

**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
ріпакової олії**

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

_____ Ірина ФЕЛЕНКО

Керівник: _____ Наталія СОБА

Рецензент: _____ Ірина ЛЕОНТЮК

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

В.о. завідувача кафедри

харчових технологій,

кандидат технічних наук, доцент

Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«26» грудня 2023 р.

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

Феленко Ірині Миколаївні

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва ріпакової олії».

Керівник роботи: Сова Наталія Анатоліївна, кандидатка технічних наук, доцентка, затверджені наказом закладу вищої освіти від «26» грудня 2023 року № 4085.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи: 13 лютого 2024 року

3. Вихідні дані до роботи: 1) Літературні джерела та періодичні видання. 2) Наукова та науково-технічна документація, що стосується переробки насіння ріпаку. 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 асортименту ріпакової олії. 4) Показники якості вихідної сировини. 5) Вплив температурних режимів процесу вилучення ріпакової олії на її вихід. 6) Вплив температурних режимів процесу вилучення ріпакової олії на її кислотне та пероксидне число. 7) Вплив температурних режимів процесу вилучення ріпакової олії на її жирнокислотний склад. 8) Структурна схема виробництва ріпакової олії. 9) Карта безпеки праці 10) Кошторис витрат на проведення досліджень. 11) Загальні висновки та пропозиції.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 5	доцентка СОВА Наталія	26.12.2023	13.02.2024

7. Дата видачі завдання: «26» грудня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	26.12–27.12.23	виконано
2	Огляд літературних джерел	28.12–07.01.24	виконано
3	Характеристика сировини та методологія експериментальних досліджень	08.01–10.01.24	виконано
4	Експериментальна частина	10.01–21.01.24	виконано
5	Охорона праці та захист навколишнього середовища	22.01–28.01.24	виконано
6	Організаційно-економічна частина	29.01–04.02.24	виконано
7	Загальні висновки та пропозиції, бібліографія	05.02–08.02.24	виконано
8	Підготовка демонстраційного матеріалу	09.02–13.02.24	виконано

Здобувачка вищої освіти _____ Ірина ФЕЛЕНКО
(підпис)

Керівниця роботи _____ Наталія СОВА
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування технології виробництва ріпакової олії».

Кваліфікаційна робота магістра: 72 сторінки друкованого тексту, 10 рисунків та ілюстрацій, 19 таблиць, 3 додатки, 52 літературних джерела.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва олії із насіння ріпаку безерукового.

Метою роботи є визначення впливу температурних режимів на вихід та якість олії ріпакової.

Методи дослідження. Вилучення і фільтрування дослідних зразків олії ріпакової проводили в навчальній лабораторії кафедри харчових технологій ДДАЕУ. Олію із насіння ріпаку безерукового видобували пресуванням на гвинтовому пресі Oil Extractor OP-600 M. Очищували зразки олії фільтруванням через фільтрувальний папір. Визначення показників якості вихідної сировини, кислотного, пероксидного числа та жирнокислотного складу олії, а також залишку олії в макусі ріпаковій проводили за стандартними методиками в умовах ТОВ «ОПТИМУСАГРО ТРЕЙД» ВП «ЗОЕЗ». Жирнокислотний склад визначали методом газової хроматографії на хроматографі Agilent 7820.

Насіння ріпаку – один із найрозповсюдженіших видів олійної сировини як в Україні, так і за кордоном. Однак вміст ерукової кислоти у складі насіння ріпаку не дає можливості переробляти його для харчових або кормових цілей, виключно для технічних. Однак в Україні вже почали вирощувати сорти ріпаку, які не містять в насінні ерукову кислоту. Це спонукає науковців до вивчення питання щодо переробки насіння ріпаку саме у харчові продукти. У першу чергу це стосується олії, адже її міститься у насінні ріпаку значна кількість.

У кваліфікаційній роботі проаналізовано асортимент ріпакової олії. Визначено вплив температурних режимів процесу вилучення ріпакової олії на її вихід, кислотне, пероксидне число та жирнокислотний склад. Розроблені рекомендації щодо використання раціональних температурних режимів при вилученні олії із насіння ріпаку безерукового.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: НАСІННЯ РІПАКУ БЕЗЕРУКОВОГО, ОЛІЯ, ПРЕСУВАННЯ, ТЕМПЕРАТУРНІ РЕЖИМИ, ВИХІД ОЛІЇ, КИСЛОТНЕ ЧИСЛО, ПЕРОКСИДНЕ ЧИСЛО, ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	7
1.1 Характеристика ріпаку як важливої олійної культури	7
1.2 Характеристика безерукових сортів ріпаку – перспективної сировини для харчової промисловості.....	12
Висновки за розділом.....	18
2 ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	19
Висновки за розділом.....	25
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	26
3.1 Постановка задачі дослідження та обґрунтування доцільності виробництва ріпакової олії	26
3.2 Асортиментний аналіз ріпакової олії, яку реалізують в Україні ...	26
3.3 Дослідження динаміки зміни виходу та якості готового продукту при різних температурних режимах процесу вилучення олії із насіння ріпаку безерукового	28
3.4 Структурна схема виробництва олії з насіння ріпаку безерукового	35
Висновки за розділом.....	36
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	38
4.1 Розробка картки безпеки праці	38
4.2 Утилізація відходів від виробництва ріпакової олії	38
Висновки за розділом.....	41
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	42
5.1 Організація проведення дослідження.....	42
5.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження кваліфікаційної роботи	44
5.3 Розрахунок вартості дослідження	47

Висновки за розділом	48
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	49
БІБЛІОГРАФІЯ	51
ДОДАТКИ	57

ВСТУП

Сорти ріпаку з низьким вмістом ерукової кислоти та глюкозинолатів були виведені в 1970-х роках у Канаді. Оскільки високий вміст ерукової кислоти та глюкозинолатів пов'язаний з негативним впливом на здоров'я, зменшення вмісту цих компонентів покращило використання ріпаку для виробництва харчової олії та кормів для тварин відповідно. У середньому насіння ріпаку містить 45 % жирів, 25 % білків, 15 % клітковини та 5 % золи. Білок ріпаку відомий своїм збалансованим амінокислотним профілем і вмістом усіх незамінних амінокислот. Він особливо багатий на сірковмісні амінокислоти цистеїн і метіонін, концентрація яких досягає еталонного білкового складу, встановленого ФАО. Численні дослідження також показали широкий спектр техніко-функціональних властивостей протеїнів ріпаку, включаючи емульгування, піноутворення, гелеутворення і плівкоутворення, що вказує на його важливість у харчовій та суміжних галузях [1, 2].

Щодо жирнокислотного складу, то ріпак містить в середньому лише 7 % насичених жирних кислот, що є найнижчим показником серед широко вживаних олій. Завдяки своєму жирнокислотному складу ріпакову олію називають «північною оливою». Основними ненасиченими жирними кислотами у складі ріпаку є олеїнова кислота (~61 %), лінолева кислота (~21 %) та α -ліноленова кислота (~11 %). Ці ненасичені жирні кислоти можуть знижувати як загальний рівень холестерину, так і рівень саме ліпопротеїдів низької щільності без зміни кількості ліпопротеїдів високої щільності, допомагаючи запобігти серцево-судинним захворюванням [3, 4].

Основним продуктом переробки насіння ріпаку є олія. Важливим питанням при отриманні олії методом пресування, який є найпоширенішим при роботі з олійними культурами, є контроль температури. Як відомо, залежно від конструктивних параметрів гвинтового преса, в процесі пресування сировина може почати нагріватися, що може призвести до втрати біологічної цінності олії. Тому вивчення впливу температурних режимів процесу вилучення ріпакової олії на її кількість та якість є актуальним.

1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Характеристика ріпаку як важливої олійної культури

Ріпак (*Brassica napus* L.) є важливою олійною культурою родини капустяних. Завдяки своєму хімічному складу він має доволі високу поживну цінність. Зазвичай насіння ріпаку має наступний склад: білки – 16÷31 %, жири – 32,3÷53,5 %, вуглеводи – 10,2÷33 %, клітковина – 5,5÷12,8 % , зола – 4,2÷5,3 %. Така розбіжність у вмісті основних нутрієнтів пояснюється умовами вирощування, формами вирощування (озима або яра) та сортами [2, 5–11].

Насіння ріпаку багате на наступні мінеральні речовини: ферум – 45,2÷51,7 мг/кг; манган – 35,6±0,6 мг/кг; купрум – 11,97±0,4 мг/кг; цинк – 11,1÷17,6 мг/кг; кальцій – 0,7÷1,1 %; магній – 0,14 % [12].

Білки ріпаку на 45–62 % складаються з глобулінових фракцій, а на 20–42 % – альбумінових. Амінокислотний склад насіння ріпаку наближає його стандарту встановленого ФАО щодо «ідеального білку». Амінокислотний склад насіння ріпаку становить, г на 100 г білку: лізин – 6÷6,5, метіонін – 2,4÷2,5, цистеїн – 3,0, триптофан – 1,1, фенілаланін – 3,5÷4,5, треонін – 3,7÷4,5, аргінін – 4,0, ізолейцин – 3,0÷3,4, гістидин – 2,0, лейцин – 5,4÷7,4, валін – 3,8÷4,1, тирозин – 2,0÷3,0. За вмістом триптофану, метіоніну та лізину насіння ріпаку перевищує насіння соняшника [8, 13, 14].

У жирнокислотному складі насіння ріпаку переважають ненасичені жирні кислоти, у той час як насичених (пальмітинова, стеаринова) міститься менше 10 %. Вміст основних кислот наступний, % від загального вмісту жирних кислот: олеїнова – 18,0÷69,9; лінолева – 13,4÷30,7; α-ліноленова – 5,8÷12,1; ерукова – 0,0÷49,4. Також у незначній кількості міститься ейкозенова кислота. Якщо ріпак відноситься до високоолеїнових сортів, то вміст олеїнової кислоти буде 75 %, ліноленової – 3 %, а лінолевої – 20÷24 % [12, 9, 10, 15].

Характерним для традиційних сортів ріпаку є наявність у їхньому складі ерукової кислоти (до 50 %) та глюкозинолатів (150–160 ммоль/г). Це токсичні

речовини, які за високих концентрацій шкодять здоров'ю людей та тварин і навіть за малих знижують харчові якості ріпаку, оскільки мають гіркий присмак. Однак зацікавленість у культурі залишалася, особливо в місцях масового її вирощування, тому селекціонерами були розроблені сорти зі зниженим вмістом ерукової кислоти та глюкозинолатів, що дозволило використовувати ріпак в харчовій промисловості [4, 9, 11, 14, 16].

Також окрім вищезазначених сполук у насінні ріпаку містяться фосфоліпіди (0,2–1,2 %), токофероли, фітостероли (брасікастерол), фенольні сполуки (саліцилова, ферулова, кумаринова, сиригінінова, цинамінова, протокатехінова, синапінова кислоти), таніни та ферменти (ліпосігеназа, ліпаза, фосфоліпаза, мірозіназа), вітамін К та Е (~22 мг/100 г α -токоферолу, ~27 мг/100 г γ -токоферолу і ~1 мг/100 г δ -токоферолу) [7, 11, 17].

Майже три чверті (71 %) світового виробництва ріпаку припадає на Канаду, Китай, Індію та країни Європейського Союзу загалом. До країн Європи, які є найбільшими виробниками ріпаку відносять: Францію, Німеччину, Україну, Польщу, Великобританію. У Європі олійний ріпак вирощують переважно як озиму культуру. Найвищі врожаї насіння та олії збирають у Центральній та Західній Європі, де середньорічна врожайність озимого ріпаку коливається від 3,3 до 4,3 т/га [18, 19].

Існують 2 форми ріпаку – озимий та ярий, який ще називають кольза. Залежно від цього і відмінностей кожного окремого сорту ріпак як культура може вимагати різних умов вирощування (температури, обробки, удобрення), однак основні умови для ріпаку є однаковими.

Це морозостійка, однак вибаглива до вологи, тепла і ґрунту культура. Незважаючи на те, що вона може рости на різних місцевостях, однак найкращу врожайність без додаткових зусиль можна отримати на глинистих та суглинних ґрунтах [1, 13, 20].

Згідно численних досліджень агрокліматичні та ґрунтові умови України є сприятливими для вирощування ріпаку. Найкращими ґрунтами для вирощування ріпаку є сірі й темно-сірі лісові ґрунти і, звісно ж, чорноземи. Згідно досліджень

найуспішнішими зонами можуть стати Лісостеп, Полісся та Північний Степ. Однак майже усі зони України придатні для виробництва ріпаку. Основною задачею є правильний підбір сорту під певну природно-кліматичну зону, що дозволить зібрати максимальний урожай на задані потреби [21–23].

Оскільки ріпак вологолюбива культура, то в умовах Південного Степу додатково необхідно дотримуватися спеціально розроблених технологій вирощування, щоб мінімізувати ризик втрати врожаю [24, 25].

Серед лідерів виробників ріпаку в Україні першість охоплюють Тернопільська, Вінницька та Волинська області. За період 2019–2021 рр. Ці регіони мали найвищу урожайність (понад 30 ц/га) [26].

Позитивною особливістю ріпаку є те, що він стійкий до дії іонізуючої радіації і здатен поступово очищувати ґрунт від радіонуклідів. Близько 90 % радіонуклідів при переробці ріпаку, вирощеного на забрудненій зоні залишається в макусі. Це дозволяє розширювати зони вирощування ріпаку на технічні або кормові потреби, задіючи території, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи [7, 11, 27].

Основним напрямком використання ріпаку є харчовий напрямок, однак для цього підходять лише безерукові сорти, або сорти з низьким вмістом ерукової кислоти, яка остаточно мінімізується під час рафінації. У подальшому таку олію можуть використовувати як салатну або на подальшу переробку при виробництві майонезів та маргаринів [11, 28].

Продукти переробки ріпаку при отриманні олії – макуха та шрот є поживним кормом для тварин, особливо для жуйних (великої рогатої худоби, овець), а також для моногастричних сільськогосподарських тварин (свиней, птиці). Також для годівлі тварин використовують зелену масу рослини, оскільки в 100 кг зеленої маси міститься 4 кг протеїну, 14–16 кормових одиниць. Його перетравність становить понад 90 % [1, 7, 11, 19, 20, 28, 29].

Останніми роками розглядається можливість використання ріпакового шроту для виробництва біопластичних матеріалів та косметики [17].

Серед нехарчових напрямків використання ріпаку поширені миловарна, текстильна, нафтохімічна, шкіряна, металургійна, лакофарбова, медична, парфумерна, військова промисловості. Для цих потреб використовують ерукові сорти ріпаку. Сорти ріпаку з високим вмістом ерукової кислоти якнайкраще підходять для виробництва біодизелю [7, 9, 11, 16, 20, 28].

Ріпак є чудовим матеріалом для виготовлення косметики, ерукова кислота може покращити структуру волосся, тоді як олеїнова кислота може пом'якшити волосся і захистити його від сухості, а лінолева кислота сприяє росту волосся і підтримує здоровий стан шкіри голови. Ріпакову олію можна використовувати для виробництва кремів та мила. Мило виробляють холодним способом, тому всі корисні сполуки зберігаються, а під час використання мило має світлий колір, щільну та кремоподібну піну.

Пестицид на основі ріпакової олії був розроблений і використовується для знищення комах шляхом подразнення, включаючи попелиць, лубоїдів, черв'яків, гусениць і кліщів, серед інших. Інсектицид на основі ріпакової олії використовувався у вигляді спрею та в системі зрошення і не мав шкідливого впливу на людину та навколишнє середовище завдяки своїй низькій токсичності та швидкому розкладанню [17].

Ріпакова олія має нижчу температуру застигання ($-15\text{ }^{\circ}\text{C}$), ніж інші види сировини, що робить її придатною для виробництва біодизельного палива. В Європі ріпак є найбільш придатною олійною культурою для виробництва біодизеля, на його частку припадає 50–70 % від загального обсягу. Біодизель з ріпаку залишається текучим при низьких температурах і має повільну швидкість кристалізації, що робить його придатним для холодних регіонів.

Ріпакова олія може скоротити викиди парникових газів (до 90 %) порівняно з викопним дизельним паливом. Крім того, біодизель з ріпаку є біорозкладним (розкладається протягом ~ 30 днів), і прискорює деградацію звичайного дизельного палива при змішуванні з ним. Він менш отруйний у воді, що зменшує вплив розливів у чутливих районах. Ріпакова олія також є екологічно чистою альтернативою для палива, яку можна змішувати з дизельним паливом для

використання в авіації, на судах, вантажівках і важкій техніці для сільського господарства, лісового господарства, гірничодобувної промисловості та будівництва. З 1 т насіння ріпаку можливо отримати до 270 кг палива [13, 17].

Також ріпак є чудовим медоносом, з площі його посівів в 1 га можна зібрати 80–100 кг меду [28, 29].

Профіль жирних кислот та інших компонентів ріпакової олії дозволяє обґрунтувати її позитивний вплив на здоров'я людини, в тому числі пацієнтів з різними захворюваннями та для профілактики захворювань. Ріпакова олія має високий вміст мононенасичених і поліненасичених жирних кислот (ω -3 і ω -6), а також містить високий рівень токоферолу і фітостеролу. Ця комбінація може зменшити потенціал утворення пінистих клітин і атеросклерозу, викликаних окисненням холестерину (ліпопротеїдів низької щільності), а також знизити ризик серцево-судинних захворювань. Дієти, багаті на мононенасичені жирні кислоти, підходять для пацієнтів з діабетом, оскільки вони можуть покращити контроль глікемії, рівень ліпідів у крові та зменшити реакцію на інсулін. Доведено, що дієти, багаті на поліненасичені жирні кислоти, так само ефективно контролюють рівень глюкози в крові у хворих на діабет, як і дієти з високим вмістом вуглеводів і низьким вмістом жирів. Крім того, поліненасичені жирні кислоти, такі як альфа-лінолева кислота (ω -3), можуть зменшити пошкодження коронарних артерій і вироблення запальних ейкозаноїдів і цитокінів (факторів некрозу пухлин та інтерлейкінів). Багаті поліненасичені жирні кислоти корисні для імунної системи, серця, зору, когнітивних функцій і пухлинних клітин. Крім того, ω -3 може захистити нирки та мозок від інсульту. Споживання ω -3 жирних кислот настійно рекомендується для зміцнення здоров'я і профілактики захворювань. Крім того, кон'югована лінолева кислота (ω -6) сприяє зменшенню жирових відкладень і має антидіабетичну, антиканцерогенну, антиатерогенну та імуномодулюючу дію. Фітостероли, що містяться в ріпаку, знижують рівень холестерину в крові та мають протиракову дію. Рекомендують вживати 2 г фітостеролів на день, щоб ефективно знизити рівень холестерину (ліпопротеїдів низької щільності) на 10–

15 %. У поєднанні з іншими сполуками токофероли можуть підвищувати імунітет та виступати в якості профілактики раку.

Зазначимо, що Управління з продовольства і медикаментів США рекомендує вживати близько 19 г ріпакової олії щодня, щоб знизити ризик ішемічної хвороби серця. Французькі лікарі радять вживати ріпакову олію замість оливкової хворим на атеросклероз. Ефективність цих рекомендацій підтверджена дослідженнями. Також повідомлялося про зниження рівня глюкози в крові у хворих на цукровий діабет, які вживали ріпакову олію [8, 17, 30].

Причиною того, що ріпак має антиканцерогенну дію, є те, що він містить глюкозинолати. Коли рослину подрібнюють або пережовують, глюкозинолати гідролізуються в такі сполуки, як ізотіоціанат, різні ціанатні сполуки, нітрили або оксазолідин 22-тіон, з яких ізотіоціанатоціанатні ефіри є найважливішим класом сполук. В останні роки було виявлено, що ізотіоціанатні сполуки (такі як сульфорафан і фенетил-ізотіоціанат) проявляють сильну протиракову активність. Сульфорафан також може пригнічувати розмноження ракових клітин, індукцію апоптозу, пошкодження ДНК тощо, з конкретними результатами, виявленими для пригнічення раку шкіри, раку печінки та раку товстої кишки. Хоча сульфорафан можна синтезувати хімічним шляхом, синтезований продукт може містити інші побічні продукти, які можуть бути шкідливими для людського організму [3, 30].

1.2 Характеристика безерукових сортів ріпаку – перспективної сировини для харчової промисловості

Ерукова кислота – це загальна назва ω -9 жирної кислоти Z-13-докозенової або цис-13-докозенової кислоти. Використовуючи вміст ерукової кислоти як класифікатор, можна виділити три великі категорії ріпаку. Ріпак з високим вмістом ерукової кислоти містить 45–60 % ерукової кислоти порівняно з непокращеними сортами, які мають «помірний» вміст (35–40 %) у поєднанні з високою (>150 мкмоль/г насіння) концентрацією глюкозинолатів. Ріпак з низьким вмістом ерукової кислоти, який включає сорти з подвійним низьким вмістом «00»

(тобто з низьким вмістом ерукової кислоти і глюкозинолатів), містить приблизно 0,03 % ерукової кислоти. Існують дані, що ерукова кислота при високих концентраціях здатна призводити до фіброзу міокарда, кардіоміопатії, жирових відкладень у серцевому м'язі та нирках, затримки росту та набору ваги у тварин і навіть вплинути на репродуктивну функцію чоловіків.

Законодавство Європейського Союзу вимагає, щоб олії та жири, які використовують в харчових продуктах, містили менше 5 % ерукової кислоти в перерахунку на жир, а для дитячого харчування існують більш суворі вимоги. Щоб допомогти забезпечити дотримання цих стандартів, Європейський Союз встановив поріг ерукової кислоти в олії на рівні 2 % [31, 32].

Історія успіху ріпакової олії почалася в 1960-х та 1970-х роках. Селекційні зусилля призвели до розвитку сортів ріпаку з низьким вмістом ерукової кислоти. Зокрема, в Канаді селекціонерам вдалося знизити вміст ерукової кислоти та глюкозинолатів. Це покращене насіння ріпаку отримало умовне маркування «Can. O., L.-A» (Канадський олійний, з низьким вмістом кислот). Від цієї аббревіатури була створена штучна назва «Канола». Сьогодні канола позначають як сорти типу «00», тобто низький вміст ерукової кислоти та глюкозинолатів. Це єдиний вид ріпакової олії, дозволений для харчування людей в Північній Америці та Європі, а також у більшості країн Азії. З початку 1990-х років виробництво ріпаку в Європейському Союзі перейшло на вирощування ріпаку «00» якості, який генетично залишається незмінним [33].

Безеруковими сортами ріпаку вважають ті, з яких отримують «олію, яка повинна містити менше 2 % ерукової кислоти, і твердий компонент насіння повинен містити менше 30 мікромоль будь-якого одного або будь-якої суміші 3-бутеніл глюкозинолату, 4-пентеніл глюкозинолату, 2-гідрокси-3-бутеніл глюкозинолат і 2-гідрокси-4-пентеніл глюкозинолат на грам повітряно-сухої, безмасляної твердої речовини» [2, 34].

Основною відмінністю ерукових сортів від безерукових є мінімізована кількість ерукової кислоти (у деяких безерукових сортів вміст ерукової кислоти становить – 0,0 %).

В Україні наразі поширені наступні типи сортів ріпаку:

- традиційні сорти (++) – у них високий вміст ерукової кислоти і глюкозинолатів. Зазвичай їх використовують у якості сидератів;

- звичайна якість (0+) – у них вже знижений вміст ерукової кислоти, але все одно високий рівень глюкозинолатів. Їх використовують для отримання харчової олії, однак використання шроту для кормових цілей обмежене;

- подвійна якість, канолові сорти, нульові сорти, безерукові сорти (00) – тут низький вміст і ерукової кислоти, і глюкозинолатів. Їх використовують для виробництва харчової олії та білкових кормів для тварин;

- (+0) – це сорти з високим вмістом ерукової кислоти, але зниженим вмістом глюкозинолатів. Їх використовують для отримання технічних олів, біодизелю, а шрот використовують для кормових цілей [21].

У період з 2000 по 2022 рік Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні плідно поповнювався і переважно безеруковими сортами ріпаку. За перше десятиліття 21 століття туди було внесено 21 сорт вітчизняного походження і 70 сортів іноземного походження. За наступні 10 років до реєстру було внесено ще 25 вітчизняних сортів ріпаку і 315 сортів ріпаку іноземного походження [35].

Згідно Державного реєстру рослин, придатних для поширення в Україні, станом на початок 2024 року в Україні розповсюджено сортів ріпаку: озимого – 364, з яких безерукових і з низьким вмістом глюкозинолатів (00) сортів – 239, з яких вітчизняного походження – 17 (Блекстоун, Буцацький, Водограй, Гіпаніс, Грім, Дарунок, Легіон, Моделіні люкс, Монополіст, Мороз, Параллакс, Паркер, Пегас, Родолад, Симфонія, Фуга, Халк), а закордонного походження – 222; ярого ріпаку – 54, з яких безерукових і з низьким вмістом глюкозинолатів (00) сортів – 46, з яких вітчизняного походження – 1 (Персей), а закордонного походження – 45 [36].

У табл. 1.1 наведено порівняльну характеристику насіння ріпаку безерукових та ерукових сортів [10].

Таблиця 1.1 – Порівняльна характеристика насіння ріпаку ерукових та безерукових сортів ріпаку [10]

Показник	Ерукові сорти	Безерукові сорти
Жир, %	44,0	44,5
Білок, %	22,7	22,8
Жирні кислоти, % від суми:		
олеїнова (C18:1)	25,9	61,2
лінолева (C18:2)	13,9	22,8
ліноленова (C18:3)	8,4	8,2
ерукова (C22:1)	40,6	0,1
Глюкозинолати, мкмоль/г	25,6	15,7

Хімічний склад ерукових та безерукових сортів, за винятком наявності ерукової кислоти, подібний. Однак наявні незначні коливання у кількості жирних кислот та токоферолів. Олійність, %: ерукові сорти – 40,77; безерукові – 34,27. Жирнокислотний склад, % від загальної суми жирних кислот (перша цифра ерукові сорти, друга – безерукові): пальмітинова – 4,64 і 4,75; стеаринова – 1,94 і 2,04; олеїнова – 59,97 і 61,45; α -ліноленова – 3,05 і 2,97; лінолева – 19,61 і 19,35. Вміст токоферолів, мг/кг: 71,37 і 76,52 [37].

Безерукові сорти ріпаку використовують в основному в харчовому напрямку, для отримання олії. Олію з насіння безерукових сортів ріпаку використовують для безпосереднього вживання (салатна олія), в кулінарії (олія для смаження) та для подальшої переробки в різних галузях харчової промисловості (як харчова добавка Е 441 (стабілізатор), Е 322 (емульгатор), у складі протеїнових батончиків) [1, 7, 16, 20, 32, 38].

На сьогодні на ринку представлено три види ріпакової олії, призначеної для споживання людиною:

1. Рафінована харчова олія. Це олія 00-го гатунку, отримана після пресування та подальшої екстракції гексаном. Олія, як правило, дегумінована, висушена, вибілена та дезодорована. Сира олія підлягає рафінації, щоб видалити

воду, фосфоліпіди, вільні жирні кислоти, природні жирні кислоти, природні барвники (наприклад, хлорофіли), ароматизатори та природні продуктів розпаду та окиснення. Оброблена таким чином ріпакова олія не має смаку, має високу температуру димлення >200 °C, і тривалий термін зберігання.

2. Харчова олія холодного віджиму. Малі та середні заводи виробляють олію 00-го гатунку шляхом ретельного фізичного пресування при низькій температурі. Завдяки м'якому процесу пресування, ріпакова макуха з високим вмістом олії є побічним продуктом, який використовують як цінний корм для тварин. Більшість фосфоліпідів залишається в цій макусі. Після гідратації решта фосфоліпідів видаляються за допомогою процесу відстоювання. Комерційна харчова олія холодного віджиму має типовий смак, схожий на смак насіння, і, як правило, вищий вміст токоферолів, але коротший термін зберігання порівняно з рафінованою олією. Залежно від досвіду виробників, іноді виникають проблеми з сенсорною якістю (неприємний смак), стійкістю до окиснення та відносно низькою температурою димлення (130–190 °C).

3. Харчова олія HOLLİ. Олія з нового сорту ріпаку з високим вмістом олеїнової кислоти та низьким вмістом α -ліноленової доступна з 2008 року. Цей вид олії містить у своєму складі олеїнову (~78 %), лінолеву (~12 %) і α -ліноленову (~3 %) , тоді як звичайна ріпакова олія містить 8–12 % α -ліноленової кислоти. Низький вміст α -ліноленової кислоти гарантує вищу окиснювальну стабільність. Завдяки своїй високій стійкості до окиснення та стабільності вона підходить для переробки, тривалого зберігання та використання у фритюрі. Олія HOLLİ містить меншу кількість акриламідів, окиснених і токсичних речовин, через це її можна повторно застосовувати протягом 10 днів. Температура димлення рафінованої олії HOLLİ порівняна з температурою димлення рафінованої харчової ріпакової олії, і вона має найвищу окиснювальну стабільність серед описаних трьох типів харчових олій. Сорти ріпаку для виробництва останнього виду олії зарекомендували себе в багатьох країнах. Наприклад, у Канаді сорти HOLL-ріпаку наразі становлять приблизно 15 % посівних площ під ріпаком [3, 17, 33].

У Литві та Франції налагоджено промислове виробництво ріпакової олії класу Extra Virgin [4].

Також ріпакову олію безерукових сортів успішно використовують як фритюрний жир. Навіть за неодноразового використання тієї ж самої олії зниження вмісту поліненасичених жирних кислот ω -3 та ω -6 було мінімальним [39].

Загалом олію з безерукових сортів ріпаку вважають однією з найкращих серед рослинних олій за смаковими якостями. Вона довго не мутніє та не прогіркає під впливом повітря порівняно з іншими харчовими оліями. У США вона має офіційний статус безпечної для споживання людиною з 1985 року [11].

Продуктами переробки насіння ріпаку після отримання олії є макухи та шрот. Оскільки використовуються нульові сорти ріпаку, то відповідно і макуха зі шротом не матимуть у своєму складі ерукової кислоти та глюкозилінатів. Це зменшує вартість їхнього використання на кормові цілі, оскільки прибирається етап обробки їх від антипоживних речовин.

Наразі ріпаковий шрот в першу чергу орієнтований на ринок кормів для тварин, де він є конкурентоспроможним джерелом кормів для тварин завдяки своїй високій протеїновій цінності. Протеїн ріпаку (38 % від маси шроту) може стати високоякісним джерелом білка для людини, а також економічно вигідним і стійким джерелом білка з високою біодоступністю та засвоюваністю. Білок ріпаку за поживністю та складом схожий на соєвий білок. Однак наразі відсутні промислово виготовлені добавки ріпакового білка [40–43].

Однак як добавку при виробництві харчових продуктів білок ріпаку безерукових сортів використовують уже зараз. Борошно та макуху з ріпаку використовують при виробництві кондитерських виробів. Такі вироби виробляє угорська компанія «HUNORGANIC». Вони орієнтуються на те, щоб піднімати біологічну цінність свої продуктів [4].

Однак в Україні така практика не розповсюджена, оскільки таке борошно має високий вміст клітковини, яка зменшує реологічні властивості та поживну цінність виробу, що вважають недоцільним. Вченими доводиться доцільність

використання подібних добавок. Волощенко Т.О. виявила, що «додавання білкового борошна з ріпакової макухи у кількості 4...7 % у рецептуру хліба із суцільнозмеленого зерна пшениці зумовлює покращені смакові властивості хліба, поліпшує на 2 % пористість готового продукту, сповільнює (приблизно 3 на 11 %) швидкість черствіння хліба та підвищує його поживну (підвищується вміст білка на 21 %) та біологічну цінність (скор лізину підвищується на 12,7 %)» [44].

Також ріпакове борошно використовували у рецептурі затяжного печива. Така добавка підвищила поживну цінність продукту за рахунок збільшеного вмісту білка та харчових волокон [14].

Також проведені дослідження щодо використання ріпакового білку в м'ясних виробках. Використання добавки з ріпакової макухи в складі котлет збалансувало їхній амінокислотний склад, у порівнянні з контрольним зразком. При додаванні ріпакового борошна до складу сосисок підвищилася їхня біологічна цінність, а саме був збільшений вміст білка (на 2,7 %) [4]. Використання добавки з ріпакової макухи у складі посічених м'ясних виробів дозволило розширити асортимент таких виробів [11].

Також були спроби використання ріпакового борошна як замітника яйцепродуктів у рецептурі майонезного соусу. За дотримання встановленої кількості отриманий продукт відповідав вимогам державного стандарту щодо майонезної продукції за органолептичними та фізико-хімічними показниками [44].

Висновки за розділом

Наведено характеристику ріпаку, який є важливою олійною культурою, значну увагу приділено безеруковим сортам. Наведений склад, сфери використання насіння ріпаку та його оздоровчі властивості.

Сформовано мету кваліфікаційної роботи – визначення впливу температурних режимів на вихід та якість олії ріпакової.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктом дослідження є технологія виробництва олії із насіння ріпаку безерукового. Предмет дослідження – показники якості вихідної сировини – насіння безерукового ріпаку; вихід та показники якості ріпакової олії (кислотне та пероксидне числа, жирнокислотний склад); вміст олії у ріпаковій макусі. Вилучення і фільтрування дослідних зразків олії ріпакової проводили в навчальній лабораторії кафедри харчових технологій ДДАЕУ. Визначення показників якості вихідної сировини, кислотного, пероксидного числа та жирнокислотного складу олії, а також залишку олії в макусі ріпаковій проводили за стандартними методиками в умовах ТОВ «ОПТИМУСАГРО ТРЕЙД» ВП «ЗОЕЗ».

Основною сировиною для проведення магістерського дослідження є насіння безерукового ріпаку. Зазвичай насіння ріпаку має наступний склад: білки – $16 \div 31$ %, жири – $32,3 \div 53,5$ %, вуглеводи – $10,2 \div 33$ %, клітковина – $5,5 \div 12,8$ %, зола – $4,2 \div 5,3$ % [2, 5–11]. Воно багате на наступні мінеральні речовини: ферум – $45,2 \div 51,7$ мг/кг; манган – $35,6 \pm 0,6$ мг/кг; купрум – $11,97 \pm 0,4$ мг/кг; цинк – $11,1 \div 17,6$ мг/кг; кальцій – $0,7 \div 1,1$ %; магній – $0,14$ % [12]. Амінокислотний склад насіння ріпаку становить, г на 100 г білку: лізин – $6 \div 6,5$, метіонін – $2,4 \div 2,5$, цистеїн – $3,0$, триптофан – $1,1$, фенілаланін – $3,5 \div 4,5$, треонін – $3,7 \div 4,5$, аргінін – $4,0$, ізолейцин – $3,0 \div 3,4$, гістидин – $2,0$, лейцин – $5,4 \div 7,4$, валін – $3,8 \div 4,1$, тирозин – $2,0 \div 3,0$. За вмістом триптофану, метіоніну та лізину насіння ріпаку перевищує насіння соняшника [8, 13, 14]. Вміст основних жирних кислот наступний, % від загального вмісту жирних кислот: олеїнова – $18,0 \div 69,9$; лінолева – $13,4 \div 30,7$; α -ліноленова – $5,8 \div 12,1$; ерукова – $0,0 \div 49,4$. Також у незначній кількості міститься ейкозенова кислота [12, 9, 10, 15].

Характерним для традиційних (ерукових) сортів ріпаку є наявність у їхньому складі ерукової кислоти (до 50 %) та глюкозинолатів (150–160 ммоль/г). [4, 9, 11, 14, 16]. У насінні безерукових сортів вміст ерукової кислоти – $0,1$ % [10].

Також окрім вищезазначених сполук у насінні ріпаку містяться фосфоліпіді (0,2–1,2 %), токоферолі, фітостеролі (брасікастерол), фенольні сполуки (саліцилова, ферулова, кумаринова, сиригінінова, цинамінова, протокатехінова, синапінова кислоти), таніни та ферменти (ліпосігеназа, ліпаза, фосфоліпаза, мірозіназа), вітамін К та Е (~22 мг/100 г α -токоферолу, ~27 мг/100 г γ -токоферолу і ~1 мг/100 г δ -токоферолу) [7, 11, 17].

Для наших досліджень використано насіння ріпаку безерукового, яке мало наступні показники якості – табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Показники якості вихідної сировини проведеного дослідження

№ з/п	Показник	Значення	Норми за ДСТУ 4966:2008 [45]
1	Вологість, %	6,00	$\leq 8,00$
2	Вміст смітцевої домішки, %	0,52	$\leq 3,00$
3	Вміст олійної домішки, %	1,70	$\leq 5,00$
4	Кислотне число олії, мг КОН/г	0,7	$\leq 5,00$

Отже насіння ріпаку безерукового, використане в дослідженні, повністю відповідало вимогам до насіння ріпаку, що постачають на промислове перероблення, відповідно до ДСТУ 4966:2008 «Насіння ріпаку для промислового перероблення. Технічні умови».

Вихідна сировина проведеного дослідження мала наступний жирнокислотний склад – табл. 2.2, рис. 2.1.

Таблиця 2.2 – Жирнокислотний склад олії із насіння безерукового ріпаку, використаного у дослідженні

№ з/п	Назва кислоти	Вміст кислоти у % по відношенню до загальної кількості кислот
1	2	3
1	C 14:0 міристинова	0,05
2	C 16:0 пальмітинова	4,23
3	C 16:1 пальмітолеїнова	0,17

1	2	3
4	C 17:0 маргарина	0,11
5	C 18:0 стеаринова	1,55
6	C 18:1 олеїнова (ω -9)	64,66
7	C 18:2 лінолева (Омега-6)	18,76
8	C 18:3 альфа-ліноленова (ω -3)	7,95
9	C 20:0 арахінова	0,50
10	C 20:1 гадолеїнова	1,15
11	C 22:0 бегенова	0,27
12	C 22:1 ерукова	0,10
13	C 23:0 трикозанова	0,12
14	C 24:0 лігноцеринова	0,13

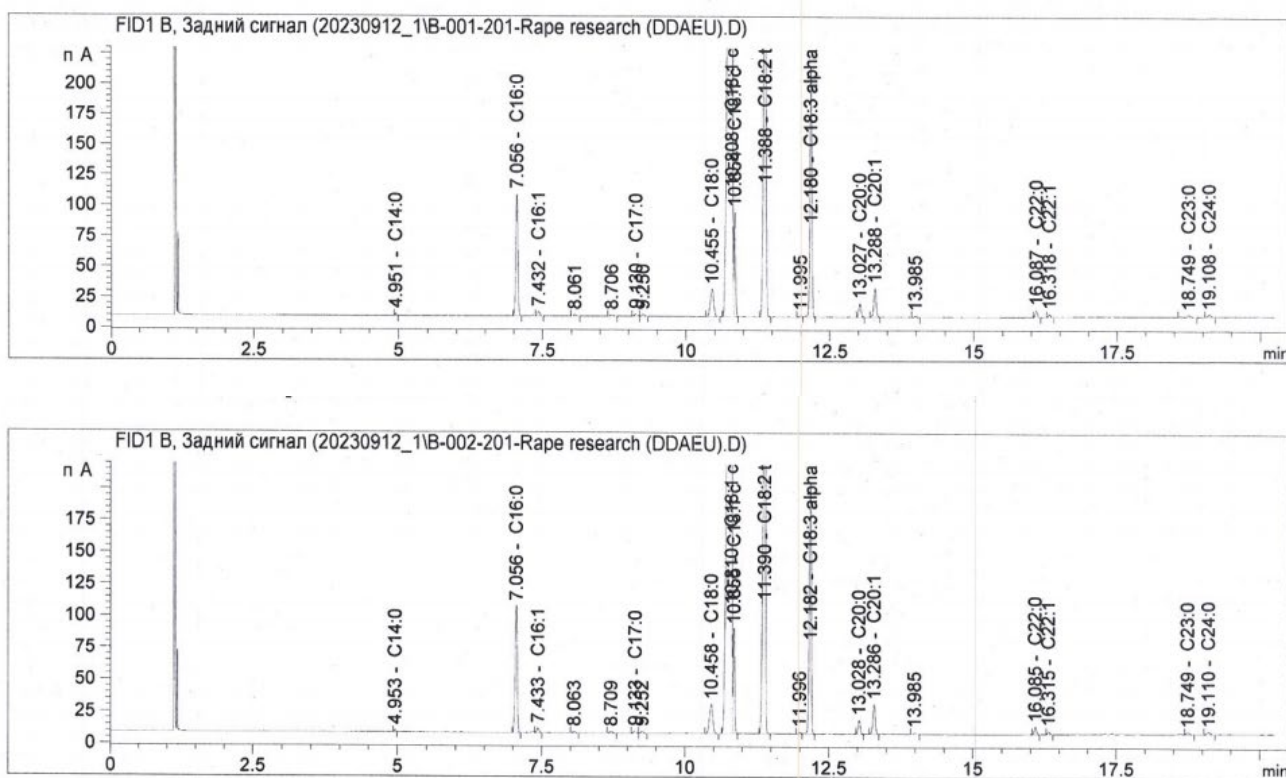


Рисунок 2.1 – Хроматограми вмісту жирних кислот у вихідному насінні ріпаку
(у двох повторюваностях)

Із даних табл. 2.2 та рис. 2.1 виявлено низький вміст ерукової кислоти, що підтверджує те, що насіння ріпаку безерукових сортів.

На рис. 2.2. зображене обладнання та прилади, використані для вилучення дослідних зразків ріпакової олії та визначення показників її якості.



Рисунок 2.2 – Прилади і обладнання для вилучення олії та визначення її показників якості

Процес вилучення олії проводили на лабораторному гвинтовому пресі Oil Extractor OP-600 M (Dulong Industry, Китай). Спочатку підготували наважки насіння ріпаку безерукового масою $100 \pm 0,01$ г кожна на лабораторних вагах ТВЕ-0,3 (ТОВ «Техноваги», м. Львів, Україна). Прес вмикали, розігрівали до температури, необхідної для певного досліду ($40\text{--}120$ °C). До пресу встановлювали ємності для олії і макухи. Після цього засипали наважку насіння у приймальний патрубок пресу, фіксували початок процесу вилучення олії з використанням секундоміру.

Під час процесу вилучення олії визначали динаміку зміни маси олії і макухи з використанням лабораторних ваг, їх температури з використанням електронного інфрачервоного термометра UNI-T UT303A+ (Uni-Trend Technology Limited,

Китай). По завершенню фіксували час процесу вилучення і масу отриманої нефільтрованої олії та макухи. Гвинтовий прес перед початком кожного дослідження охолоджували після попереднього. Кожен дослід повторювали тричі. Олію фільтрували за допомогою паперу фільтрувального протягом 24 год при температурі $22,0 \pm 2,1$ °С. Після фільтрування визначали вихід олії та супутніх продуктів. Блок-схема одержання дослідних зразків ріпакової олії зображена на рис. 2.3.

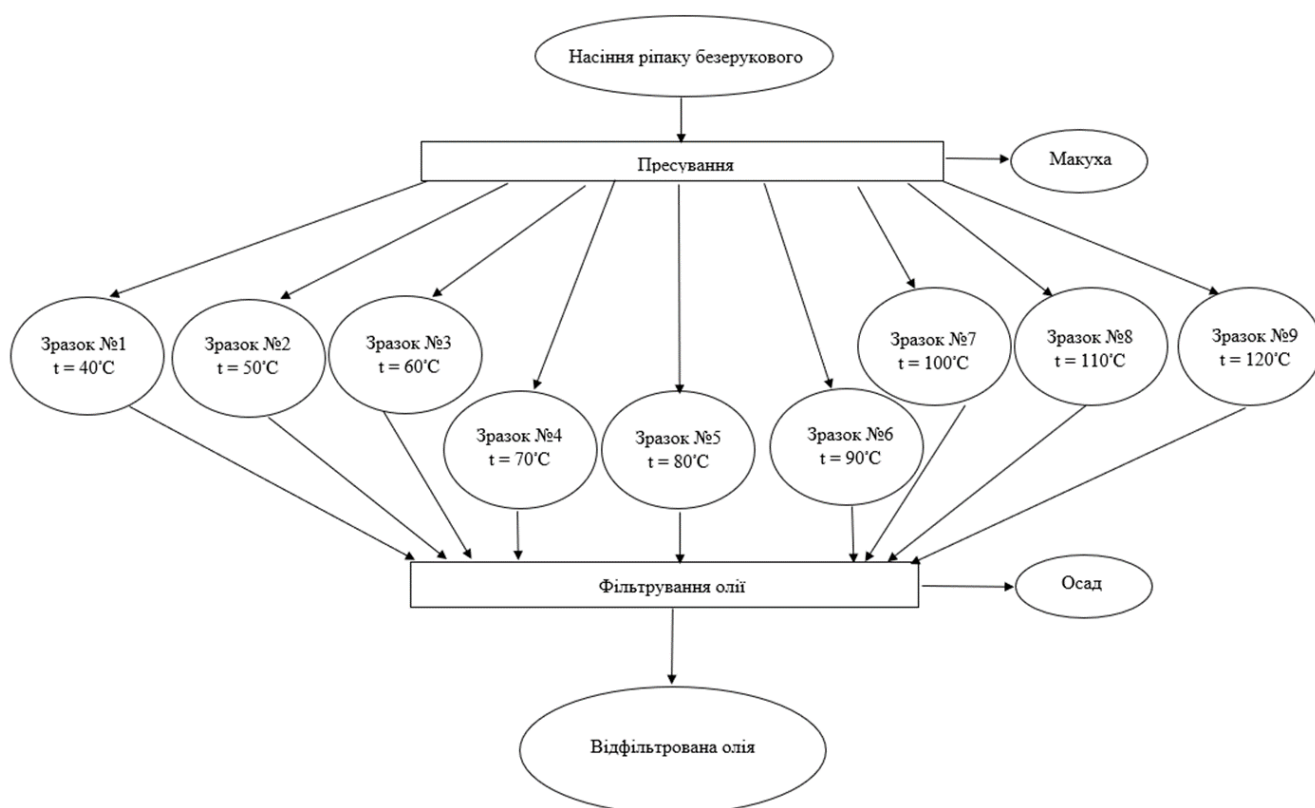


Рисунок 2.3 – Блок-схема одержання дослідних зразків ріпакової олії

У результаті вилучено 9 дослідних зразків ріпакової олії при різних температурних режимах:

- 1) зразок 1 – 40 °С;
- 2) зразок 2 – 50 °С;
- 3) зразок 3 – 50 °С;
- 4) зразок 4 – 70 °С;
- 5) зразок 5 – 80 °С;

- 6) зразок 6 – 90 °С;
- 7) зразок 7 – 100 °С;
- 8) зразок 8 – 110 °С;
- 9) зразок 9 – 120 °С.

Окрім кількісних показників процесу вилучення олії ріпакової були визначені якісні показники отриманих продуктів: кислотне та пероксидне число, жирнокислотний склад олії, масова частка олії в макусі. Показники якості насіння ріпаку безерукового, олії та макухи з неї визначали згідно відповідних стандартних методик (табл. 2.3) [46–52].

Таблиця 2.3 – Методики визначення показників якості насіння ріпаку безерукового, вилученої олії та макухи

Показник	Методика
Масова частка вологи у насінні, %	ДСТУ 4811:2007 «Насіння олійних культур. Методи визначення вологості»
Вміст сміттевої та олійної домішок, %	ДСТУ 4138–2002 «Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості»
Кислотне число олії, %: - у насінні - у олії	ДСТУ ISO 729:2005 «Насіння олійних культур. Визначення кислотності олії» ДСТУ 4350:2004 «Олії. Методи визначання кислотного числа (ISO 660:1996, NEQ)»
Жирнокислотний склад	ДСТУ ISO 5508–2001 «Жири та олії тваринні і рослинні. Аналізування методом газової хроматографії метилових ефірів жирних кислот (ISO 5508:1990, IDT)»
Пероксидне число олії, ммоль ½ O/кг	ДСТУ 4570:2006 «Жири рослинні та олії. Метод визначання пероксидного числа»
Масова частка олії у макусі, %	ДСТУ 7458:2013 «Продукти білкові рослинного походження. Макухи та шроти. Метод визначання вмісту жиру»

Висновки за розділом

Об'єкт дослідження – технологія виробництва олії із насіння ріпаку безерукового. Предмет дослідження – показники якості вихідної сировини – насіння безерукового ріпаку; вихід та показники якості ріпакової олії (кислотне та пероксидне числа, жирнокислотний склад); вміст олії у ріпаковій макусі. Наведено прилади й обладнання, використане для вилучення олії та визначення її показників якості. Охарактеризовано склад насіння ріпаку. Наведено показники якості вихідної сировини, використаної для дослідження. Описано методику отримання дослідних зразків ріпакової олії. Наведено чинну нормативну документацію щодо методик визначення показників якості насіння ріпаку безерукового, вилученої олії та макухи.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Постановка задачі дослідження та обґрунтування доцільності виробництва ріпакової олії

Насіння ріпаку – один із найрозповсюдженіших видів олійної сировини як в Україні, так і за кордоном. Однак вміст ерукової кислоти у складі насіння ріпаку не дає можливості переробляти його для харчових або кормових цілей, виключно для технічних. Однак в Україні вже почали вирощувати сорти ріпаку, які не містять в насінні ерукову кислоту. Це спонукає науковців до вивчення питання щодо переробки насіння ріпаку саме у харчові продукти. У першу чергу це стосується олії, адже її міститься у насінні ріпаку значна кількість. Це і спонукало нас дослідити процес вилучення олії із насіння ріпаку безерукового.

Метою наших досліджень сформовано визначення впливу температурних режимів на вихід та якість олії ріпакової. Задачі, поставлені для досягнення зазначеної мети, наведені на рис. 3.1.

3.2 Асортиментний аналіз ріпакової олії, яку реалізують в Україні

Так як традиційне насіння ріпаку містить в своєму складі значну кількість ерукової кислоти, що не дозволяє виробляти з нього харчову олію, а безерукових сортів вирощують все ще не так багато, вирішено проаналізувати ринок ріпакової олії, який представлено в табл. 3.1.

Можна відмітити, що асортимент ріпакової олії доволі малий, особливо, якщо говорити про вітчизняне виробництво (всього 3 виробника із проаналізованої продукції). Відсотковий розподіл ринку ріпакової олії за країнами-виробниками наведено на рис. 3.2. Доцільно буде дослідити процес вилучення ріпакової олії, що у подальшому дозволить розширити вітчизняне виробництво ріпакової олії.

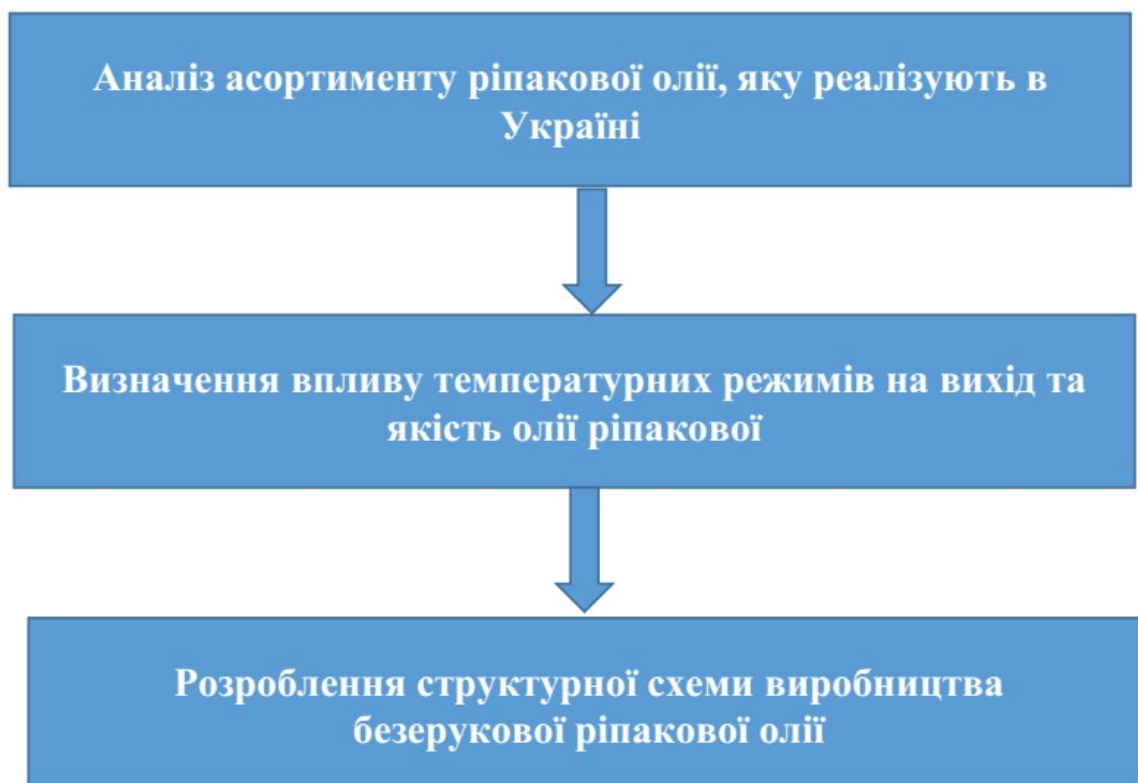


Рисунок 3.1 – Задачі кваліфікаційної роботи

Таблиця 3.1 – Асортимент ріпакової олії, яку реалізують в Україні

№	Назва продукту	Виробник	Країна
1	2	3	4
1.	Олія ріпакова холодного віджиму	Kujawski	Польща
2.	Олія ріпакова рафінована з вітамінами та Омега-3	Beskidzki	Польща
3.	Олія ріпакова	Goccia D'oro	Італія
4.	Олія органічна рафінована ріпакова холодного віджиму	Ekko	Литва
5.	Олія ріпакова рафінована недезодорована	Wyborny	Польща
6.	Ріпакова олія для очищення судин	Тибетська формула	Україна
7.	Ріпакова олія, рафінована	Spectrum Culinary	США
8.	Ріпакова олія	Bio Planete	Польща
9.	Ріпакова олія	Oleofarm	Польща
10.	Олія ріпакова рафінована	DSM	Німеччина

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4
11.	Олія ріпакова	Щедрий гарбуз	Україна
12.	Олія ріпаку	Перлина Полісся	Україна
13.	Органічна ріпакова олія	La Tourangelle	Франція

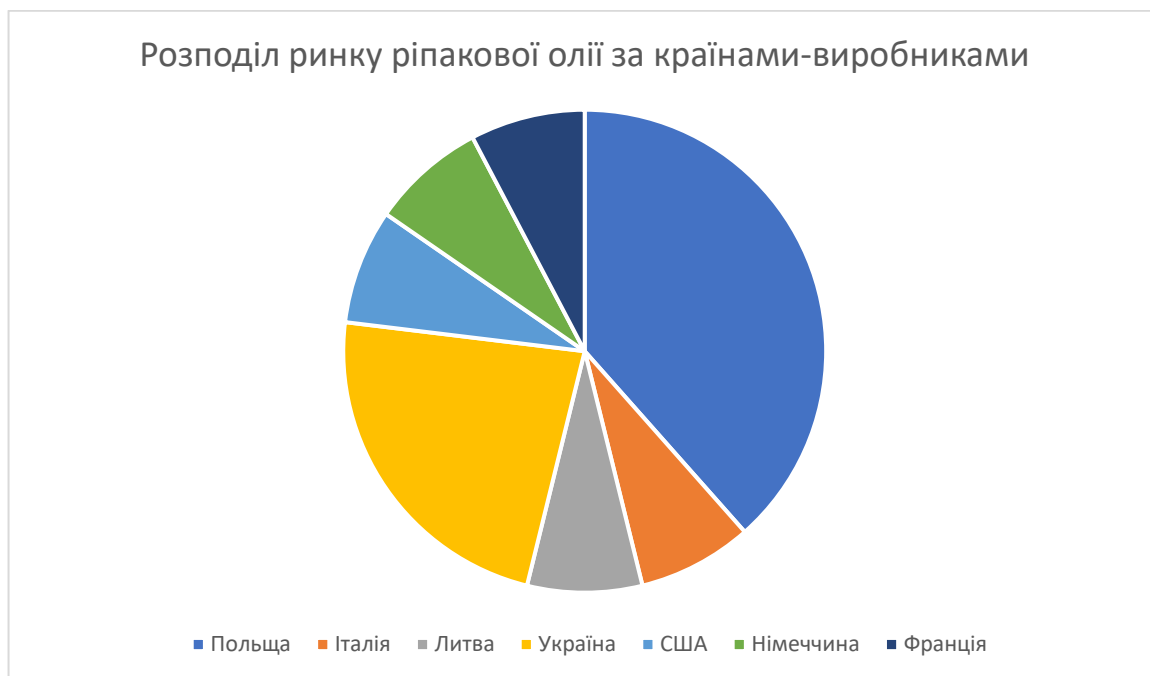


Рисунок 3.2 – Аналіз асортименту ріпакової олії, яку реалізують в Україні, за країнами-виробниками

3.3 Дослідження динаміки зміни виходу та якості готового продукту при різних температурних режимах процесу вилучення олії із насіння ріпаку безерукового

Вилучення олії з насіння ріпаку безерукового проводили при температурах 40–120 °С із кроком у 10 °С. Визначали вплив температурних режимів на вихід нефільтрованої, фільтрованої олії (рис. 3.3), макухи (рис. 3.4) та фільтрувального осаду, а також на кислотне і пероксидне число, жирнокислотний склад олії та залишковий вміст олії у макусі. У табл. 3.2 наведено одержані дані щодо виходу олії, макухи та осаду при різних температурних режимах. Олія, вилучена з насіння ріпаку безерукового, має золотистий колір, притаманні насінню ріпаку смак та запах.



Рисунок 3.3 – Одержані зразки олії ріпакової

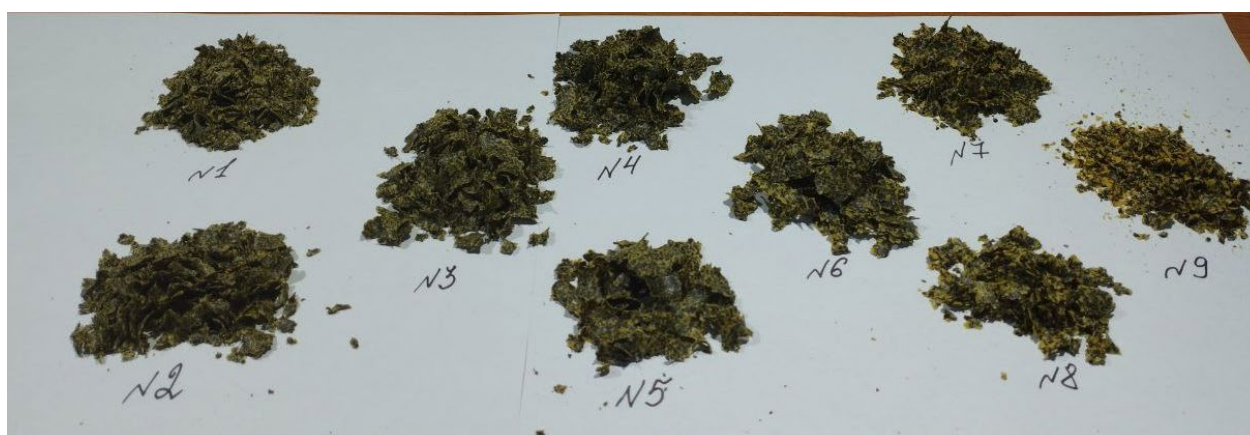


Рисунок 3.4 – Одержані зразки макухи ріпакової

Таблиця 3.2 – Одержані результати досліджень щодо впливу температурних режимів на вихід ріпакової олії та супутніх продуктів

Вихід, %	Температура при пресуванні, °С								
	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Нефільтрованої олії	34,47	36,27	34,43	34,74	30,91	28,60	26,81	25,51	23,67
Макухи	60,86	62,23	61,56	64,33	66,07	68,27	69,01	70,45	71,30
Фільтрованої олії	32,01	34,71	32,01	33,06	29,00	26,90	25,75	24,32	21,75
Осаду	1,96	1,52	1,65	1,68	1,39	1,49	1,05	1,18	1,39

На рис. 3.5 зображено графіки залежностей виходу нефільтрованої та фільтрованої ріпакової олії від температурних режимів пресування.

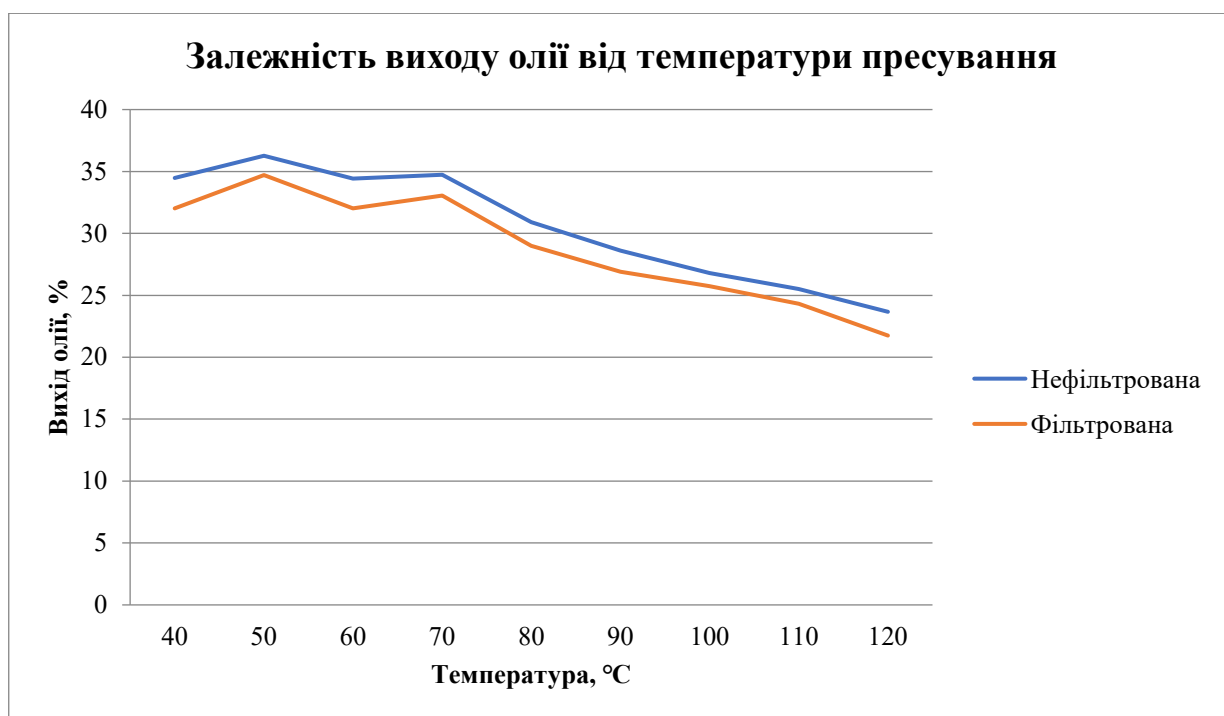


Рисунок 3.5 – Залежність виходу нефільтрованої та фільтрованої олії від температурних режимів пресування насіння ріпаку

На рис. 3.5 можемо побачити, що вихід олії, як фільтрованої так і нефільтрованої, зі зростанням температури від 50 до 120 °C зменшується, важливим було дослідити залишковий вміст олії у макусі (табл. 3.3, рис. 3.6). Найвищий вихід фільтрованої олії 34,71 % спостерігається при температурі 50 °C. Температура олії на виході з пресу при температурі 50 °C становить 31 °C, що дозволяє позиціонувати одержаний продукт як олію холодного віджиму. Щодо виробничих втрат при вилученні ріпакової олії, то виробничі втрати при пресуванні коливалися від 0,93 до 5,03 %, а при фільтруванні олії – від 0,01 до 0,77 %. Певної залежності впливу температурних режимів на кількість виробничих втрат при фільтруванні та пресуванні не прослідковується.

Таблиця 3.3 – Залишковий вміст олії у дослідних зразках ріпакової олії

№ з/п	Показник	Зразок №								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Вміст олії, %	17,32	18,55	19,29	22,03	25,41	27,90	30,35	31,91	33,79

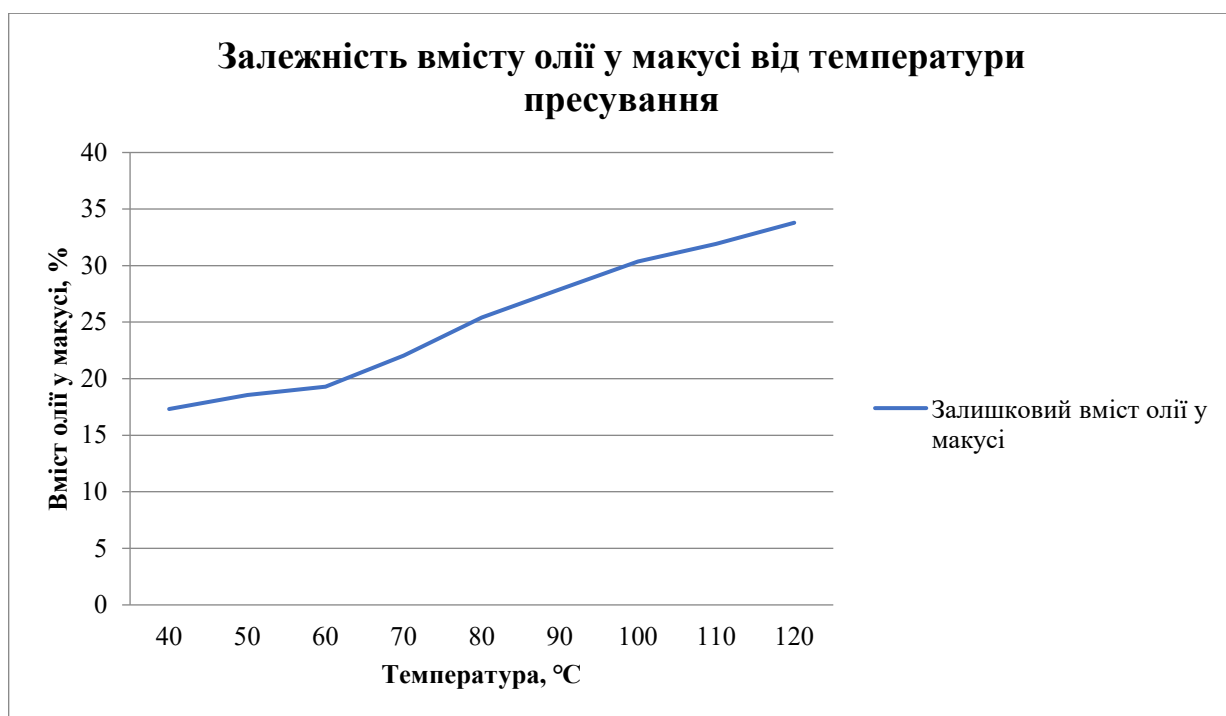


Рисунок 3.6 – Залежність залишкового вмісту олії у макусі від температурних режимів пресування насіння ріпаку

Із даних табл. 3.3 та рис. 3.6 видно, що зі збільшенням температури при пресуванні вміст залишкової олії у макусі збільшується. Тобто, при збільшенні температурних режимів олія із насіння ріпаку вилучається методом пресування гірше. Загалом вміст олії у дослідних зразках макухи становить від 17,32 до 33,79 %.

Отримані результати щодо визначення кислотного та пероксидного чисел наведено в табл. 3.3.

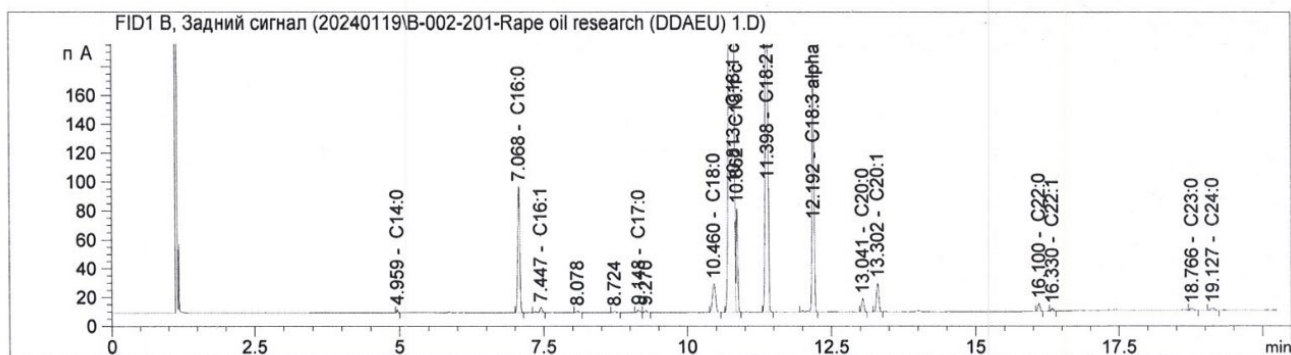
Таблиця 3.4 – Результати визначення кислотного та пероксидного числа дослідних зразків ріпакової олії

Показник	Температура пресування, °C								
	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Кислотне число, мг КОН/г	0,5	0,7	0,6	0,8	0,8	0,6	0,6	1,0	1,1
Пероксидне число, ммоль (1/2 O)/кг	2,1	1,5	2,0	1,3	1,9	1,7	1,8	1,9	1,8

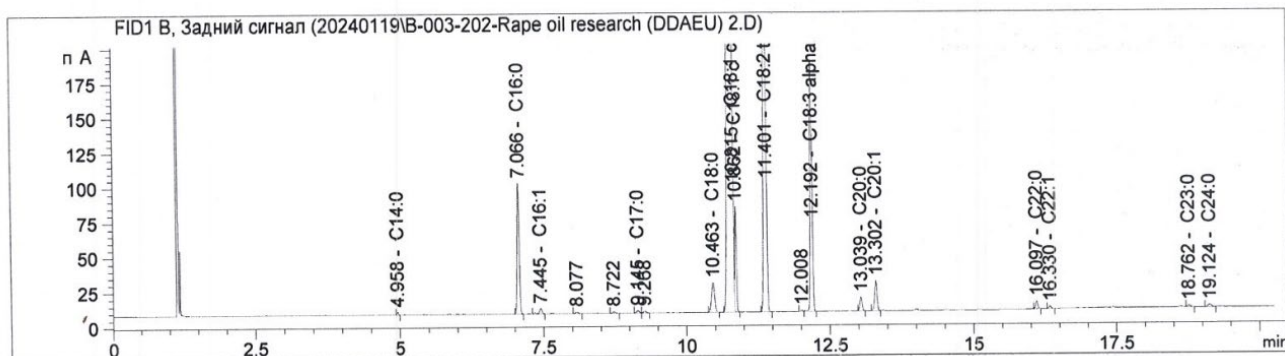
Залежності кислотного та пероксидного чисел від температурних режимів не прослідковується. Загалом кислотне число ріпакової олії коливається в межах

від 0,5 до 1,1 мг КОН/г, пероксидне число – від 1,3 до 2,1 ммоль (1/2 O)/кг. Кислотне та пероксидне число знаходиться в межах, нормованих для ріпакової олії, не більше 2,0 мг КОН/г і не більше 7 ммоль (1/2 O)/кг відповідно, що зазначено ДСТУ 8175:2015 «Олія ріпакова. Технічні умови».

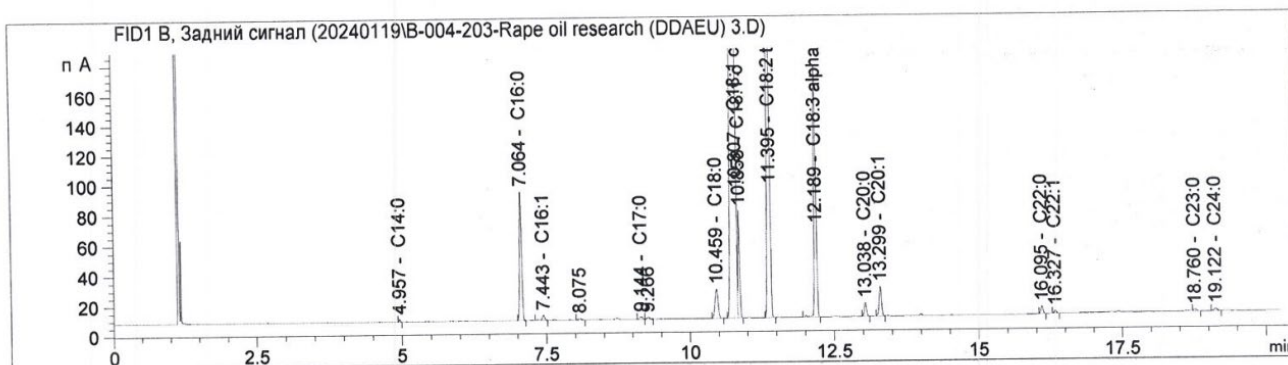
На рис. 3.7 наведені хроматограми вмісту жирних кислот у ріпаковій олії.



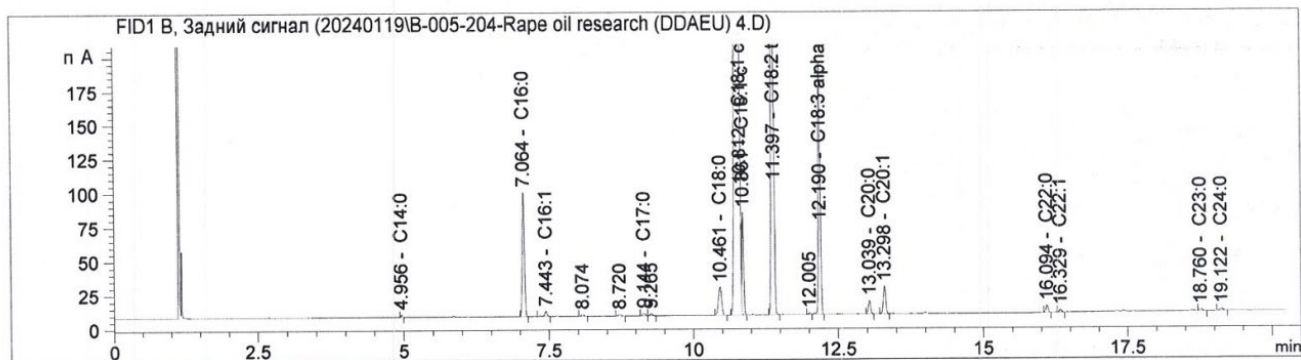
зразок №1



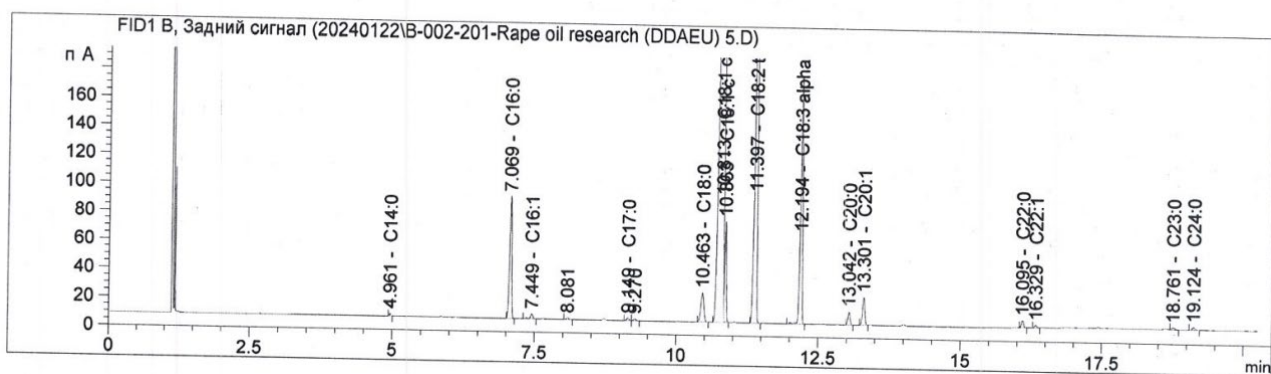
зразок №2



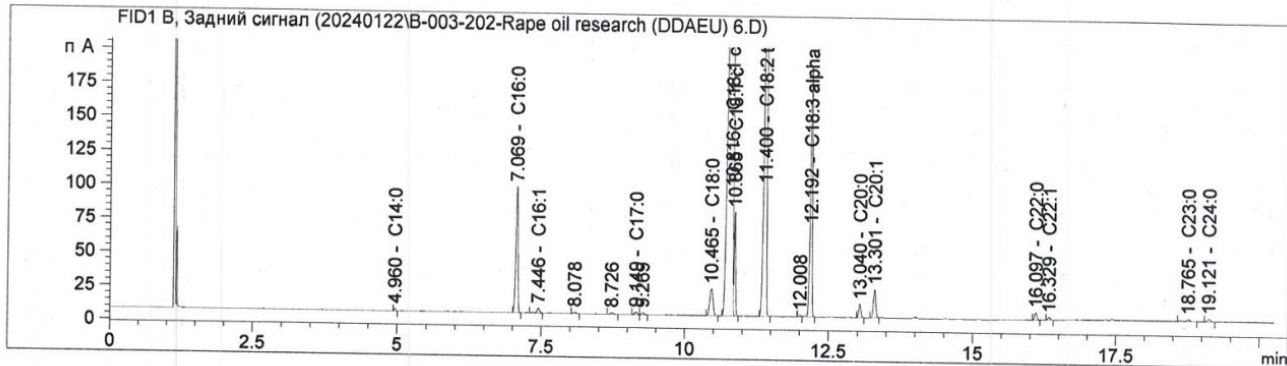
зразок №3



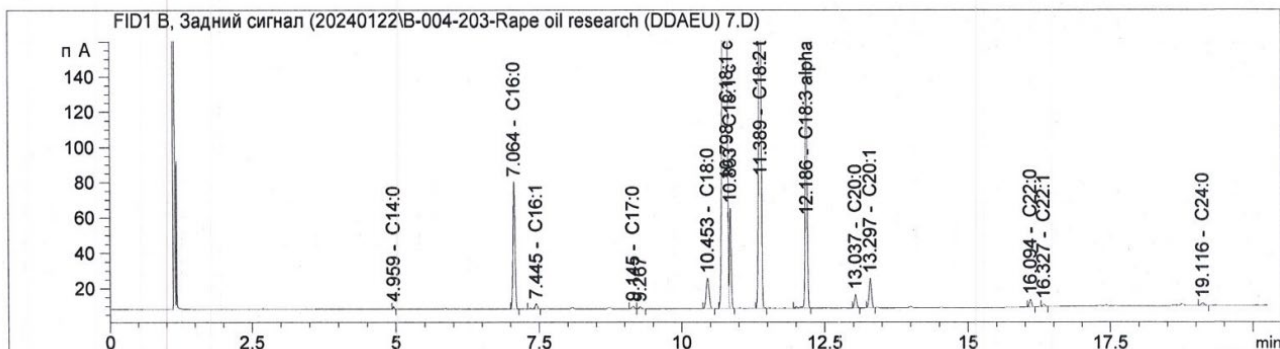
взрок №4



взрок №5



взрок №6



взрок №7

Продовження табл. 3.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	C 18:0 стеаринова	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,52
6	C 18:1 олеїнова	63,60	63,61	63,64	63,71	63,89	63,88	64,03	64,00	64,00
7	C 18:2 лінолева (Омега-6)	19,48	19,48	19,46	19,39	19,27	19,20	19,26	19,22	19,14
8	C 18:3 альфа- ліноленова	8,18	8,14	8,19	8,13	8,17	8,11	8,22	8,21	8,14
9	C 20:0 арахінова	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
10	C 20:1 гадолеїнова	1,13	1,14	1,16	1,15	1,14	1,13	1,13	1,13	1,13
11	C 22:0 бегенова	0,28	0,27	0,28	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
12	C 22:1 ерукова	0,09	0,08	0,11	0,09	0,09	0,09	0,10	0,09	0,09
13	C 23:0 трикозанова	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,00	0,09	0,09
14	C 24:0 лігноцеринова	0,13	0,14	0,14	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14	0,12

Як бачимо з даних табл. 3.5 температурні режими не мають впливу на жирнокислотний склад ріпакової олії.

3.4 Структурна схема виробництва олії з насіння ріпаку безерукового

За результатами, наведеними у п.п. 3.3 найраціональнішою приймаємо технологію отримання ріпакової олії при температурі 50 °С. На рис. 3.8 наведено блок-схему виробництва олії з насіння ріпаку безерукового.

Гвинтовий прес розігрівають до робочої температури 50 °С і починають пресування. Попередньо очищене насіння ріпаку безерукового подають в приймальний патрубок гвинтового пресу. На виході з преса одержують макуху та нефільтровану олію, яку направляють на подальше фільтрування. Після 24 год фільтрування отримують олію та осад.

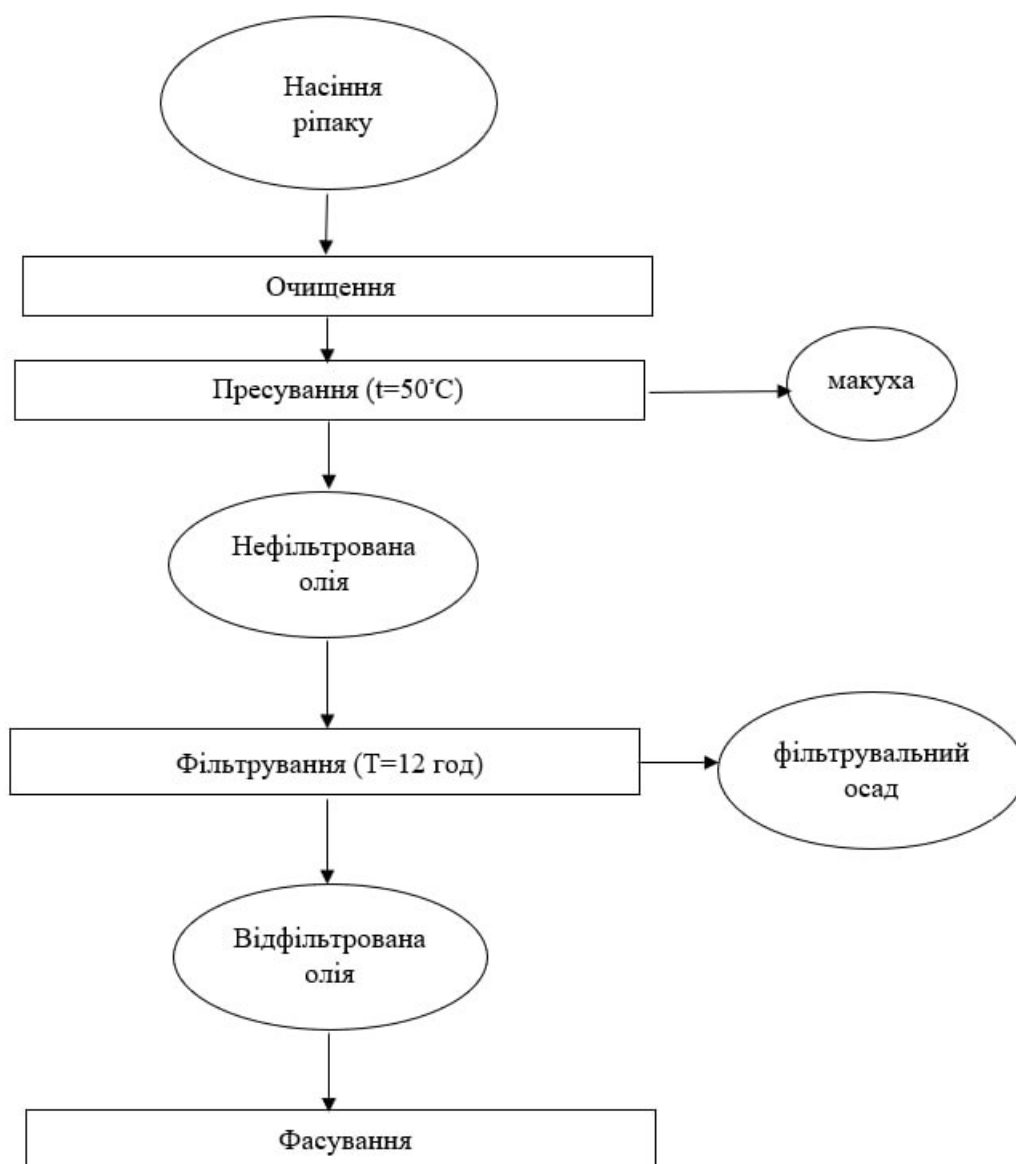


Рисунок 3.8 – Блок-схема виробництва олії з насіння ріпаку безерукового

Висновки за розділом

1. Асортимент харчової ріпакової олії, яку реалізують в Україні, доволі малий, особливо, якщо говорити про вітчизняне виробництво (всього три оператори ринку із проаналізованої кількості).

2. Олія, вилучена з насіння ріпаку безерукового, мала золотистий колір, притаманні насінню ріпаку смак та запах. Вихід олії, як фільтрованої так і нефільтрованої, зі зростанням температури від 50 до 120 °С зменшувався. Найвищий вихід фільтрованої олії 34,71 % зафіксовано при температурі 50 °С. Температура олії на виході з пресу при температурі 50 °С становила 31 °С, що

дозволяє позиціонувати одержаний продукт як олію холодного віджиму. Виробничі втрати при пресуванні коливалися від 0,93 до 5,03 %, а при фільтруванні олії – від 0,01 до 0,77 %. Певної залежності впливу температурних режимів на кількість виробничих втрат при фільтруванні та пресуванні не прослідковувалося.

Зі збільшенням температури при пресуванні вміст залишкової олії у макусі збільшувався. Тобто, при збільшенні температурних режимів олія із насіння ріпаку вилучалася гірше. Загалом вміст олії у дослідних зразках макухи становив від 17,32 до 33,79 %.

Залежності кислотного та пероксидного чисел від температурних режимів не прослідковувалося. Загалом кислотне число ріпакової олії коливалося в межах від 0,5 до 1,1 мг КОН/г, пероксидне число – від 1,3 до 2,1 ммоль (1/2 O)/кг. Кислотне та пероксидне число знаходилося в межах, нормованих для ріпакової олії, не більше 2,0 мг КОН/г і не більше 7 ммоль (1/2 O)/кг відповідно, що зазначено ДСТУ 8175:2015 «Олія ріпакова. Технічні умови». Також температурні режими не мали впливу на жирнокислотний склад ріпакової олії.

3. Найраціональнішою прийнято технологію отримання ріпакової олії при температурі 50 °С. Гвинтовий прес розігривають до робочої температури 50 °С і починають пресування. Попередньо очищене насіння ріпаку безерукового подають в приймальний патрубок гвинтового пресу. На виході з преса одержують макуху та нефільтровану олію, яку направляють на подальше фільтрування. Після 24 год фільтрування отримують олію та осад.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Розробка картки безпеки праці

Основні дослідження, передбачені магістерською, були проведені в навчальній лабораторії харчових технологій, яка є підрозділом кафедри харчових технологій інженерно-технологічного факультету ДДАЕУ. Лабораторія оснащена олійно-екстракційним обладнанням, лабораторним посудом та водонагрівачем. Приміщення та обладнання лабораторії відповідають сучасним вимогам навчального процесу за спеціальністю «Харчові технології». Загалом лабораторія відповідає вимогам пожежної безпеки та охорони праці і має прийнятні умови для проведення дослідницьких робіт. Оскільки напрямом нашого дослідження є олійна промисловість, ми розробили інструкцію з охорони праці для операторів лінії з виробництва ріпакової олії (рис. 4.1).

4.2 Утилізація відходів від виробництва ріпакової олії

Виробничі процеси в олійній галузі мають значний вплив на навколишнє середовище. Цей вплив можна охарактеризувати, головним чином, з точки зору виробничого шуму, пилу та забруднення повітря токсичними речовинами. Одним з найважливіших завдань в системах захисту навколишнього середовища олійних підприємств є забезпечення чистого повітря. Значна кількість органічного пилу утворюється під час очищення та транспортування сировини. Для того, щоб пил не потрапляв в атмосферу і не забруднював територію навколо заводу, встановлюються аспіраційні системи, які всмоктують пил з усіх точок викиду. Повітря надійно очищається циклонами та фільтрами різних конструкцій.

Розташування виробничого обладнання в цехах з переробки насіння олійних культур повинно забезпечувати легкий доступ для його обслуговування та видалення пилу.

<p>1. Загальна інформація</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Місце роботи – лінія з виробництва ріпакової олії. 2. Вид робіт – вилучення ріпакової 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>	 <p>ТЕЛЕФОНИ СЛУЖБИ БЕЗПЕКИ</p> <p>101 - ПОЖЕЖНА ДОПОМОГА</p> <p>102 - МІЛІЦІЯ</p> <p>103 - ШВИДКА ДОПОМОГА</p> <p>104 - ГАЗОВА СЛУЖБА</p>

Рисунок 4.1 – Картка безпека праці

Навантаження на обладнання повинно відповідати виробничим даним, нормам технологічного проєктування і правилам організації та ведення технологічних процесів. Під час роботи обладнання необхідно утримувати в технічно справному стані.

Самохідні транспортні засоби, стрічкові конвеєри та пневмотранспортування широко використовують для транспортування відходів очищення насіння та відходів виробництва. Стрічкові конвеєри працюють на низьких швидкостях (нижче 1,0-1,5 м/с), щоб мінімізувати викиди пилу.

У приміщеннях використовують гладкі поверхні стін, стель, несучих конструкцій, дверних заповнень та підлоги. Це полегшує видалення пилу. Всі виробничі та складські приміщення, технічне обладнання та техніка утримують в чистоті.

Видалення пилу на підприємстві, в тому числі на дахах будівель, здійснюють згідно з програмою, яка визначає частоту видалення пилу на конкретних виробничих ділянках. Програма видалення пилу затверджується керівництвом компанії.

Заходи з охорони навколишнього середовища на олійних виробництвах в першу чергу спрямовані на створення здорових і безпечних умов праці та побуту для працівників, що є важливим фактором підвищення продуктивності праці.

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

- Відходи від очищення сировини;
- Пил;
- Макуха або шрот;
- Відходи від фільтрації олії;
- Відходи водопідготовки.

Ці відходи потребують належного управління та переробки, щоб зменшити їхній негативний вплив на навколишнє середовище та відповідати екологічним стандартам. Компанії також повинні використовувати спеціальні технології та процеси для мінімізації відходів і досягнення більшої утилізації та переробки.

Більшість олійних компаній сьогодні працюють з низьким рівнем відходів, де відходи від переробки сировини використовують в твердопаливних котлах, шрот – у виробництві комбікормів та сипучих харчових продуктів (білкових концентратів, клітковини, борошна), а відходи від фільтрації – у виробництві мила, миючих засобів та кондитерських виробів. Процеси переробки відходів олійного виробництва все ще вивчаються вітчизняними вченими.

Висновки за розділом

У цьому розділі було розроблено картку безпеки для операторів ліній з виробництва ріпакової олії. А також обговорено використання відходів олійного виробництва та їх вплив на екологічну безпеку на місцевому рівні.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Організація проведення дослідження

Розширення вітчизняної олійної продукції на сьогодні є перспективним, тому на ньому ми зосередили наші дослідження.

Перелік робіт при проведенні дослідження магістерської роботи з обґрунтування технології виробництва ріпакової олії та матриця тривалості робіт наведені у табл. 5.1 та 5.2.

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	Огляд науково-технічної та патентної інформації відповідно до теми кваліфікаційної роботи	10
1-2	Вибір методики та підготовка робочого місця	1
1-3	Аналіз вихідної сировини	1
2-4	Підготовка сировини для проведення досліджень (відважування необхідної кількості зразків)	2
3-4	Вилучення та фільтрування ріпакової олії	2
4-5	Обробка одержаних результатів щодо впливу температурних режимів на вихід олії та супутніх продуктів	2
5-6	Органолептичний аналіз дослідних зразків ріпакової олії	1
6-7	Визначення кислотного, пероксидного числа, жирнокислотного складу ріпакової олії та залишкового вмісту олії в ріпаковій макусі	7
7-8	Аналіз одержаних результатів щодо кислотного, пероксидного числа, жирнокислотного складу ріпакової олії та залишкового вмісту олії в макусі	1
8-9	Розробка схеми виробництва ріпакової олії	1
9-10	Виконання розділу «Охорона праці та захист навколишнього середовища»	3

Продовження табл. 5.1

1	2	3
9-11	Виконання розділу «Організаційно-економічна частина»	3
10-12	Підготовка тез	5
11-12	Оформлення магістерської роботи	5
12-13	Узгодження з кафедрою харчових технологій	2
13-14	Отримання рецензії	3
14-15	Захист кваліфікаційної роботи	1
Всього		50

Таблиця 5.2 – Матриця тривалості робіт

	J=1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
I=1	10	1	1													
2				2												
3				2												
4					2											
5						1										
6							7									
7								1								
8									1							
9										3	3					
10												5				
11												5				
12													2			
13														3		
14															1	
Всього	10	1	1	4	2	1	7	1	1	3	3	10	2	3	1	50

За одержаними даними побудовано сітьовий графік (рис. 5.1).

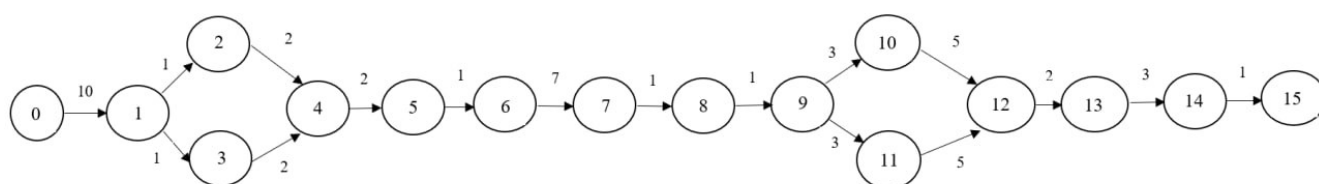


Рисунок 5.1 – Сітьовий графік проведення роботи

З матриці видно, що найбільш тривалими роботами є : 0-1; 6-7; 10-12; 11-12.

Тривалість критичного шляху дорівнює:

$$T_k = 10+1+2+2+1+7+1+1+3+5+2+3+1 = 39 \text{ днів}$$

Робимо висновок, що для того, аби виконати всі поставлені задачі та завдання магістерської роботи, необхідно витратити 39 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 ріпаку, кг	70,00	3	210,00
2	Ємність для зразків олії, шт	8,00	18	144,20
			Всього	354,20

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.).

Під час вилучення дослідних зразків ріпакової олії 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	1,0	0,06
Шнековий прес Oil Extractor OP-600M	0,6	3,5	11,08
Ноутбук	0,02	70	7,38
Всього			18,52

Витрати на амортизацію обладнання знаходили за формулою (5.3):

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

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	10945,00	10	0,02	0,06
Шнековий прес Oil Extractor OP-600M	10900,00	15	0,15	0,67
Ноутбук	17450,00	25	2,92	34,90
Всього				35,63

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	354,20
Заробітна плата	1116,15
Нарахування на заробітну плату	245,55
Електроенергія	18,52
Амортизація	35,63
Накладні витрати	892,92
Всього	2662,97

Найбільшими серед усіх витрат є 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), %.

$$\text{Ц} = 2662,97 + \frac{30 \cdot 2662,97}{100} = 3461,86 \text{ грн}$$

Витрати на проведені дослідження кваліфікаційної роботи становили 3461,86 грн.

Висновки за розділом

Побудовано оптимальний сітьовий графік, тривалість критичного шляху якого складає 39 днів. Найбільшими затратами під час нашого дослідження були витрати на заробітну плату керівника (1116,15 грн). З урахуванням 30 % нормативної рентабельності загальна вартість магістерського експериментального дослідження склала 3461,86 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Асортимент харчової ріпакової олії, яку реалізують в Україні, доволі малий, особливо, якщо говорити про вітчизняне виробництво (всього три оператори ринку із проаналізованої кількості).

2. Олія, вилучена з насіння ріпаку безерукового, мала золотистий колір, притаманні насінню ріпаку смак та запах. Вихід олії, як фільтрованої так і нефільтрованої, зі зростанням температури від 50 до 120 °С зменшувався. Найвищий вихід фільтрованої олії 34,71 % зафіксовано при температурі 50 °С. Температура олії на виході з пресу при температурі 50 °С становила 31 °С, що дозволяє позиціонувати одержаний продукт як олію холодного віджиму. Виробничі втрати при пресуванні коливалися від 0,93 до 5,03 %, а при фільтруванні олії – від 0,01 до 0,77 %. Певної залежності впливу температурних режимів на кількість виробничих втрат при фільтруванні та пресуванні не прослідковувалося.

Зі збільшенням температури при пресуванні вміст залишкової олії у макусі збільшувався. Тобто, при збільшенні температурних режимів олія із насіння ріпаку вилучалася гірше. Загалом вміст олії у дослідних зразках макухи становив від 17,32 до 33,79 %.

Залежності кислотного та пероксидного чисел від температурних режимів не прослідковувалося. Загалом кислотне число ріпакової олії коливалося в межах від 0,5 до 1,1 мг КОН/г, пероксидне число – від 1,3 до 2,1 ммоль (1/2 O)/кг. Кислотне та пероксидне число знаходилося в межах, нормованих для ріпакової олії, не більше 2,0 мг КОН/г і не більше 7 ммоль (1/2 O)/кг відповідно, що зазначено ДСТУ 8175:2015 «Олія ріпакова. Технічні умови». Також температурні режими не мали впливу на жирнокислотний склад ріпакової олії.

3. Найраціональнішою прийнято технологію отримання ріпакової олії при температурі 50 °С. Гвинтовий прес розігривають до робочої температури 50 °С. Попередньо очищене насіння ріпаку безерукового подають в приймальний патрубок гвинтового пресу. На виході з преса одержують макуху та

нефільтровану олію, яку направляють на подальше фільтрування. Після 24 год фільтрування отримують олію та осад.

4. Розроблено картку безпеки для операторів ліній з виробництва ріпакової олії. А також обговорено використання відходів олійного виробництва та їх вплив на екологічну безпеку на місцевому рівні.

5. Побудовано оптимальний сітьовий графік, тривалість критичного шляху якого складає 39 днів. Найбільшими затратами під час нашого дослідження були є витрати на заробітну плату керівника (1116,15 грн). З урахуванням 30 % нормативної рентабельності загальна вартість магістерського експериментального дослідження склала 3461,86 грн.

На рахунок подальших досліджень за темою кваліфікаційної роботи перспективними будуть:

- вивчення поживного, амінокислотного, вітамінного складу насіння безерукового ріпаку української селекції;
- вивчення впливу температурних режимів на окисну стабільність ріпакової олії.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. 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.
2. Tang Y.R., Ghosh S. A Review of the Utilization of Canola Protein as an Emulsifier in the Development of Food Emulsions. *Molecules*. 2023. Vol. 28, no. 24. 8086.
3. Fu D., Jiang L., Mason A.S., Xiao M., Zhu L., Li L., Zhou Q., Shen C., Huang C. Research progress and strategies for multifunctional rapeseed: A case study of China. *Journal of Integrative Agriculture*. 2016. Vol. 15, Issue 8. P. 1673–1684.
4. Ракша-Слюсарева О., Круль В., Попова Н. Харчова цінність м'ясних напівфабрикатів із використанням дієтичної добавки з ріпака. *Товари і ринки*. 2013. №1. С. 110–117.
5. Нікончук Н.В. Виробництво рослинної олії: курс лекцій. Миколаїв: МНАУ, 2014. 58 с.
6. 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.
7. 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.
8. Шаповал, В.О., Дідур І.М. Вплив мінеральних добрив на біоенергетичну продуктивність ріпаку ярого в умовах ПП «Левчик» с. Оленівка Балтського району Одеської області.
9. Пінчук Н.В., Вергелес П.М., Коваленко Т.М. Ефективність захисту посівів озимого ріпаку від шкодочинних організмів. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. №22. С. 119–134.

10. Рудник-Іващенко О.І., Шовгун О.О., Іваницька А.П., Щербиніна Н.П., Ляшенко С.О., Чухлеб С.Л., Бадяка О.О. Біохімічні властивості нових сортів ріпаку. Сортививчення. 2014. №4 (25). С. 29–33.

11. Галенко О.О., Шаповалов В.Ю. Перспективи використання нетрадиційної білкової рослинної сировини у м'ясопродуктах спеціального призначення. Захист і відновлення екологічної рівноваги та забезпечення самовідновлення екосистем: колективна монографія / за заг. ред. Т.О. Чайки. Полтава: Астроя, 2023. С. 135–141.

12. 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.

13. Гелета О.С., Мазнев Г.Є. Перспективи вирощування ріпаку. Ринкова трансформація економіки: стан, проблеми, перспективи: матеріали всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, м. Харків, 08–22.11.2010. Харків: ХНТУСГ, 2010. С. 185–189.

14. Дорохович А.М., Носенко Т.Т., Волощенко Т.О., Петренко М.М. Дослідження впливу ріпакового борошна на якість та поживну цінність затяжного печива. Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі: матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Київ: НУХТ, 2015. С. 82–86.

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

16. Основні аспекти селекції ріпаку у сьогоденні. Агробізнес сьогодні. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/585-osnovni-aspekty-selektsii-ripaku-u-sohodenni.html> (дата звернення: 10.01.2024).

17. Raboanatahiry N., Li H., Yu L., Li M. Rapeseed (*Brassica napus*): Processing, Utilization, and Genetic Improvement. Agronomy. 2021. Vol. 11, Issue 9. 1776.

18. Carré P., Pouzet A. Rapeseed market, worldwide and in Europe. OCL. 2014. Vol. 21. D102.
19. Friedt W., Tu J., Fu T. Academic and Economic Importance of Brassica napus Rapeseed. The Brassica napus Genome. Compendium of Plant Genomes / eds. Liu S., Snowdon R., Chalhoub B. Cham: Springer. 2018. P.1–20.
20. Поліщук А.А., Булавкіна Т.П. Ріпак: за і проти. Scientific Progress & Innovations. 2014. №3. С. 67–70.
21. Дірауер Х., Закс Р. Органічний ріпак: посібник. 2017. 12 с.
22. Бондарчук І.Л. Використання кластерного аналізу для підбору гібридів ріпаку озимого за вирощування в різних агрокліматичних зонах України. Гончарівські читання»: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 88-річчю з дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора Гончарова Миколи Дем'яновича, м. Суми, 25–26 травня 2017 р. Суми, 2017. С. 22.
23. Щербаков В.Я., Юркевич Є.О. Умови формування високого урожаю озимого ріпаку залежно від метеорологічних умов різних періодів вегетації в степу України. Аграрний вісник Причорномор'я. 2017. Вип. 84-2. С. 114–120.
24. Нукало А. Шляхи підвищення продуктивності ріпаку озимого в сучасних екологічних умовах. Особливості розвитку освіти, науки і бізнесу в середовищі глобальних змін. 2021. С. 44–45.
25. Пиріг Г. І., Крисоватий С. Сучасні технології вирощування озимого ріпаку: теоретико-методологічні та прикладні аспекти. Нарощування фінансово-економічного потенціалу суб'єктів економічних відносин як основа поступального розвитку територіально-господарських систем: монографія. Тернопіль: ФОП Паляниця, 2021. С. 121–127.
26. Шевченко А.А., Василич Т.О. Перспективи розвитку ріпаківництва в Одеській області. Економічний вісник Причорномор'я. 2022. №3. С. 136–146.
27. Малиновський А.С., Дідух М.І. Реабілітація радіоактивно забруднених земель внаслідок аварії на ЧАЕС шляхом вирощування ріпаку на біопаливо. Вісник ЖНАЕУ. 2011. №1, т. 1. С. 3–9.

28. Чуйко О.В., Дідора В.Г. Урожайність і якість ріпаку озимого залежно від сортового складу в умовах СТОВ «Спілка хмелярів і пивоварів». Сільське господарство сьогодні: зб. тез наук.-практ.конференції. м. Житомир, 25 вересня 2019. Житомир, 2019. С. 11–14.

29. Охота Ю.В. Економічна ефективність вирощування ріпаку у сільському господарстві, зокрема як технічної культури та кормової бази для бджіл. Впровадження передових технологій у виробництво продукції бджільництва: мат. Всеукраїн. наук.-практ. конф. молодих вчених та студентів, м. Чернятин, 21–22 берез. 2019 р. Чернятин: Чернятин. коледж ВНАУ, 2019. 5 с.

30. Глухова Н.А., Садовой О.О., Несміян А.І., Сонець Т.Д. Аналіз напрямів використання ріпаку як об'єкта трансфера. Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області. 2013. Вип. 15. С. 39–55.

31. Pandi W., Xiaojuan X., Xiaobo Zh., Gang W., Fang L. A Review of Erucic Acid Production in Brassicaceae Oilseeds: Progress and Prospects for the Genetic Engineering of High and Low-Erucic Acid Rapeseeds (*Brassica napus*). *Frontiers in Plant Science*. 2022. Vol 13.

32. Warner D.J., Lewis K.A. Evaluation of the Risks of Contaminating Low Erucic Acid Rapeseed with High Erucic Rapeseed and Identification of Mitigation Strategies. *Agriculture*. 2019. Vol. 9. 190.

33. Jahreis G., Schäfer U. Rapeseed (*Brassica napus*) Oil and its Benefits for Human Health. *Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention* / eds. Preedy V.R., Watson R.R. Academic Press. 2011. P. 967–974.

34. Barthet V.J., Daun J.K. Seed Morphology, Composition, and Quality. *Canola: Chemistry, Production, Processing, and Utilization*. 2011. P. 119–162.

35. Орленко Н.С., Золотар О.В., Лікар С.П. Вплив погодніх умов на показники придатності сортів ріпака озимого до поширення в Україні. *Climate-smart agriculture: science and practice: Scientific monograph*. Рига, Латвія: Baltija Publishing, 2023. С. 489–501/

36. 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: 05.01.2024).
37. Matthaus B., Özcan M.M., Al Juhaimi F. Some rape/canola seed oils: fatty acid composition and tocopherols. *Zeitschrift Für Naturforschung*. 2016. Vol. 71, Issue 3–4. P. 73–77.
38. Бучинський І., Лихочвор В. Урожайність сортів ярого ріпаку залежно від норм мінеральних добрив. *Вісник Львівського національного аграрного університету : Агронімія*. 2010. №14 (1). С. 127–132.
39. Al-Khusaibi M., Gordon M.H., Lovegrove J.A. Niranjana K. Frying of potato chips in a blend of canola oil and palm olein: changes in levels of individual fatty acids and tocopherols. *International Journal of Food Science & Technology*. 2012. Vol. 47. P. 1701–1709.
40. Campbell L., Rempel C.B., Wanasundara J.P.D. Canola/Rapeseed Protein: Future Opportunities and Directions – Workshop Proceedings of IRC 2015. *Plants*. 2016. Vol. 5, no. 2. 17.
41. Tan S.H., Mailer R.J., Blanchard C.L. Agboola S.O. Canola Proteins for Human Consumption: Extraction, Profile, and Functional Properties. *Journal of Food Science*. 2011. Vol. 76, no. 1. P. R16–R28.
42. Hossain Z., Johnson E.N., Wang L., Blackshaw R.E., Gan Y. Comparative analysis of oil and protein content and seed yield of five Brassicaceae oilseeds on the Canadian prairie. *Industrial Crops and Products*. 2019. Vol. 136, P. 77–86.
43. Wanasundara J.P.D., Kapel R., Albe-Slabi S. Proteins from Canola/Rapeseed – Current Status. *Sustainable Protein Sources (Second Edition)* / eds. Nadathur S., Wanasundara J.P.D., Scanlin L. 2024. Academic Press. P. 285–309.
44. Волощенко Т.О. Технологія переробки насіння ріпаку сучасної селекції: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.06. Київ, 2017. 24 с.
45. ДСТУ 4966:2008. Насіння ріпаку для промислового переробляння. Технічні умови. [Чинний від 2010-07-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2010. 12 с.

46. ДСТУ 4811:2007. Насіння олійних культур. Методи визначення вологості. [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 10 с.

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

48. ДСТУ ISO 729:2005 Насіння олійних культур. Визначення кислотності олії (ISO 729:1988, IDT). [Чинний від 2007-09-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 10 с.

49. 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.

50. 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.

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

52. 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.

ДОДАТКИ

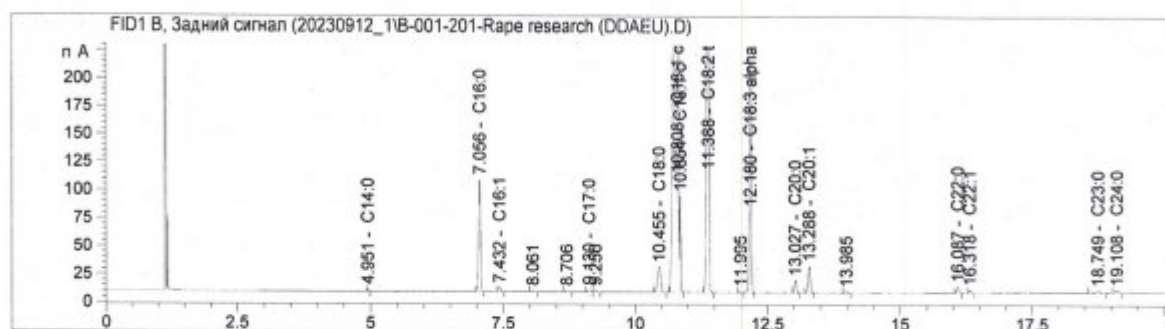
Хроматограми вмісту жирних кислот у вихідній сировині

Data File C:\Users\P...nts\ChemStation\2\Data\20230912_1\B-001-201-Rape research (DDAEU).D
 Sample Name: Rape research (DDAEU)

Результат

```

=====
Acq. Operator   : Natalya Berezhna           Seq. Line :    1
Sample Operator : Natalya Berezhna
Acq. Instrument : Instrument 2              Location  : 201 (B)
Injection Date  : 12.09.2023 10:56:34      Inj       :    1
                                           Inj Volume: 1 µl
Sequence File   : C:\ProgramData\Agilent Technologies\ChemStation\2\RunQueue\PS_12.09.2023
                 _10.55.01\20230912_1.S
Method          : C:\USERS\PUBLIC\DOCUMENTS\CHEMSTATION\2\METHODS\FAMES_09.2021.M
Last changed    : 06.09.2023 16:37:50 by Natalya Berezhna
Method Info     : Метод для визначення метилових ефірів
                 жирних кислот.
=====
  
```



=====
 Area Percent Report
 =====

```

Sorted By      :      Retention Time
Calib. Data Modified :      06.09.2023 16:37:39
Multiplier     :      1.0000
Dilution       :      1.0000
Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
  
```

Signal 1: FID1 B, Задний сигнал

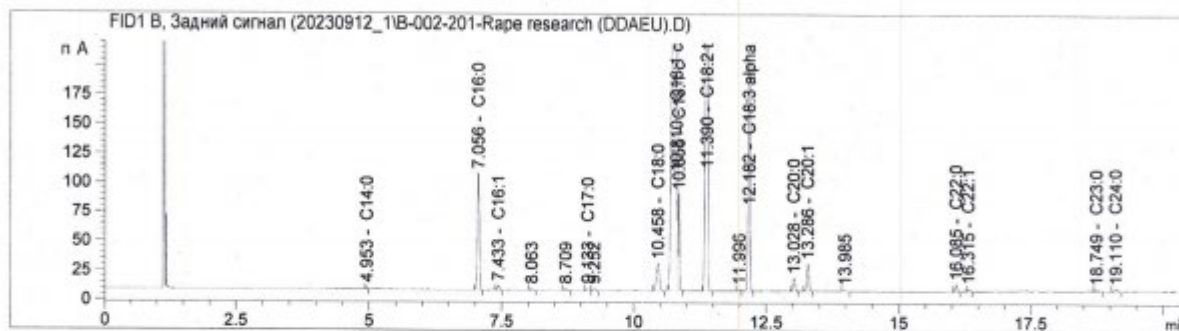
Peak #	RetTime [min]	Sig	Type	Area [nA*s]	Area %	Name
1	4.951	1	BB	2.78997	0.04645	C14:0
2	7.056	1	BB	253.62816	4.22275	C16:0
3	7.432	1	VB	9.95349	0.16572	C16:1
4	9.130	1	BV	6.57051	0.10939	C17:0
5	10.455	1	BB	93.44653	1.55583	C18:0
6	10.808	1	BV R	3730.14771	62.10465	C18:1 c
7	10.854	1	VB E	152.44313	2.53808	C18:1 c
8	11.388	1	BB	1125.48743	18.73867	C18:2 t
9	11.490	1		0.00000	0.00000	C18:2 c
10	12.180	1	VB R	476.84259	7.93913	C18:3 alpha
11	13.027	1	BB	29.68296	0.49420	C20:0
12	13.288	1	BB	68.96265	1.14819	C20:1
13	16.087	1	BB	15.70319	0.26145	C22:0
14	16.318	1	BB	5.96265	0.09927	C22:1
15	16.458	1		0.00000	0.00000	C22:2
16	18.749	1	BB	8.24331	0.13725	C23:0
17	19.108	1	BB	7.44708	0.12399	C24:0
18	20.050	1		0.00000	0.00000	C24:1

Totals : 5987.31136

Data File C:\Users\P...nts\ChemStation\2\Data\20230912_1\B-002-201-Rape research (DDAEU).D
 Sample Name: Rape research (DDAEU)

```

=====
Acq. Operator   : Natalya Berezchna           Seq. Line :    2
Sample Operator : Natalya Berezchna
Acq. Instrument : Instrument 2                 Location  : 201 (B)
Injection Date  : 12.09.2023 11:20:03         Inj       :    2
                                                Inj Volume: 1 µl
Sequence File   : C:\ProgramData\Agilent Technologies\ChemStation\2\RunQueue\PS_12.09.2023
                 _10.55.01\20230912_1.S
Method          : C:\USERS\PUBLIC\DOCUMENTS\CHEMSTATION\2\METHODS\FAMES_09.2021.M
Last changed    : 06.09.2023 16:37:50 by Natalya Berezchna
Method Info     : Метод для визначення метилових ефірів
                 жирних кислот.
=====
  
```



Area Percent Report

```

=====
Sorted By       : Retention Time
Calib. Data Modified : 06.09.2023 16:37:39
Multiplier      : 1.0000
Dilution        : 1.0000
Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
=====
  
```

Signal 1: FID1 B, Задний сигнал

Peak #	RetTime [min]	Sig	Type	Area [nA*s]	Area %	Name
1	4.953	1	BB	2.80288	0.04672	C14:0
2	7.056	1	BB	253.44167	4.22464	C16:0
3	7.433	1	VB	9.97525	0.16628	C16:1
4	9.133	1	BV	6.52079	0.10870	C17:0
5	10.458	1	BB	92.28998	1.53839	C18:0
6	10.810	1	BV R	3725.50488	62.10081	C18:1 c
7	10.855	1	VB E	153.32080	2.55572	C18:1 c
8	11.390	1	BB	1125.33997	18.75840	C18:2 t
9	11.490	1		0.00000	0.00000	C18:2 c
10	12.182	1	VB R	477.05249	7.95204	C18:3 alpha
11	13.028	1	BB	29.70896	0.49522	C20:0
12	13.286	1	BB	68.92469	1.14891	C20:1
13	16.085	1	BB	15.96338	0.26610	C22:0
14	16.315	1	BB	6.03046	0.10052	C22:1
15	16.458	1		0.00000	0.00000	C22:2
16	18.749	1	BB	5.68293	0.09473	C23:0
17	19.110	1	BB	7.64579	0.12745	C24:0
18	20.050	1		0.00000	0.00000	C24:1

Totals : 5980.20491

Результати визначення кислотного та пероксидного чисел у ріпаковій олії

Протокол випробувань від 22.01.2024р

ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ

«ОПТИМУСАГРО ТРЕЙД»

ВИПРОБУВАЛЬНА ЛАБОРАТОРІЯ

м.Запоріжжя, вул.Харчова,6

ІВАН №UA35300528000002600455037632; ВАТ «ОТП Банк»

Акредитована Національним агенством з акредитації України, відповідно до вимог ДСТУ EN ISO /IEC 17025:2019

Атестат акредитації №201623, дійсний до 22.06.2028р.

201623
ВипробуванняЗАТВЕРДЖУЮ:
Завідувач ВЛ
І.Ф.Москаленко
22 » січня 2024 р.

ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАННЯ

Об'єкт випробування	Олія ріпакова.
Стан зразку	Зразки упаковані у поліетиленову тару, марковані, стан задовільний.
Дата надходження зразку	19.01.2024 р.
Мета випробування	Визначення показників якості.
Проведено випробування	Визначення кислотного числа. Визначення пероксидного числа.
Умови довкілля під час проведення випробування відповідають вимогам	

Протокол випробувань від 22.01.2024р

Випробування на відповідність вимогам: замовника – фактичне значення.

Номер зразку	Кислотне число, мг КОН/г ДСТУ 4350:2004	Пероксидне число, 1/2Оммоль/кг ДСТУ 4570:2006
1	0,5	2,1
2	0,7	1,5
3	0,6	2,0
4	0,8	1,3
5	0,8	1,9
6	0,6	1,7
7	0,6	1,8
8	1,0	1,9
9	1,1	1,8

Відповідальний за виконання:

Провідний інженер-лаборант



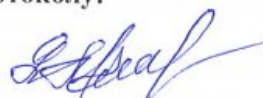
Яценко Л.А.

Примітки:

Цей протокол не може бути відтворений, тиражований та розповсюджений повністю чи частково, як офіційний документ без дозволу ВЛ ТОВ «ОПТИМУСАГРО ТРЕЙД».
Результати досліджень стосуються тільки зразку, що пройшов випробування.

Відповідальний за складання протоколу:

Провідний інженер-лаборант



Яценко Л.А.

Результати визначення залишкового вмісту олії у ріпаковій макусі

Протокол випробувань від 31.01.2024р

ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ

«ОПТИМУСАГРО ТРЕЙД»

ВИПРОБУВАЛЬНА ЛАБОРАТОРІЯ

м.Запоріжжя, вул.Харчова,6

IBAN №UA35300528000002600455037632; ВАТ «ОТП Банк»

Акредитована Національним агенством з акредитації України, відповідно до вимог ДСТУ EN ISO /IEC 17025:2019

Атестат акредитації №201623, дійсний до 22.06.2028р.

201623
ВипробуванняЗАТВЕРДЖУЮ:
Завідувач ВЛ
І.Ф.Москаленко
«31» січня 2024 р.

ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАННЯ

Об'єкт випробування	М'ятка ріпакова.
Стан зразку	Зразки упаковані у поліетиленову тару, марковані, стан задовільний.
Дата надходження зразку	19.01.2024 р.
Мета випробування	Визначення показників якості.
Проведено випробування	Визначення масової частки сирого жиру
Умови довкілля під час проведення випробування відповідають вимогам	

Протокол випробувань від 31.01.2024р

Випробування на відповідність вимогам: замовника – фактичне значення.

Номер зразку	Одиниці вимірювання	Масова частка сирого жиру, в перерахунку на а.с.р., згідно ДСТУ 7458:2013
1	%	17,32
2	%	18,55
3	%	19,29
4	%	22,03
5	%	25,41
6	%	27,90
7	%	30,35
8	%	31,91
9	%	33,79

Відповідальний за виконання:

Інженер-лаборант



Суконкіна А.О.

Примітки:

Цей протокол не може бути відтворений, тиражований та розповсюджений повністю чи частково, як офіційний документ без дозволу ВЛ ТОВ «ОПТИМУСАГРО ТРЕЙД». Результати досліджень стосуються тільки зразку, що пройшов випробування.

Відповідальний за складання протоколу:

Інженер-лаборант



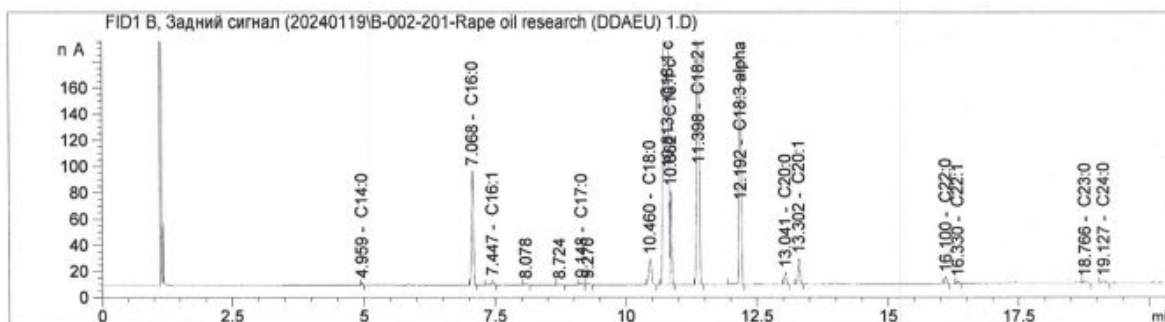
Суконкіна А.О.

Хроматограми вмісту жирних кислот у ріпаковій олії

Data File C:\Users\P...ChemStation\2\Data\20240119\B-002-201-Rape oil research (DDAEU) 1.D
 Sample Name: Rape oil research (DDAEU) 1

```

=====
Acq. Operator   : Natalya Berezhna           Seq. Line :    2
Sample Operator : Natalya Berezhna
Acq. Instrument : Instrument 2                Location  : 201 (B)
Injection Date  : 19.01.2024 10:44:30        Inj       :    2
                                           Inj Volume: 1 µl
Sequence File   : C:\ProgramData\Agilent Technologies\ChemStation\2\RunQueue\PS_19.01.2024
                  _10.18.45\20240119.S
Method          : C:\USERS\PUBLIC\DOCUMENTS\CHEMSTATION\2\METHODS\FAMES_09.2021.M
Last changed    : 21.09.2023 15:15:58 by Administrator
Method Info     : Метод для визначення метилових ефірів
                  жирних кислот.
=====
  
```



Area Percent Report

```

=====
Sorted By      : Retention Time
Calib. Data Modified : 21.09.2023 15:15:17
Multiplier     : 1.0000
Dilution       : 1.0000
Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
=====
  
```

Signal 1: FID1 B, Задний сигнал

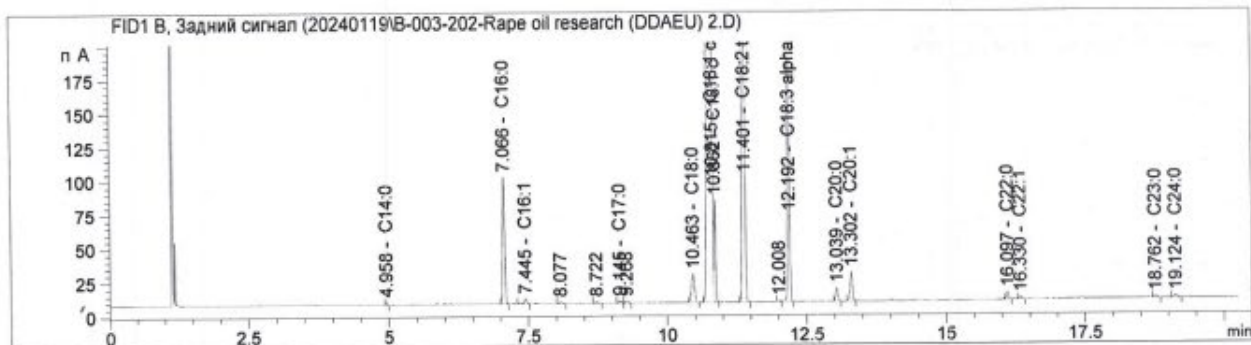
Peak #	RetTime [min]	Sig	Type	Area [nA*s]	Area %	Name
1	4.959	1	BB	2.50165	0.04927	C14:0
2	7.068	1	BB	223.28073	4.39753	C16:0
3	7.447	1	VB R	11.29660	0.22249	C16:1
4	9.148	1	BV	5.46214	0.10758	C17:0
5	10.460	1	BB	76.64119	1.50945	C18:0
6	10.813	1	BV R	3089.12720	60.84057	C18:1 c
7	10.862	1	VB E	140.31331	2.76348	C18:1 c
8	11.398	1	BB	989.20422	19.48244	C18:2 t
9	11.490	1		0.00000	0.00000	C18:2 c
10	12.192	1	VB R	415.30756	8.17951	C18:3 alpha
11	13.041	1	BB	25.42690	0.50078	C20:0
12	13.302	1	BB	57.31570	1.12884	C20:1
13	16.100	1	BB	14.13867	0.27846	C22:0
14	16.330	1	BB	4.53261	0.08927	C22:1
15	16.458	1		0.00000	0.00000	C22:2
16	18.766	1	BB	5.34418	0.10525	C23:0
17	19.127	1	BB	6.81681	0.13426	C24:0
18	20.050	1		0.00000	0.00000	C24:1

Totals : 5066.70947

Data File C:\Users\P...ChemStation\2\Data\20240119\B-003-202-Rape oil research (DDAEU) 2.D
 Sample Name: Rape oil research (DDAEU) 2

```

=====
Acq. Operator   : Natalya Berezhna           Seq. Line :    3
Sample Operator : Natalya Berezhna
Acq. Instrument : Instrument 2               Location  : 202 (B)
Injection Date  : 19.01.2024 11:07:58      Inj       :    1
                                           Inj Volume: 1 µl
Sequence File   : C:\ProgramData\Agilent Technologies\ChemStation\2\RunQueue\PS_19.01.2024
                 _10.18.45\20240119.S
Method          : C:\USERS\PUBLIC\DOCUMENTS\CHEMSTATION\2\METHODS\FAMES_09.2023.M
Last changed    : 22.09.2023 13:24:01 by Natalya Berezhna
Method Info     : Метод для визначення метилових ефірів
                 жирних кислот.
=====
  
```



=====
 Area Percent Report
 =====

```

Sorted By      :      Retention Time
Calib. Data Modified : 22.09.2023 13:22:47
Multiplier     :      1.0000
Dilution       :      1.0000
Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
  
```

Signal 1: FID1 B, Задний сигнал

Peak #	RetTime [min]	Sig	Type	Area [nA*s]	Area %	Name
1	4.958	1	BB	2.61931	0.04881	C14:0
2	7.066	1	BB	236.21246	4.40152	C16:0
3	7.445	1	VB R	11.90405	0.22182	C16:1
4	9.145	1	BV	5.78941	0.10788	C17:0
5	10.463	1	BB	80.85470	1.50662	C18:0
6	10.815	1	BV R	3267.06177	60.87752	C18:1 c
7	10.862	1	VB E	146.76732	2.73482	C18:1 e
8	11.401	1	BB	1045.44031	19.48044	C18:2 t
9	11.490	1		0.00000	0.00000	C18:2 c
10	12.192	1	VB R	436.81046	8.13940	C18:3 alpha
11	13.039	1	BB	26.69299	0.49739	C20:0
12	13.302	1	BB	60.92018	1.13517	C20:1
13	16.097	1	BB	14.73337	0.27454	C22:0
14	16.330	1	BB	4.55640	0.08490	C22:1
15	16.458	1		0.00000	0.00000	C22:2
16	18.762	1	BB	5.20125	0.09692	C23:0
17	19.124	1	BB	7.29796	0.13599	C24:0
18	20.050	1		0.00000	0.00000	C24:1

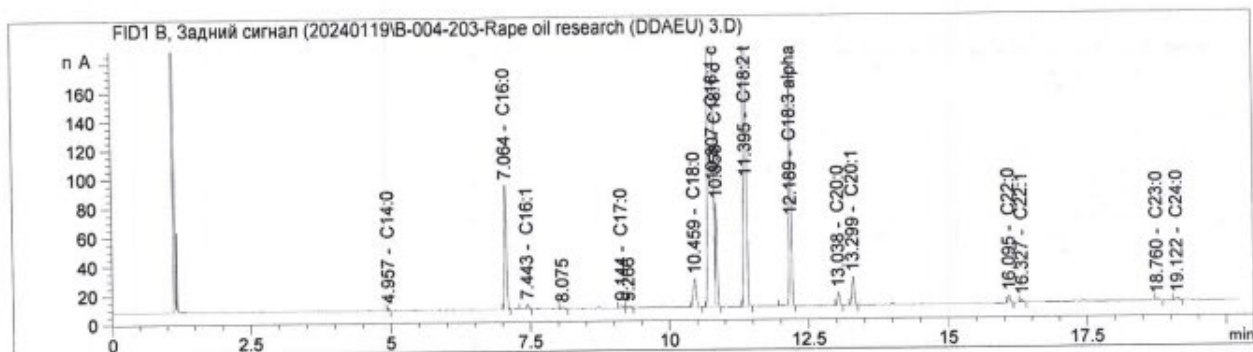
Totals : 5352.86194

Data File C:\Users\P...ChemStation\2\Data\20240119\B-004-203-Rape oil research (DDAEU) 3.D
 Sample Name: Rape oil research (DDAEU) 3

```

=====
Acq. Operator   : Natalya Berezhna           Seq. Line :    4
Sample Operator : Natalya Berezhna
Acq. Instrument : Instrument 2               Location  : 203 (B)
Injection Date  : 19.01.2024 11:31:31      Inj       :    1
                                           Inj Volume: 1 µl

Sequence File   : C:\ProgramData\Agilent Technologies\ChemStation\2\RunQueue\PS_19.01.2024
                 _10.18.45\20240119.S
Method          : C:\USERS\PUBLIC\DOCUMENTS\CHEMSTATION\2\METHODS\FAMES_09.2023.M
Last changed   : 22.09.2023 13:24:01 by Natalya Berezhna
Method Info    : Метод для визначення метилових ефірів
                 жирних кислот.
  
```



=====
 Area Percent Report
 =====

```

Sorted By           :      Retention Time
Calib. Data Modified :      22.09.2023 13:22:47
Multiplier          :      1.0000
Dilution            :      1.0000
Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
  
```

Signal 1: FID1 B, Задний сигнал

Peak #	RetTime [min]	Sig	Type	Area [nA*s]	Area %	Name
1	4.957	1	BB	2.38354	0.04871	C14:0
2	7.064	1	BB	215.26866	4.39929	C16:0
3	7.443	1	VB R	10.74181	0.21952	C16:1
4	9.144	1	BV	5.21418	0.10656	C17:0
5	10.459	1	BB	73.76521	1.50749	C18:0
6	10.807	1	BV R	2980.23438	60.90485	C18:1 c
7	10.858	1	VB E	134.14455	2.74141	C18:1 c
8	11.395	1	BB	952.44006	19.46432	C18:2 t
9	11.490	1		0.00000	0.00000	C18:2 c
10	12.189	1	VB R	400.99658	8.19487	C18:3 alpha
11	13.038	1	BB	24.46671	0.50001	C20:0
12	13.299	1	BB	56.66515	1.15802	C20:1
13	16.095	1	BB	13.54542	0.27682	C22:0
14	16.327	1	BB	5.17944	0.10585	C22:1
15	16.458	1		0.00000	0.00000	C22:2
16	18.760	1	BB	4.72132	0.09649	C23:0
17	19.122	1	BB	6.60973	0.13508	C24:0
18	20.050	1		0.00000	0.00000	C24:1

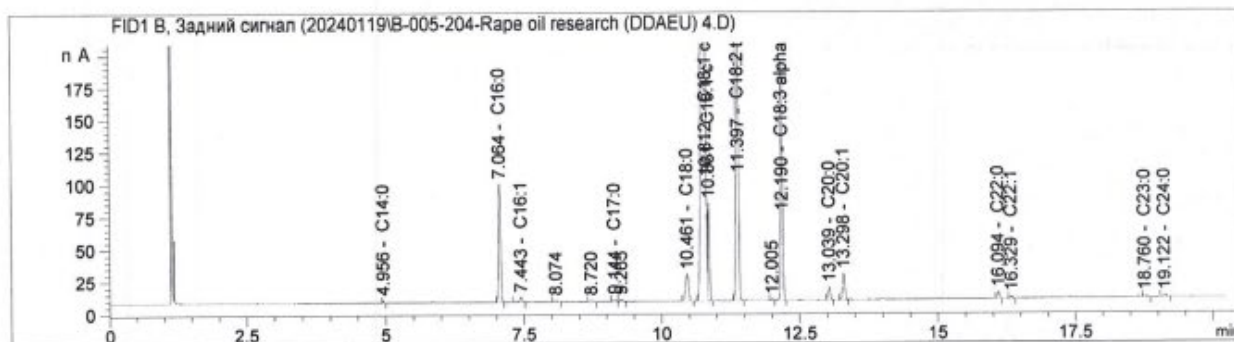
Totals : 4886.37674

Data File C:\Users\P...ChemStation\2\Data\20240119\B-005-204-Rape oil research (DDAEU) 4.D
 Sample Name: Rape oil research (DDAEU) 4

```

=====
Acq. Operator   : Natalya Berezhna           Seq. Line :    5
Sample Operator : Natalya Berezhna
Acq. Instrument : Instrument 2                Location  :   204 (B)
Injection Date  : 19.01.2024 11:55:02       Inj       :    1
                                           Inj Volume: 1 µl

Sequence File   : C:\ProgramData\Agilent Technologies\ChemStation\2\RunQueue\PS_19.01.2024
                 _10.18.45\20240119.S
Method          : C:\USERS\PUBLIC\DOCUMENTS\CHEMSTATION\2\METHODS\FAMES_09.2023.M
Last changed    : 22.09.2023 13:24:01 by Natalya Berezhna
Method Info     : Метод для визначення метилових ефірів
                 жирних кислот.
=====
  
```



Area Percent Report

```

Sorted By      :      Retention Time
Calib. Data Modified : 22.09.2023 13:22:47
Multiplier     :      1.0000
Dilution       :      1.0000
Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
  
```

Signal 1: FID1 B, Задний сигнал

Peak #	RetTime [min]	Sig	Type	Area [nA*s]	Area %	Name
1	4.956	1	BB	2.58639	0.04861	C14:0
2	7.064	1	BB	233.63568	4.39121	C16:0
3	7.443	1	VB R	11.68678	0.21965	C16:1
4	9.144	1	BV	5.76179	0.10829	C17:0
5	10.461	1	BB	80.25762	1.50845	C18:0
6	10.812	1	BV R	3245.84644	61.00608	C18:1 c
7	10.861	1	VB E	143.70990	2.70105	C18:1 c
8	11.397	1	BB	1031.69531	19.39084	C18:2 t
9	11.490	1		0.00000	0.00000	C18:2 c
10	12.190	1	VB R	432.65103	8.13173	C18:3 alpha
11	13.039	1	BB	26.54183	0.49886	C20:0
12	13.298	1	BB	61.00357	1.14657	C20:1
13	16.094	1	BB	14.55700	0.27360	C22:0
14	16.329	1	BB	4.78935	0.09002	C22:1
15	16.458	1		0.00000	0.00000	C22:2
16	18.760	1	BB	5.18707	0.09749	C23:0
17	19.122	1	BB	7.04235	0.13236	C24:0
18	20.050	1		0.00000	0.00000	C24:1

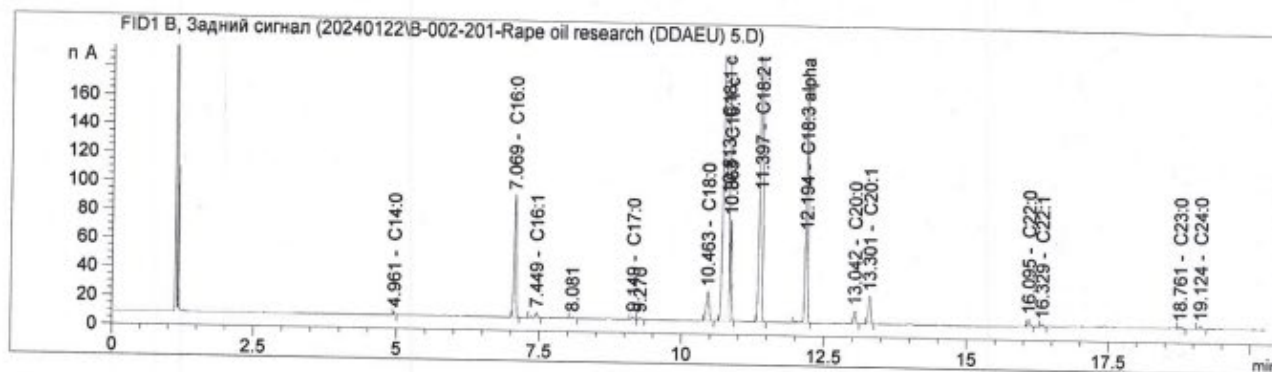
Totals : 5306.95210

Data File C:\Users\P...ChemStation\2\Data\20240122\B-002-201-Rape oil research (DDAEU) 5.D
 Sample Name: Rape oil research (DDAEU) 5

```

=====
Acq. Operator   : Natalya Berezhna                      Seq. Line :    2
Sample Operator : Natalya Berezhna
Acq. Instrument : Instrument 2                          Location  : 201 (B)
Injection Date  : 22.01.2024 11:34:05                  Inj       :    2
                                                    Inj Volume: 1 µl

Sequence File   : C:\ProgramData\Agilent Technologies\ChemStation\2\RunQueue\PS_22.01.2024
                  _11.08.24\20240122.S
Method          : C:\USERS\PUBLIC\DOCUMENTS\CHEMSTATION\2\METHODS\FAMES_09.2021.M
Last changed    : 21.09.2023 15:15:58 by Administrator
Method Info     : Метод для визначення метилових ефірів
                  жирних кислот.
=====
  
```



=====
 Area Percent Report
 =====

```

Sorted By           : Retention Time
Calib. Data Modified : 21.09.2023 15:15:17
Multiplier          : 1.0000
Dilution            : 1.0000
Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
  
```

Signal 1: FID1 B, Задний сигнал

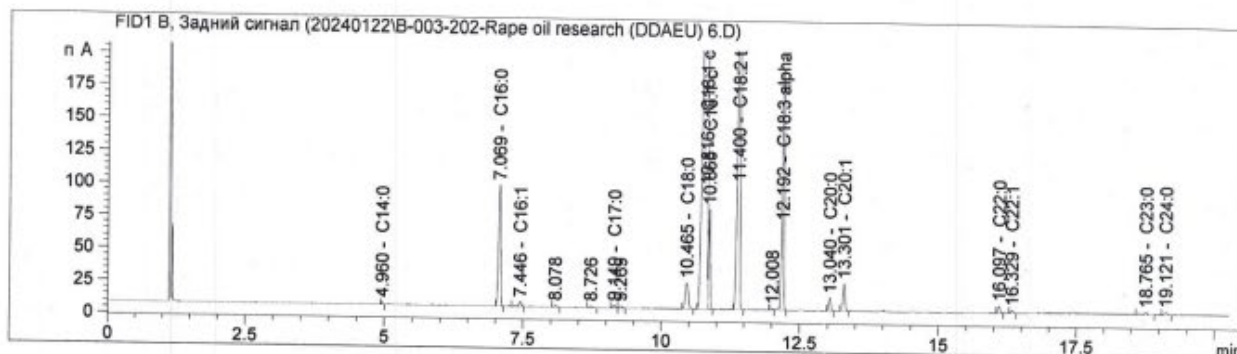
Peak #	RetTime [min]	Sig	Type	Area [nA*s]	Area %	Name
1	4.961	1	BB	2.40399	0.04846	C14:0
2	7.069	1	BB	218.38930	4.40196	C16:0
3	7.449	1	VB R	10.95185	0.22075	C16:1
4	9.149	1	BV	5.32869	0.10741	C17:0
5	10.463	1	BB	75.07032	1.51316	C18:0
6	10.813	1	BV R	3035.62183	61.18752	C18:1 c
7	10.863	1	VB E	134.04260	2.70183	C18:1 c
8	11.397	1	BB	956.01166	19.26985	C18:2 t
9	11.490	1		0.00000	0.00000	C18:2 c
10	12.194	1	VB R	405.56763	8.17483	C18:3 alpha
11	13.042	1	BB	24.65714	0.49700	C20:0
12	13.301	1	BB	56.33794	1.13558	C20:1
13	16.095	1	BB	13.54544	0.27303	C22:0
14	16.329	1	BB	4.46834	0.09007	C22:1
15	16.458	1		0.00000	0.00000	C22:2
16	18.761	1	BB	5.12504	0.10330	C23:0
17	19.124	1	BB	6.71735	0.13540	C24:0
18	20.050	1		0.00000	0.00000	C24:1

Totals : 4954.23910

Data File C:\Users\P...ChemStation\2\Data\20240122\B-003-202-Rape oil research (DDAEU) 6.D
 Sample Name: Rape oil research (DDAEU) 6

```

=====
Acq. Operator   : Natalya Berezhna                      Seq. Line :    3
Sample Operator : Natalya Berezhna
Acq. Instrument : Instrument 2                          Location  : 202 (B)
Injection Date  : 22.01.2024 11:57:29                  Inj       :    1
                                                    Inj Volume: 1 µl
Sequence File   : C:\ProgramData\Agilent Technologies\ChemStation\2\RunQueue\PS_22.01.2024
                  _11.08.24\20240122.S
Method          : C:\USERS\PUBLIC\DOCUMENTS\CHEMSTATION\2\METHODS\FAMES_09.2023.M
Last changed    : 22.09.2023 13:24:01 by Natalya Berezhna
Method Info     : Метод для визначення метилових ефірів
                  жирних кислот.
=====
  
```



Area Percent Report

```

Sorted By      : Retention Time
Calib. Data Modified : 22.09.2023 13:22:47
Multiplier     : 1.0000
Dilution       : 1.0000
Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
  
```

Signal 1: FID1 B, Задний сигнал

Peak #	RetTime [min]	Sig	Type	Area [nA*s]	Area %	Name
1	4.960	1	BB	2.59668	0.04818	C14:0
2	7.069	1	BB	236.02234	4.37959	C16:0
3	7.446	1	VB R	11.78078	0.21860	C16:1
4	9.149	1	BV	5.93328	0.11010	C17:0
5	10.465	1	BB	81.53579	1.51296	C18:0
6	10.816	1	BV R	3298.88013	61.21342	C18:1 c
7	10.865	1	VB E	144.09717	2.67384	C18:1 c
8	11.400	1	BB	1034.48926	19.19579	C18:2 t
9	11.490	1		0.00000	0.00000	C18:2 c
10	12.192	1	VB R	437.30176	8.11449	C18:3 alpha
11	13.040	1	BB	26.77814	0.49689	C20:0
12	13.301	1	BB	60.94924	1.13096	C20:1
13	16.097	1	BB	14.58804	0.27069	C22:0
14	16.329	1	BB	5.04539	0.09362	C22:1
15	16.458	1		0.00000	0.00000	C22:2
16	18.765	1	BB	8.10181	0.15034	C23:0
17	19.121	1	BB	7.32179	0.13586	C24:0
18	20.050	1		0.00000	0.00000	C24:1

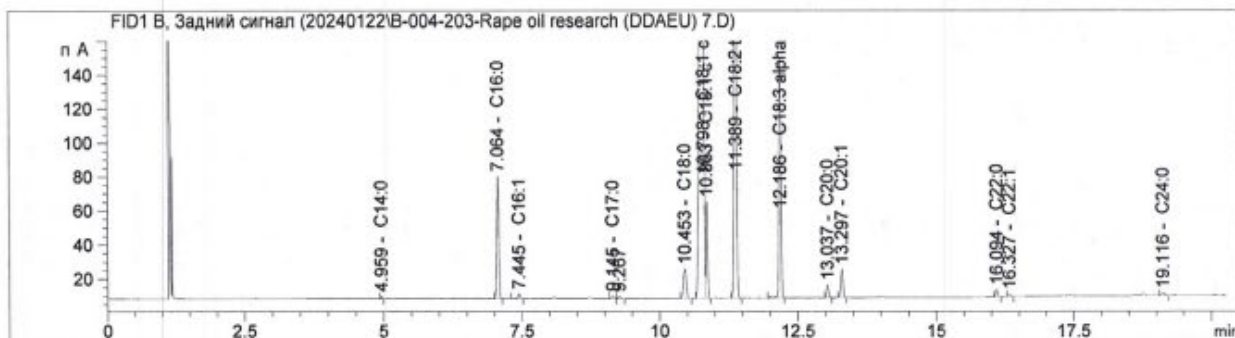
Totals : 5375.42160

Data File C:\Users\P...ChemStation\2\Data\20240122\B-004-203-Rape oil research (DDAEU) 7.D
 Sample Name: Rape oil research (DDAEU) 7

```

=====
Acq. Operator   : Natalya Berezhna           Seq. Line :    4
Sample Operator : Natalya Berezhna
Acq. Instrument : Instrument 2               Location  : 203 (B)
Injection Date  : 22.01.2024 12:20:56       Inj       :    1
                                           Inj Volume: 1 µl

Sequence File   : C:\ProgramData\Agilent Technologies\ChemStation\2\RunQueue\PS_22.01.2024
                  _11.08.24\20240122.S
Method          : C:\USERS\PUBLIC\DOCUMENTS\CHEMSTATION\2\METHODS\FAMES_09.2023.M
Last changed    : 22.09.2023 13:24:01 by Natalya Berezhna
Method Info     : Метод для визначення метилових ефірів
                  жирних кислот.
=====
  
```



=====
 Area Percent Report
 =====

```

Sorted By      :      Retention Time
Calib. Data Modified : 22.09.2023 13:22:47
Multiplier     :      1.0000
Dilution       :      1.0000
Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
  
```

Signal 1: FID1 B, Задний сигнал

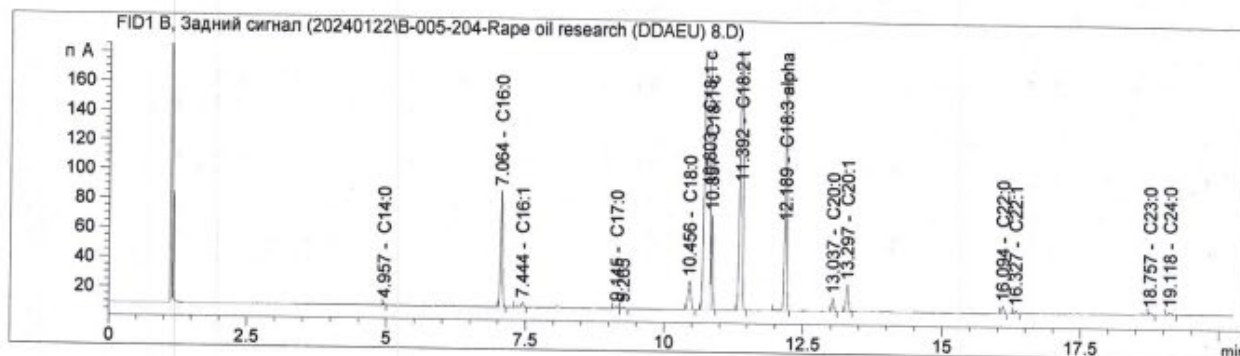
Peak #	RetTime [min]	Sig	Type	Area [nA*s]	Area %	Name
1	4.959	1	BB	2.00940	0.04845	C14:0
2	7.064	1	BB	182.45462	4.39928	C16:0
3	7.445	1	VB R	9.03051	0.21774	C16:1
4	9.145	1	BV	4.44608	0.10720	C17:0
5	10.453	1	BB	62.74590	1.51291	C18:0
6	10.798	1	BV R	2543.05566	61.31731	C18:1 c
7	10.853	1	VB E	112.37286	2.70950	C18:1 c
8	11.389	1	BB	798.70178	19.25803	C18:2 t
9	11.490	1		0.00000	0.00000	C18:2 c
10	12.186	1	VB R	340.74707	8.21598	C18:3 alpha
11	13.037	1	BB	20.63885	0.49764	C20:0
12	13.297	1	BB	47.04405	1.13431	C20:1
13	16.094	1	BB	11.26594	0.27164	C22:0
14	16.327	1	BB	4.02892	0.09714	C22:1
15	16.458	1		0.00000	0.00000	C22:2
16	18.750	1		0.00000	0.00000	C23:0
17	19.116	1	BB	5.64576	0.13613	C24:0
18	20.050	1		0.00000	0.00000	C24:1

Totals : 4144.18740

Data File C:\Users\P...ChemStation\2\Data\20240122\B-005-204-Rape oil research (DDAEU) 8.D
 Sample Name: Rape oil research (DDAEU) 8

```

=====
Acq. Operator   : Natalya Berezhna                      Seq. Line :    5
Sample Operator : Natalya Berezhna
Acq. Instrument : Instrument 2                          Location  : 204 (B)
Injection Date  : 22.01.2024 12:44:21                  Inj       :    1
                                                    Inj Volume: 1 µl
Sequence File   : C:\ProgramData\Agilent Technologies\ChemStation\2\RunQueue\PS_22.01.2024
                  _11.08.24\20240122.S
Method          : C:\USERS\PUBLIC\DOCUMENTS\CHEMSTATION\2\METHODS\FAMES_09.2023.M
Last changed    : 22.09.2023 13:24:01 by Natalya Berezhna
Method Info     : Метод для визначення метилових ефірів
                  жирних кислот.
=====
  
```



=====
 Area Percent Report
 =====

```

Sorted By           :      Retention Time
Calib. Data Modified :      22.09.2023 13:22:47
Multiplier          :      1.0000
Dilution            :      1.0000
Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
  
```

Signal 1: FID1 B, Задний сигнал

Peak #	RetTime [min]	Sig	Type	Area [nA*s]	Area %	Name
1	4.957	1	BB	2.26031	0.04821	C14:0
2	7.064	1	BB	205.80095	4.38910	C16:0
3	7.444	1	VB R	10.16935	0.21688	C16:1
4	9.145	1	BV	5.09512	0.10866	C17:0
5	10.456	1	BB	70.85658	1.51115	C18:0
6	10.803	1	BV R	2874.69531	61.30838	C18:1 c
7	10.857	1	VB E	126.34892	2.69463	C18:1 c
8	11.392	1	BB	901.22974	19.22045	C18:2 t
9	11.490	1		0.00000	0.00000	C18:2 c
10	12.189	1	VB R	384.77771	8.20612	C18:3 alpha
11	13.037	1	BB	23.28682	0.49664	C20:0
12	13.297	1	BB	53.05256	1.13145	C20:1
13	16.094	1	BB	12.62800	0.26932	C22:0
14	16.327	1	BB	4.35607	0.09290	C22:1
15	16.458	1		0.00000	0.00000	C22:2
16	18.757	1	BB	4.39894	0.09382	C23:0
17	19.118	1	BB	6.39326	0.13635	C24:0
18	20.050	1		0.00000	0.00000	C24:1

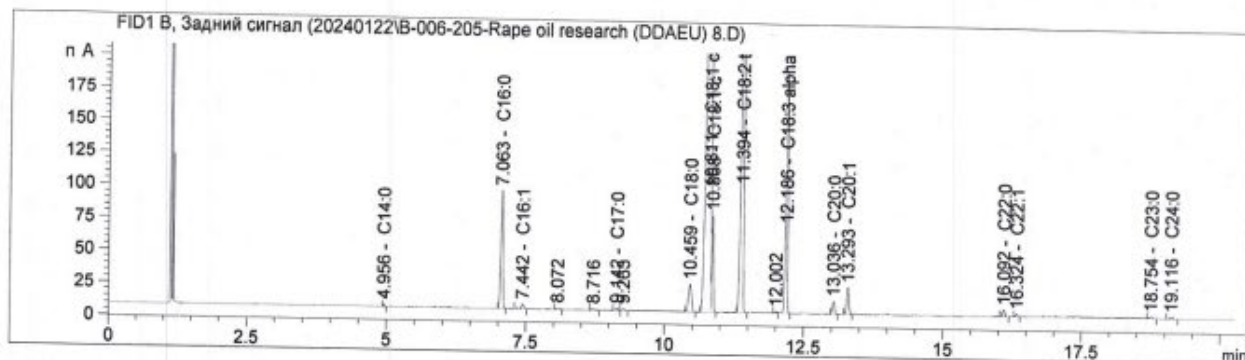
Totals : 4685.34964

Data File C:\Users\P...ChemStation\2\Data\20240122\B-006-205-Rape oil research (DDAEU) 8.D
 Sample Name: Rape oil research (DDAEU) 9

```

=====
Acq. Operator   : Natalya Berezhna                      Seq. Line :    6
Sample Operator : Natalya Berezhna
Acq. Instrument : Instrument 2                          Location  : 205 (B)
Injection Date  : 22.01.2024 13:07:44                  Inj       :    1
                                                    Inj Volume: 1 µl

Sequence File   : C:\ProgramData\Agilent Technologies\ChemStation\2\RunQueue\PS_22.01.2024
                  _11.08.24\20240122.S
Method          : C:\USERS\PUBLIC\DOCUMENTS\CHEMSTATION\2\METHODS\FAMES_09.2023.M
Last changed   : 22.09.2023 13:24:01 by Natalya Berezhna
Method Info    : Метод для визначення метилових ефірів
                  жирних кислот.
=====
  
```



=====
 Area Percent Report
 =====

```

Sorted By      :      Retention Time
Calib. Data Modified : 22.09.2023 13:22:47
Multiplier     :      1.0000
Dilution       :      1.0000
Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
  
```

Signal 1: FID1 B, Задний сигнал

Peak #	RetTime [min]	Sig	Type	Area [nA*s]	Area %	Name
1	4.956	1	BB	2.56707	0.04879	C14:0
2	7.063	1	BB	230.93205	4.38872	C16:0
3	7.442	1	VB R	11.50117	0.21857	C16:1
4	9.142	1	BV	5.72379	0.10878	C17:0
5	10.459	1	BB	79.79646	1.51648	C18:0
6	10.811	1	BV R	3226.93433	61.32588	C18:1 c
7	10.858	1	VB E	140.68810	2.67369	C18:1 c
8	11.394	1	BB	1006.92365	19.13596	C18:2 t
9	11.490	1		0.00000	0.00000	C18:2 c
10	12.186	1	VB R	428.07437	8.13529	C18:3 alpha
11	13.036	1	BB	26.16690	0.49729	C20:0
12	13.293	1	BB	59.41959	1.12923	C20:1
13	16.092	1	BB	14.15901	0.26908	C22:0
14	16.324	1	BB	4.63504	0.08809	C22:1
15	16.458	1		0.00000	0.00000	C22:2
16	18.754	1	BB	4.97507	0.09455	C23:0
17	19.116	1	BB	6.05299	0.11503	C24:0
18	20.050	1		0.00000	0.00000	C24:1

Totals : 5248.54959