

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛТАВСЬКА ДЕРЖАВНА АГРАРНА АКАДЕМІЯ
Факультет виробництва і переробки продукції тваринництва
Кафедра харчових технологій**

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня вищої освіти
бакалавр**

на тему: **«Удосконалення технології виробництва соняшникової
високоолеїнової олії»**

Виконала : здобувач вищої освіти
За освітньо-професійною програмою
Харчові технології
спеціальності 181 Харчові технології
ступеня вищої освіти Бакалавр
групи 181 ХТ бд 2019 р.н.

Владислава БУЗУВЕРЯ

Прізвище та ініціали здобувача вищої освіти

Керівник:

к.т.н. Ніна БУДНИК

Прізвище та ініціали керівника

Рецензент :

Ольга БАРАБОЛЯ

Прізвище та ініціали керівника

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет Технології виробництва і переробки продукції тваринництва
Кафедра Харчових технологій

Освітньо-професійна програма Харчові технології
назва освітньо-професійної програми
 Спеціальність 181 Харчові технології
код та найменування спеціальності
 Ступінь вищої освіти бакалавр
бакалавр, магістр

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Харчових технологій

к.т.н., доцент Ніна БУДНИК
 (наукове звання, посада, прізвище та ініціали зав. кафедрою)
 «26» «вересня» 2022 року

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

Бузувері Владислави Романівни

Прізвище, ім'я та по-батькові здобувача вищої освіти

1. Тема роботи: **«Удосконалення технології виробництва соняшникової високоолеїнової олії»**,

керівник роботи к.т.н., доцент кафедри харчових технологій Будник Н.В.
 (наукове звання, посада, прізвище та ініціали керівника роботи)

затверджені наказом ПДАА від « 03 » « квітня » 2023 року № «299-ст»

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи « 25 » « травня » 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи:

3.1 Метою роботи є пошук шляхів вдосконалення технології високоолеїнової олії.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити такі завдання: здійснити аналіз жирносілотного складу різних сортів високоолеїнового насіння та підібрати найбільш ефективний для переробки на високоолеїнову олію; вивчити особливості хімічного складу, окисних властивостей високоолеїнової олії; проаналізувати класичну технологію переробки високоолеїнової олії; обґрунтувати мету обраних досліджень; проаналізувати та порівняти результати жирнокислотного аналізу високоолеїнової та класичної соняшникових олій; провести дослідження зміни пероксидного та кислотного числа олій протягом заданого проміжку часу; аналіз зв'язку жирнокислотного складу олій до результату вимірювання пероксидного та кислотного числа олій.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

Вступ

Розділ 1. Огляд літератури

Розділ 2. Матеріали та методи досліджень

Розділ 3. Результати власних досліджень

Висновки та пропозиції

Список використаних джерел

5. Дата видачі завдання 28 вересня 2022р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вибір і затвердження теми роботи.	26.09.2022-02.10.2022	виконано
2	Складання і затвердження розгорнутого плану та завдання на кваліфікаційну роботу	03.10.2022-06.10.2022	виконано
3	Опрацювання літературних джерел	07.10.2022-07.11.2022	виконано
4	Збір, вивчення і обробка інформації, необхідної для виконання роботи	08.11.2022-08.12.2022	виконано
5	Виконання теоретичного розділу роботи	09.12.2022-09.01.2023	виконано
6	Виконання аналітичних розділів роботи	10.01.2023-15.02.2023	виконано
7	Виконання спеціальних розділів	16.02.2023-16.03.2023	виконано
8	Оформлення тексту роботи	17.03.2023-28.05.2023	виконано
9	Попередній захист роботи на кафедрі	29.05.2023-04.06.2023	виконано
10	Нормоконтроль	05.06.2023-07.06.2023	виконано
11	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень і пропозицій	08.06.2023-18.06.2023	виконано
12	Захист кваліфікаційної роботи	19.06.2023-21.06.2023	виконано

Здобувач вищої освіти

Владислава БУЗУВЕРЯ
(підпис) (прізвище та ініціали здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

Ніна БУДНИК
(підпис) (прізвище та ініціали керівника)

АНОТАЦІЯ

Бузуверя Владислава Романівна

«Вдосконалення технології виробництва високоолеїнової соняшникової олії» - ПДАУ 2023.

Представлена кваліфікаційна робота складається з вступу, 3 розділів, висновків та пропозицій, списку використаних джерел.

Кваліфікаційна робота присвячена вдосконаленню технології обробки високоолеїнової соняшникової олії шляхом поглибленого вивчення особливостей переробки високоолеїнового насіння соняшнику та порівняння його жирнокислотного складу та насіння соняшнику ординарного. Дослідженням та порівнянням зміни пероксидного та кислотного числа олії соняшникової класичної та високоолеїнової в умовах типового зберігання.

У вступі роботи обґрунтовано актуальність обраного напрямку досліджень, сформульовані мета і завдання роботи, визначені об'єкти, предмети та методи досліджень, наукова новизна та практична цінність роботи. У першому розділі проаналізовано доцільність дослідження високоолеїнової олії та пошуків шляхів її вдосконалення, досліджено ринок високоолеїнової олії в Україні та світі, визначено технологічні та якісні переваги високоолеїнової олії. Другий розділ присвячено визначенню методик та нормативних документів згідно яких проводилось визначення жирнокислотного складу, кислотного та пероксидного числа класичної та високоолеїнової соняшникових олій. У третьому розділі викладені результати фізико-хімічних досліджень, побудовані графіки порівнянь результатів дослідження класичної та високоолеїнової соняшникових олій.

Робота викладена на 67 сторінках містить 40 літературних джерел.

Ключові слова : харчові продукти, соняшникова олія, високоолеїнова олія, пероксидне число, кислотне число, жирнокислотний склад, технологія високоолеїнової олії.

ABSTRACT

Buzuveria Vladislava Romanivna

"Improvement of the technology of production of high-oleic sunflower oil" - PDAA 2023.

The presented qualification work consists of an introduction, three chapters, conclusions and recommendations, and a list of references.

The qualification work is dedicated to the improvement of the processing technology of high-oleic sunflower oil through a detailed study of the peculiarities of processing high-oleic sunflower seeds and comparing their fatty acid composition with regular sunflower seeds. The research focuses on comparing the changes in peroxide and acid values of regular and high-oleic sunflower oil under typical storage conditions.

The introduction of the work justifies the relevance of the chosen research direction, formulates the objectives and tasks of the work, defines the objects, subjects, and research methods, as well as the scientific novelty and practical value of the work. The first chapter analyzes the feasibility of studying high-oleic oil and explores ways to improve it. It investigates the market of high-oleic oil in Ukraine and worldwide, and identifies the technological and qualitative advantages of high-oleic oil. The second chapter focuses on determining the methodologies and regulatory documents used to determine the fatty acid composition, acid value, and peroxide value of regular and high-oleic sunflower oils. The third chapter presents the results of physicochemical research, including graphical comparisons of the findings for regular and high-oleic sunflower oils.

The work, presented in 67 pages, includes 40 references.

Keywords: food products, sunflower oil, high-oleic oil, peroxide value, acid value, fatty acid composition, high-oleic oil technology.

Зміст

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	8
1.1. Моніторинг стану переробки високоолеїнової соняшникової олії в Україні.....	Error! Bookmark not defined.
1.2. Використання високоолеїнової олії як елементу оздоровчого харчування	13
1.3. Обґрунтування підбору сировини	15
1.4. Технологічні переваги високоолеїнової олії.....	17
1.5. Якісні переваги високоолеїнової соняшникової олії.....	33
РОЗДІЛ 2. Об'єкт, предмет та методи досліджень.....	36
2.1. Мета і задачі досліджень.....	36
2.2. Мета досліджень та схема проведення досліджень	37
2.3. Методи досліджень та схема проведення досліджень.....	38
2.3.1. Метод визначення кислотного числа олій.....	38
2.3.2. Метод визначення пероксидного числа олій.....	42
2.3.3. Метод визначення жирнокислотного складу рослинних олій хроматологічним методом	46
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	49
3.1. Результати визначення жирнокислотного складу рослинних олій хроматографічним методом.....	49
3.2. Результати визначення кислотного числа олій	53
3.3. Результати визначення пероксидного числа олій	58
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	63
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	64

ВСТУП

Соняшникова олія є одним з найпопулярніших і найбільш широко використовуваних продуктів у харчовій промисловості. Вона є цінним джерелом жирів, вітамінів та антиоксидантів, і має велике значення для здоров'я людини. Однак, на сьогоднішній день багато соняшникової олії містить велику кількість омега-6 жирних кислот, що може мати негативний вплив на здоров'я, особливо при вживанні у великих кількостях.

Мета даної дипломної роботи полягає у вдосконаленні технології виробництва високоолеїнової соняшникової олії з метою отримання продукту високої якості з вищим вмістом олеїнової кислоти. Робота спрямована на вивчення сучасних методів та технологічних рішень, аналіз інноваційних підходів та покращення процесів переробки, включаючи етапи підготовки сировини, екстракції олії, дезодорації та контролю окислення. Результатом дослідження буде розробка та впровадження оптимізованої технології, яка дозволить підвищити якість високоолеїнової соняшникової олії, забезпечити її стабільність та збільшити конкурентоспроможність на ринку олійних продуктів.

Мета даного дипломного проекту полягає у вивченні та розробці нових технологій виробництва високоолеїнової соняшникової олії з метою зменшення вмісту омега-6 кислот і збільшення вмісту олеїнової кислоти. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити такі завдання:

- 1) Аналіз існуючих технологій виробництва соняшникової олії та визначення їх недоліків у контексті вмісту омега-6 жирних кислот.
- 2) Дослідження факторів, що впливають на склад жирів у соняшнику та методи вибору сортів соняшнику з високим вмістом олеїнової кислоти.
- 3) Розробка технології обробки та екстракції соняшникової олії з використанням нових методів, які дозволять зберегти високу концентрацію олеїнової кислоти та знизити вміст омега-6 кислот.
- 4) Експериментальне визначення хімічного складу і властивостей отриманої високоолеїнової соняшникової олії.

5) Оцінка якості та порівняння високоолеїнової соняшникової олії з традиційними видами олії за допомогою фізико-хімічних та органолептичних методів.

6) Визначення перспектив використання високоолеїнової соняшникової олії у харчовій промисловості та її ринкові перспективи.

У результаті виконання даного дипломного проекту очікується отримання нової технології виробництва високоолеїнової соняшникової олії, що буде містити меншу кількість омега-6 кислот і більше олеїнової кислоти, що є корисним для здоров'я. Такий продукт може знайти широке застосування у харчовій промисловості та сприяти поліпшенню здоров'я споживачів.

Ринок соняшнику є одним із найважливіших сегментів продовольчого ринку України, і його функціонування залежить як від загальних законів і закономірностей ринку, так і від його специфічних особливостей.

Рослинна олія є одним із найбільш популярних товарів на внутрішньому та зовнішньому ринках. Україна є світовим лідером з виробництва соняшникової олії. На українських полях також вирощують інші види олійних культур, наприклад, сою та ріпак, але на відміну від соняшнику, їх вітчизняна переробка розвинена менше.

Використання високоолеїнової олії може бути актуальним в різних галузях в Україні. Олеїнова олія, яка має високий вміст олеїнової кислоти, є одним з видів рослинних олій, які отримують із насіння олійних рослин, таких як соняшник, оливкова або авокадо.

Олеїнова кислота є мононенасиченою жирною кислотою, яка відома своїми корисними властивостями для здоров'я. Високоолеїнова олія містить велику кількість цієї кислоти, що робить її корисною для харчування та деяких інших застосувань.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Моніторинг стану переробки високоолеїнової соняшникової олії в Україні

У сучасному світі промисловість швидко розвивається, постійно впроваджуючи нові технології та виробничі процеси, щоб задовольняти зростаючі потреби суспільства. Виробництво високоолеїнової олії є однією з галузей, яка притягує значну увагу, оскільки олія високоолеїнового походження має широке застосування в різних сферах, включаючи харчову, косметичну та фармацевтичну промисловість.

Вдосконалення технології виробництва високоолеїнової олії є актуальною проблемою, яка потребує глибокого дослідження та розробки нових підходів. Це пов'язано з тим, що існуючі методи виробництва не завжди ефективні та екологічно безпечні, і вимагають подальшої оптимізації.

Зважаючи на стратегічне значення олійно-жирової промисловості для економіки країни, виникають актуальні питання сталого розвитку цієї галузі загалом, а також її підприємств зокрема. І.М. Боженьова [16] запропонувала концептуальні підходи до застосування системи принципів та критеріїв оцінювання сталого розвитку підприємств олійно-жирової промисловості.

Наукові дослідження [17, 18, 19] також проводили аналіз конкурентної ситуації на ринку продукції олійно-жирової промисловості. Однак, варто зазначити, що в наукових виданнях існує значна кількість публікацій, присвячених досягненню підприємств внутрішніх та зовнішніх конкурентних переваг на ринку, використовуючи стратегії цінового лідерства, диференціації та концентрації [20, 21, 22].

Проте, аналіз наукових публікацій останніх років свідчить про недостатню увагу, яка приділяється аналізу конкурентних стратегій виробників на внутрішньому та зовнішньому ринках з урахуванням їх

специфіки. Обґрунтованість цих стратегій є важливою передумовою для досягнення сталого розвитку підприємств в цій галузі.

Багато науковців займаються дослідженнями щодо можливих напрямків розвитку сільського господарства в цілому та галузі насіння соняшнику зокрема. До них належать такі вчені, як Антонюк А.П. [30], Бахчиванжи Л.А. [31], Дяченко О.В. [32], Троценко В.І. [33], Устік Т.В. [34], Чехов С.А [35] та інші.

Проблема погіршення якості ґрунтів стає все більш актуальною в останній час. Це пояснюється невиконанням сівозміни сільськогосподарськими виробниками, які намагаються збільшити частку посіву соняшнику в своїх площах для посіву з метою збільшення прибутку. Проте, такий підхід може негативно вплинути на якість ґрунту.

У зв'язку з цим виникає необхідність у пошуку інноваційних напрямків розвитку соняшникової галузі, які б дозволили збільшити прибутковість без погіршення якості ґрунтів. Дослідження і розробка таких напрямків стають важливими завданнями для забезпечення сталого розвитку сільського господарства. Це може включати в себе використання ефективних систем сівозміни, впровадження нових агротехнологій, а також застосування відновлювальних методів обробки ґрунту. Виходом з цієї проблеми може стати насіння високоолеїнового соняшнику з метою забезпечення збільшення прибутковості, соняшник можна модифікувати шляхом розширення посівних площ та застосування змін у технології виробництва.

Високоолеїнова олія - це продукт, який здобуває все більшу популярність в галузі харчової промисловості та дієтології. Ця олія має особливий склад жирних кислот, який надає їй багатоцільові корисні властивості для організму людини. У зв'язку з цим, науковці та дослідники з усього світу зосереджуються на поглибленому вивченні цього цікавого продукту та його можливих переваг для здоров'я.

Науковці, що займаються високоолеїною олією, працюють над розумінням її складу та хімічних властивостей, вивчають її вплив на організм людини та розробляють способи оптимального використання цього продукту. Вони проводять дослідження, щоб розкрити механізми, за якими високоолеїнова олія сприяє зниженню рівня шкідливих холестерину та канцерогенів, підтримує здоров'я серця і судин, та має потенціал запобігання серцево-судинним захворюванням.

Крім того, вчені активно досліджують співвідношення жирних кислот, вміст окислювальних речовин та антиоксидантів у високоолеїновій олії, щоб розуміти, як це впливає на її стабільність та тривалість зберігання.

У своїх дослідженнях науковці також звертають увагу на використання високоолеїнової олії в харчовій промисловості. Вони розробляють нові технології виробництва та методи обробки, щоб зберегти максимальну кількість корисних речовин у цьому продукті.

Поглиблене вивчення високоолеїнової олії є важливим кроком у напрямку забезпечення здорових та збалансованих дієт. Результати досліджень відкривають нові горизонти для її використання в галузі харчової та фармацевтичної промисловості, а також в підтримці загального здоров'я людей.

У цьому дослідженні ми розглянемо роботу видатних науковців, які присвятили свої зусилля поглибленому вивченню високоолеїнової олії та його корисних властивостей. Вони внесли значний внесок у розвиток цієї галузі та стали натхненням для подальших досліджень і застосувань високоолеїнової олії у практичному харчуванні.

Серед науковців, що займаються вивченням наведених питань в харчовій галузі необхідно виділити Очеретну А.В., Фролову Н.Е., Климентьєву І.О., Єрмакова М.О., Ситнік Н. С., Мазаєва В. С., Білоус О. В., Бухкало С. І., Глухих В. І.,Сабадош Г. О., Натаров В. О., Ярмиш Н. А., Кравченко Т. П.,Захарків С. Й. та інші.

Головними факторами, що сприяють розвитку галузі високоолеїнової соняшникової олії, є зростаюча популярність здорового харчування у розвинених країнах та зростаючі потреби світової олійно-жирової промисловості в нових видів олії, які мають вимоги якості, але є більш доступними, ніж олія з аналогічними характеристиками, наприклад оливкова. Частка високоолеїнового соняшника виробництва світового соняшника постійно зростає та складає приблизно 10%. В Україні частка високоолеїнового соняшника становить близько 7%, але світові тенденції вказують на ширші перспективи розвитку цієї галузі в нашій країні. Головною перевагою високоолеїнового соняшника є відсутність використання ГМО у його селекції, що відрізняє його від сої та кукурудзи. В Європі широко застосовується селекція високоолеїнового соняшника (без ГМО) для виробництва здорових харчових продуктів [4].

Протягом останніх двох десятиліть результати медичних досліджень щодо негативного впливу транс-жирів на здоров'я людини змусили збільшити світове виробництво та споживання рослинних олій, які мають природну високу стабільність і поліпшену окислювальну здатність. Через вміст у них ліноленової та лінолевої кислот, що мають більш високі показники окислення, було проведено дослідження та розробки з метою зниження рівня цих кислот у рослинах шляхом селекції та біоінженерії. У результаті наукових та інвестиційних зусиль вдалося отримати високоолеїнові олії від соняшнику, ріпаку, сафлору та випробувати високоолеїнові соєві олії. В Україні особливо перспективним вважається виробництво високоолеїнової соняшникової олії.

Експертні дані свідчать, що в порівнянні з 2019 роком в 2020р. середній обсяг споживання світового ринку збільшився на 8,1%, а в Європейському Союзі - на 10,2%. Прогнозується, що річний приріст обсягів випуску продуктів з високим вмістом олеїнової кислоти становитиме 19%. Дефіцит високоолеїнової олії в країнах Європейського Союзу зріс втричі в 2020 році.

Зростання виробництва високоолеїнової соняшникової олії пов'язано зі збільшенням попиту промисловості, зростаючою популярністю здорового

способу життя та здорового харчування, а також з наявністю цінових надбавок, які сплачують торговельні компанії та олійно-жирові підприємства сільськогосподарським товаровиробникам при закупівлі високоолеїнового соняшнику. Світовий попит на високоолеїнову соняшникову олію оцінюється експертами на понад 2,5 млн тонн на рік, з яких близько 800 тис. тонн споживається в Європейському Союзі [3].

Вже зараз високоолеїнова олія коштує на 13% дорожче, ніж звичайна соняшникова. У країнах Європейського Союзу близько 50% вирощуваного соняшнику є високоолеїновими гібридами (особливо в Франції, Іспанії, Угорщині та Румунії). Соняшкову олію виробляють у 19 країнах. Водночас 80% соняшнику, що складає більшу частину ринку, вирощують Україна (31%, близько 13 млн. т), Росія (25%), Аргентина (8,9%). Оскільки Україна виробляє олії в 11 разів більше, ніж споживає, то одним з важливих завдань є нарощування експортного потенціалу в майбутньому [14].

Для виробників соняшнику в Україні вирощування високоолеїнових гібридів може стати унікальною можливістю отримати додатковий прибуток з кожного гектара без додаткових витрат (технологія вирощування високоолеїнового соняшнику не відрізняється від звичайного). Проте, незважаючи на всі переваги, частка такого соняшнику в загальному виробництві України наразі становить лише близько 4% [36].

Серед підприємств, що займаються переробкою високоолеїнової соняшкової олії можна виділити «Укролію» представлена торговими марками традиційної соняшкової олії «ДИКАНЬКА», а також професійною високоолеїною олією EFFO і органічною соняшковою під брендом GARNA organica. Експорт продукції UKROLIYA здійснюється у понад 50 країн світу. Щорічно завод переробляє 18 тис. тон органічного соняшнику.

1.2. Використання високоолеїнової олії як елементу оздоровчого харчування

Високоолеїнова соняшникова олія використовується в харчовій індустрії протягом більше 10 років для виробництва "здорових" продуктів.

Ось декілька переваг високоолеїнової соняшникової олії порівняно зі звичайною:

- **Знижений вміст насичених жирів:** Високоолеїнова олія містить менше насичених жирів, що сприяє зниженню рівня "шкідливого" холестерину (LDL-холестерину) в організмі. Це може бути корисно для здоров'я серця та зниження ризику серцево-судинних захворювань.
- **Вищий вміст омега-9 жирних кислот:** Олеїнова кислота, яка є основною складовою високоолеїнової олії, є омега-9 жирною кислотою. Вона відома своїми протизапальними властивостями та сприяє здоров'ю серця.
- **Нейтральний смак та аромат:** Високоолеїнова олія має нейтральний смак та аромат, що робить її відмінним вибором для кулінарних потреб. Вона не перебиває смак інших інгредієнтів, тому може використовуватись в різних стравах.

В науковій літературі приділяється значна увага співвідношенню жирних кислот омега-6/омега-3 у раціоні людини, а також співвідношенню мононенасичених жирних кислот (МНЖК) до поліненасичених жирних кислот (ПНЖК). Згідно з рекомендаціями дієтологів, організму людини потрібно отримувати приблизно 11 г ПНЖК на день, з них 1-3 г повинні бути омега-3 кислотами, а не більше 10 г - омега-6 кислотами. Крім того, співвідношення МНЖК до ПНЖК повинно бути приблизно 3:1 [42].

Важливо зазначити, що надмірне споживання будь-яких ПНЖК може мати негативний вплив на окислювальні процеси в організмі, що може призвести до накопичення продуктів перекисного окислення ліпідів. Тому при споживанні ПНЖК необхідно збільшувати постачання токоферолів (вітаміну Е) та природних антиоксидантів, які захищають жирні кислоти від вільнорадикального окислення. Це означає, що правильне співвідношення

ПНЖК у раціоні є важливим для забезпечення здорового харчування, але потребує уважного балансу між різними типами жирних кислот і контролю над їх вживанням.

Високоолеїнова соняшникова олія має високий вміст вітаміну Е (альфатокоферолу) - 45 мг/100 г [13]. Цей природний антиоксидант підвищує імунітет людини, зменшує ризик розвитку ракових захворювань та захворювань серцево-судинної системи, які є одними з основних причин смертності у населення [14].

Утворені під час зберігання чи термічної обробки продукти окислення олій можуть негативно впливати на здоров'я людини і спричиняти різноманітні захворювання через накопичення окислених продуктів в клітинних мембранах. Вплив термічно окислених жирів на організм оцінюється за показниками ліпідів високої та низької щільності, рівня холестерину, гемоглобіну та лімфоцитів у крові пацієнтів. Але, на відміну від звичайних олій, навіть після термічної обробки та гідролізації високоолеїнової олії переважно утворюються цисізомери, які сприяють зниженню вмісту холестерину й канцерогенів. Ця олія має довгий цикл використання в процесі смаження під високими температурами і містить менше 10% насичених жирів, що є важливим для харчової промисловості.

З метою захисту рослинних жирів від окислення, виробники часто додають синтетичні антиоксиданти. Серед найпоширеніших антиоксидантів, що використовуються у харчовій промисловості, є аскорбілпальмітат (E304), токоферолі (E307, E308, E309), пропілгалат (E310), бутилгідрокситолуол (E321), БОА – бутилгідроксианізол (E320) та інші. Однак, існують наукові дослідження, які висвітлюють негативний вплив цих речовин на організм людини [43]. З цієї причини наукові дослідження активно працюють над розробкою методів забезпечення стабільності рослинних олій без використання додаткових антиоксидантів, пошуку нових природних антиоксидантів та створення олії з натуральним складом, яка буде стійкою до окислювання.

1.3. Обґрунтування підбору сировини

Високоолеїновий соняшник відрізняється від звичайного соняшнику в мінливості гену, що контролює вміст олеїнової кислоти в насінні. У звичайного соняшнику переважає ген, що сприяє накопиченню лінолевої кислоти, тоді як у високоолеїнового соняшнику домінує ген, що сприяє виробленню більшого відсотку олеїнової кислоти. Ця олеїнова кислота є основним фактором, що впливає на підвищення олеїнового вмісту в насінні високоолеїнового соняшнику.

Оскільки високоолеїновий соняшник має специфічну генетичну структуру, для його вирощування потрібні спеціально селекціоновані сорти, які мають бажаний генетичний фонд. Вони підбираються з метою забезпечити високий вміст олеїнової кислоти та зниження вмісту насичених жирів у насінні.

Крім того, високоолеїновий соняшник може вимагати особливих умов вирощування та агротехнічних заходів для досягнення оптимальних результатів. Наприклад, він може виявляти більшу чутливість до погодних умов, шкідників або хвороб порівняно зі звичайним соняшником. Тому вирощування високоолеїнового соняшнику може потребувати додаткових заходів щодо контролю над цими факторами. Але завдяки методу селекції вдається отримувати сорти високоолеїнового соняшнику, що не буде відрізнятися особливими вимогами до вирощування, але при цьому буде коштувати значно дешевше, ніж оливкових дерев, олія плодів яких має подібні властивості до високоолеїнової.

Переробка звичайного та високоолеїнового насіння соняшнику може відрізнятися у деяких аспектах. Ось кілька можливих відмінностей:

- Вміст олеїнової кислоти: Одна з основних відмінностей між звичайним та високоолеїновим насінням соняшнику полягає у вмісті олеїнової кислоти. Високоолеїнове насіння містить більше олеїнової кислоти (зазвичай понад 80%), тоді як звичайне насіння має нижчий вміст олеїнової кислоти..
- Жирнокислотний склад: Окрім олеїнової кислоти, вміст і

співвідношення інших жирних кислот можуть також відрізнятися між звичайним та високоолеїновим насінням соняшнику. Наприклад, високоолеїнове насіння може мати менший вміст насичених жирних кислот.

- Використання в кормовій промисловості: Звичайне насіння соняшнику частіше використовується в кормовій промисловості для виробництва кормів для тварин, в той час як високоолеїнове насіння частіше застосовується в харчовій промисловості для отримання олії.

Оскільки високоолеїновий соняшник має специфічну генетичну структуру, для його вирощування потрібні спеціально селекціоновані сорти, які мають бажаний генетичний фонд. Вони підбираються з метою забезпечити високий вміст олеїнової кислоти та зниження вмісту насичених жирів у насінні.

Таблиця 1.1.3.1.

Порівняння найпоширеніших сортів насіння високоолеїнового соняшнику компанії «Сингента»

Назва гібриду	Вміст олеїнової кислоти	Особливості	Вміст олії
Суванго HTS	До 88%	Висока толерантність до хвороб	51-53%
Тутті	До 93%	Висока урожайність	До 52%
СИ Експерто	До 90%	Потребує значного зволоження ґрунтів	До 50%
Толенто	До 90%	Висока врожайність	До 50%

Порівнявши запропоновані гібриди насіння можна зробити висновок що найбільш ефективним для переробки на високоолеїнову олію стане гібрид Тутті, що володіє не лише найвищим значенням олійності, а й має найвищий вміст олеїнової кислоти, що повпливає не лише на збільшення виходу готового продукту та зменшенню кількості побічних продуктів виробництва, а й збільшить вміст олеїнової кислоти в готовому продукті, що позитивно вплине на споживчу якість продукту.

1.4. Технологічні переваги високоолеїнової олії

Високоолеїнова соняшникова олія є однією з новітніх інновацій у світі рослинних олій, яка має значні технологічні переваги порівняно з традиційною соняшниковою олією. Ця нова форма олії відрізняється вмістом високих рівнів олеїнової кислоти, що становить до 80% вмісту жирних кислот, порівняно з приблизно 20% у звичайній соняшниковій олії.

Однією з головних технологічних переваг високоолеїнової соняшникової олії є її стійкість до окислення. Високий вміст олеїнової кислоти в олії допомагає знизити швидкість окислення та погіршення якості продукту під час зберігання. Це особливо важливо для продуктів харчування, які вимагають тривалого терміну зберігання та стабільності, таких як маргарини, соуси та кондитерські вироби [7].

Ці окисні процеси можуть призводити до різних змін в соняшниковій олії, включаючи:

- Запах та смак: Олія може набувати гіркого або неприємного запаху та смаку.
- Утворення перекисних сполук: Окислення може призводити до утворення перекисних сполук, які можуть бути шкідливими для здоров'я.
- Зміна кольору: Олія може змінити колір, стаючи тьмяною або темною [6].

Жирнокислотний склад олій може впливати на швидкість окислення. Деякі жирні кислоти можуть бути більш вразливими до окислення, тоді як інші можуть бути більш стійкими.

Насичені жирні кислоти, такі як стеаринова кислота, зазвичай менш піддаються окисленню порівняно з багатонасиченими жирними кислотами, такими як олеїнова, ліолева і ліноленова кислоти. Багатонасичені жирні кислоти мають більше подвійних зв'язків у своїй молекулярній структурі, що робить їх більш схильними до окислення повітрям.

Тому, якщо олія містить більше багатонасичених жирних кислот, вона може піддається швидшому окисленню порівняно з оліями, більш насиченими

жирними кислотами.

Насичені жирні кислоти мають повну кількість водневих атомів і не містять подвійних зв'язків у своїй молекулярній структурі. Ненасичені або багатонасичені жирні кислоти містять один або кілька подвійних зв'язків між вуглецевими атомами у своїй молекулярній ланцюговій структурі.

Таким чином, багатонасичені жирні кислоти є підгрупою ненасичених жирних кислот. Багатонасичені жирні кислоти мають два або більше подвійних зв'язків у своїй молекулярній структурі.

Також важливо зазначити, що на швидкість окислення олії впливають й інші фактори, такі як температура, експозиція світлу, наявність антиоксидантів тощо. Олії з високим вмістом природних антиоксидантів, таких як токоферолі (вітамін Е) або фенольні сполуки, можуть мати більшу стійкість до окислення [37].

Промислові дослідження свідчать про те, що рафінована дезодорована соняшникова олія, яка знаходиться під захистом деаерованого азоту в герметично закритих пляшках, може зберігати свою якість протягом тривалого періоду, якщо дослідження тривають понад два роки. Це досягається шляхом барботування олії азотом, що призводить до насичення активних центрів молекул триацилгліцеролів азотом, у випадку відсутності кисню у олії [5].

Проте, після відкриття пляшки олія швидко починає поглинати кисень з повітря, що призводить до окислення протягом кількох днів. Це стає можливим через руйнування структурного формування триацилгліцеролів, коли водневі зв'язки азоту з триацилгліцерами розриваються, а азот видаляється, заміщуючись киснем з повітря [29]. Сорбція кисню олією з повітря є небажаним процесом через його окислювальні властивості, які потрібно контролювати.

Порівнюючи технологію переробки класичної соняшникової олії з високоолеїною соняшниковою олією можна підкреслити додаткові переваги, що виражаються вищими вимогами до умов переробки і відповідно

вищою якістю готового продукту. До прикладу, після визначення якісних показників автотранспорт з насінням соняшнику прямує на розвантаження. Залежно від якісних показників насіннєвої суміші розподіляться за силосами накопичення. При переробці високоолеїнового насіння потрібно вибирати сировину з високим вмістом олеїнової кислоти. Це може вимагати спеціального відбору та сортування насіння перед процесом переробки.

Наступною стадією стає очищення насіння соняшнику від сору. Очистка проходить на сепараторах і на ворохоочисниках та розділяти насіннєву масу можна по таким властивостях :

- По розмірам зерна;
- По питомій масі;
- По парусності;
- По виду поверхні.

Після відокремлення сору насіннєву масу потрібно довести до оптимальних значень вологи, при яких легше проходить відділення лушпиння від ядра. Вологість має знаходитись в межах 6-8% від загальної маси [5]. Якщо це значення більше за норму, то соняшник подається на сушарку де його доводять до базисного значення 7%, але число може бути й менше.

Звичайний процес вибору сировини для переробки високоолеїнового насіння на олію може включати наступні етапи:

- Визначення вмісту олеїнової кислоти: Початковим критерієм вибору є вміст олеїнової кислоти в насінні. Високоолеїнове насіння має більший вміст олеїнової кислоти порівняно зі звичайним насінням. Тому, для виробництва високоолеїнової олії, необхідно вибрати насіння з високим вмістом цієї жирної кислоти.
- Дослідження сортів насіння: Відбір сортів насіння є важливим етапом. Існує ряд сортів рослин, які мають властивість високого вмісту олеїнової кислоти. Дослідники та виробники олії проводять дослідження, щоб вибрати оптимальні сорти для отримання високоолеїнової олії.
- Аналіз якості насіння: Перед переробкою проводять аналіз якості

насіння для визначення вмісту олеїнової кислоти та інших параметрів. Це допомагає вибрати насіння, що відповідає потрібним стандартам якості для виробництва високоолеїнової олії.

- Отримання насіння від постачальників: Після вибору оптимальних сортів насіння з високим вмістом олеїнової кислоти, виробники укладають угоди з постачальниками насіння. Важливо забезпечити доставку насіння від надійних джерел, щоб гарантувати якість сировини.

Важливо пам'ятати, що високоолеїнове насіння відрізняється від звичайного насіння, і тому потребує уважного вибору сировини для отримання бажаної якості олії з високим вмістом олеїнової кислоти.

Після відділення сору та доведення вологості до оптимальних показників [23] насіння соняшника подається в елеватор для зберігання до подальшої переробки. При подачі до елеватора вологість насіння соняшника має становити 6-8%, вміст сміттєвих домішок до 3% та вміст олійних домішок до 7%. Також важливо врахувати умови зберігання сировини в елеваторах. Оптимальними параметрами вважається температура близько 10°C при якій подавляється життєдіяльність мікроорганізмів та вологість близько 7%. Порушення умов зберігання може призвести до самозігрівання, що призводить до втрат сировини, а в іноді і до аварійних ситуацій, таких як пожежі.

Наступним технологічним етапом йде обрушування насіння. Продуктом процесу є рушанка – обрушена олійна сировина, що отримана в результаті руйнування оболонки насіння в результаті багатократних ударів бічів бічового барабану шеротувальної машини об деку. Рушанка складається з :

- Ціляка та недорушу (до 30%);
- Олійний пил (до 20%);
- Січки (до 15%);
- Ядра насіння.

Присутність січки не бажана, так як січка віддає олію в лущиння навіть при короткочасному контакті, що призводить до її втрат.

Після отримання рушанки її необхідно розділити на фракції. Її

розділяють на сепараторі на такі фракції :

- Лушпиння та олійний пил;
- Ціляк та недоруш;
- Ядро;
- Січка.

Розділення відбувається на сепараторі за рахунок кругових рухів, що робить сепаратор в той час як рушанка розділяється на ситах відповідно по розміру фракцій. Відразу після цього відбувається відділення лушпиння на насіннєвійках. Після розділення недоруш та ціляк подають на повторне обрушування (шеретування) до нової партії насіння.

Лушпиння є побічним продуктом виробництва соняшникової олії, але є цінним продуктом. Після відділення лушпиння від інших продуктів на сепараторі після процесу шеретування її перевіряють на відповідність показникам прописаним в нормативних документах [25]. Також її можуть подавати на грануляцію з екструдуванням і пресуванням і з додаванням, або без додавання сміттєвих домішок рослинного походження [26]. Його використовують як тверде паливо у вигляді гранул, брикетів тощо, що використовують для опалювальних систем, ТЕЦ та інших енергоустановок.

Процеси переробки для отримання олії з високоолеїнового насіння можуть бути трохи іншими, щоб забезпечити збереження вмісту олеїнової кислоти та отримання високоякісної олії.

Після сепарації отримане ядро та січку направляють на вальцювання, де за рахунок механічного впливу насіння перетворюють на тонкі пластівці товщиною від 0,30 до 0,35 мм. Вальцювання відбувається на вальцевому верстаті, що має два головні робочі органи – два валка. Один з них передній (ведучий), а інший задній (ведений). Передній валк обертається швидше, а задній повільніше і за рахунок різниці в частоті обертання розтирання ядра відбувається оптимально, з найвищим показником розкриття клітинної структури ядра. В результаті цієї технологічної операції утворюється м'ятка.

М'ятку направляють на волого-теплову обробку, що проходить на

жаровні. На жаровні м'ятку обробляють теплом та вологою, що при інтенсивному перемішуванні дозволяє довести м'ятку до необхідної вологості та температурного оптимуму. Не дотримання оптимальних умов призводить до зменшення об'єму олії, що вдається отримати при подальшому пресуванні. Після обробки в жаровнях м'ятка стає мезгою. Парова жаровня виконана у вигляді циліндричної конструкції, що являє собою набір нагрівальних секцій (чанів). Жаровні мають по 3-8 чанів діаметром 1200-2000мм. В центральній частині чанів вал з закріпленими на ньому лопатками мішалками. Теплоносієм є насичений водяний пар. В верхньому чані м'ятка зволожується до 8-9% вологи, а в наступних підсушується, що дає можливість максимально розкрити пори насіння та збільшити вихід олії на пресуванні. Нагріта до 115°C мезга подається на наступний етап – пресування.

Пресування відбувається на форпресі, а головною метою технологічного етапу є відділення рідкої частини (олії) від з'єднання твердих частин (макухи). На форпресі можна відділити близько 80% олії, а олійність макухи складає близько 20%. Робочими органами шнекового пресу є роз'ємний ступінчастий циліндр та шнековий вал. Тиск на олійний матеріал збільшується з його переміщенням вздовж осі вала за рахунок зміни кроків витків та зменшення вільного простору між тілом вала та поверхнею ступінчатого барабану. На прес мезга входить з температурою близько 90°C, а виходить з 105°C. Температурний режим пресування становить близько 85-115°C.

Після пресу отримана олія надходить на первинну фільтрацію на фузоловушку. Це процес очищення олії від нежирової домішки, що складає близько 5% від загальної маси після пресування. Олію направляють на відстоювання для того щоб всі зважені частини під дією сили гравітації опускались вниз і кількість завислих частин в олії зменшилась з 5% до 0,5% від загальної маси. Фузоловушка являє собою решітку з отворами 160-200 мікрон, через яку під дією тиску проходить олія. Олія проходить крізь отвори, а фуз залишається на поверхні сита. Швидкість осідання складає близько 1 години.

Після первинної фільтрації пресова олія проходить основну фільтрацію, під час якої кількість твердих частинок в олії зменшується з 0,5% до 0,02% від загальної маси. Фільтрація відбувається на вертикальному пластинчатому фільтрі, що має герметичний корпус з вертикально встановленими зйомними пластинами.

Паралельно процесу очищення пресової олії проходить екстракція олії з макухи, що залишилась після процесу пресування. Вміст олії в макусі становить близько 20%. Видалення олії зі жмихової ракушки можливе в тому ступіні, наскільки це передбачено екстрактором.

Найбільш поширеними в промисловості є такі розчинники, що можуть використовуватись під час екстракції жиро-олійної сировини : н-гексан, бензин, чотирихлористий вуглець, екстракційні бензини, хлористий метилен та інші. Варто відзначити, що через підвищену якість високоолеїнові олії вимагають використання високоякісних розчинників, що найменше впливають на якість готового продукту, чим виключається використання бензину.

Вологість та фракційний склад жмихової ракушки впливають на дренажну властивість матеріалу. При значному перевищенні вологості жмиху дренажна властивість матеріалу може взагалі зупинитись, внаслідок чого розчинник не буде проходити через матеріал і вимивати олію з нього. На поверхні стрічки екстрактора можуть утворюватися калюжі, а в більш критичних ситуаціях рідина може збиратись суцільним шаром і потрапляти в розвантажувальний бункер екстрактора, звідки виходить шрот. Така ситуація називається «екстрактор поплав». Сам екстрактор заповнений паром розчинника, що створює тиск в ньому, тому є необхідність встановлення датчика, що буде контролювати тиск в екстракторі, для попередження аварійних ситуацій. При надлишковому тиску частина парів автоматично направляється в конденсатор. Пари розчинника по газопроводу з екстрактора направляються в конденсатор, де в трубний простір направляється охолоджена вода, а в міжтрубний подається сам пар розчинника, де він охолоджується та

конденсується.

Після відгонки з жмиха олії він стає шротом. Це окремий продукт переробки, отриманий за схемою форпресування екстрагування з [27]:

Розчинник (гексан) відганяють зі шрота після його екстракції. Відгонка проходить на десольвентайзері-тостері. Тостер складається з чанів, що розташовані один над одним. Через всі чани тостера проходить вертикальний вал, на якому розташовані мішалки. Вал з'єднаний з головним приводом тостера, що приводить в дію вал, який за рахунок свого кругового руху приводить в дію мішалки. Шрот поступає на тостер за допомогою транспортера. Відгонку проводять завдяки гострому пару, що подається в кожен чан. Спочатку пар подається у верхній чан, до того моменту коли тостер поки всі чани прогріються, після чого пар подають в нижній чан, для того, щоб він заповнив об'єм всіх чанів. Шрот завантажується у верхню частину тостера.

Одним з найважливіших методів хімічного очищення жирів є гідратація. Гідратація (видалення домішок водою) дозволяє виділити речовини з гідрофільними властивостями, особливо фосфоліпіди, що містяться в олії. Фосфоліпіди, хоча і є цінними поживними та біологічними речовинами з антиоксидантними властивостями, при зберіганні олія випадає в осад у вигляді легкорозчинного осаду. Вони також ускладнюють ряд технологічних операцій при подальшій переробці соняшникової олії. Тому його доцільно видалити з олії шляхом гідратації, а потім використовувати для харчових і кормових цілей, як самостійний продукт.

При переробці високоолеїнового насіння можуть використовуватись спеціальні гідрогенатори. Гідрогенатори - це устаткування, що використовує каталізатори та водень для зміни властивостей жирів у процесі гідрогенування. Це може допомогти знизити вміст насичених жирів та збільшити вміст мононенасичених жирів, таких як олеїнова кислота.

Рафінування є одним з найважливіших технологічних процесів переробки соняшникової олії з метою видалення домішок і супутніх речовин, які знижують якість і технологічні властивості готової продукції. Це складний

багатостадійний процес в основу якого покладені хімічні та фізико-хімічні методи.

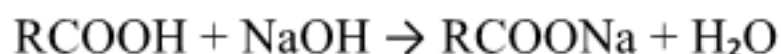
Дослідження свідчать про значні зміни в складі та якості рослинних олій, які відбуваються ще на етапі агротехнічної обробки та процесу їх отримання. Наприклад, вплив на стійкість рослинних олій під час зберігання має процес рафінації, або його відсутність. Варто зазначити, що нерафінована олія характеризується порівняно низьким пероксидним числом, але містить значну кількість вільних високомолекулярних жирних кислот. З іншого боку, рафінована олія має підвищений рівень пероксидів, що може бути результатом видалення природних антиоксидантів, таких як фосфоліпіди, токоферолі та каротиноїди, під час високотемпературної обробки.

Дослідження, які були проведені і згадані в джерелі [41], встановили, що зміни у складі та властивостях олій можуть відбуватися на різних етапах рафінації. Також було виявлено кореляцію між загальним вмістом фенольних сполук і каротиноїдів у пальмовій олії та її антиоксидантною активністю. В процесі рафінації спостерігалось зниження антиоксидантної активності, загального вмісту фенольних сполук та каротиноїдів на 80%, 26-55% та 99% відповідно, незалежно від методу рафінації. Це підтверджує той факт, що практично будь-яка технологія отримання рослинних олій призводить до значного збільшення пероксидного числа в кілька разів. Зокрема, інтенсивність окисних процесів, що відбуваються під час термолізу, пов'язана з великою кількістю ненасичених кислот у рослинних оліях, і як результат - відбувається прогіркання та зниження харчової цінності олії.

Висновок полягає в тому, що якість рослинних олій погіршується в результаті змін їх складу під час агротехнічної обробки та процесу рафінації. Ці зміни призводять до збільшення пероксидного числа та зниження антиоксидантної активності олій, що впливає на їх стійкість та харчову цінність. Цю проблему доцільно вирішувати за допомогою використання високоолеїнової олії, так як вона має вищу стійкість до окиснення і початково має вищий вміст антиоксидантів, що робить її більш стійкою до подальшої

термічної обробки та зберігання.

Першим етапом рафінації є нейтралізація з попереднім видаленням восків. Цей процес проводиться для видалення з олії вільних жирних кислот, фосфатидів, що не піддаються гідратації та воскоподібних речовин. Суть процесу нейтралізації полягає в омиленні вільних жирних кислот лугами, в даній технологічній схемі використовується каустична сода (їдкий натрій). Реакція нейтралізації, що відбувається :



Фосфоліпіди в олії соняшника в залежності від технології складають 0,3-0,7% в олії отриманій пресуванням в перерахунку на стеарооліолецитин, а в олії отриманій екстрагуванням 0,7-1,2%. Молекула фосфоліпідів – дефільна. Одна частина молекули полярна та є гідрофільною, а інша неполярна та гідрофобна. Полярні групи молекули можуть зв'язуватись з молекулами білків, вуглеводів та води. На основі цієї властивості створений технологічний процес, що дозволяє вилучати фосфоліпіди з рослинних олій за допомогою води. При взаємодії з водою молекули фосфоліпідів гідратуються та випадають осад.

Етап гідратації включає видалення фосфоліпідів з олії. Фосфоліпіди містять подвійні зв'язки, які можуть підвищувати ризик окислення олії. Крім того, під час процесу гідратації може використовуватися висока температура, що також може сприяти окисненню. Тому використання високоолеїнової олії дає перевагу, так як завдяки підвищеній стійкості до окислення на виході з процесу вона має нижчий ступінь окиснення та псування ніж класична олія.

Спочатку гідратовану олію нагрівають до 45-60°C. Після чого додають 80%-й розчин ортофосфатної кислоти в кількості 0.1% до загальної маси і перемішується до однорідного стану. В результаті дії ортофосфатної кислоти фосфатиди олії, що не піддавались гідратації і були не полярними, стають полярними та стають гідратуємими. Після цього олія охолоджується до температури кристалізації восків 10-12°C та поступає на обробку каустичною содою (їдкий натр) для нейтралізації вільних жирних кислот, кислих форм

фосфатидів та ортофосфатної кислоти. Після цього олія гомогенізується для більш повного проходження реакції нейтралізації, луг додається в такій кількості, щоб вміст лугу в розчині був 5-15% (чим менше – тим краще, але число має бути в межах норми). Далі олія поступає на кристалізатор де витримується при температурі 8-12°C протягом 10-12 годин. В результаті реакції нейтралізації в олії утворюється суміш, що називається соапсток. Він складається натрієвих мил, вільних жирних кислот, сформованих пластівців восків та фосфатів натрія та води. Наступним процесом є підігрів суміші до температури 16-18°C для полегшення процесу сепарації. Після чого суміш подається на сепаратор, де відбувається механічне розділення олії та соапстоку під дією відцентрової сили за рахунок різної щільності.

Після розділення олії та соапстоку, олія відправляється на стадію промивки, ціллю якої є видалення мила, що утворилось в наслідок омилання в процесі нейтралізації з олії. Промивка проходить в 2 стадії. Ціллю промивки є видалення з олії мила з 300 ppm до 50 ppm. Для проведення промивки необхідно : нагріти олію до температури 85-95°C, додати воду в кількості 4-5% від маси (мило краще розчиняється в воді ніж в олії) після чого промивну воду разом з милом відділяють на сепараторі за рахунок різної щільності олії та води. В соапсток під час сепарації відходить кількість олії, що відповідає 25% від загальної маси олії. Якщо підприємство бажає продавати соапсток як окремий продукт, то жири з соапстоку не виділяються, так як згідно нормативній документації по соапстоку, щоб вміст жиру в соапстоці після періодичної та сепараційної нейтралізації без концентрування складав не менше 25,0% від його маси [24]. Промивну воду після сепаратору направляють до соапстоку, що утворився на стадії нейтралізації, а олія з залишковим вмістом мила 50 ppm та води 0,45% від загальної маси направляють на сушку в вакуум-сушильний апарат. Зневоднення олії проходить в вакуум-сушильному апараті за температури 85-95°C і за тиску 40-60 mbar до вмісту води не більше 0,1% від загальної маси.

Після сушіння олія направляється на процес відбілювання. Продуктом

процесу відбілювання є олія рафінована, відбілене, невиморожене, нерафіноване. Ціллю відбілювання є виділення з олії пігментів, залишків мила, слідів металів, поліциклічний ароматичний вуглець та продуктів окислення. Процес відбілювання олій включає наступні технологічні стадії :

- Змішування олії з відбілювальною глиною, активованим вугіллем та фільтрувальним порошком;
- Деаерація, нагрів та відбілювання олії;
- Фільтрація олійної суспензії з відділенням відпрацьованих адсорбентів.

Перед початком відбілювання олія розділяється на 2 частини. Одна частина складає 75% від загального, а інша 25% (допускається похибка в 10%). Менша частина олії (25%) подається в бак змішувач, де до неї додається відбільна глина, активоване вугілля та фільтрувальний порошок. Відбувається інтенсивне змішування і продуктом процесу є суспензія. В цей час більша частина олії (75%) нагрівається до температури 100°C і подається в дегазатор. В дегазаторі меншу (суспензія) та більшу частину олії змішують разом. Після чого суміш подається в реактор відбілювання, що обладнаний мішалкою. Температура олії в відбільному апараті має бути в діапазоні 100-105°C, рівень заповненості має складати 50-60% та тиск на рівні 30-60 mBar. Після відбілювального апарату олія подається на фільтрацію (в вертикальних фільтрах). Після відбілювання вміст мила в олії не допускається.

Цей етап включає видалення пігментів і неочищених речовин шляхом використання засобів відбілювання, таких як активоване глиняне вугілля або активоване вугілля. Під час цього процесу можуть виникати окислювальні реакції, особливо при взаємодії каталізаторів (наприклад, металічних іонів) з жирними кислотами. Тому використання високоолеїнової олії дає перевагу, так як завдяки підвищеній стійкості до окислення на виході з процесу вона має нищий ступінь окиснення та псування ніж класична олія.

Наступним етапом рафінації є процес вінтаризації (виморожування). Головною метою виморожування є виведення з олії воскоподібних речовин. Процес виморожування складається з наступних технологічних стадій:

- Охолодження олії;
- Отримання олійної суспензії фільтрувального порошку;
- Охолодження з кристалізацією восків та їх витримка;
- Підігрів олійної суспензії до температури фільтрації;
- Фільтрація олії від фільтрувального порошку та воскоподібних речовин.

Відбілена олія з температурою 80-100°C поступає на охолодження до температури 40-45°C. Для охолодження використовують олію, що виходить з процесу вінтерізації, таким чином заощаджуючи ресурси для охолодження олії. Далі олія на теплообміннику охолоджується до 25-30°C водою. Після чого олія поступає на останній етап охолодження, де температура досягає 11-12°C льодяною водою.

Після охолодження олія подається в ємність, де воно інтенсивно змішується з фільтрувальним порошком. Отримана суспензія подається на кристалізатор, де охолоджуються до 8-10°C шляхом подачі льодяної води на змієвик. В процесі охолодження олії відбувається кристалізація восків. Кристалізація триває 10-12 годин. Далі олію перекачують в пластинчатий теплообмінник, де її підігрівають до температури 14-20°C. Далі олія поступає горизонтальний пластинчатий фільтр, де попередньо нанесли фільтрувальний шар і де відбувається відокремлення від олії воскоподібних речовин. Олія, що виходить з фільтра подається на палірувальний фільтр. Робота фільтра відбувається до досягнення тиску на фільтрі не більше 4,5 bar. Процес фільтрування має відбуватись безперервно, так як при падінні тиску може відбутись опадіння фільтрувального шару, що в подальшому може привести до помутніння олії і зупинки всього процесу.

Наступним етапом йде дезодорація. Дезодорація соняшникової олії проводять для видалення речовин, що надають оліям специфічний смак і запах: ненасичені вуглеводні, низькомолекулярні кислоти, альдегіди, кетони, натуральні ефірні олії тощо. Ці сполуки частково видаляються з олії на попередній стадії рафінації. Дезодорація — це відгонка цих сполук із олійної дисперсної фази водяною парою при високій температурі та глибокому

вакуумі.

Операція дезодорації олії проводиться наступними етапами :

- Деаерація;
- Попередній нагрів олії;
- Дезодорація;
- Витримка;
- Охолодження олії.

Відбілена виморожена олію, яку попередньо нагріли до 90-100°C направляють в буферну ємність деаератор для видалення з неї повітря і тим самим зниження окислення. Після цього олію перекачують в теплообмінник, де його температуру доводять до робочої температури дезодорації 235-240°C. Після цього олію направляють на дезодораційну установку, що складається з колони та ємності для витримки. Дезодорація відбувається в колоні при температурі 235-240°C і залишковому тиску 2-8 mbar. Для відгонки ароматичних речовин та інших легколетких компонентів в нижню частину колони подається перегрітий в паропідогрівачі гострий пар. Дезодорована олія подається в проміжний резервуар, де відбувається витримка олії при 230-240°C і залишковому тиску 2-8 mbar. Пари жирних кислот та летучих компонентів олії, що виходять з колони дезодорації і ємності витримки направляються в скруббер, де вони конденсуються. З ємності витримки олію перекачують через теплообмінники, де воно охолоджується до температури 25°C. Після чого олію перекачують через полірувальні фільтри.

Етап дезодорації включає видалення запаху і небажаних речовин шляхом відпарювання при високій температурі і вакуумі. Висока температура і наявність кисню під час дезодорації можуть сприяти окислювальним реакціям, особливо якщо олія містить подвійні зв'язки або вищий вміст ненасичених жирних кислот. Тому використання високоолеїнової олії дає перевагу, так як завдяки підвищеній стійкості до окислення на виході з процесу вона має нижчий ступінь окиснення та псування ніж класична олія.

Дезодорація високоолеїнової олії є важливим етапом переробки, який

допомагає видалити неприємні запахи та смаки, що можуть бути присутні в олії після екстракції. Особливості дезодорації для високоолеїнової олії можуть включати такі аспекти:

- Вакуумний процес: Дезодорація високоолеїнової олії зазвичай виконується вакуумним методом. Це означає, що олія піддається процесу високого вакууму, де знижується атмосферний тиск. Вакуумні умови сприяють зниженню температури, при якій відбувається дезодорація, що допомагає запобігти негативному впливу високої температури на якість олії.

- Парова дезодорація: Під час вакуумного процесу зазвичай використовується пар для дезодорації. Олія нагрівається під вакуумом, і пара проходить через неї, при цьому видаляючи неприємні ароматичні речовини. Використання пари допомагає зробити процес більш ефективним у видаленні неприємних запахів та смаків з олії.

- Антиоксиданти: Дезодораційний процес може включати застосування антиоксидантів. Це допомагає запобігти окисленню жирів у процесі дезодорації, що може призвести до погіршення якості олії. Антиоксиданти допомагають зберегти стійкість олії та підтримати її свіжість та структуру.

- Моніторинг температури: Контроль температури грає важливу роль під час дезодорації. Висока температура може призвести до деградації жирів та зниження якості олії. Тому температуру у дезодораційному процесі слід уважно контролювати, щоб забезпечити оптимальні умови для видалення запахів та смаків без погіршення якості олії.

Ці особливості дезодорації допомагають отримати високоолеїнову олію з нейтральним ароматом та смаком, що робить її більш універсальною та придатною для різних кулінарних застосувань. Дезодорована олія насичується азотом, що не дає олії вступати в реакцію з киснем та окислюватись. Олія, отримана з високоолеїнового насіння, має вищий вміст олеїнової кислоти, що робить її більш стійкою до окислення та підвищує її ступінь неситих жирних кислот. Це може надавати олії особливі властивості, такі як довший термін

зберігання та кращі харчові якості.

Для збереження якості соняшникової олії важливо застосовувати належні методи зберігання, такі як пакування в темних інактивних контейнерах, уникання довгих періодів експозиції повітрю та світлу, а також використання антиоксидантів, які можуть допомогти уповільнити окиснення.

Ці відмінності в технології переробки високоолеїнового насіння допомагають зберегти його властивості та якість олії, зокрема підвищений вміст олеїнової кислоти.

1.5. Якісні переваги високоолеїнової соняшникової олії

Окислення рослинних олій є серйозною проблемою, яка стикається в галузі харчових продуктів та здорового харчування. Рослинні олії, такі як соняшникова, оливкова та соєва олія, становлять важливу складову нашої щоденної дієти і використовуються в багатьох кулінарних приготуваннях.

Проте, при експозиції до повітря, світла та тепла, рослинні олії піддаються окисленню. Цей процес викликає зміну їхнього хімічного складу та структури, що може мати негативний вплив на якість та безпеку продукту. Окислення рослинних олій призводить до утворення вільних радикалів, перекисних сполук та інших шкідливих реакційних продуктів.

Це може призвести до втрати живильних речовин, зміни смаку, аромату та текстури продукту. Крім того, окислені рослинні олії можуть бути шкідливими для здоров'я, оскільки їхні окислені сполуки пов'язуються з ризиком розвитку серцево-судинних захворювань, запалення та інших хронічних захворювань. Відомо, що співвідношення швидкостей окиснення олеїнової: лінолевої: ліноленової кислот 1 : 22 : 77, тобто швидкість окиснення лінолевої та ліноленової кислот, відповідно, у 22 та 77 разів вищі, ніж олеїнової кислоти [8].

Високоолеїнова олія, завдяки своєму вмісту олеїнової кислоти, насправді може бути більш стійкою до окислення порівняно з оліями, що містять більший вміст насичених жирів. У зв'язку з цим, високоолеїнова олія може потребувати меншого контролю окислення під час процесу переробки порівняно з іншими оліями. Однак, важливо зазначити, що жирні кислоти, навіть неситі, можуть піддаватися окисленню та псуванню в умовах неправильного зберігання або довготривалого контакту з повітрям, світлом та високою температурою.

Рослинні олії, включаючи мононенасичені жирні кислоти (МНЖ) та поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК), не є стійкими під час зберігання. Вони можуть виявляти небажану побічну дію, пов'язану з активацією процесів перекисного окислення ліпідів і полімеризаційними перетвореннями.

Дослідження показали, що рослинні олії з підвищеним вмістом лінолевої та ліноленової кислот накопичують пероксиди більш інтенсивно, ніж олії з більшим вмістом олеїнової кислоти.

Ці фактори також сприяють утворенню альдегідів, які реагують з тіобарбітуровою кислотою (2-тіобарбітурова кислота). Швидкість окислення жирів залежить від структури жирних кислот, що входять до складу тригліцеридів, а також від присутності каталізаторів (таких як кисень, температура, ступінь вологості, умови зберігання) та інгібіторів окислення (антиоксидантів).

Цей процес супроводжується утворенням активованих похідних молекулярного кисню, відомих як активні форми кисню, які беруть участь у реакціях вільнорадикального та перекисного окиснень. Це призводить до зниження стійкості жирів під час зберігання.

Крім того, високоолеїнова соняшникова олія має вищу температуру димлення порівняно зі звичайною соняшниковою олією. Це дозволяє використовувати її при високих температурах приготування без втрати якості та появи неприємного запаху чи диму [9].

Окиснення в соняшниковій олії відбувається через реакцію жирних кислот з киснем у повітрі. Процес окиснення може включати такі кроки:

- Ініціація: Початок окиснення відбувається під впливом різних факторів, таких як світло, тепло, металеві іони або наявність каталізаторів. Наприклад, світло може активувати окиснення через утворення реактивних родиноксильних видів.
- Пропагація: Після ініціації розпочинаються ланцюгові реакції, де перекисні радикали атакують ненасичені зв'язки у молекулах жирних кислот, утворюючи вільні радикали.
- Розгалужена цепна реакція: Вільні радикали продовжують розгалужені ланцюги реакцій, атакуючи інші молекули жирних кислот та викликаючи їх окиснення. Цей процес може поширюватися на всю молекулу жирної кислоти.

- Термінація: Окиснення може завершитися, коли вільні радикали зв'язуються між собою або з антиоксидантами, утворюючи більш стійкі продукти.

Ці окисні процеси можуть призводити до різних змін в соняшниковій олії, включаючи:

- Запах та смак: Олія може набувати гіркого або неприємного запаху та смаку.
- Утворення перекисних сполук: Окиснення може призводити до утворення перекисних сполук, які можуть бути шкідливими для здоров'я.
- Зміна кольору: Олія може змінити колір, стаючи тьмяною або темною.

Отже, контроль окислення рослинних олій є важливою задачею для забезпечення якості та безпеки харчових продуктів. Розуміння факторів, що впливають на швидкість окислення та розробка ефективних стратегій збереження олій від окислення, є необхідними для забезпечення тривалого та здорового використання рослинних олій.

РОЗДІЛ 2. Об'єкт, предмет та методи досліджень

2.1. Мета і задачі досліджень

Метою даної кваліфікаційної роботи є обґрунтування і експериментальне дослідження переваг використання високоолеїнової соняшникової олії та порівняння її якісних характеристик з класичною соняшnikовою олією.

Для досягнення наведеної мети були поставлені такі задачі:

- Дослідити та проаналізувати жирнокислотний склад високоолеїнової та класичної соняшникових олій;
- Порівняти результати досліджень жирнокислотного складу високоолеїнової та класичної соняшникових олій;
- Дослідити зміну кислотного числа високоолеїнової та класичної соняшникових олій протягом їх зберігання на протязі 30 днів;
- Порівняти зміну кислотного числа високоолеїнової та класичної соняшникових олій та зробити висновок про їх властивості;
- Дослідити зміну пероксидного числа високоолеїнової та класичної соняшникових олій протягом їх зберігання на протязі 30 днів;
- Порівняти зміну пероксидного числа високоолеїнової та класичної соняшникових олій та зробити висновок про їх властивості.

Об'єкт досліджень: Технологія виробництва високоолеїнової соняшникової олії.

Предмет досліджень: високоолеїнова та класична соняшnikова олії.

2.2. Мета досліджень та схема проведення досліджень

Методи досліджень. Поставлені в роботі задачі вирішувались експериментально з використанням органолептичних, фізико-хімічних, хроматографічних досліджень у трикратній повторності.

Дослідження проводились в лабораторних умовах акредитованої виробничо-виміральної лабораторії ПРАТ «Полтавський олійноекстракційний завод – КЕРНЕЛ ГРУП» (м.Полтава).

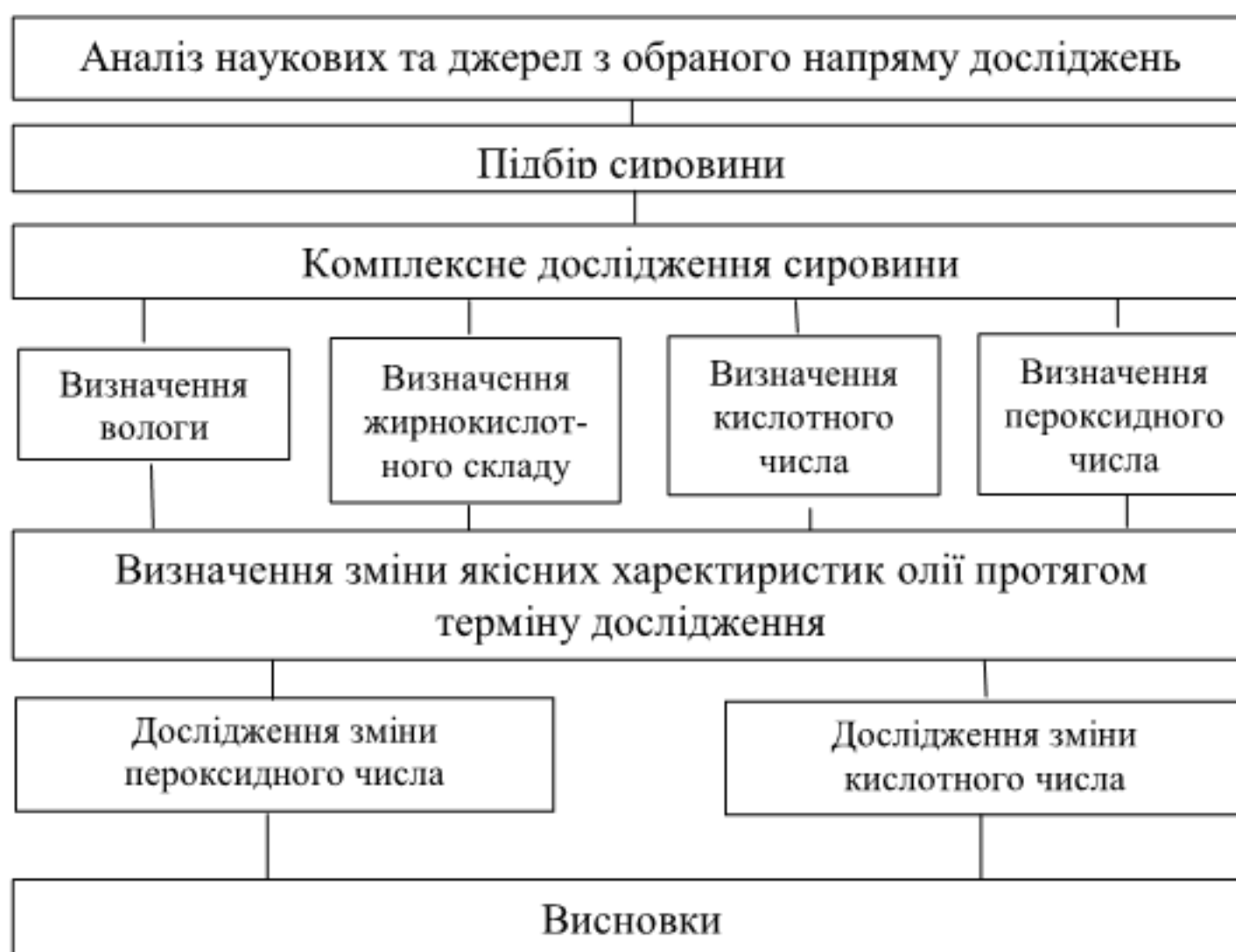


Рис. 2.2.1. Схема проведення досліджень

2.3. Методи досліджень та схема проведення досліджень

2.3.1. Метод визначення кислотного числа олій

Визначення кислотного числа рослинних олій є важливим критерієм для встановлення якості та стану окислення цих продуктів. Кислотне число є показником кількості кислот, які містяться в олії та можуть бути результатом різних процесів, включаючи окислення та гідроліз.

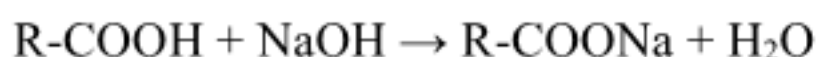
Визначення кислотного числа проводиться шляхом титрування олії з розчином лужної речовини, такої як натрій гідроксид (NaOH), яка реагує з кислотами, утворюючи солі. Інтенсивність реакції титрування вимірюється, і на основі цього визначається кількість кислот у олії. Чим вище значення кислотного числа, тим більша кількість кислот міститься в олії.

Кислотне число є важливим показником якості рослинних олій, оскільки воно відображає їхню стабільність та ступінь окислення. Високі рівні кислотного числа можуть свідчити про погіршення якості олії, її окислення або контамінацію. Знання кислотного числа допомагає виробникам та споживачам контролювати та забезпечувати якість рослинних олій, що впливає на безпеку та задоволення споживачів.

Україна має встановлені стандарти та методи визначення кислотного числа рослинних олій, які детально описують процедури та вимоги для вимірювання цього параметра. Ці нормативні документи сприяють забезпеченню якості продукції та її відповідності встановленим стандартам.

Враховуючи важливість контролю якості рослинних олій, визначення кислотного числа є важливою частиною аналізу та контролю якості в харчовій промисловості та інших галузях, де використовуються рослинні олії.

Для визначення кислотного числа олії використовуються реакції, що включають нейтралізацію карбонових кислот, які присутні в олії, з лужною розчином. Ось головна реакція, яка відбувається:



У цій реакції карбонова кислота ($R\text{-COOH}$) реагує з лужною розчином натрію гідроксиду (NaOH), утворюючи натрієву сіль карбонової кислоти ($R\text{-COONa}$) і воду (H_2O). Цей процес називається нейтралізацією.

Визначення кислотного числа олії відбувається шляхом титрування з використанням стандартного розчину лужності (наприклад, NaOH), який додають до олії до досягнення еквівалентної точки. За допомогою індикатора, який змінює колір при досягненні еквівалентної точки, можна виміряти кількість витраченого лужного розчину і визначити кислотне число олії.

Так як дослідження проводиться над пресою олією, яка була свіже вичавлена з насіння соняшнику, найбільш доцільним до застосування стає ДСТУ 4350:2004, що поширюється на насіння олійних культур, призначених для промислового перероблення, та встановлює методи визначення кислотного числа олії в насінні.

Кислотне число визначається як кількість міліграмів гідроксиду калію чи натрію, потрібна для нейтралізації вільних жирних кислот, що містяться в одному грамі олії. Для проведення аналізу необхідне лабораторне обладнання, перелік якого наведений нижче :

- 1) Ваги лабораторні з похибкою зважування не більше ніж 0,01 г.
- 2) Ваги аналітичні з похибкою зважування не більше ніж 0,0001 г
- 3) Шафа сушильна лабораторна, що забезпечує температуру повітря $(105 \pm 2)^\circ\text{C}$.
- 4) Прес лабораторний гідравлічний чи пристрій для віджимання олії.
- 5) Штатив лабораторний типу ШЛ чи аналогічний.
- 6) Колби конічні КН-1(2)-250(500) - - згідно з чинними НД.
- 7) Піпетки 2-1(2)-25 чи автоматичні піпетодозатори - згідно з чинними НД.
- 8) Бюретки 1(2)-1(2)-25, В(ТУ-1(2)-5, 1-2-10, 1-2-6, 1-1-1 чи цифрові електронні бюретки --згідно з чинними НД.

- 9) Калію гідроксид, х.ч чи ч.д.а. -- згідно з чинними НД, водний чи спиртовий розчин $c(\text{KOH}) 0,1 \text{ моль/дм}^3$ чи натрію гідроксид, хч чи ч.д.а. - - згідно з чинними НД, водний чи спиртовий розчин $c(\text{NaOH}) 0,1 \text{ моль/дм}^3$.
- 10) Розчинник (ефір діетиловий чи гексані) -- згідно з чинними НД.
- 11) Фенолфталеїн чи тимолфталеїн - - згідно з чинними НД, спиртовий розчин масової концентрації 1%.
- 12) Хлороформ.

Пробу виділяють згідно ДСТУ 4601. Із середньої проби методом квартування виділяють насіння масою близько 250 г у разі добування олії пресуванням. Виділене насіння очищують від сміттевої домішки рослинного походження (крім зіпсованого насіння). Очищені від сміттевої домішки рослинного походження насіння розмелюють на млині впродовж 15 с.

Вологість аналізованого насіння має бути не більше ніж 8%. За більшої вологості насіння підсушують у сушильній шафі за температури $(105 \pm 2)^\circ\text{C}$ протягом 1 год, після чого охолоджують до температури повітря.

З підготовленого насіння соняшнику беруть дві наважки масою по 100 г і засипають кожну з них у корпус пристрою для віджимання олії. Установлюють місткість для приймання олії. Потім доводять тиск до максимально можливого для цього преса та підтримують його на цьому рівні впродовж усього періоду добування олії.

З отриманої проби олії беруть наважку не менше ніж 5 г у попередньо зважену колбу місткістю 250 см^3 так, щоб олія не потрапляла на її стінки. Усі зважування роблять з похибкою не більше ніж 0.1 г

Після зважування та визначення наважки в колбу додають або 50 см^3 нейтралізованої суміші розчинників або 50 см^3 насиченого розчину повареної солі та 10--16 крапель фенолфталеїну. Під час виконання досліду мною була використана суміш розчинників, що складалась з 2 частин ефіру та 1 частини етилового спирту.

Уміст колби ретельно перемішують і титрують 0.1 моль/дм³ водним чи спиртовим розчином КОН, додаючи по 1--2 краплі, після чого колбу закривають пробкою, перевертають 10--12 разів сильно струшують.

Титрують до появи стійкого впродовж 15 с рожевого забарвлення нижнього шару вмісту колб, після чого зазначають об'єм розчину КОН, витраченого на титрування, з похибкою не більше ніж 0,1 см³. Мною був використаний електронна бюретка, що показує кількість використаного розчину КОН з похибкою до 0,01см³. Під час її використання важливо спустити все повітря що може знаходитись в її каналах, після чого очистити результат і почати титрування.

Визначення проводять в 2 паралельні проби. Допустимі розбіжності між результатами двох паралельних визначень d_{abc} за довірчої ймовірності $P=0,95$ не повинні перевищувати :

$$d_{abc} = 0,06 + 0,01 * X$$

де, X - середнє арифметичне результатів двох паралельних визначень, мг КОН/г;

0.06; 0.01 -- коефіцієнти регресії

Уві обчислення виконують до другого десяткового знака з наступним округленням результату до першого десяткового знака. Округлення отриманих результатів виконують у такий спосіб: якщо цифра, наступна за встановленою межею, більше ніж 5, попередню цифру збільшують на одиницю; якщо цифра менше ніж 5 її відкидають; якщо цифра дорівнює 6, останню цифру, що зберігається, збільшують на одиницю, якщо вона непарна, і залишають без зміни, якщо вона парна чи нуль.

2.3.2. Метод визначення пероксидного числа олій

Визначення пероксидного числа рослинних олій є важливим аспектом якості та стану окислення цих продуктів. Пероксидне число є показником кількості пероксидів, які утворюються під час окислення жирів у рослинних оліях. Цей параметр є важливим показником стійкості та якості олій, оскільки високі рівні пероксидів можуть свідчити про погіршення олії та втрату її життєздатності [39].

Визначення пероксидного числа відбувається шляхом хімічної реакції з пероксид-крохмальним розчином, який утворює забарвлену речовину при контакті з пероксидами. Інтенсивність кольорової реакції дозволяє виміряти рівень пероксидного числа у рослинних оліях. Чим вище рівень пероксидного числа, тим більше пероксидів присутніх у олії, що може свідчити про початок окислення та погіршення якості продукту.

Визначення пероксидного числа є важливим етапом контролю якості рослинних олій у харчовій промисловості. Цей параметр використовується для визначення ступеня окислення та старіння олій, а також для виявлення олій з погіршеною якістю або з порушеною стійкістю до окислення. Інформація, отримана з визначення пероксидного числа, дозволяє виробникам та споживачам контролювати та забезпечувати якість рослинних олій, забезпечуючи безпеку та задоволення споживачів.

Враховуючи важливість контролю якості рослинних олій, визначення пероксидного числа є невід'ємною частиною стандартів та нормативних документів, які регулюють якість та безпеку продукції. Такі стандарти можуть включати в себе визначення методів вимірювання пероксидного числа, його максимальні допустимі значення та інші вимоги, спрямовані на забезпечення якості рослинних олій та захисту споживачів.

В цьому контексті важливо вивчати методи визначення пероксидного числа рослинних олій, їх застосування та значення у виробництві та споживанні олійних продуктів. Це допоможе забезпечити якість та безпеку продукції, а також сприятиме розвитку інновацій у галузі олійної

промисловості та харчового сектору.

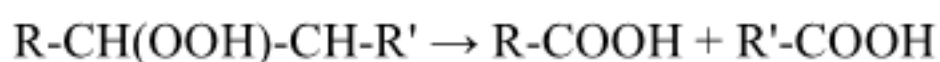
Основна реакція, яка відбувається, це окиснення пероксидами наявних в олії двохатомних ненасичених кисневмісних сполук. Ось дві головні реакції, які відбуваються:

1) Реакція перекисного окиснення:



У цій реакції ненасичена з'єднання ($R-CH=CH-R'$) утворюють пероксидні групи ($R-CH(OOH)-CH-R'$), а перекис водню (H_2O_2) перетворюється в воду (H_2O).

2) Реакція пероксидного розкладання:



У цій реакції пероксидні групи ($R-CH(OOH)-CH-R'$) розкладаються, утворюючи карбонові кислоти ($R-COOH$ та $R'-COOH$). Цей процес призводить до утворення кислотної кількості, яка вимірюється для визначення пероксидного числа олії.

Визначення пероксидного числа олії відбувається шляхом титрування з використанням сполуки, що здатна взаємодіяти з пероксидними групами і змінює колір розчину при досягненні еквівалентної точки.

Визначення пероксидного числа проводилось згідно ДСТУ 4570:2006, Цей стандарт установлює метод визначання пероксидного числа (вміст активного кисню) у діапазоні значень від 0,1 ммоль/кг до 40 ммоль/кг, який розповсюджується на всі види рослинних жирів та олій різного ступеня очищення.

Метод ґрунтується на реакції взаємодії продуктів окиснення олій та жирів (пероксидів і гідріпероксидів) із йодистим калієм у розчині оцтової кислоти і хлороформу і подальшому кількісній визначанні йоду, що виділився, розчином тіосульфату натрію титриметричним методом.

Для відбирання проби, над якою буде проводитись аналіз, її відбирають згідно з ДСТУ 4349, ДСТУ 150 5555. Якщо олія прозора, пробу олії, яка призначена для амалізування, добре перемішують. За наявності в олії

каламутності або осаду пробу фільтрують за температури $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$. Пробу олії зберігають у холодильнику в місткості з темного скла із притертою пробкою не більше ніж 5 днів.

Для проведення аналізу необхідне лабораторне обладнання, перелік якого наведений нижче :

- 1) Ваги лабораторні згідно з ГОСТ 24104, 2-го класу точності з найбільшою межею зважування 200 г.
- 2) Ваги лабораторні згідно з ГОСТ 24104, 3-го класу точності з найбільшою межею зважування 500 г.
- 3) Колби Кн-1-250-29/32 ТХС згідно з ГОСТ 25336.
- 4) Колба 1(2)-1000-2 згідно з ГОСТ 1770.
- 5) Склянки циліндричні для досліджуваної проби необхідної місткості (за масою проби).
- 6) Бюретки 1-1(2, 3)-1 (2)-5-0,02; 1-1(2, 3)-1(2)-10-0,05 згідно з ГОСТ 29251.
- 7) Піпетки 1(2)-2-1 згідно з ГОСТ 29169.
- 8) Циліндри 1(3)-25, 1(3)-100 згідно з ГОСТ 1770.
- 9) Секундомір.
- 10) Годинник піщаний на 1 хв і 5 хв.
- 11) Хлороформ згідно з ГОСТ 20015 свіжоперегнаний.
- 12) Кислота оцтова згідно з ГОСТ 61, х. ч., льодяна.
- 13) Калій йодид згідно з ГОСТ 4232, х. ч., водний розчин із масовою часткою 50—55%, свіжоприготований або перевірений.
- 14) Натрій сіркуватистоокислий (натрію тіосульфат) пентагідрат згідно з ГОСТ 27068.
- 15) Стандарт-титри тіосульфату натрію згідно з чинною нормативною документацією з масою речовини в ампулі, що дорівнює 0,1 г-екв. - 0,1 г-моль.
- 16) Крохмаль розчинний згідно з ГОСТ 10163, розчин з масовою часткою 0,5%.
- 17) Вода здистильована згідно з ГОСТ 6709.

Масу дослідної проби визначають згідно до очікуваного пероксидного числа. Мною була обрана проба в розмірі 4г олії. Потім пробу зважують у колбу. Якщо колбу не можна зважити безпосередньо, то дослідну пробу зважують у склянці. У випадку, якщо зважували в склянці, її разом із дослідною пробою вміщують у колбу.

У колбу додають 10 см³ хлороформу, швидко розчиняють дослідну пробу, приливають 15 см³ оцтової кислоти і 1 см³ розчину йодиду калію, після чого колбу відразу закривають, перемішують вміст протягом 1 хв і залишають на 5 хв у темному місці за температури від 15° С до 25° С. Потім додають 75 см³ води, ретельно перемішують і додають розчин крохмалю до появи слабкої однорідної фіолетово-синьої забарвленості. Йод, що виділився, титрують розчином тіосульфату натрію до молочно-білої забарвленості, стійкої протягом 5с, використовуючи розчин тіосульфату натрію молярної концентрації $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O})$ з 0,002 моль/дм³, якщо передбачуване пероксидне число не більше ніж 6,0 ммоль/кг.

Якщо передбачуване значення пероксидного числа більше ніж 6,0 ммоль/кг, після додавання води і перемішування йод, що виділився, титрують розчином тіосульфату натрію молярної концентрації $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O})$ з 0,001 моль/дм³ до помітного зниження інтенсивності жовтої забарвленості розчину. Обережно додають крохмаль до появи слабкої однорідної фіолетово-синьої забарвленості. Йод, що залишився, титрують розчином тіосульфату натрію до молочно-білої забарвленості. Допустима наявність різних відтінків забарвленості відповідно до специфічних особливостей забарвленості дослідних олій.

Для кожної дослідної проби виконують два вимірювання. Контрольне вимірювання проводять паралельно з основними вимірюваннями. Якщо на контрольне вимірювання піде більше ніж 0,1 см³ 0,01 моль/дм³ розчину тіосульфата натрію, то перевіряють відповідність реактивів вимогам стандартів.

2.3.3. Метод визначення жирнокислотного складу рослинних олій хроматологічним методом

Визначення жирнокислотного складу олій є важливою задачею у дослідженнях, пов'язаних з харчовими продуктами, хімічною аналітикою та науковими дослідженнями. Один із найпоширеніших методів для визначення складу жирних кислот в оліях - це газова хроматографія [12].

Газова хроматографія - це аналітичний метод, який дозволяє розділити та визначити склад речовин у зразку. У випадку жирних кислот, він дозволяє розкласти олію на окремі компоненти та виміряти їх вміст у відсотках. Цей метод ґрунтується на розділенні речовини на компоненти за допомогою газової фази та стаціонарної фази, розташованої в колонці хроматографа.

Використання газової хроматографії для визначення жирнокислотного складу олій має декілька переваг. По-перше, цей метод дозволяє отримати детальну інформацію про вміст окремих жирних кислот, що присутні у зразку олії. Це дозволяє встановити співвідношення різних жирних кислот та зрозуміти їх вплив на характеристики олії, такі як смак, структура та стійкість до окислення.

Крім того, газова хроматографія є швидким та чутливим методом аналізу. Вона дозволяє отримати результати швидко та точно, забезпечуючи високу роздільну здатність та чутливість. Це важливо для забезпечення достовірності результатів досліджень та контролю якості продуктів.

Отже, газова хроматографія є потужним інструментом для визначення жирнокислотного складу олій. Вона дозволяє детально досліджувати склад олій та забезпечувати об'єктивні дані для подальшого аналізу їх властивостей та використання у різних галузях промисловості та харчового виробництва.

Для визначення жирнокислотного складу олії було використано газовий хроматограф марки Agilent 689N, що є потужним аналітичним приладом, який використовується для розділення, ідентифікації та кількісного визначення

компонентів складних сумішей речовин. Основний принцип роботи ГХ полягає у фізичному розділенні речовин на компоненти за допомогою їх взаємодії з стаціонарною фазою та рухомою фазою.

Вагомою особливістю ГХ Agilent 689N є використання газової фази як рухомої фази та стаціонарної фази. Основні компоненти ГХ Agilent 689N включають:

- Вхідний модуль: Речовина або газова суміш, яку необхідно аналізувати, вводиться в систему через вхідний модуль. Вхідна система має мету поділити зразок на рівномірний потік газової фази перед його подальшим розподілом.
- Газовий розподільник: Після введення зразка газова фаза та зразок розділяються в розподільнику, де вони починають рухатись по різних шляхах. Це стає можливим завдяки розподільнику, який має кілька виходів, що підключені до детекторів.
- Колонка: Після газового розподільника розділені компоненти потрапляють в колонку. Колонка - це стаціонарна фаза, яка може бути заповнена твердими частинками або покрита плівкою. Колонка використовується для фізичного розділення компонентів зразка, вони проходять через колонку з різною швидкістю, в залежності від їх взаємодії зі стаціонарною фазою.
- Детектор: Після проходження через колонку окремі компоненти потрапляють до детектора, який реєструє їх наявність та кількість. У ГХ Agilent 689N можуть використовуватися різні типи детекторів, такі як теплові провідність, флуоресценція, мас-спектрометрія тощо. Вибір детектора залежить від типу аналізу та специфікацій дослідження.
- Аналіз даних: Отримані дані від детектора обробляються та аналізуються за допомогою спеціального програмного забезпечення, яке надається в комплекті з ГХ Agilent 689N. Це програмне забезпечення дозволяє

ідентифікувати склад компонентів та визначити їх кількість шляхом порівняння з відомими зразками або стандартами.

Загалом, ГХ Agilent 689N забезпечує точне і розгорнуте аналітичне дослідження різних зразків, шляхом фізичного розділення їх компонентів та визначення їх характеристик за допомогою спеціалізованого детектора та програмного забезпечення аналізу даних.



Рис.2.3.3.1. Візуальна демонстрація газового хроматографу моделі Agilent 689N

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Дослідження жирнокислотного складу рослинних олій хроматографічним методом

Визначення жирнокислотного складу було проведено на газовому хроматографі моделі Agilent 689N. Отримані результати виражено в таблиці.

Таблиця 3. 1. 1

Жирнокислотний склад класичної та високоолеїнової соняшникових олій

Класична олія		Високоолеїнова олія	
Назва кислоти	Кількість, %	Назва кислоти	Кількість, %
Пальмітинова	5,8063	Пальмітинова	4,1502
Стеаринова	3,0795	Стеаринова	2,7524
Олеїнова	32,0915	Олеїнова	84,5712
Лінолева	58,0568	Лінолева	6,1630
Арахінова	0,2250	Арахінова	0,2623
Бегенова	0,7410	Ліноленова	0,2168

Для візуального зображення жирнокислотного складу класичної олії доцільно використати графік, на якому зображена площа кожної жирної кислоти та порівняння вмісту кожної з них. Жирні кислоти є основними будівельними блоками жирів і мають важливе значення для забезпечення правильної функції олій. Вивчення вмісту кожної з жирних кислот у складі олії може допомогти розуміти її характеристики та властивості.

Побудова графіка, на якому зображений вміст кожної з жирних кислот в олії, є важливим інструментом для аналізу складу олії і визначення його якості та використання. Цей графік може допомогти виявити залежності між різними жирними кислотами, встановити основні компоненти олії та співвіднести їх з її властивостями.

Аналіз цього графіка може дати важливі відомості про склад олії, такі як вміст насичених жирних кислот, ненасичених жирних кислот, поліненасичених жирних кислот та інших компонентів. Це може бути корисно

при визначенні придатності олії для різних застосувань, включаючи кулінарію, косметику та лікування.

Отже, побудова графіка вмісту кожної з жирних кислот у складі олії є важливим інструментом для вивчення та аналізу її характеристик. Це дозволяє отримати детальну інформацію про склад олії та сприяє розумінню її властивостей та потенційного використання у різних галузях.

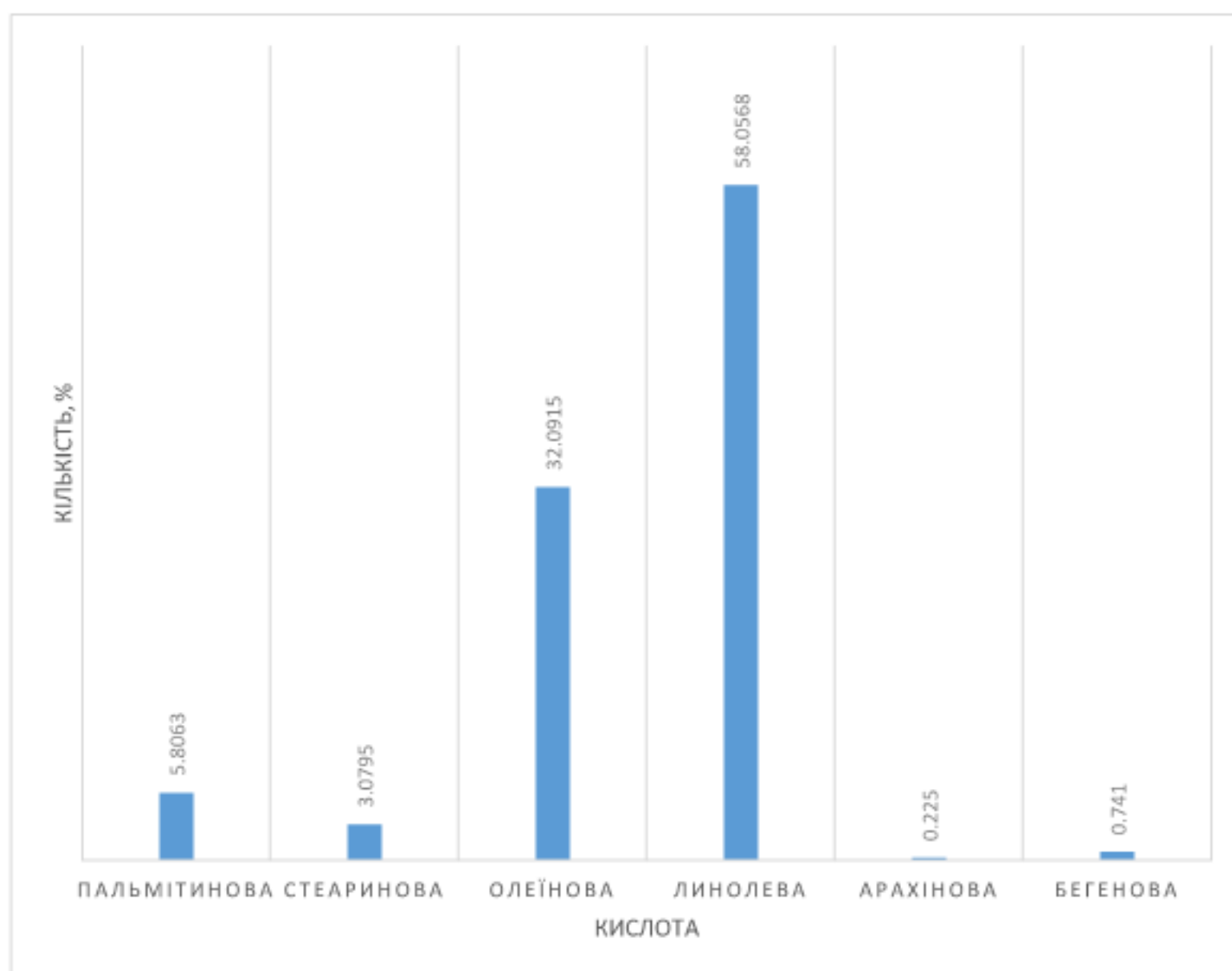


Рис.3.1.1. Жирнокислотний склад класичної соняшnikової олії

Звичайна соняшникoва олія містить переважно насичені та ненасичені жирні кислоти. Найпоширенішою жирною кислотою у соняшникoвій олії є лінолева кислота, яка відноситься до ненасичених жирних кислот типу Омега-6 і міститься у кількості 58,0568%, що у більш ніж 9,4 рази перевищує її вміст у високоолеїновій олії. Також у складі соняшникoвої олії можна знайти олеїнову кислоту (Омега-9) у кількості 32,0915%, пальмітинову кислоту у кількості 5,8063% та стеаринову кислоту у кількості (насичені жирні кислоти).

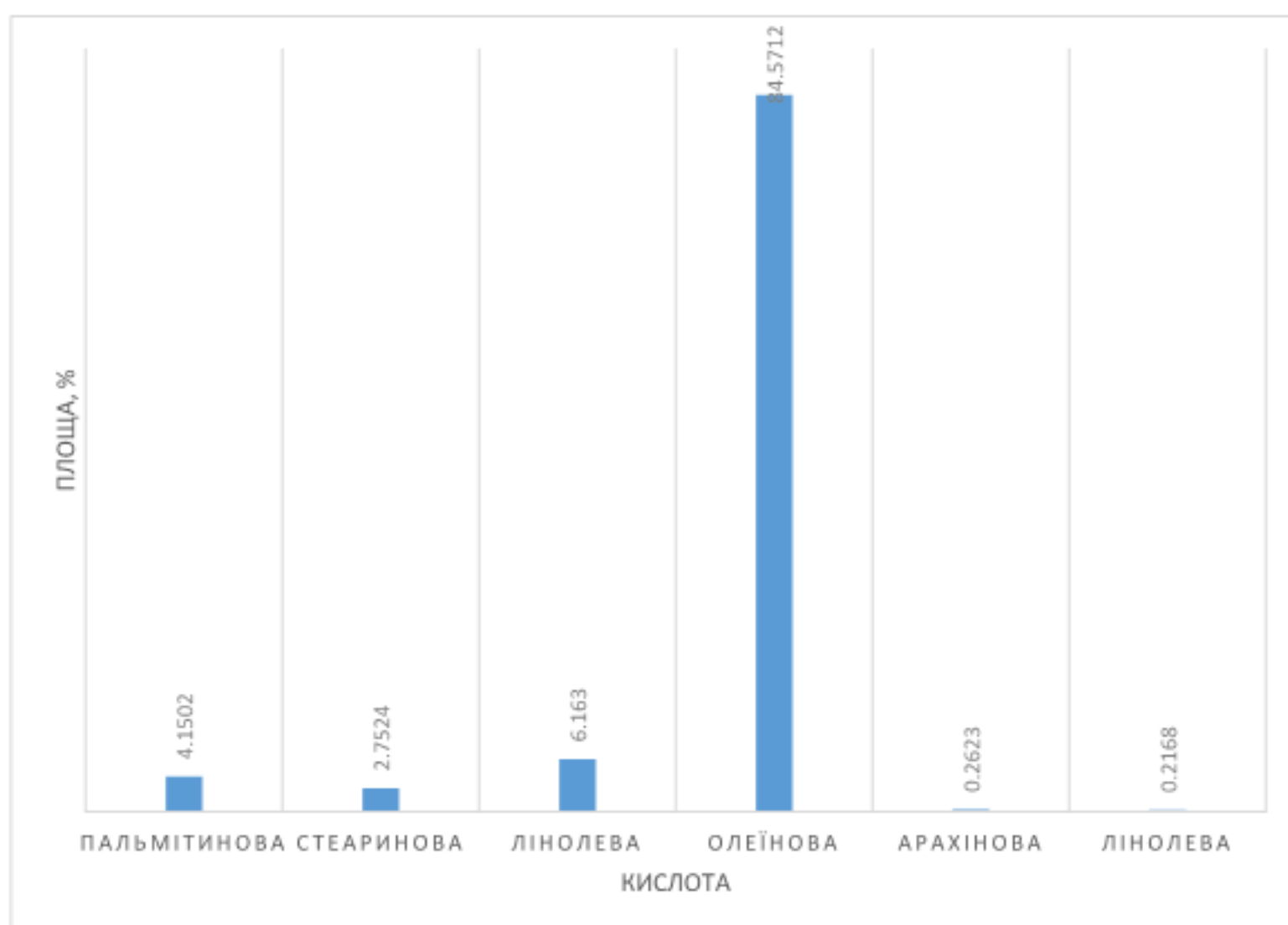


Рис. 3.1.2 Жирнокислотний склад високоолеїнової соняшникової олії

Високоолеїнова олія має вищий вміст олеїнової кислоти (Омега-9) у більше ніж 2,6 разів порівняно зі звичайною соняшниковою олією згідно результатів жирнокислотного аналізу. Олеїнова кислота відноситься до мононенасичених жирних кислот і відзначається своїми корисними властивостями для здоров'я серця та судин.

Деякі жирні кислоти є більш стійкими до окислення, тоді як інші можуть бути більш вразливими до окислювання. Ненасичені жирні кислоти, зокрема поліненасичені жирні кислоти, можуть бути більш схильними до окислення порівняно з насиченими жирними кислотами. Це пов'язано з наявністю подвійних зв'язків у їх хімічній структурі. Подвійні зв'язки можуть бути більш вразливими перед впливом кисню, світла та тепла, що сприяє процесу окислення.

Звичайні насичені жирні кислоти, які містяться у деяких оліях, можуть бути менш схильними до окислення. Насичені жирні кислоти не мають подвійних зв'язків у своїй структурі, тому вони менш піддаються окисленню.

Олії з високим вмістом антиоксидантів, таких як вітамін Е, можуть бути

більш стійкими до окислення. Антиоксиданти допомагають захищати жирні кислоти від процесу окислення шляхом нейтралізації вільних радикалів, які спричиняють окислювання.

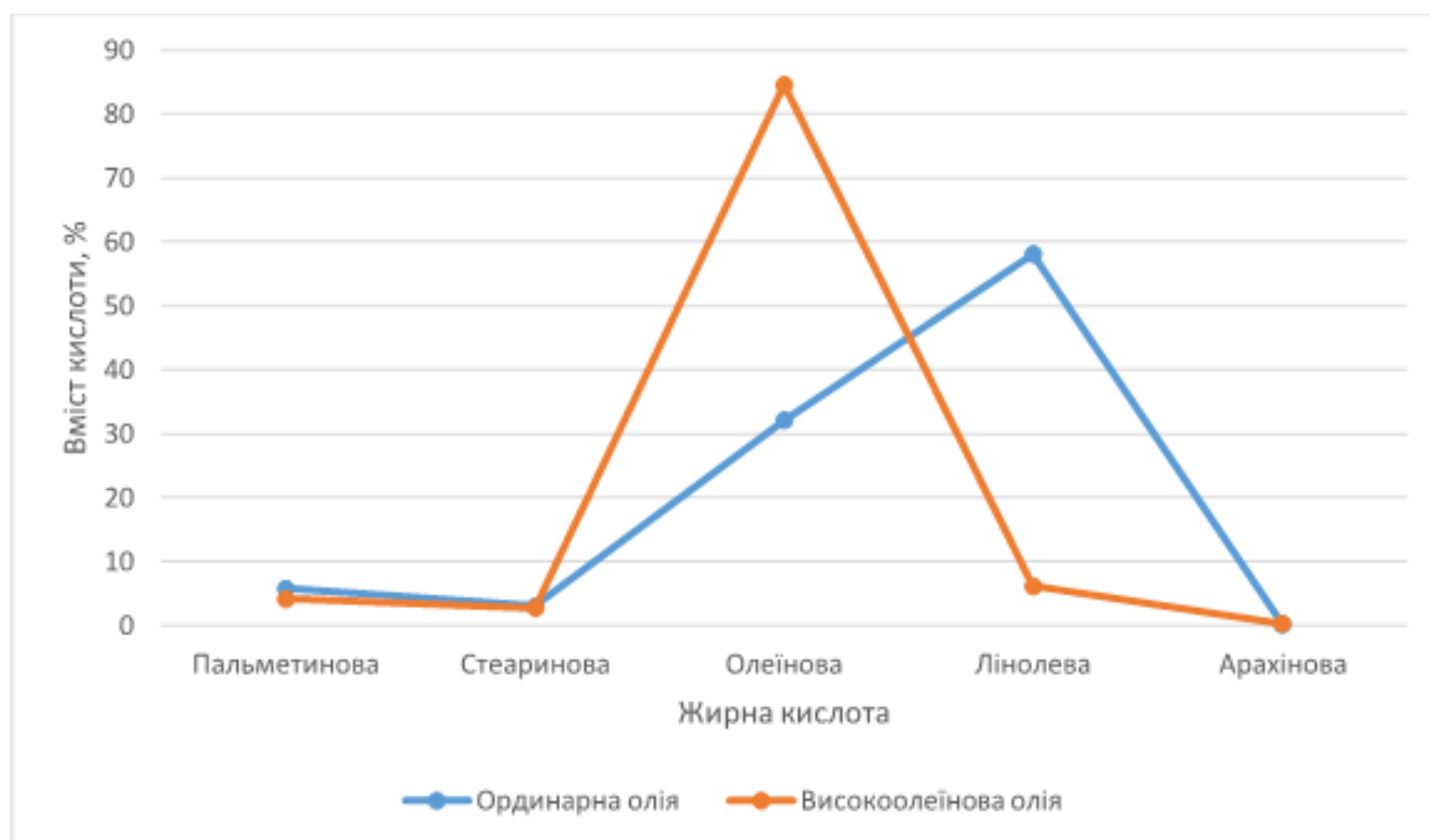


Рис.3.1.3. Порівняння жирнокислотного складу класичної та високоолеїнової соняшникових олій

Отже, жирнокислотний склад олії грає важливу роль у визначенні її стійкості до окислення. Олії з вищим вмістом насичених жирних кислот та антиоксидантів можуть мати більшу стійкість до окислення, тоді як олії з більшим вмістом ненасичених та поліненасичених жирних кислот можуть бути більш вразливими до процесу окислення.

3.2. Дослідження кислотного числа олій

Таблиця 3.2.1

Результати визначення кислотного числа класичної соняшникової олії на початку досліджень

Зразок	Маса наважки олії, г	Об'єм КОН, см ³	Молярна концентрація титрану, моль/дм ³
Дослідний	5,03	0,84	0,097
Контрольний	5,02	0,86	0,097

Розрахунок значення кислотного числа олії проводять за даною формулою :

$$КЧ = C * V * 56.1 / m,$$

Де : C – точне значення концентрації лужного титрану, моль/дм³

V – об'єм лужного титрану, визначений під час індикаторного титрування, см³

56,1 – молярна маса гідроксиду калію, г/моль

m – наважка олії, г

$$КЧ_{\text{СО 1 день №1}} = 0,0097 * 0,84 * 56,1 / 5,03 = 0,91 \text{ мг КОН/г}$$

$$КЧ_{\text{СО 1 день №2}} = 0,0097 * 0,86 * 56,1 / 5,02 = 0,93 \text{ мг КОН/г}$$

$$КЧ = (0,91 + 0,93)/2 = 0,92 \text{ мг КОН/г}$$

Всі подальші обчислення кислотного числа олій здійснюються згідно з даною вихідною моделлю.

Таблиця 3.2.2

Результати визначення кислотного числа класичної та високоолеїнової соняшникової олії протягом 30 днів зберігання

Класична олія			Високоолеїнова олія		
Зразок	Кислотне число, мг КОН/г	Середнє значення кислотного числа, мг КОН/г	Зразок	Кислотне число, мг КОН/г	Середнє значення кислотного числа, мг КОН/г
Початкові значення					
Дослідний	0,91	0,92	Дослідний	1,01	1,03
Контрольний	0,93		Контрольний	1,04	
Значення на 5 день зберігання					
Дослідний	0,94	0,94	Дослідний	1,03	1,03
Контрольний	0,94		Контрольний	1,03	

Значення на 10 день зберігання					
Дослідний	0,95	0,96	Дослідний	1,05	1,06
Контрольний	0,97		Контрольний	1,06	
Значення на 15 день зберігання					
Дослідний	0,98	0,99	Дослідний	1,06	1,06
Контрольний	0,99		Контрольний	1,06	
Значення на 20 день зберігання					
Дослідний	1,00	1,01	Дослідний	1,08	1,08
Контрольний	1,01		Контрольний	1,07	
Значення на 25 день зберігання					
Дослідний	1,03	1,03	Дослідний	1,09	1,09
Контрольний	1,02		Контрольний	1,08	
Значення на 30 день зберігання					
Дослідний	1,05	1,06	Дослідний	1,10	1,10
Контрольний	1,06		Контрольний	1,10	

Таблиця 3.2.3

**Загальні результати визначення кислотного числа класичної олії
протягом 30 днів**

Термін зберігання	Кислотне число, мг КОН/г
0 день	0,92
5 день	0,94
10 день	0,96
15 день	0,99
20 день	1,01
25 день	1,03
30 день	1,06

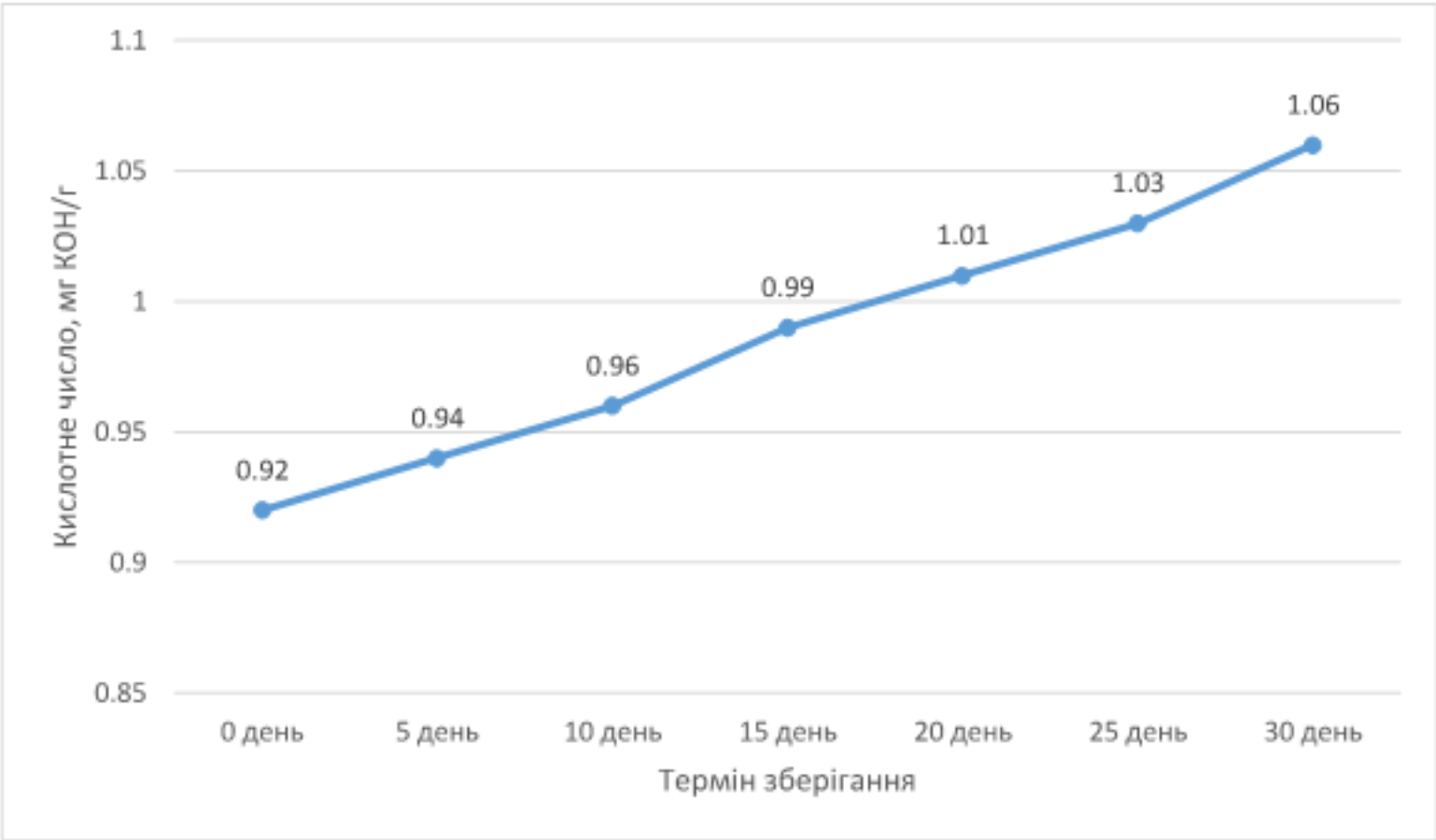


Рис. 3.2.1. Графік динаміки зміни кислотного числа класичної олії протягом 30 днів

Зміна кислотного числа з 0.92 на перший день до 1.06 мг КОН/г на 30-й день свідчить про збільшення кількості вільних жирних кислот у вивченій соняшниковій олії протягом цього періоду. Кислотне число є важливим показником ступеня окислення жирів у продуктах. Збільшення кислотного числа може вказувати на погіршення якості олії через процес окислення, який може бути викликаний контактом з повітрям, теплом або іншими окислюючими факторами.

Таблиця 3.2.4

Загальні результати визначення кислотного числа високоолеїнової олії протягом 30 днів

Термін зберігання	Кислотне число, мг КОН/г
0 день	1,03
5 день	1,03
10 день	1,06
15 день	1,06
20 день	1,08
25 день	1,09
30 день	1,10

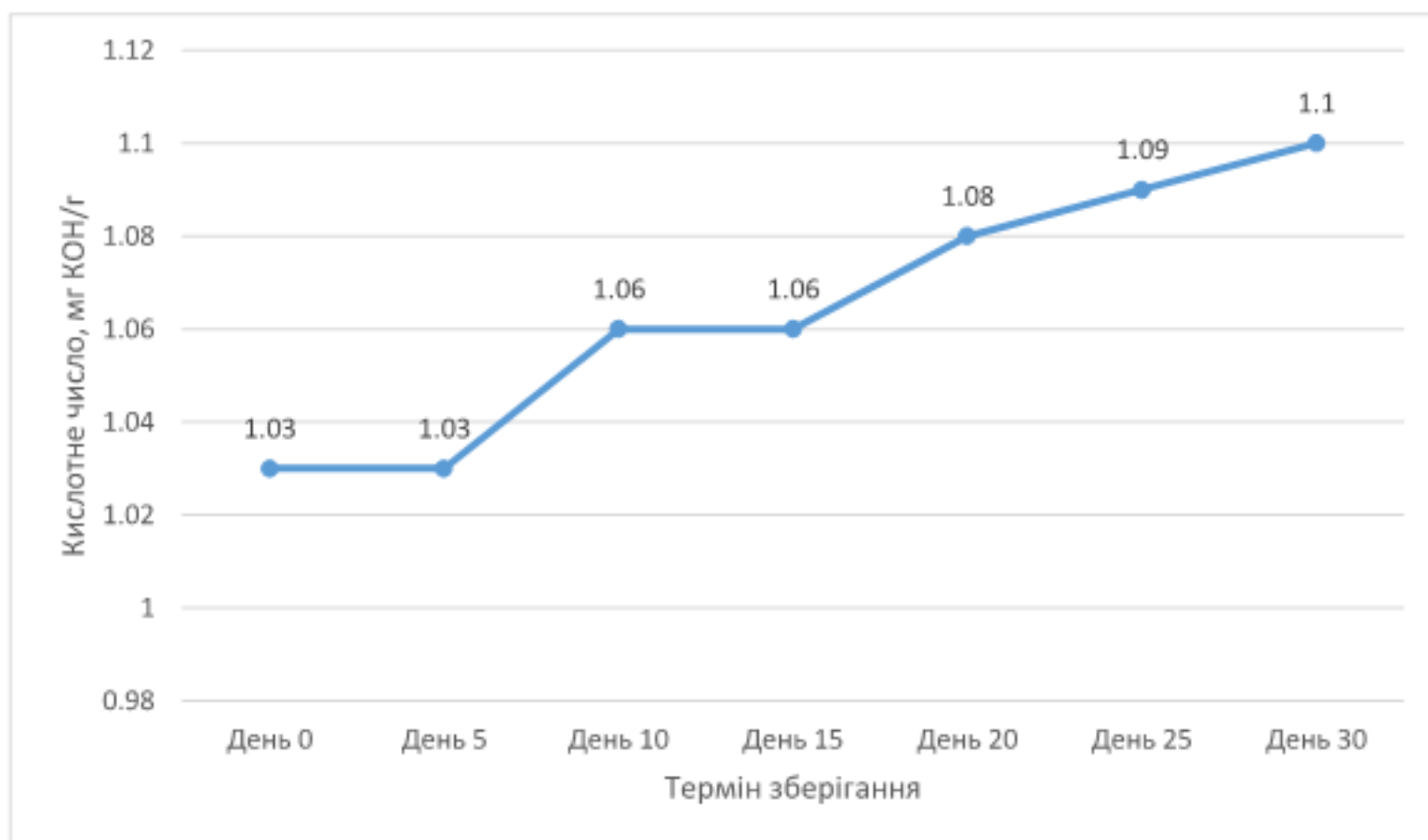


Рис. 3.2.2. Графік динаміки зміни кислотного числа високоолеїнової олії протягом 30 днів

За 30 днів зберігання кислотне число змінилось з початкового значення кислотного числа 1,03 до 1,10 мг КОН/г, що складає 0,07 за період експерименту.

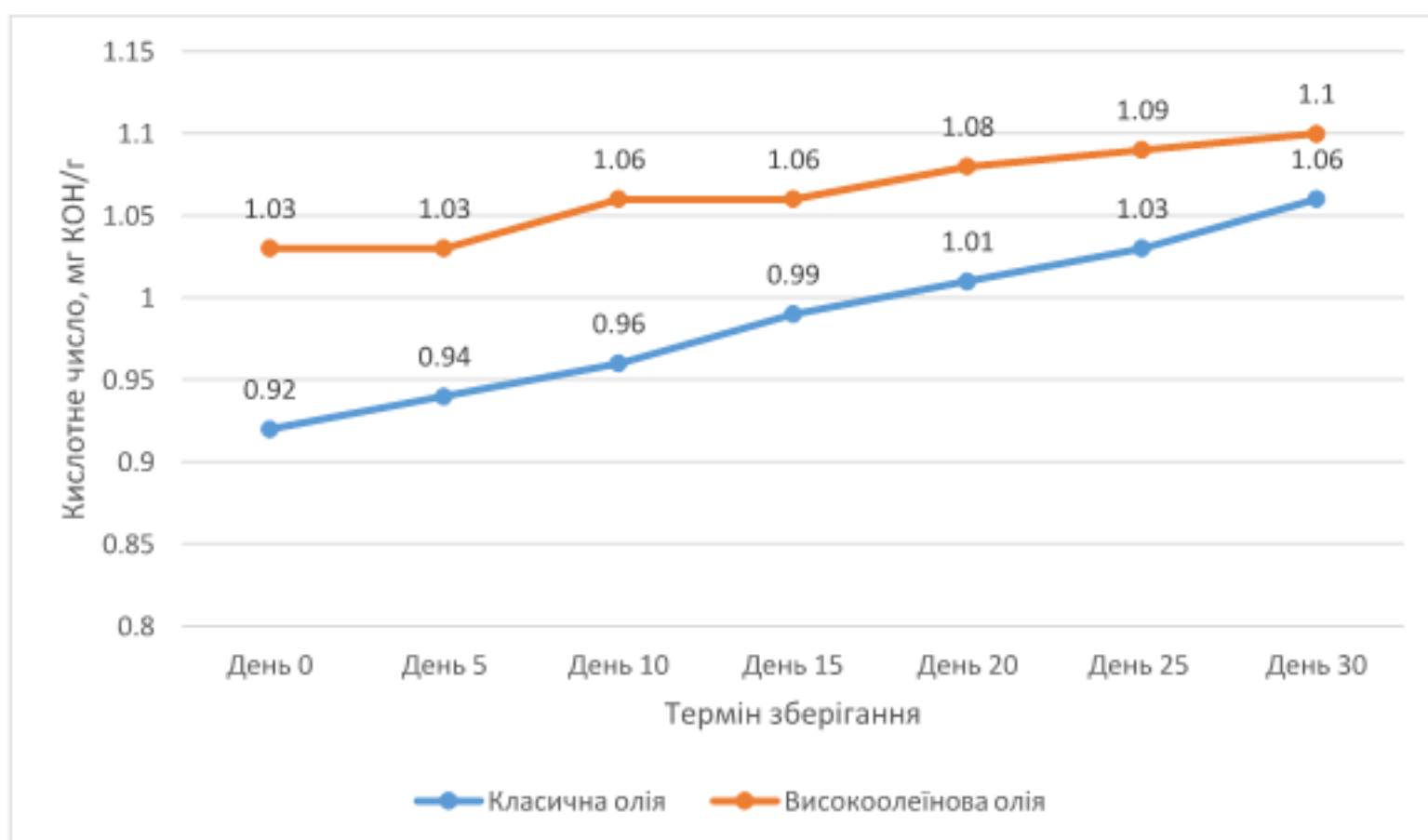


Рис. 3.2.3. Порівняння динаміки зміни кислотного числа високоолеїнової та класичної олій

Збільшення кислотного числа на протязі 30 днів свідчить про початок процесу окислення вивченої соняшникової олії. Це може бути наслідком

некоректного зберігання, неправильних умов транспортування або недостатньої стабільності самої олії. Збільшення кислотного числа може вказувати на втрату якості та погіршення органолептичних характеристик, таких як смак і аромат, а також на втрату живильних та функціональних властивостей. Порівняємо динаміку зміни кислотного числа між високоолеїною олією та звичайною олією протягом 30 днів:

Високоолеїнова олія:

- Початкове кислотне число: 1.03 мг КОН/г
- Кінцеве кислотне число: 1.1 мг КОН/г
- Зміна кислотного числа: $1.1 - 1.03 = 0.07$

Звичайна олія:

- Початкове кислотне число: 0.92 мг КОН/г
- Кінцеве кислотне число: 1.06 мг КОН/г
- Зміна кислотного числа: $1.06 - 0.92 = 0.14$

За результатами порівняння видно, що звичайна олія має більш значну зміну кислотного числа протягом 30 днів, порівняно з високоолеїною олією. Зміна кислотного числа в звичайній олії становить 0.14, тоді як зміна кислотного числа в високоолеїновій олії складає 0.07. Зазначимо, що згідно діючих стандартів допускається значення кислотного числа до 6,0 мг КОН/г для класичної та високоолеїнової олії [10,11], отже дані зразки олії навіть після зберігання протягом 30 днів підлягають реалізації, але в ході експерименту важливо звернути увагу на динаміку зміни кислотного числа.

Це може свідчити про те, що звичайна олія більш вразлива до окислення під впливом кисню та інших окислюючих факторів. Звичайна олія може швидше псуватись та втрачати якість в процесі окислення, порівняно з високоолеїною олією. Це підкреслює важливість вдосконалення технології виробництва високоолеїнової соняшникової олії, оскільки така олія може мати кращу стійкість до окислення, менше змін кислотного числа та зберігати якість протягом тривалого періоду зберігання.

3.3. Дослідження пероксидного числа олій

Таблиця 3.3.1

Результати визначення пероксидного числа класичної соняшникової олії на початку досліджень

Номер зразку	Маса наважки олії, г	Об'єм тіосульфату натрію, см ³	Молярна концентрація тіосульфату, моль/дм ³
№1	4,85	4,93	0,002
№2	4,93	5,04	0,002

Розрахунок значення кислотного числа олії проводять за даною формулою :

$$\text{ПЧ} = (V_1 - V_0) * c * 1000 / m,$$

Де : V_1 – об'єм розчину тіосульфату натрію, використаного в основному досліді, см³

V_0 – об'єм розчину тіосульфату натрію, використаного в контрольному досліді, см³

c – точне значення концентрації тіосульфату натрію, моль/дм³

1000 – коефіцієнт, що враховує перерахунок результату вимірювання в ммоль/кг

m – наважка олії, г

Визначення V_0 проводимо титруючи контрольний зразок з дистильованою водою, це необхідно для перевірки якості реактиву.

$$V_0 = 0,01$$

$$\text{ПЧ}_{\text{СО 1 день №1}} = (4,93 - 0,01) * 0,002 * 1000 / 4,85 = 2,03 \frac{1}{2} \text{ О ммоль/кг}$$

$$\text{ПЧ}_{\text{СО 1 день №2}} = (5,04 - 0,01) * 0,002 * 1000 / 4,93 = 2,04 \frac{1}{2} \text{ О ммоль/кг}$$

$$\text{ПЧ} = (2,03 + 2,04)/2 = 2,04 \frac{1}{2} \text{ О ммоль/кг}$$

Всі подальші обчислення пероксидного числа олій здійснюються згідно з даною вихідною моделлю.

Таблиця 3.3.2

Результати визначення пероксидного числа класичної та високоолеїнової соняшникової олії протягом 30 днів зберігання

Класична олія			Високоолеїнова олія		
Зразок	Пероксидне число, $\frac{1}{2}$ O ммоль/кг	Середнє значення пероксидного числа, $\frac{1}{2}$ O ммоль/кг	Зразок	Пероксидне число, $\frac{1}{2}$ O ммоль/кг	Середнє значення пероксидного числа, $\frac{1}{2}$ O ммоль/кг
Початкові значення					
Дослідний	2,03	2,04	Дослідний	2,12	2,13
Контрольний	2,04		Контрольний	2,14	
Значення на 5 день зберігання					
Дослідний	2,07	2,08	Дослідний	2,15	2,16
Контрольний	2,09		Контрольний	2,16	
Значення на 10 день зберігання					
Дослідний	2,12	2,13	Дослідний	2,16	2,16
Контрольний	2,14		Контрольний	2,16	
Значення на 15 день зберігання					
Дослідний	2,18	2,18	Дослідний	2,17	2,17
Контрольний	2,17		Контрольний	2,16	
Значення на 20 день зберігання					
Дослідний	2,22	2,23	Дослідний	2,18	2,18
Контрольний	2,23		Контрольний	2,17	
Значення на 25 день зберігання					
Дослідний	2,28	2,28	Дослідний	2,18	2,19
Контрольний	2,27		Контрольний	2,19	
Значення на 30 день зберігання					
Дослідний	2,31	2,32	Дослідний	2,20	2,21
Контрольний	2,33		Контрольний	2,22	

Таблиця 3.2.3.

Загальні результати визначення пероксидного числа класичної олії протягом 30 днів

Термін зберігання	Пероксидне число, $\frac{1}{2}$ O ммоль/кг
0 день	2,04
5 день	2,08
10 день	2,13
15 день	2,18
20 день	2,23
25 день	2,28
30 день	2,32

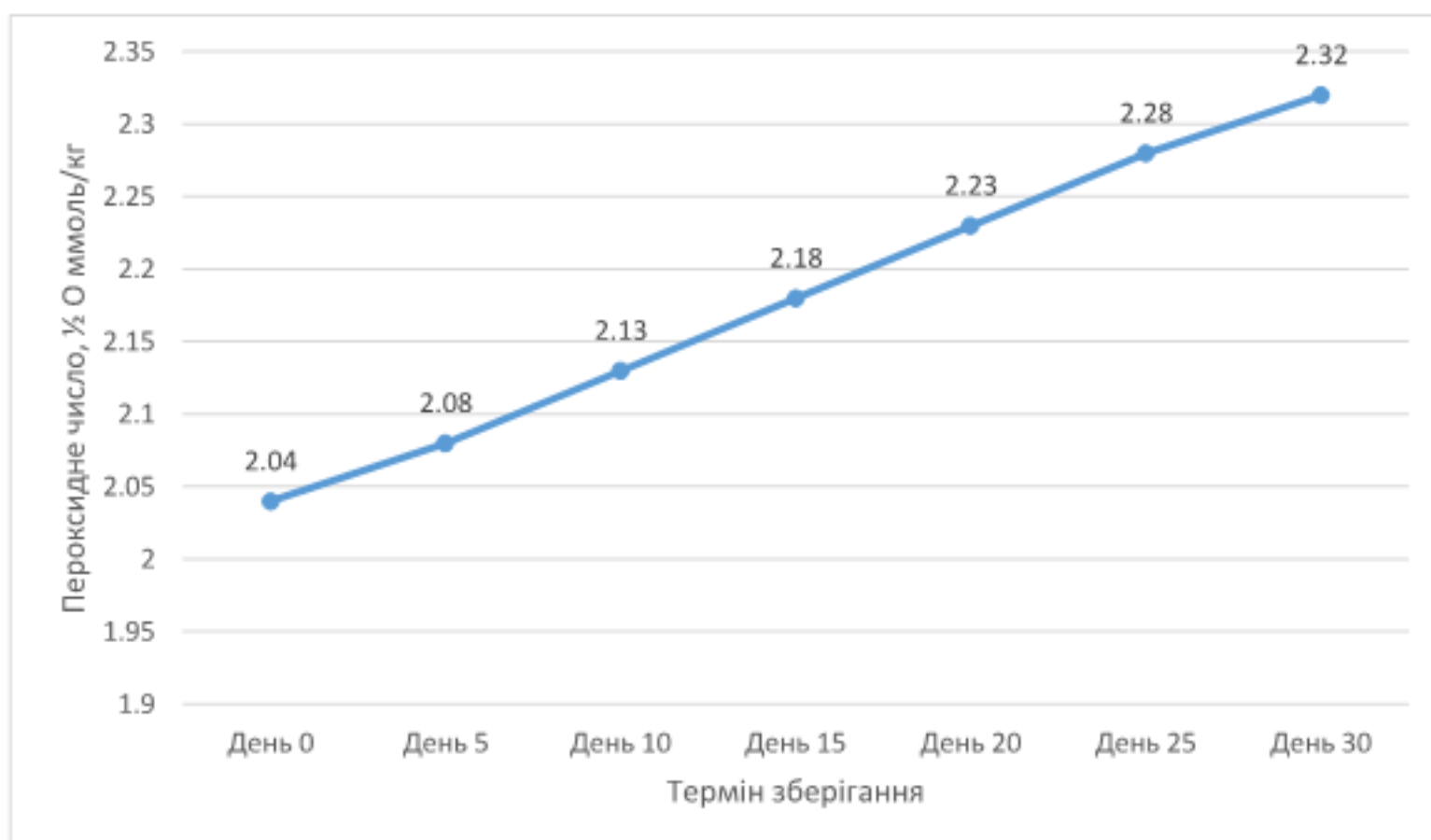


Рис. 3.2.1. Графік динаміки зміни пероксидного числа класичної олії протягом 30 днів

В ході дослідження було встановлено, що пероксидне число класичної олії змінилося протягом 30 днів з 2,04 до 2,32 $\frac{1}{2}$ O ммоль/кг. Це свідчить про збільшення вмісту пероксидів в олії, що є індикатором її окиснення. Зростання пероксидного числа означає, що олія стала більш вразливою до окиснення та псування.

Таблиця 3.2.4

Загальні результати визначення пероксидного числа високоолеїнової олії протягом 30 днів

Термін зберігання	Пероксидне число, $\frac{1}{2}$ O ммоль/кг
0 день	2,13
5 день	2,16
10 день	2,16
15 день	2,17
20 день	2,18
25 день	2,19
30 день	2,21

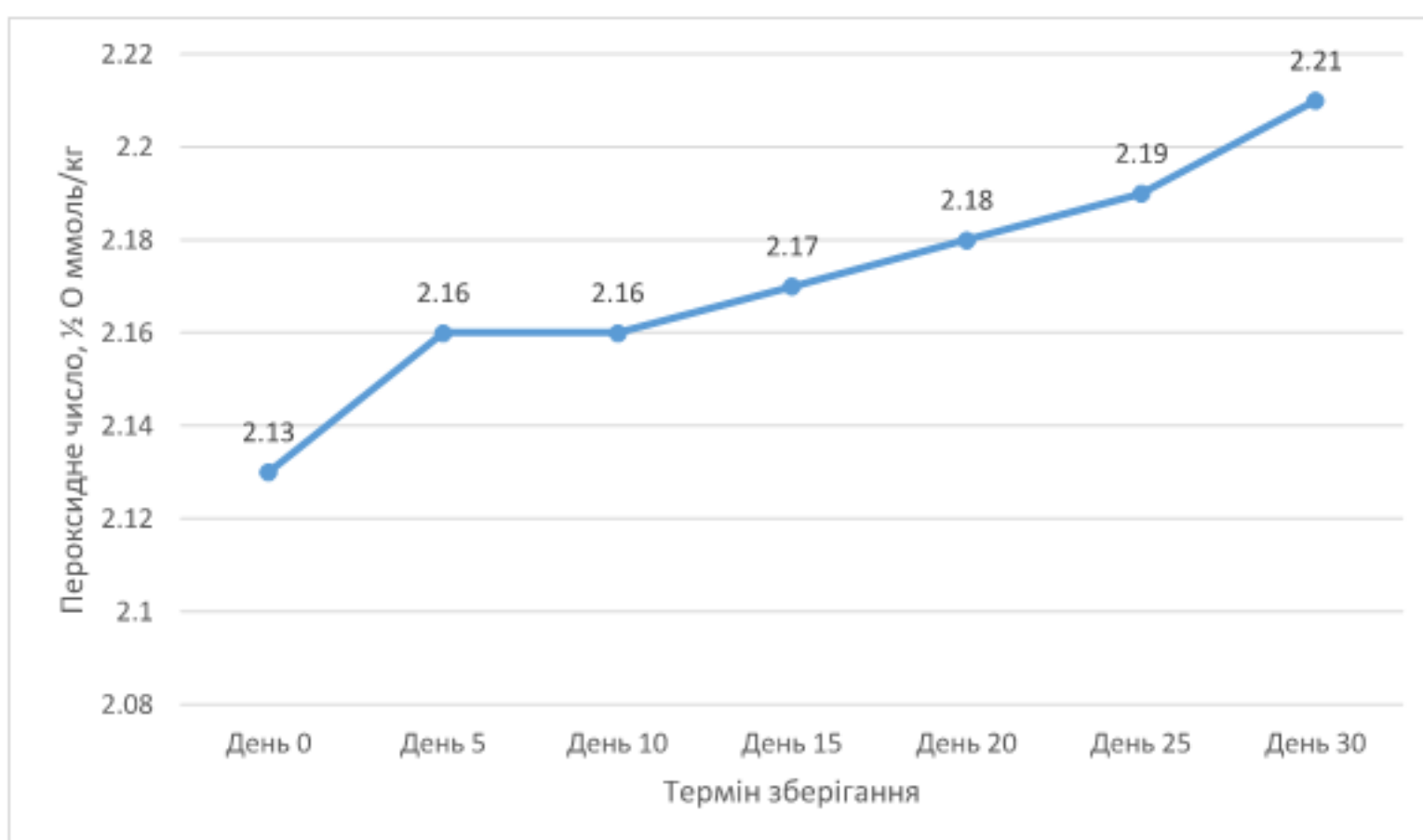


Рис. 3.2.2. Графік динаміки зміни пероксидного числа високоолеїнової олії протягом 30 днів

В ході дослідження було встановлено, що пероксидне число високоолеїнової олії змінилося протягом 30 днів з 2,13 до 2,21 ½ О ммоль/кг. Ця зміна свідчить про незначне збільшення вмісту пероксидів в олії, що може вказувати на початкові стадії окиснення.

Зміна пероксидного числа високоолеїнової олії від 2,13 до 2,21 ½ О ммоль/кг є менш помітною порівняно зі зміною пероксидного числа класичної олії. Це може свідчити про більшу стійкість високоолеїнової олії до окиснення та псування порівняно зі звичайною олією.

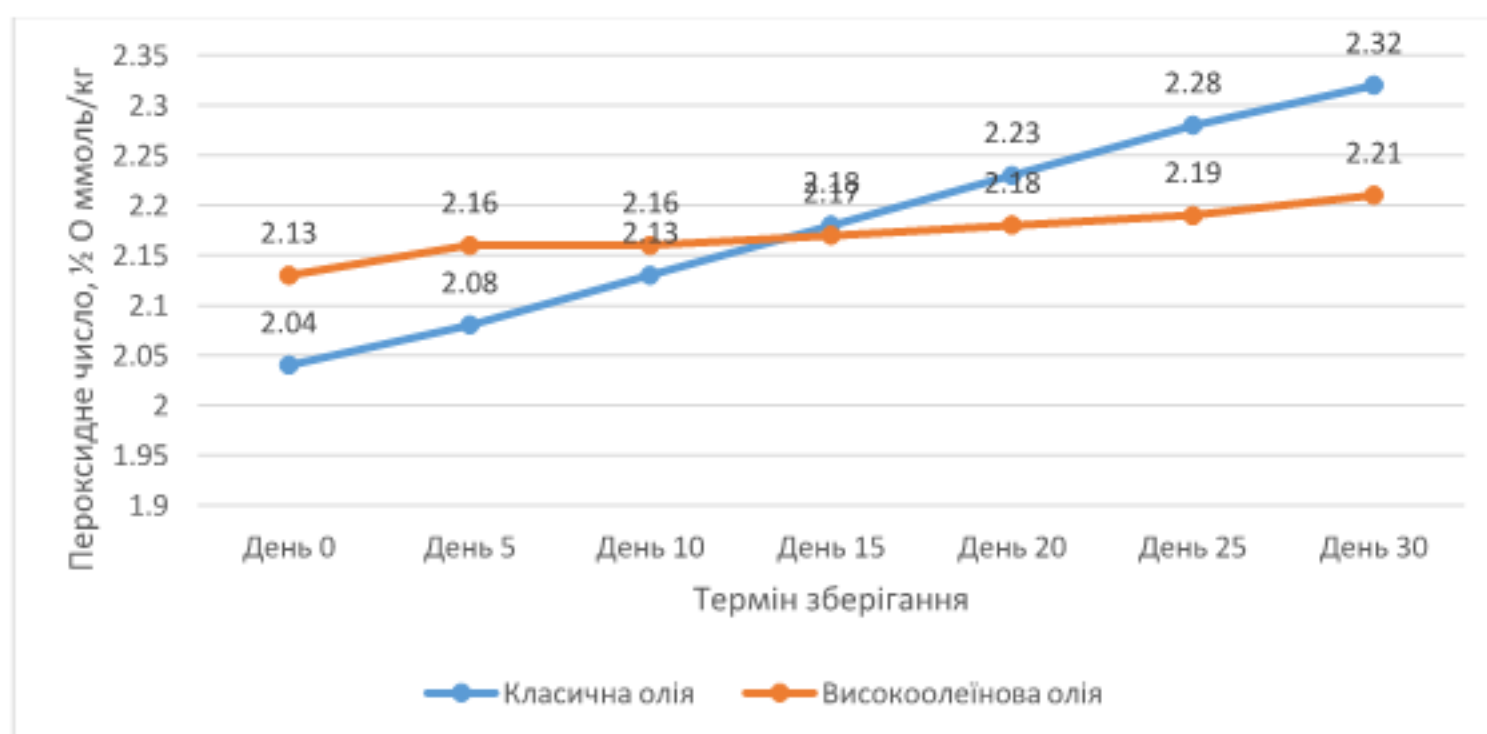


Рис. 3.2.3. Порівняння динаміки зміни пероксидного числа високоолеїнової та

класичної олії

Порівняємо динаміку зміни пероксидного числа між високоолеїною олією та звичайною олією протягом 30 днів:

Високоолеїнова олія:

- Початкове пероксидне число: $2.13\frac{1}{2}$ О ммоль/кг
- Кінцеве пероксидне число: $2.21\frac{1}{2}$ О ммоль/кг
- Зміна пероксидного числа: $2.21 - 2.13 = 0.08\frac{1}{2}$ О ммоль/кг

Звичайна олія:

- Початкове пероксидне число: $2.04\frac{1}{2}$ О ммоль/кг
- Кінцеве пероксидне число: $2.32\frac{1}{2}$ О ммоль/кг
- Зміна пероксидного числа: $2.32 - 2.04 = 0.28\frac{1}{2}$ О ммоль/кг

За результатами порівняння видно, що звичайна олія має більш значну зміну пероксидного числа протягом 30 днів, порівняно з високоолеїною олією. Зміна пероксидного числа в звичайній олії становить 0.28, тоді як зміна пероксидного числа в високоолеїновій олії складає 0.08. Важливо відмітити, що обидва значення відповідають вимогам діючих стандартів, так як допускається до $10,0\frac{1}{2}$ О ммоль/кг для класичної та високоолеїнової олії [10,11], але в даному експерименті було важливо відслідкувати тенденцію зміни пероксидного числа, щоб можна було стверджувати про вищу стійкість до окислення високоолеїнової олії порівняно з класичною.

Високі значення пероксидного числа вказують на високу концентрацію перекисів в олії, що свідчить про початок процесу окислення. Збільшення пероксидного числа свідчить про зростання окислення жирів та може вказувати на втрату якості олії. Це підкреслює важливість вдосконалення технології виробництва високоолеїнової соняшникової олії, оскільки вона може мати меншу зміну пероксидного числа та більшу стійкість до окислення порівняно зі звичайною олією. Зменшення зміни пероксидного числа є показником збереження якості та стійкості олії протягом тривалого періоду зберігання.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

У рамках даного дослідження було вивчено та порівняно жирнокислотний склад звичайної і високоолеїнової соняшникової олії. Результати показали, що високоолеїнова олія містить значно більше олеїнової кислоти, а також нижчий вміст лінолевої і ліноленової кислот, у порівнянні зі звичайною соняшnikовою олією. Це свідчить про успішність розробки технології виробництва високоолеїнової соняшникової олії, яка базується на селекції рослин та біоінженерії.

Далі, було проведено визначення кислотного та пероксидного складу олій з метою оцінки їх стійкості до окиснення та псування. Високоолеїнова соняшnikова олія виявила більшу стійкість до окислення та має нижші значення пероксидного числа порівняно зі звичайною соняшnikовою олією. Це свідчить про те, що високоолеїнова олія має покращену окислювальну здатність і меншу схильність до швидкого псування.

Отримані результати підтверджують, що вдосконалення технології виробництва високоолеїнової соняшnikової олії є ефективним способом поліпшення якісних характеристик олії. Високоолеїнова олія має великий потенціал для задоволення попиту на ринку, особливо серед споживачів, які звертають увагу на здоровий спосіб життя та харчування.

У подальшому дослідженні можна зосередитися на вивченні додаткових аспектів виробництва високоолеїнової соняшnikової олії, таких як вплив різних факторів на якість олії, оптимізація процесу виробництва та розробка нових методів контролю якості. Додаткові дослідження можуть сприяти подальшій популяризації та розвитку високоолеїнової соняшnikової олії як цінного продукту з перспективними перспективами на ринку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ 4350:2004 Олії. Методи визначення кислотного числа. [Чинний від 2005-10-01]. Київ, 2005. 6-8 с.
2. ДСТУ 4570:2006 Жири та олії тваринні і рослинні. Визначення пероксидного числа. [Чинний від 2006-04-27]. Київ, 2006. 5-8 с.
3. Довгань Ю.М. Сучасні тенденції розвитку ринку інноваційних рослинних олій. *Аграрна наука та освіта в умовах євроінтеграції*: зб. наук. пр. міжнар. наук.-практ. конф.-Тернопіль: Крок, 2019, С. 101-102.
4. Ткаченко, Н. А. Перспективи використання високоолеїнової соняшникової олії та олії шипшини у виробництві продуктів здорового харчування. *Новації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових та переробних виробництв* –Мелітополь, 2020. С. 113.
5. Гірняк, Л. І., Лебединець, В. Т., Донцова, І. В. Стабілізація процесів окислення олій у промислових умовах. *Вісник ЛТЕУ. Технічні науки*, Львів - 2014, С. 138-140.
6. Дослідження явища синергізму між токоферолами соняшникової олії та інгібіторами окиснення екстракту із листя горіху волоського / О. В. Білоус, І. М. Демидов, С. І. Бухкало. Харків : *Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ"* : зб. наук. пр.– 2014. – № 49 (1091). – С. 57-64.
7. Волошенко, С. В., Елементи олійно-жирового виробництва майбутнього. Харків - 2011. С. 11-13.
8. Акрилові мономери на основі рослинних олій із високим вмістом естерів олеїнової кислоти/ Кір'янчук В. Ф., Демчук З. І., Когут А. М., Воронов А. С., Воронов С. А. Львів : *Chemistry, Technology and Application of Substances*. 2021. С. 230-232.
9. Діхтярь А.М. Технологія продукції із заварного тіста з використанням олії соняшникової високоолеїнового типу. *Технологія кулінарної продукції з використанням олії соняшникової високоолеїнового типу*. Харків, 2017. С. 23

10. ДСТУ 4492:2017 Олія соняшникова. Технічні умови. [Чинний від 2019-01-01]. Київ, 2019.
11. ДСТУ 9127:2021 Олія соняшникова високоолеїнова. Технічні умови. [Чинний від 2022-07-01]. Київ, 2022.
12. Фролова Н.Е. Застосування препаративної хроматографії для виділення монофракцій складних сумішей природного походження / Н.Е. Фролова, А.І. Українець, І.М. Силка // Технологічний аудит та резерви виробництва, 2016. № 2/4. С. 21–26.
13. Очеретина А. В.; Фролова Н. Е. Перспективи використання високоолеїнових сортів олії соняшника у продуктах функціональної дії для оздоровчого харчування. *Технологія харчової та легкої промисловості*, 2020. С. 129-135.
14. Конкуренція за сировину для олійно-жирового комплексу дедалі загострюватиметься. Infoindustry : веб-сайт. URL: <http://infoindustria.com.ua/stepan-kapshuk-konkurencsiya-za-sirovinu-dlya-oliyno-zhirovogo-kompleksu-dedali-zagostryuvatimetsya>
15. Боженьова І.М. Концептуальні засади механізму сталого розвитку підприємства олійно-жирової промисловості. *Вісник соціально-економічних досліджень*. 2014. Вип. 3 (54). С. 84–89.
16. Благодир Л.М., Вигонюк Н.Г. Конкуренція в олійно-жировій галузі України: поведінковий і функціональний аспекти. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. Вінниця, 2015. № 6. С. 35–40.
17. Герасименко А.І. Оцінка ризиків колективної монополізації вітчизняного ринку соняшникової олії. *Вісник Київського національного університету ім. Т. Шевченка. Серія «Економіка»*. 2011. Вип. 124/125. С. 103–105.
18. Дуранова Т.А. Особливості конкуренції на ринку соняшникової олії в Україні. *Інноваційна економіка*. 2013. № 8. С. 50–55.
19. Пащенко О.П. Особливості формування конкурентних переваг підприємства: стратегічний аспект. *Вісник ЖДТУ*. 2015. № 3 (73). С. 94–100.

20. Бондаренко С.М., Свиринюк О.В. Аналіз сучасних стратегій конкуренції. Київ, 2018. С.2-3.
21. Шацька З.Я., Короб О.В. Особливості формування стратегії створення конкурентних переваг підприємства. Київ, 2017. С.5-7.
22. ДСТУ 4694:2006 Соняшник. Олійна сировина. Технічні умови. [Чинний від 2007-10-01]. Київ, 2007.
23. ДСТУ 5033:2008 Соапсток. Технічні умови. [Чинний від 2008-01-01]. Київ, 2008.
24. ДСТУ 7123:2009 Лушпиння соняшнику. Технічні умови. [Чинний від 2012-01-01]. Київ, 2012.
25. ДСТУ 7124:2009 «Лушпиння соняшникове пресоване гранульоване. Технічні умови» [Чинний від 2012-01-01]. Київ, 2012.
26. ДСТУ 4638:2006 «Шрот соняшниковий. Технічні умови» [Чинний від 2007-07-01]. Київ, 2007.
27. Ковальова С.О., Чебаненко Х.В., Гуцало І.В., Коробка Ю.В. Дослідження хімічних перетворень у соняшниковій олії під час термічної обробки. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія «Технічні науки»*. 2019. № 5. С. 93-97.
28. Комаренко, Я. А. Дослідження купажованих олій із подовженим терміном зберігання. *Технічні науки: стан, досягнення і перспективи розвитку м'ясної, олієжирової та молочної галузей : програма та матеріали третьої міжнародної науково-технічної конференції, 25-26 березня 2014 р. – К. : НУХТ, 2014. – С. 155-156.*
29. Антонюк О.П. Аналіз тенденції виробництва та переробки насіння соняшнику в Україні. *Економіка харчової промисловості*. Харків, 2014. С.50-53
30. Бахчиванжи Л.А. Сучасний стан та перспективи виробництва соняшника в Україні. *Вісник соціально-економічних досліджень*. Київ, 2013. - №4(51). – С.9-14

31. Дяченко О.В. Сучасні тенденції розвитку виробництва насіння соняшнику в Україні. *Вісник Харківського НАУ ім. В.В. Докучаєва, Серія "Економічні науки"*. Харків, 2012. - №5. – С.44-50
32. Троценко В. І. Соняшник: Селекція, насінництво, технологія вирощування. *Видавництво «Університетська книга»*. Суми, 2001-184с.
33. Устік Т.В. Підвищення конкурентоспроможності виробництва олійних культур сільськогосподарськими підприємствами. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Суми, 2013. - №1. – С.166-168
34. Чехов С.А. Формування ринку сортів і гібридів соняшнику в Україні. *Економічний простір*. Полтава , 2015. - No. 4 (53).- С. 55-60.
35. Черепанова Н.О. Інфраструктурне забезпечення ринку рослинної олії в Україні і сучасні тенденції його розвитку. *Вісник соціально-економічних досліджень ОНЕУ*, Одеса, 2012. – № 2 (45). – С. 387-393
36. Півень Е.Н., Демидов И.Н. Антиоксиданти рлслинних олій в кондитерському виробництві. *Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут"*. - Харків: НТУ "ХПІ", 2002.- №9, т.2. - С. 69 -72.
37. Табакаева, О. В. Растительные масла с оптимизированным жирнокислотным составом. *Масложировая промышленность*. – 2007. – № 1. – С. 21–22.
38. Барабай В.А. Перекисное окисление и стресс / В.А. Барабай, И.И. Брехман, В.Г. Голотин, Ю.В. Кудряшев. Наука, 1992. С. 148.
39. Петік П.Ф. Теоретичні та експериментальні дослідження кінетики окиснення олій і жирів, розробка системи показників оцінки і методів визначення зі створення уніфікованої системи одиниць вимірювання . *Науково-дослідна робота Українського науково-дослідного інститут олій та жирів (УкрНДІОЖ НААН) Національної Академії Аграрних Наук*. Харків, 2019. С.121
40. Szydłowska-Czerniak, A., Łaszewska, A. (2015). Effect of refining process on antioxidant capacity, total phenolics and prooxidants contents in rapeseed

oils. *LWT – Food Science and Technology*, 64 (2), 853–859.
doi: <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.06.069>

41. Очеретна А.В., Фролова Н.Е. Перспективи використання високоолеїнових сортів олії соняшника у продуктах функціональної дії для оздоровчого харчування. *Технологія харчової та легкої промисловості*. Том 31 (70) Ч. 2 № 2. Київ, 2020. С. 130

42. Хацкевич, Ю. М., Непочатих, Т. А., Іванченко, О. С. (2011). Зміни якості жирових компонентів у майонезній продукції під час зберігання. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. Харків, 2011. С. 282–287.