериментальна частина	9
4-5	Охорона праці та захист навколишнього середовища	2
4-6	Організаційно-економічна частина	2
5-7	Загальні висновки та пропозиції	1
6-8	Бібліографія	1
8-9	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	2
	Всього	29

Отже, для того, щоб виконати всі поставлені завдання магістерської роботи, необхідно витратити 29 днів.

Витрати, пов'язані з проведенням дослідження 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. 5.2.

Таблиця 5.2 – Необхідна кількість матеріалів та їх вартість

№ з/п	Найменування матеріалів, одиниці	Ціна за одиницю, грн	Кількість	Сума, грн
1	Насіння сафлору, кг	120,00	4	480,00
2	Ємність для зразків олії, шт	9,00	21	189,00
			Всього	669,00

Результати розрахунку заробітної плати керівника наукового дослідження наведені в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Керівник кваліфікаційної роботи	13096,44	74,41	10	744,10
			Всього	744,10

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

$$H = \frac{744,10 \cdot 22}{100} = 163,70 \text{ грн} \quad (5.2)$$

Затрати на витрачену електроенергію визначали за формулою (5.3):

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

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.);

$a = 7,32$ грн./(кВт/год.).

Під час проведення дослідження використане наступне електрообладнання:

- лабораторні ваги;
- млин лабораторний ЛЗМ-1;
- шафа сушильна СЕШ-3М;
- шнековий прес Oil Extractor OP-600М;
- ноутбук.

Результати розрахунків витрат на електроенергію наведені в табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Результати розрахунків витрат на електроенергію

Обладнання	Потужність обладнання, кВт	Час роботи обладнання, год	Витрати на електроенергію, грн
1	2	3	4
Лабораторні ваги	0,012	1,0	0,07
Млин лабораторний ЛЗМ-1	0,22	0,2	0,29
Шафа сушильна СЕШ-3МК	1,2	3,0	23,72
Шнековий прес Oil Extractor OP-600М	0,6	4,5	17,79
Ноутбук	0,02	60	7,91
Всього			49,78

Витрати на амортизацію обладнання знаходили за формулою (5.4):

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

де А – амортизаційні відрахування, грн;

Φ – вартість обладнання, грн;

Н – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на даному обладнанні, днів;

365 – кількість днів у році.

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведені в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
1	2	3	4	5
Лабораторні ваги	11670,00	10	0,04	0,13
Млин лабораторний ЛЗМ-1	4200,00	10	0,008	0,01
Шафа сушильна СЕС-3МК	27000,00	15	0,13	1,44
Шнековий прес Oil Extractor OP-600M	14590,00	15	0,19	1,14
Ноутбук	17450,00	25	2,5	29,88
Всього				32,60

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

$$\frac{744,10 \cdot 80}{100} = 595,28 \text{ грн}$$

Кошторис витрат на проведення дослідження наведений в табл. 5.6.

Таблиця 5.6 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн
Основні матеріали	669,00
Заробітна плата	744,10
Нарахування на заробітну плату	163,70
Електроенергія	49,78
Амортизація	32,60
Накладні витрати	595,28
Додаткові витрати	2556,00
Всього	4810,46

Найбільшими серед усіх видатків вийшли додаткові витрати (сплата за послуги лабораторії, де визначали залишковий вміст олії в макусі, кислотне та пероксидне число сафлорової олії) – 2556,00 грн, а також видатки на заробітну плату керівника (744,10 грн).

Вартість дослідження визначали за формулою (5.5):

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

де Ц – вартість дослідження, грн;

C – витрати на дослідження, грн;

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

$$Ц = 4810,46 + \frac{30 \cdot 4810,46}{100} = 6253,60 \text{ грн}$$

Видатки на проведені дослідження кваліфікаційної роботи становили 6253,60 грн.

Висновки за розділом

Згідно з результатами розрахунків, найбільші витрати за період дослідження склали 2556,00 грн. на послуги лабораторії, у якій проводили додаткові дослідження та 744,10 грн. на оплату праці. Загальна вартість дослідження становить 6253,60 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Сафлор – це стародавня культура, яка походить з Близького Сходу. Він є другорядною культурою в усьому світі в порівнянні з іншими олійними культурами. Насіння сафлору містить у своєму складі 25–50 % олії, 10–22 % протеїну, 11–40 % клітковини, 1,5–7 % золи. Сафлорова олія містить близько 4–8 % пальмітинової, 1,5–3 % стеаринової, 8–78 % олеїнової та 13–87 % лінолевої, 0,1–0,2 % міристинової, 0,01–0,2 % пальмітоолеїнової, 0,1–0,9 % ліноленової кислот. У даний час сафлорову олію широко використовують в харчовій промисловості, тому дослідження, пов'язані з її виробництвом є актуальними на сьогодні.

2. Асортимент сафлорової олії, представлений на ринку України, дуже малий – всього 9 виробників, при чому всього один виробник з проаналізованої кількості з України. Дослідження процесу видобування сафлорової олії та його інтенсифікація, дозволить розширити виробництво сафлорової олії вітчизняним операторами ринку, які виробляють рослинні олії, особливо нішеві.

3. У дослідженні використовували сафлор сорту Добриня з наступними показниками якості: вологість – 4 %, вміст сміттевої домішки – 0,48 %, вміст олійної домішки – 0,02 %, вміст олії – 28,9 %, кислотне число олії – 2,8 мг КОН/г, пероксидне число – 8,3 ммоль (1/2 O)/кг. Жирнокислотний склад, вміст кислоти у % по відношенню до загальної кількості кислот: пальмітинова – 4,11, стеаринова – 1,49, олеїнова – 36,89, лінолева – 56,84, ліноленова – 0,62.

4. Вихід олії (фільтрованої і нефільтрованої) зі зростанням температури від 60 до 120 °C поступово збільшувався. Найвищий вихід фільтрованої олії 16,4 % отримали при температурі пресування насіння сафлору 120 °C. Виробничі втрати при видобуванні сафлорової олії коливалися від 4,3 до 5,5 %, а при фільтруванні олії – від 2,0 до 2,3 %. Залежності впливу температури пресування на кількість виробничих втрат при фільтруванні та пресуванні не прослідковувалося. Залишковий вміст олії у дослідних зразках макухи становив 5,85–9,41 %: зі збільшенням температури пресування насіння сафлору він

зменшувався, що корелюється з отриманими даними щодо виходу олії. Отже, при збільшенні температури пресування насіння сафлору олія методом пресування видобувалася краще.

На органолептичні показники якості олії температура пресування насіння сафлору не впливала. Олія мала золотистий колір, приємний горіховий смак з легкою гірчинкою, запах, властивий насінню сафлору, слабо виражений.

Кислотне число дослідних зразків амарантової олії коливалося в межах від 2,9 до 3,2 мг КОН/г, а пероксидне— від 8,3 до 8,5 ммоль (1/2 O)/кг. Складно було оцінити рівень кислотного і пероксидного чисел сафлорової олії, так як відсутня нормативна документація на даний вид продукту. Отримані показники, як на нашу думку, є трохи завищеними, але це виплавало з якості вихідної сировини.

За отриманими результатами раціональною обираємо технологію видобування олії при температурі пресування насіння амаранту 120 °С, тобто з найбільшим виходом.

5. На багатьох харчових підприємствах виробництво пов'язане з частим впливом шкідливих умов на працівників, олійна галузь не є виключенням. Розроблено картку безпеки праці для операторів ліній з виробництва сафлорової олії. Розглянуті варіанти відходів від виробництва рослинних олій і шляхи їх подальшої переробки. Наведені варіанти впливу на навколишнє середовище та варіанти його нівелювання.

6. Згідно з результатами розрахунків, найбільші витрати за період дослідження склали 2556,00 грн. на послуги лабораторії, у якій проводили додаткові дослідження та 744,10 на оплату праці. Загальна вартість дослідження становить 6253,60 грн.

На рахунок подальших досліджень за даною темою перспективним буде вивчити ефект від додаткових операцій при добуванні сафлорової олії, наприклад обрушення насіння сафлору з метою нівелювання гіркуватого присмаку у готовому продукті, подрібнення насіння, його гідротермічне оброблення тощо; вплив температури пресування насіння сафлору на жирнокислотний склад олії та окисну стабільність; склад сафлорової макухи та можливі шляхи її використання.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ekin Z. et al. Resurgence of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) utilization: A global view. *Journal of Agronomy*. 2005. Vol. 4, Is. 2. P. 83–87.
2. Emongor V. et al. Safflower production. Gaborone: Botswana University of Agriculture and Natural ResourcesI. 2017.
3. Dajue L., Mündel H.-H. Safflower. *Carthamus tinctorius* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. *Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute*, 1996. P. 7, Rome, Italy.
4. Katkade M.B. et al. Fatty acid profile and quality assessment of safflower (*Carthamus tinctorius*) oil at region. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2018. Vol. 7, Is. 2. P. 3581–3585.
5. Gomashe S.S. et al. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.): An underutilized crop with potential medicinal values. *Annalis of Phytomedicine*. 2021. Vol. 10, Is. 1. P. 242–248.
6. Abou Chehade L., Angelini L.G. & Tavarini S. Genotype and seasonal variation affect yield and oil quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under Mediterranean conditions. *Agronomy*. 2022. Vol. 12, Is. 1. P. 122.
7. Сафлор. *Агробізнес сьогодні*: веб-сайт. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/111-saflor.html> (дата звернення: 15.11.2024).
8. Pace M.G., Israelsen C.E., Creech E. & Allen N. Growing safflower in Utah. 2015.
9. Khalid N. et al. 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. P. 176–186.
10. Mihaela P. et al. Perspectives of safflower oil as biodiesel source for South Eastern Europe (comparative study: Safflower, soybean and rapeseed). *Fuel*. 2013. Vol. 111. P. 114–119.

11. Çamaş N., Çırak C. & Esenal E. Seed yield, oil content and fatty acids composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) grown in northern Turkey conditions. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*. 2007. Vol. 22, Is. 1. P. 98–104.
12. Berglund D.R., Riveland N. & Bergman J. Safflower production. 1998.
13. Ведмедєва К.В., Поляков О.І., Леус Т.В., Алєєва О.Ю., Нікітенко О.В. Сафлор: монографія. Київ: Аграрна наука, 2022. 160 с.
14. Культура сафлор красильний (особливості вирощування та зберігання). *Аграрії разом*: веб-сайт. URL: <https://agrarii-razom.com.ua/culture/saflor-krasilniy> (дата звернення: 16.11.2024).
15. Ghareeb S. Yield and Yield Components of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) As Affected by. 2024.
16. Sajid M. et al. How Climate Variability Affects Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Yield, Oil, and Fatty Acids in Response to Sowing Dates. *Horticulturae*. 2024. Vol. 10, Is. 6. P. 539
17. Coşge B., Gürbüz B. & Kiralan M. Oil content and fatty acid composition of some safflower (*Carthamus tinctorius* L.) varieties sown in spring and winter. *International Journal of Natural & Engineering Sciences*. 2007. Vol. 1. P. 11–15
18. Хоміна В., Іванишин О., Вітровчак Л. Методичні рекомендації для виконання лабораторних занять та організації самостійної роботи здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 201 «Агрономія» з дисципліни «Технічні культури». 2024.
19. Єременко О.А. Агробіологічні основи формування продуктивності олійних культур (*Helianthus annuus* L., *Carthamus tinctorius* L., *Linum usitatissimum* L.) в Південному Степу України: дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.09. 2018.
20. Cheng H. et al. Genetic diversity, clinical uses, and phytochemical and pharmacological properties of safflower (*Carthamus tinctorius* L.): an important medicinal plant. *Frontiers in Pharmacology*. 2024. Vol. 15. P. 1374680.
21. de Paula Queiroga V., Girão Ê.G. & de Albuquerque E.M.B. Cártamo (*carthamus tinctorius* l.) tecnologias de plantio e utilização.

22. Franchini M.C. et al. Fruit development of two high oleic safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars. *ФЫТОН-Revista Internacional de Botánica Experimental*. 2014. Vol. 83, Is. 2. P. 379–388.
23. Мироненко Л.С., Перевалов Л.І., Тимченко В.К., Арутюнян Т.В. Технологічні та економічні аспекти переробки насіння сафлору вітчизняних сортів. *Наука і студія*. 2020. №2 (204). 12 с.
24. Kim S.K., Kim H.J., Jeong B.H., Cha J.Y. & Cho Y.S. Properties of the chemical composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Korean J. Life Sci*. 2000. Vol. 5. P. 431–435.
25. Salaberría F., Constenla D., Carelli A.A. & Carrín M.E. Chemical Composition and Physical Properties of High Oleic Safflower Oils (*Carthamus tinctorius*, Var. CW88-OL and CW99-OL). *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 2016. Vol. 93, Is. 10. P. 1383–1391.
26. Tinctorius L. Lipid composition and oxidative stability of oils in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seed varieties grown in Iran. *Advances in Environmental Biology*. 2011. Vol. 5, Is. 5. P. 897–902.
27. Vosoughkia M., Hossainchi G.L., Ghavami M., Gharachorloo M. & Delkhosh B. Evaluation of oil content and fatty acid composition in seeds of different genotypes of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). 2011. P. 59–66.
28. Махова Т.В., Макаренко Л.О., Ведмедєва К.В. Випробування зразків сафлору (*Carthamus tinctorius* L.) за ознаками врожайності та олійності. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2017. №24. С. 94–101.
29. Tultabaev M., Chomanov U., Tultabaeva T., Shoman A., Dodaev K., Azimov U. & Zhumanova U. Identifying patterns in the fatty-acid composition of safflower depending on agroclimatic conditions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2022. Vol. 2, Is. 11. P. 116.
30. Liu L., Guan L.L. & Yang Y.X. A review of fatty acids and genetic characterization of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seed oil. *World Journal of Traditional Chinese Medicine*. 2016. Vol. 2, Is. 2. P. 48–52.

31. Hussain M.I., Lyra D.A., Farooq M., Nikoloudakis N. & Khalid N. Salt and drought stresses in safflower: a review. *Agronomy for sustainable development*. 2016. Vol. 36. P. 1–31.
32. Sabzalian M.R., Saeidi G. & Mirlohi A. Oil content and fatty acid composition in seeds of three safflower species. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 2008. Vol. 85, Is. 8. P. 717–721.
33. Yeilaghi H., Arzani A., Ghaderian M., Fotovat R., Feizi M. & Pourdad S.S. Effect of salinity on seed oil content and fatty acid composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes. *Food chemistry*. 2012. Vol. 130, Is. 3. P. 618–625.
34. Mani V., Lee S.K., Yeo Y. & Hahn B.S. A metabolic perspective and opportunities in pharmacologically important safflower. *Metabolites*. 2020. Vol. 10, Is. 6. P. 253.
35. Teotia D.S., Kumar A., Kumar V. & Singh S. Agro-ecological characteristics and ethanobotanical significance of safflower (*Carthamus tinctorius* L.): An overview. *Science*. 2002. Vol. 2, Is. 3. P. 228–231.
36. Lee Y.C., Oh S.W., Chang J. & Kim I.H. Chemical composition and oxidative stability of safflower oil prepared from safflower seed roasted with different temperatures. *Food chemistry*. 2004. Vol. 84, Is. 1. P. 1–6.
37. Giachino R.R.A. Evaluation of Some Local and Registered Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Varieties Based on SRAP Markers *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*. 2023. Vol. 26, Is. 6. P. 1325–1336.
38. Особливості вирощування сафлору. *Агрономія сьогодні*: веб-сайт. URL: <https://agronomy.com.ua/statti/nishevi-kultury/888-osoblyvosti-vyroshchuvannia-safloru.html> (дата звернення: 16.11.2024).
39. Riam J Singh. Genetic Resources, Chromosome Engineering, and Crop Improvement. 2006. Vol. 4, Is. 6. P. 167–187.
40. ДСТУ 4811:2007. Насіння олійних культур. Методи визначення вологості. [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 10 с.

41. ДСТУ 4138–2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. [Чинний від 2004-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 178 с.

42. ДСТУ ISO 5508–2001. Жири та олії тваринні і рослинні. Аналізування методом газової хроматографії метилових ефірів жирних кислот (ISO 5508:1990, IDT). [Чинний від 2003-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2002. 14 с.

43. ДСТУ 7458:2013. Продукти білкові рослинного походження. Макухи та шроти. Метод визначання вмісту жиру. [Чинний від 2014-09-01]. Вид. офіц. Київ: Мінекономрозвитку України, 2015. 10 с.

44. ДСТУ 4350:2004. Олії. Методи визначання кислотного числа (ISO 660:1996, NEQ). [Чинний від 2005-10-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 11 с.

45. ДСТУ 4570:2006. Жири рослинні та олії. Метод визначання пероксидного числа. [Чинний від 2008-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 9 с.

46. Rakhimov K. D. & Turgumbayeva A.A. Prospects for the use of safflower (*carthamus tinctorius* l) in ophthalmology. *Науковий журнал «Доповіді НАН РК»*. 2020. Vol. 2. P. 29–35.

47. Sharma M., Bhardwaj V., Goswami P., Kalra A., Palchamy K., Jagannath A. & Goel S. Increasing Nutraceutical and Pharmaceutical Applications of Safflower: Genetic and Genomic Approaches. In: *Compendium of Crop Genome Designing for Nutraceuticals*. Singapore: Springer Nature Singapore. 2023. P. 545–567.

48. Класифікація небезпечних і шкідливих виробничих факторів. *Охорона праці і пожежна безпека* : веб-сайт. URL: <https://oppb.com.ua/articles/klasyfikaciya-nebezpechnyh-i-shkidlyvyh-vyrobnychyh-faktoriv> (дата звернення: 06.12.2024).

49. Bakhridinova N.M. Harmful Production Factors and Safety Regulations in the Food Industry. *The Peerian Journal*. 2022. Vol. 6. P. 111–115.

50. Smeu I., Dobre A. A., Cucu E. M., Mustătea G., Belc N. & Ungureanu E.L. Byproducts from the vegetable oil industry: The challenges of safety and sustainability. *Sustainability*. 2022. Vol. 14, Is. 4. P. 2039.

51. Salomone R. & Ioppolo G. Environmental impacts of olive oil production: a Life Cycle Assessment case study in the province of Messina (Sicily). *Journal of cleaner production*. 2012. Vol. 28. P. 88–100.

52. Herrmann C., Blume S., Kurle D., Schmidt C. & Thiede S. The positive impact factory–transition from eco-efficiency to eco–effectiveness strategies in manufacturing. *Procedia Cirp*. 2015. Vol. 29. P. 19–27.

53. Willey R. Fats, oils, and greases: the minimization and treatment of wastewaters generated from oil refining and margarine production. *Ecotoxicology and environmental safety*. 2001. Vol. 50, Is. 2. P. 127–133.

ДОДАТКИ

Сорти сафлору за даними Індійського інституту досліджень олійних культур

Назва сорту	Рік випуску	Розроблено	Спосіб розмноження	Вміст олії, %
Гібриди:				
DSH-129	1997	ICAR – Індійський інститут досліджень олійних культур, Хайдарабад	Перехресне запилення	30
МКН-11	1997	МАХИКО, Яльна	Перехресне запилення	28
NARI-NH-1 (PH6)	2002	Центр AICRP (сафлор), Німбкар, Інститут сільськогосподарських досліджень, Фалтан	Перехресне запилення	30
NARI-H-15	2005	Центр AICRP (сафлор), Німбкарський сільськогосподарський науково-дослідний інститут, Фалтан	Перехресне запилення	28
MRSA-521	2006	МАХИКО, Яльна	Перехресне запилення	27
NARI-H-23	2013	Центр AICRP (сафлор), Німбкарський сільськогосподарський науково-дослідний інститут, Фалтан	Перехресне запилення	31

DSH-185	2013	ICAR – Індійський інститут досліджень олійних культур, Гайдарабад	Перехресне запилення	28-29
Різновиди:				
A-300	1957	Центр AICRP (сафлор), Станція сільськогосподарських досліджень, Аннігері, Університет сільськогосподарських наук, Дарвад	Самозапилення	28-30
Annigeri-1 (A-1)	1969	Центр AICRP (сафлор), Станція сільськогосподарських досліджень, Аннігері, Університет сільськогосподарських наук, Дарвад	Самозапилення	28
Manjira	1976	Центр AICRP (сафлор), професор тандура Джаяшанкар Телангана, державний сільськогосподарський університет, Хайдарабад	Самозапилення	28
S-144	1976	Регіональна сільськогосподарська дослідна станція, Райчур, Університет сільськогосподарських наук, Райчур	Самозапилення	29.5

Tara	1976	Центр AICRP (сафлор) Jalgaon, Mahatma Phule Krishi Vidyapeeth, Rahuri	Самозапилення	28
Type-6503	1977	Уттар-Прадеш	Самозапилення	28
Bhima	1982	Дослідницька станція сухого землеробства, Солапур, Махатма Пхуле Кріші Відьяпет, Рахурі	Самозапилення	28-30
JSF-1	1984	Центр AICRP (Сафлор), Індоре Раджмата Віджаярадже Скіндія Кріші Вішвавідялая, Гваліор	Самозапилення	28-30
Sagarmutyalu	1985	Центр AICRP (сафлор), Тандур, Державний сільськогосподарський університет імені Джаяшанкара Теленгани, Хайдарабад	Самозапилення	28
Malviya Kusum 305	1986	Центр AICRP (Сафлор) Індуїстський університет Банарас Варанасі	Самозапилення	36
Nira	1987	Центр AICRP (сафлор) Німбкарський сільськогосподарський науково-дослідний інститут, Фалган	Самозапилення	28
Girna	1990	Центр AICRP (Сафлор) Дослідницька станція олійних культур, Джалгаон	Самозапилення	28-30

		Махатма Пхуле Кріші Відяпет, Рахурі		
Sharda	1990	Центр AICRP (сафлор) Vasantrao Naik Marathwada Krishi Vidyapeeth, Parbhani	Самозапилення	29
JSI-7	1990	Центр AICRP (Сафлор), Індоре Раджмата Віджаярадже Скіндія Кріші Вішвавідялая, Гваліор	Самозапилення	28
A-2	1997	Центр AICRP (сафлор), Станція сільськогосподарських досліджень, Аннігері, Університет сільськогосподарських наук, Дарвад	Самозапилення	31
JSI-73	1997	Центр AICRP (Сафлор), Індоре Раджмата Віджаярадже Скіндія Кріші Вішвавідялая, Гваліор	Самозапилення	31
NARI-6	2000	Центр AICRP (сафлор) Німбкарський сільськогосподарський науково-дослідний інститут, Фалтан	Самозапилення	30
PBNS-12	2001	Центр AICRP (сафлор) Vasantrao Naik Marathwada Krishi Vidyapeeth, Parbhani	Самозапилення	29

Phule Kusuma	2003	Центр AICRP (Сафлор) Дослідницька станція олійних культур, Махатма Пхуле Кріші Відяпет, Рахурі	Самозапилення	28-29
JSF-97	2004	Центр AICRP (Сафлор), Індоре Раджмата Віджаярадже Скіндія Кріші Вішвавідялая, Гваліор	Самозапилення	30
JSF-99	2004	Центр AICRP (Сафлор), Індоре Віджаярадже Кріші Вішвавідялая, Гваліор	Самозапилення	28-29
AKS-207	2006	AICRP (Сафлор) Центр дослідження олійних культур Доктор Панджабрао Дешмук Кріші Відяпіт Акола	Самозапилення	27-30
PBNS-40	2006	Центр AICRP (сафлор) Vasandrao Naik Marathwada Krishi Vidyapeeth, Parbhani	Самозапилення	27-28
SSF-708	2010	Центр AICRP (Сафлор), Солапур Махатма Пхуле Кріші Відяпіт, Рахурі	Самозапилення	29.1
PKV-Pink	2011	AICRP (Сафлор) Центр дослідження олійних культур Доктор Панджабрао Дешмук Кріші Відяпет, Акола	Самозапилення	30-33
NARI-57	2015	Центр AICRP (сафлор)	Самозапилення	29-30

		Німбкарський сільськогосподарський науково-дослідний інститут, Фалтан		
NARI-96	2016	Центр AICRP (сафлор) Німбкарський сільськогосподарський науково-дослідний інститут, Фалтан	Самозапилення	33.21
SSF-12-40	2019	AICRP (Сафлор), Солапур Махатма Пхуле Кріші Відьяпет, Рахурі	Самозапилення	32.9
ISF-1	2018	ICAR – Індійський інститут досліджень олійних культур, Хайдарабад	Самозапилення	30.5
ISF-764	2018	ICAR – Індійський інститут досліджень олійних культур, Хайдарабад	Самозапилення	30.6
TSF-1	2010	Центр AICRP (сафлор), Тандур, професор Джаяшанкар Телангана, державний сільськогосподарський університет Хайдарабад	Самозапилення	28-29
SSF-13-71	2019	Центр AICRP (Сафлор), Солапур, Махатма Пхуле Кріші Відьяпет, Рахурі	Самозапилення	29.5
CGKusum-1	2020	Центр AICRP (Сафлор), Індіра Ганді Кріші	Самозапилення	32-33

		Вішвавідялая, Райпур		
IGKV Kusum (RSS 2016-03)	2021	Центр AICRP (Сафлор), Індіра Ганді Кріші Вішвавідялая, Райпур	Самозапилення	34.26
Raj Vijay Safflower 14- 1 (RVSAF 14-1)	2019	Центр AICRP (Сафлор), Індаур, Раджмата Віджаярадже Скіндія Кріші Вішвавідялая, Гваліор	Самозапилення	29-30
A-2020 (ANG-17- 102)	2020	Центр AICRP (сафлор), Станція сільськогосподарських досліджень, Аннігері, Університет сільськогосподарських наук, Дарвад	Самозапилення	28.6
DSAF-1 (ANG-18-02)	2021	Центр AICRP (сафлор), Станція сільськогосподарських досліджень, Аннігері, Університет сільськогосподарських наук, Дарвад	Самозапилення	28.2
Raj Vijay Safflower 18- 1 (RVSAF 18-1)	2019	Центр AICRP (Сафлор), Індаур, Раджмата Віджаярадже Скіндія Кріші Вішвавідялая, Гваліор	Самозапилення	39.1
Phule Gold (SSF-15-65)	2020	AICRP (сафлор), Солапур, Махатма Пхуле Кріші Відьяпет, Рахурі	Самозапилення	34.6

Phule Kiran (SSF 16-02)	2020	AICRP (сафлор), Солапур, Махатма Пхуле Кріші Відьяпет, Рахурі	Самозапилення	30.55
----------------------------	------	---	---------------	-------