МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра хімії**

**Кваліфікаційна робота / проект**

**магістра**

на тему ЗМІНА ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ РОСЛИННИХ ОЛІЙ ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ

Виконала: студентка 2 курсу, групи 8.1028

спеціальності 102 Хімія

освітньої програми 102 Хімія

Владова Є.Ю.

Керівник доцент, доцент, к.б.н. Генчева В.І.

Рецензент декан біологічного факультету, професор, д.фарм.н. Омельянчик Л.О.

Запоріжжя

2020

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

|  |
| --- |
| Біологічний факультет |
| Кафедра хімії |
| Рівень вищої освіти магістр |
| Спеціальність   102 Хімія |
| Освітня програма Хімія |

|  |  |
| --- | --- |
| **ЗАТВЕРДЖУЮ** |  |
| Завідувач кафедри хімії,д.б.н., проф. |  |
| \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ О. А. Бражко |
| «26» |  | квітня | 2019 року |

|  |
| --- |
| **ЗАВДАННЯ**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ |
| Владовій Євгенії Юріївни |
|  |
| 1. Тема роботи |

|  |
| --- |
| Зміна фізико-хімічних показників якості рослинних |

 |
|  | олій під час зберігання |
| керівник роботи |  Генчева Вікторія Іванівна, к.б.н., доцент |
| затверджена наказом ЗНУ від | « | 12 | » | червня | 2019 р. | № | 940-с |
| 2. Строк подання студентом роботи | 10 січня  2020 року |
| 3. Вихідні дані до роботи | огляд наукової літератури, щодо хімічного складу,  |
| класифікації, технології отримання та харчової цінності рослинної олії. |
| 4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно |
| розробити): | провести органолептичний аналіз дослідних зразків рослинної |
| олії, визначити основні фізико-хімічні показники якості рослинної олії: |
| колірне, кислотне, пероксидне числа та показник заломлення. |
| 5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень): 9 таблиць, 14 рисунків |

6. Консультанти розділів роботи

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Розділ | Консультант | Підпис, дата |
| завдання видав | завдання прийняв |
| 4 | Карпенко Ю.В., к.х.н., викладач |  |  |

7. Дата видачі завдання 26.04.2019 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітки |
|  | Огляд літературних джерел. Написання відповідного розділу роботи. | жовтень − грудень 2018 | Виконано |
|  | Вивчення, засвоєння методик дослідження. Написання відповідного розділу роботи. | січень – лютий 2019 | Виконано |
|  | Засвоєння правил техніки безпеки під час виконання експериментальної частини. Написання відповідного розділу роботи. | березень 2019 | Виконано |
|  | Проведення експериментальних досліджень. Оформлення результатів експерименту (таблиці, рисунки); написання відповідного розділу роботи. | квітень- травень 2018, 2019; вересень 2019 | Виконано |
|  | Оформлення кваліфікаційної роботи.Передзахист роботи. | жовтень − грудень 2019 | Виконано |
|  | Рецензування кваліфікаційної роботи | грудень 2019 | Виконано |
|  | Захист кваліфікаційної роботи | січень 2020 | Виконано |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Студентка |  |  |  | Є.Ю. Владова  |
|  |  |  |  |  |
| Керівник роботи |  |  |  | В.І. Генчева |
|  |  |  |  |  |
| **Нормоконтроль пройдено** |
| Нормоконтролер |  |  |  | Ю.В. Карпенко |
|  |  |  |  |  |

РЕФЕРАТ

В роботі 68 сторінок, 9 таблиць, 14 рисунків, було використано
52 літературних джерела, із них 14 іноземною мовою.

Об’єкт дослідження – соняшникова рослинна олія.

Метою даної роботи є вивчення фізико-хімічних показників якості соняшникової олії та перевірки зміни цих показників на різних термінах зберігання продукту.

Методи досліджень та апаратура – хімічні стакани на 100-250 мл, ваги лабораторні з точністю до 0,02, шафа сушильна електричного типу, піпетки 10 мл, 5 мл, 2 мл, 1 мл, рефрактометр RL-3, метод титрування, рефрактометричний метод.

Провели органолептичний аналіз олії соняшникової рафінованої.

Встановлено експериментальним шляхом, що колірне число на початку експерименту в зразках олії соняшникової рафінованої знаходиться в межах від 12 ± 0,01 мг до 13 ± 0,01 мг I2/100 см3 стандартного розчину, показники перевищують норму за нормативним документом та не відповідають вимогам ДСТУ 4492:2005. Кислотне та пероксидне числа в зразках олії соняшникової рафінованої були значно вище межі норми ДСТУ 4492:2005 (10 мг I2/100 см3).

Визначили, що показник заломлення в зразках олії соняшникової рафінованої за правильних та неправильних умов зберігання не перевищує вимоги ДСТУ 4492:2005.

РОСЛИННА ОЛІЯ, СОНЯШНИКОВА ОЛІЯ, ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД, ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ, ОРГАНОЛЕПТИЧНИЙ АНАЛІЗ, КОЛІРНЕ ЧИСЛО, КИСЛОТНЕ ЧИСЛО, ПЕРОКСИДНЕ ЧИСЛО, ПОКАЗНИК ЗАЛОМЛЕННЯ

ABSTRACT

68 pages, 9 tables, 14 figures are in this paper. 52 references, including
14 foreign language were used.

The object of study – sunflower plant oil.

The aim of this work is to study the physical and chemical indicators of plant oil quality and to check the changes of these indicators at different terms of product storage.

Research methods and apparatus – a beaker at 100-250 ml, laboratory weight accurate to 0.02, electric drying closet type, pipette 10 mL, 5 mL, 2 mL, 1 mL, refractometer RL-3, the titration method, the refractometric method .

Organoleptic analysis of sunflower plant oil were conducted.

It is established experimentally that the color number at the beginning of the experiment in samples of sunflower plant oil refined is in the range from
12 ± 0.01 mg to 13 ± 0.01 mg I2 / 100 cm3 of standard solution, the indicators exceed the norm in the normative document and do not meet the requirements of DSTU 4492:2005. The acid and peroxide numbers in sunflower plant oil refined samples were significantly higher than the limit of the norm of DSTU 4492: 2005 (10 mg I2 / 100 cm3).

It was determined that index refraction in samples of sunflower plant oil refined under the right and wrong storage conditions does not exceed the requirements of DSTU 4492:2005

PLANT OIL, SUNFLOWER OIL, FATTY ACID COMPOSITION, QUALITY INDICES, ORGANOLEPTIC ANALYSIS, COLOR NUMBER, ACID NUMBER, PEROXIDE NUMBER, INDEX REFRACTION

ЗМІСТ

[ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ 8](#_Toc27030541)

[ВСТУП 9](#_Toc27030542)

[1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ 12](#_Toc27030543)

[1.1 Класифікація рослинної олії 12](#_Toc27030544)

[1.1.1 Класифікація рослинної олії за консистенцією 12](#_Toc27030545)

[1.1.2 Класифікація рослинної олії за вмістом певних жирних кислот 12](#_Toc27030546)

[1.1.3 Класифікація рослинної олії за здатністю утворювати плівки при висиханні 13](#_Toc27030547)

[1.1.4 Класифікація рослинної олії за способом віджиму 14](#_Toc27030548)

[1.1.5 Класифікація рослинної олії за ступенем рафінації 14](#_Toc27030549)

[1.2 Хімічний склад рослинної олії 15](#_Toc27030550)

[1.2.1 Фосфоліпіди 16](#_Toc27030551)

[1.2.2 Воски 16](#_Toc27030552)

[1.2.3 Вітаміни, що входять до складу рослинних олій 17](#_Toc27030553)

[1.3 Технологія отримання рослинної олії 18](#_Toc27030554)

[1.4 Зміна споживчих властивостей олій під час зберігання 19](#_Toc27030555)

[1.4.1 Пероксиди, як первинна стадія окиснення 20](#_Toc27030556)

[1.5 Вивчення стабільності рослинних олій та їх купажів (аналіз наукових праць) 22](#_Toc27030557)

[2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ 26](#_Toc27030558)

[2.1 Об’єкт дослідження 26](#_Toc27030559)

[2.2 Органолептична оцінка якості олії соняшникової рафінованої 26](#_Toc27030560)

[2.3 Метод визначення колірного числа олії соняшникової рафінованої 27](#_Toc27030561)

[2.4 Метод визначення кислотного числа олії соняшникової рафінованої 29](#_Toc27030562)

[2.5 Метод визначення пероксидного числа олії соняшникової рафінованої 30](#_Toc27030563)

[2.6 Метод визначення показника заломлення олії соняшникової рафінованої 32](#_Toc27030564)

[2.7 Статистична обробка експериментальних даних 33](#_Toc27030565)

[3 ЕКСПЕРИМЕТАЛЬНА ЧАСТИНА 36](#_Toc27030566)

[3.1 Результати органолептичної оцінки якості олії соняшникової рафінованої 36](#_Toc27030567)

[3.2 Зміна колірного числа олії соняшникової рафінованої у процесі її зберігання 41](#_Toc27030568)

[3.3 Зміна кислотного числа олії соняшникової рафінованої за різних умов зберігання 44](#_Toc27030569)

[3.4 Зміна пероксидного числа олії соняшникової рафінованої за різних умов зберігання 46](#_Toc27030570)

[3.5 Зміна показника заломлення олії соняшникової рафінованої за різних умов зберігання рефрактометричним методом 50](#_Toc27030571)

[4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ 53](#_Toc27030572)

[ВИСНОВКИ 60](#_Toc27030573)

[ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ 62](#_Toc27030574)

[ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ 63](#_Toc27030575)

# ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ДСТУ – державні стандарти України

ПрАТ – приватне акціонерне товариство

ТДВ – товариство з додатковою відповідальністю

# ВСТУП

Основним джерелом поліненасичених жирних кислот в раціоні харчування людини є соняшникова олія. Біологічні властивості рослинних олій обумовлені жирно-кислотним та тригліцеридним складом, а також наявністю
в них біологічно активних сполук (токоферолів, стеролів, фосфоліпідів, каротиноїдів та ін.).

Рослинні олії, зокрема соняшникова, виготовляються з олійних культур. Соняшникова олія містять вітаміни E і K, є джерелом ненасичених вищих жирних кислот, необхідних для роботи клітин печінки, судин, нервових волокон, що робить олію цінним видом харчування.

Соняшникова олія належить до групи лінолево-олеїнових олій. Жирнокислотний склад її ацилгліцеринів наступний: 50-72% лінолевої, 15-35% олеїнової, 3-10% пальмітинової, 1-10% стеаринової, до 1,5% арахінової, до 1,5% бегенової кислот. Особливо важлива роль ненасичених жирних кислот: олеїнової, лінолевої та ліноленової. Ненасичені жирні кислоти відносяться до незамінних компонентів харчових продуктів, оскільки організм людини
не може синтезувати їх самостійно.

Вміст фосфоліпідів у сирій олії в залежності від способу видобування коливається від 0,3% до 1,2%. В добре рафінованій соняшниковій олії фосфоліпіди відсутні. В соняшниковій олії присутній важливий вітамін Е
в кількості 50-85 мг%, якому притаманні антиоксидантні властивості, а також каротиноїди (0,42-0,47 · 10-4мг%), які є провітаміном А.

Рослинні олії широко використовуються в харчовій промисловості, фітотерапії, фітокосметиці, фармацевтиці та багатьох інших областях. Оскільки вони мають виражену біологічну активність, важливим є контроль їх якості.

Соняшникова олія повинна відповідати вимогам ДСТУ 4492:2005 «Олія соняшникова».

Під час неправильного зберігання в жирах, які містяться в олії, відбуваються окиснювальні перетворення, продуктами яких є пероксидні сполуки, токсичні альдегіди, кетони та оксикислоти. Окисні та гідролітичні процеси спричиняють зміну органолептичних, фізико-хімічних показників олії. Основними негативними факторами цих процесів є дія високих температур, підвищена вологість, сонячне світло, контактування з повітрям.

Україна посідає значне місце на світовому ринку в галузі виробництва та торгівлі соняшникової олії, тому актуальним є питання контролю якості фізико-хімічних показників рослинної олії та їх зміна під час зберігання.

Метою роботи є – вивчення фізико-хімічних показників якості соняшникової олії та перевірки зміни цих показників на різних термінах зберігання продукту.

Завдання роботи:

1) провести органолептичний аналіз олії соняшникової рафінованої
за різних умов зберігання;

2) визначити колірне число олії соняшникової рафінованої за різних умов зберігання;

3) визначити кислотне число олії соняшникової рафінованої за різних умов зберігання;

4) визначити пероксидне число олії соняшникової рафінованої за різних умов зберігання;

5) визначити показник заломлення олії соняшникової рафінованої
за різних умов зберігання.

Об’єктом роботи є ‒ соняшникова рослинна олія.

Предметом роботи є фізико-хімічні показники якості рослинної олії.

 Дослідження процесів псування рослинних олій при зберіганні полягає в тому, що ступінь окиснення ліпідів визначає їх якість як продуктів функціонального харчування.

Головними контрольованими фізико-хімічними показниками якості рослинної олії є колірне число, кислотне число, пероксидне число та показник заломлення.

Основні методи їх визначення ‒ титриметричний та рефрактометричний.

Перспективним напрямком досліджень є вдосконалення системи збереження рослинних олій та її фізико-хімічних показників якості на території України.

За матеріалами досліджень кваліфікаційної роботи опубліковано

 − тези:

1) Владова Є. Зміна фізико-хімічних показників якості рослинної олії (соняшникової) під час зберігання. *Молода наука − 2018*: матеріали збірника наукових праць студентів, аспірантів і молодих вчених (м. Запоріжжя,
10-13 квітня 2018 р.). Запоріжжя, 2018. Том 3. С. 19-20.

2) Владова Є. Купажування рослинної соняшникової олії. *Науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Актуальні проблеми та перспективи розвитку природничих, медичних та фармацевтичних наук».* Запоріжжя: ЗДМУ, ЗНУ, ЗДІА, 2018. С. 16-17.

3) Владова Є. Купажування рослинної соняшникової олії в Україні. *Молода наука − 2019*: матеріали збірника наукових праць студентів, аспірантів і молодих вчених (м. Запоріжжя, 15-17 квітня 2019 р*.*). Запоріжжя, 2019. Том 3. С. 28-29.

− стаття:

Генчева В.І., Владова Є.Ю. Фізико-хімічні показники якості рослинної олії. *Актуальні питання біології, екології та хімії.* 2018. Том 16, №2.
С. 108-116.

# 1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

## 1.1 Класифікація рослинної олії

Рослинна олія – продукт, який добувається з рослинної сировини і складається з тригліцеридів жирних кислот і супутніх їм речовин (фосфоліпіди, вільні жирні кислоти, воски, стероли, речовини, що додають забарвлення і ін.) [1].

## 1.1.1 Класифікація рослинної олії за консистенцією

За консистенцією рослинні олії розрізняють на:

1. тверді, які складаються з насичених жирних кислот: кокосова олія, олія какао, пальмова олія;
2. рідкі, які складаються з ненасичених жирних кислот:
з мононенасиченими кислотами в складі (оливкова, арахісова олії);
з поліненасиченими жирними кислотами (соняшникова, кунжутна, соєва, рапсова, кукурудзяна, бавовняна олії) [2].

## 1.1.2 Класифікація рослинної олії за вмістом певних жирних кислот

Також існує класифікація рослинної олії за вмістом певних жирних кислот, а саме:

1. лауринова група – олії, які мають у своєму складі лауринову та ін. низькомолекулярні кислоти (кокосова, пальмоядрова олії);
2. ерукова група – олії, які містять ерукову, нервонову, ейкозенову кислоти (рапсова високоерукова, гірчична, сурепна олії);
3. пальмітинова група – олїї цієї групи характеризуються високим вмістом пальмітинової кислоти (пальмова, бавовняна олії);
4. олеїнова група – олії з найбільшим вмістом олеїнової кислоти (оливкова, високоолеїнова соняшникова, вівсяна, арахісова, абрикосова, сафлорова, рисова, фісташкова олії);
5. олеїново-лінолева група − олії цієї групи містять олеїнову і лінолеву кислоти наполовину (кунжутна, вишнева олії);
6. лінолева група − в складі олії цієї групи переважає лінолева кислота (соняшникова, кукурудзяна, конопляна, гарбузова, кедрова олії);
7. α-ліноленова група включає олії з підвищеним вмістом
α-ліноленової кислоти (лляна, гірчична, пшенична, соєва олії) [3].

## 1.1.3 Класифікація рослинної олії за здатністю утворювати плівки при висиханні

За здатністю утворювати плівки при висиханні рослинні олії класифікують на:

1. висихаючі – олії, які окиснюються на повітрі та утворюють гладкі, прозорі, смолоподібні еластичні плівки, нерозчинні в органічних розчинниках (лляна, конопляна, тунгова олії);
2. напіввисихаючі – олії, які повільно утворюють м’які, липкі плівки (соняшникова, кукурудзяна, соєва, макова олії);
3. висихаючі – олії, які не утворюють плівок і не загущуюються при нагріванні (оливкова, рапсова, арахісова, гірчична, пальмова, пальмоядрова олії).

## 1.1.4 Класифікація рослинної олії за способом віджиму

Рослинні олії за способом віджиму поділяються на:

1. олії холодного віджиму (найкорисніші);
2. олії гарячого віджиму – сировину нагрівають перед пресуванням,
в результаті чого воно стає більш рідким і продукт витягується в більшому об’ємі;
3. олії отримані методом екстракції – сировина перед віджиманням обробляється спеціальним розчинником.

## 1.1.5 Класифікація рослинної олії за ступенем рафінації

Рослинні олії можуть також класифікувати за ступенем рафінації:

1. нерафіновані – отримані в результаті грубої механічної очистки;
2. гідратовані – очищені завдяки розпорошенню гарячою водою, вони виходять більш прозорими, не мають вираженого запаху і не утворюють осад;
3. рафіновані – олії, які пройшли додаткову обробку після механічного очищення, мають слабкий смак і запах;
4. дезодоровані – отримані в результаті обробки гарячою парою під вакуумом, практично не мають кольору, смаку і запаху [3].

## 1.2 Хімічний склад рослинної олії

Рослинні олії за хімічним складом ‒ це тригліцериди вищих ненасичених карбонових кислот. У вигляді домішок, в оліях присутні білки та вода, ліпіди (фосфоліпіди, воски), каротини, токофероли, хлорофіл, а також вуглеводи, мінеральні речовини та ін. З вищих жирних кислот переважають пальмітинова, олеїнова, лінолева, ліноленова кислоти (рис. 1.1):

|  |  |
| --- | --- |
| CH3(CH2)14COOHа | СН3(СН2)7СН=СН(СН2)7СООНб |
| CH3(CH2)3-(CH2CH=CH)2(CH2)7COOHв | CH3(CH2CH=CH)3(CH2)7COOHг |

Рисунок 1.1 ‒ Вищі жирні кислоти, що входять до складу соняшникової олії: а ‒ пальмітинова кислота (гексадеканова кислота); б ‒ олеїнова кислота (октадеценова кислота); в ‒ лінолева кислота (9,12-октадекадієнова кислота);
г ‒ ліноленова кислота

## 1.2.1 Фосфоліпіди

Фосфоліпіди (рис. 1.2) утворюють мембрани клітин (у насінні ‒
0,25-2,0%). Кількість їх в олії змінюється залежно від величини техногенної дії на насіння. Чим інтенсивніша технологічна дія на насіння, тим більше фосфоліпідів потрапляє в олію [4].



Рисунок 1.2 ‒ Загальна структура фосфоліпідів (R`, R``− залишки вищих жирних кислот)

## 1.2.2 Воски

У насінні соняшника міститься найбільше воску ‒ 1,2-1,3% (рис. 1.3).



Рисунок 1.3 ‒ Загальні формула восків (R`, R`` − залишки вищих жирних кислот)

## 1.2.3 Вітаміни, що входять до складу рослинних олій

До складу рослинних олій входять вітаміни А, Е, F.

Вітамін А (ретинол; (2E,4E,6E,8E)-3,7-диметил-9-
(2,6,6 триметилциклогекс-1-ен-1-іл)нона-2,4,6,8-тетраєн-1-ол) ‒ жиророзчинний вітамін (рис. 1.4 а).

Вітамін Е (α-токоферол) ‒ група жиророзчинних біологічно активних сполук (токофероли та токотрієноли), що проявляють антиоксидантні властивості (рис. 1.4 б).

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| а | б |

Рисунок 1.4 ‒ Структури вітаміну А та вітаміну Е відповідно

Вітамін F (незамінні поліненасичені жирні кислоти) ‒ комплекс поліненасичених жирних кислот, який бере значну участь в біологічних процесах. Класифікують два сімейства поліненасичених жирних кислот:
омега-3 (ω-3) та омега-6 (ω-6) [5].

## 1.3 Технологія отримання рослинної олії

Основною сировиною для отримання соняшникової олії є насіння соняшнику, для отримання інших рослинних олій – олійні культури: оливки, кунжут, арахіс, соя, рапс та інші.

Етапи виробництва рослинної олії:

Перший етап: обробка сировини − в спеціальних барабанах зерна позбавляють від лушпиння і залишків різних частин рослин. Далі
у відокремлених сепараторах ядра насіння відокремлюють від лушпиння, а вже очищені зерна подрібнюються за допомогою пресових верстатів.

Другий етап: виділення – при механічному віджиманні технологія отримання олії має одну операцію, після якої отримаємо практично чисту олію.

При екстрагуванні до сировини додають розчинник, суміш змішується, настоюється; наступна дія – відгонка розчинника.

Третій етап: фільтрація − застосовується для виділення з рослинної олії грубих механічних домішок. Здійснюють її в кілька етапів за допомогою фільтрів різного ступеня очищення і центрифугування.

Четвертий етап: рафінація рослинних олій – видалення з них багатьох мінеральних і органічних речовин.

Однак рафінація олії призводить до виділення багатьох корисних компонентів. Зокрема, це різні вітаміни, жирні кислоти і фосфатиди. Процес рафінації тягне за собою і видалення багатьох антиоксидантів, що перешкоджають окисненню жирів. Антиоксиданти захищають організм людини від розвитку ракових пухлин. Тому нерафінована олія може значно довше зберігатися.

У зв’язку з цим, сьогодні вдосконалення технологій рафінації спрямовані на те, щоб при максимальному очищенні продукту від небажаних компонентів зберегти всі корисні речовини. Якщо для вітамінів це не дуже актуально,
при термічній обробці вони розщеплюються; для токоферолів та ін. антиоксидантів це важливо, оскільки дозволяє продовжити терміни зберігання продукту.

П’ятий етап: гідратація – це технологія виробництва рослинної олії,
при якій пропускається водяна пара, в результаті чого в осад випадають фосфатиди.

Шостий етап: лужна рафінація – виробництво рослинних олій застосовує цю процедуру для позбавлення їх від жирних кислот. Жирні кислоти добре реагують з лугами, утворюючи гліцерин і солі вищих жирних кислот. Після цього в складі не залишається практично нічого, крім жирів.

Рослинна олія після описаних вище етапів додатково може оброблятися, проходячи процедури, такі як: відбілювання, після якого продукт втрачає свій колір, оскільки з нього екстрагуються всі фарбувальні компоненти; дезодорування, що полягає у виділенні ароматичних летких речовин; виморожування, яке необхідне для видалення воскоподібних речовин [6].

## 1.4 Зміна споживчих властивостей олій під час зберігання

В процесі переробки та зберіганні жировмісних продуктів або виділених
з них жирів відбуваються різноманітні перетворення їх під впливом біологічних, фізичних і хімічних чинників [7].

В результаті цих перетворень змінюється хімічний склад, погіршуються органолептичні показники, харчова цінність жирів, що може привести до їх псування [8].

Незалежно від технологічних режимів переробки, зберігання, а також виду жиру в них проходять однотипні зміни, що зводяться до гідролізу, окиснення.

Переважання в жирі гідролітичного або окиснювального процесу залежить від температури, наявності кисню, світла, води, тривалості нагрівання, присутності речовин, що прискорюють або уповільнюють ці процеси.

Під час варіння переважають гідролітичні процеси, а в процесі смаження – окиснювальні. У будь-якому випадку, якість жиру оцінюють за кислотним числом, пероксидним числом, вмістом альдегідів, кетонів та ін. сполук [9, 10].

## 1.4.1 Пероксиди, як первинна стадія окиснення

У відповідності з теорією Баха-Енглера жири починають давати позитивну реакцію на пероксиди, які згідно цієї теорії є первинними продуктами окиснення [11].

У пероксидах, які є нестійкими і високоактивними сполуками, негайно після їх виникнення починають протікати різноманітні вторинні реакції,
в результаті яких, утворюються альдегіди, кетони, низькомолекулярні кислоти, оксидосполуки, оксисполуки та ін. речовини [12, 13].

Раніше вважали, що утворення пероксидів відбувається тільки
за подвійними зв’язками жирів, в результаті чого вони насичуються (рис. 1.5).

В даний час є точні експериментальні дані, які вказують на те, що пероксиди утворюються також і за місцем карбонового атома, сусіднього
з подвійним зв’язком; в результаті чого виникають гідропероксиди (рис. 1.6).



 триолеїнат

 

 пероксид діолеїнату

Рисунок 1.5 – Схема окиснення триолеїнату з утворенням пероксиду діолеїнату



 триолеїнат

 

 гідропероксид діолеїнату

Рисунок 1.6 – Схема окиснення триолеїнату з утворенням гідропероксиду діолеїнату

Найбільш вірогідним на основі сучасних даних є припущення, що альдегіди отримуються в результаті перетворення пероксидів (рис. 1.7).



 пероксид діолеїнату

 

альдегід діолеїнату нонанал

Рисунок 1.7 – Схема окису пероксиду діолеїнату з утворенням відповідних альдегідів

Наведена схема показує, що пероксид, який утворився, при окисненні триолеїну, призвів до розриву карбонового ланцюга по тому місцю молекули, де відбулося насичення подвійного зв’язку киснем. У результаті утворилися два альдегіди: один нелеткий та інший здатний відганятися з водяною парою.

## 1.5 Вивчення стабільності рослинних олій та їх купажів (аналіз наукових праць)

У роботі [14] обґрунтовано основні напрямки отримання купажованих олій з оптимальним складом і співвідношенням поліненасичених жирних кислот груп ω-6 і ω-3; здійснена попередня оцінка можливості змішування різних олій між собою з метою отримання купажованих олій з оптимальним жирнокислотним складом.

Науковцями розроблено нові функціональні олійно-жирові продукти
з оптимізованим складом поліненасичених жирних кислот на основі соняшникової дезодорованої олії з додаванням рослинних олій і смакоароматичних ефірних олій для поліпшення харчової, споживчої цінності і вивчення їх стійкості при зберіганні; встановлено, що оптимальний термін придатності розроблених олійно-жирових продуктів − 8 місяців [15].

Авторами роботи [16] було досліджено, що в природі не існує «ідеального» за жирно-кислотним складом олії, яка б забезпечувала надходження в організм людини необхідні жирні кислоти в потрібній кількості і правильному співвідношенні; рекомендується складати купаж з трьох олій: соняшникової, соєвої та лляної.

Вивчено склад купажів рослинних олій із застосуванням газорідинної хроматографії; визначено основні фізико-хімічні показники отриманих зразків купажів рослинних олій [17].

Для збереження нативних властивостей рослинних олій та збільшення терміну їх зберігання пропонується застосовувати магнітну обробку на стадіях дозування та фасування. Під дією сильного постійного магнітного поля змінюється структура середовища і відбувається часткова дезактивація кисню, в результаті чого термін зберігання масел збільшується у 1,5 рази [18].

У роботі [19] описані функціональні харчові інгредієнти, що входять до складу рослинних олій; встановлена незбалансованість жирнокислотного складу тригліцеридів практично всіх рослинних олій, що доводить необхідність розробки купажів олій, що досліджуються;

Вчені обґрунтували доцільність застосування рослинних олій як функціональних інгредієнтів у виробництві олійно-жирових продуктів; найбільш простим і економічним, в технологічному відношенні, способом створення жирових продуктів, є купажування різних за складом олій перед внесенням їх до складу продукту [20].

У статті [21] підібраний антиоксидант − аноксомер, здатний впливати на перебіг окиснювальних і гідролітичних процесів в купажах рослинних олій, що має склад: 68% соняшникової олії, 25% оливкової олії та 7% лляної олії.

Авторами роботи [22] було досліджено вплив тривалості термічної дії
(40 і 75 0С) на стійкість до окиснення суміші соняшникової та ріпакової олій; стійкість до окиснення оцінена за зміною пероксидного і кислотного чисел суміші; доведено, що підвищення температури і збільшення тривалості термообробки сприяють протіканню окиснювальних процесів в рослинних оліях; встановлено, що вивчена суміш соняшникової і ріпакової олій
не забезпечує рекомендований для організму людини співвідношення омега-6 і омега-3 жирних кислот. Досліджено зразки купажованих та вітамінізованих рослинних олій на стійкість їх до окиснення; встановлено, що купажовані олії мають таку ж здатність до процесів окиснення, як і вихідні рослинні олії. Внесення до купажованих олій вітамінів-антиоксидантів (вітамін Е і β-каротин) дозволяє стабілізувати процес окиснення та збільшити період індукції
у 1,5-2 рази [23].

Крім того, вище сказаного у роботі [24] розроблено нові функціональні продукти зі збалансованим складом ω-3 і ω-6 жирних кислот. Було обрано вихідні рослинні олії, а саме соняшникова, лляна, рапсова і кукурудзяна, та досліджено їх склад із застосуванням газорідинної хроматографії.
Були розраховані купажі рослинних олій зі збалансованим складом поліненасичених жирних кислот.

У статті [25] запропоновано метод визначення рослинної олії і продуктів її пероксидного окиснення за ультрафіолетовим поглинанням розчинів. Розрахунок концентрацій проводили методом множинної лінійної регресії з застосуванням попередньо обчислених трьох наборів коефіцієнтів. Такий підхід дозволив знизити систематичні похибки, а також враховувати неселективне поглинання олії і продуктів його окиснення в ультрафіолетовій області, що підвищує точність оцінки окиснення олії.

У роботі [26] наведено дослідження купажів рослинних олій зі збалансованим складом жирних кислот. Вивчено вплив середовища (азот, кисень повітря) на окиснення купажів при температурі 100 0С. Встановлено, що температурний вплив на купажі рослинних олій в інертному середовищі і при доступі кисню повітря практично не впливає на органолептичні показники і співвідношення ω-6 і ω-3 жирних кислот. Уповільнення процесів термоокиснення в купажах рослинних олій відбувається при нагріванні в інертному середовищі азоту. Також проведено розрахунок оптимального складу купажів для отримання біологічно активних добавок. Вивчено якісний і кількісний склад поліненасичених жирних кислот індивідуальних олій і купажів методом ЯМР-спектроскопії і газорідинної хроматографії.

У наукових працях [28, 29] проведено дослідження характеру змін питомих теплоємностей рафінованої соняшникової олії методом диференціальної скануючої калориметрії. Отримано емпіричні залежності питомої теплоємності для різних типів олій від температури. Проведено порівняльний аналіз даних жирнокислотного складу високоолеїнових і низькоолеїнових типів соняшникової олії, який дозволив встановити, що зниження питомої теплоємності низькоолеїнового типу на 3%, в порівнянні з питомою теплоємністю високоолеїнового типу, пов’язане зі збільшенням концентрації лінолевої кислоти в низькоолеїновій соняшниковій олії.

Проведено дослідження по окисненню рослинних олій при температурі 180 0С в присутності газоподібного азоту. Досліджено вплив кисню повітря на окиснення рослинних олій шляхом барботування олій киснем повітря [30, 31].

Таким чином, вивчення фізико-хімічних показників якості рослинної олії на сьогоднішній час є актуальним і перспективним напрямом в харчовій та медичній хімії.

# 2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

## 2.1 Об’єкт дослідження

Для дослідження органолептичних властивостей та фізико-хімічних показників олії соняшникової рафінованої було обрано 3 зразки рафінованої олії:

– зразок №1 – Олія рафінована дезодорована виморожена «Вигода», Виробник: ТДВ «УКРОЛІЯ ПРОДУКТ». Адреса: вул. Паркова 146, м. Зіньків, Полтавська обл., 38100, Україна;

– зразок №2 – Олія рафінована дезодорована виморожена «Розумниця», Виробник: ПрАТ «Дніпропетровський олійноекстракційний завод». Адреса: вул. Князя Ярослава Мудрого 46, м. Дніпро, 49000, Україна;

– зразок №3 – Олія рафінована дезодорована виморожена «Олейна», Виробник: ПрАТ «Дніпропе-ровський олійноекстракційний завод». Адреса: вул. Князя Ярослава Мудрого 46, м. Дніпро, 49000, Україна.

## 2.2 Органолептична оцінка якості олії соняшникової рафінованої

Згідно ДСТУ 4492:2005 органолептична оцінка якості рослинної олії полягає в оцінці зовнішнього вигляду, смаку та запаху [32].

Органолептичні показники визначають у послідовності: зовнішній вигляд, смак та запах.

Вимоги ДСТУ 4492:2005 органолептичних показників наведені
у табл 2.1.

Таблиця 2.1 ‒ Органолептичні показники олії соняшникової рафінованої (згідно ДСТУ 4492:2005)

|  |  |
| --- | --- |
| Назва показника | Характеристика показників олії соняшникової рафінованої дезодорованої |
| 1 | 2 |
| Зовнішній вигляд | Прозора,без осаду |
| Смак | Знеособленної олії |
| Запах | Без запаху |

## 2.3 Метод визначення колірного числа олії соняшникової рафінованої

Основними показниками контролю якості рослинних олій є фізико-хімічні показники, а саме: колірне число, кислотне число, пероксидне число, показник заломлення [33, 34].

Згідно ДСТУ 4568:2006, визначення колірного числа за шкалою стандартних розчинів йоду полягає у візуальному порівнянні інтенсивності забарвленості рослинної олії, що досліджується, із забарвленістю стандартних розчинів йоду [34-39].

Колірне число олії виражають кількістю міліграмів вільного йоду, що міститься в 100 см3 стандартного розчину йоду, який має за однаковою
з олією товщиною шару в 1 см таку саму інтенсивність забарвленості, як і олія, яку випробують.

Методика визначення колірного числа.

У пробірку наливають профільтровану рослинну олію, і порівнюють інтенсивність її забарвленості із забарвленістю стандартних розчинів йоду.

Випробують за температури 20±1 0С за умови розсіяного денного світла. Колірне число рослинної олії, що досліджується, приймають рівним колірному числу еталона, що має однакову або найбільш близьку забарвленість з олією [34].

За допомогою табл. 2.2-2.3 можна розрахувати концентрації стандартних розчинів йоду (табл. 2.2) та визначити колірне число рослинної олії, що досліджується (табл. 2.3) [34].

Таблиця 2.2 – Розрахування концентрацій шкали стандартних розчинів йоду (ДСТУ 4568:2006)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер еталона | Концент-рований розчин йоду, см3 | Здисти-льована вода | Номер еталона | Концент-рований розчин йоду, см3 | Здисти-льована вода |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 10,0 | – | 8 | 3,0 | 7,0 |
| 2 | 9,0 | 1,0 | 9 | 2,5 | 7,5 |
| 3 | 8,0 | 2,0 | 10 | 2,0 | 8,0 |
| 4 | 7,0 | 3,0 | 11 | 1,5 | 8,5 |
| 5 | 6,0 | 4,0 | 12 | 1,0 | 9,0 |
| 6 | 5,0 | 5,0 | 13 | 0,5 | 9,5 |
| 7 | 4,0 | 6,0 | 14 | 0,1 | 9,9 |

Таблиця 2.3 – Колірне число стандартних розчинів (ДСТУ 4568:2006)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Колірне число,мг I2 в 100 см3 | Номер пробірки (еталона) | Колірне число,мг I2 в 100 см3 | Номер пробірки (еталона) |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 100 | 1 | 30 | 8 |
| 90 | 2 | 25 | 9 |
| 80 | 3 | 20 | 10 |
| 70 | 4 | 15 | 11 |
| 60 | 5 | 10 | 12 |
| 50 | 6 | 5 | 13 |
| 40 | 7 | 1 | 14 |

## 2.4 Метод визначення кислотного числа олії соняшникової рафінованої

Кислотне число – кількість міліграмів калію гідроксиду (КОН), яке необхідне для нейтралізації вільних жирних кислот, які містяться в 1 г рослинної олії або жиру [37, 38].

Згідно ДСТУ 4350:2004, визначення кислотного числа полягає в розчиненні визначеної маси олії у суміші розчинників із подальшим титруванням вільних жирних кислот водним або спиртовим розчином калію або натрію гідроксиду [37].

Методика визначення кислотного числа.

Пробу зразка рослинної олії, яку досліджують, перемішують та фільтрують за температури 15-20 0С.

В конічну колбу об’ємом 250 см3 зважують 3-5 г рослинної олії
(з точністю до 0,01 г), додають 50 см3 нейтралізованої суміші спирту та ефіру. Щоб прискорити розчинення, суміш можна підігріти. Одержаний розчин рослинної олії при постійному перемішуванні швидко титрують водним розчином 0,1н калій гідроксиду (КОН) або натрій гідроксиду (NaOH) до появи слабкого рожевого забарвлення, стійкого впродовж не менше 15 с.

За результат визначення кислотного числа беруть арифметичне 2-ох паралельних вимірювань, яке заокруглюють до десяткових.

Розраховують кислотне число (КЧ), (мг КОН/г) за формулою 2.1:

 КЧ = С · V · 56,1 / m (2.1)

де: С – точне значення молярної концентрації лужного титранту, моль/дм3 (ммоль/см3);

V – об’єм лужного титранту, визначений під час індикаторного титрування, см3;

56,1 – мольна маса калію гідроксиду, г/моль (мг/ммоль);

m – наважка олії, г

## 2.5 Метод визначення пероксидного числа олії соняшникової рафінованої

Пероксидне число – кількість мілілітрів розчину натрію тіосульфату (Na2S2O3), які необхідні для титрування вільного йоду, який виділяється при окисненні калію йодиду (KІ) пероксидною групою 1 г жиру [39].

Принцип методу за ДСТУ 4570:2006 ґрунтується на реакції взаємодії продуктів окиснення олій та жирів (пероксидів та гідропероксидів) із калій йодидом у розчині оцтової кислоти і хлороформу та подальшому кількісному визначанні йоду, що виділився, розчином натрію тіосульфату титриметричним методом [39].

Методика визначення пероксидного числа.

У колбу зважують наважку 2-6 г рослинної олії. Після цього додають
10 см3 хлороформу, швидко розчиняють дослідну пробу, приливають 15 см3 льодяноїоцтової кислоти і 1 см3 розчину калій йодиду, після чого колбу відразу закривають, перемішують вміст впродовж 1 хв. і залишають на 5 хв.
у темному місці. Потім додають 75 см3 води, ретельно перемішують і додають розчин крохмалю до появи слабкої однорідної фіолетово-синьої забарвленості. Йод, що виділився, титрують розчином натрію тіосульфату (Na2S2O3).

Пероксидне число (X) ( ½ О ммоль/кг) обчислюють за формулою 2.2:

 X=(V1-V0) · c · 1000 / m (2.2)

де: V0 ‒ об’єм розчину натрію тіосульфату, що використаний
у контрольному досліді, см3;

V1 ‒ об’єм розчину натрій тіосульфату, використаний в основному досліді, см3;

с ‒ дійсна концентрація використаного розчину натрію тіосульфату, обчислена з урахуванням поправки до номінальної концентрації, моль/дм3;

m ‒ маса дослідної проби, г;

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

## 2.6 Метод визначення показника заломлення олії соняшникової рафінованої

Показник заломлення характеризує чистоту, ненасиченість, ступінь окиснення жирів. Цей показник зростає при наявності оксигруп, збільшені молекулярної маси та кількості ненасичених жирних кислот, що входять
до складу жиру [40, 41].

Метод заснований на визначенні показника заломлення променя світла при проходженні через розчин рослинної олії, що досліджується. Для цього необхідно визначити показник заломлення рослинної олії при температурі
20 0С (n20°С), або шляхом перерахунку привести до 20 0С (з підвищенням температури на 1 0С густина знижується в середньому на 0,000387).

Методика визначення показника заломлення олії.

Добре перемішати пробу рослинної олії і профільтрувати її через складчатий фільтр. Нанести на призму рефрактометра 2-3 краплі рослинної олії, встановивши певну температуру. По закінченню 5 хв. відрахувати з точністю до 0,0002 показник заломлення [40].

Якщо показник заломлення визначається при температурі вищий, чи нижчій ніж 20 0С, то його перераховують на 20 0С за формулою 2.3:

 n20°С = nt + ( t – 20 ) · 0,00035 (2.3)

де: n20°С – показник заломлення при 20°С;

 nt – показник заломлення при температурі досліду;

0,00035 – коефіцієнт для показника заломлення при зміні температури
на 10С

Час проведення визначення – 10 хв.

Порівняти результат, що отримали, зі стандартним значенням.

Для світлої рослинної олії n20°С = 1,4736 – 1,4762.

В окисненній рослинній олії показник заломлення вищий, ніж у світлій, внаслідок збільшення молекулярної маси (за рахунок приєднання кисню, оксигруп і т.п) [42, 43].

## 2.7 Статистична обробка експериментальних даних

Більшість експериментальних робіт з хімії носить порівняльний характер і часто при аналізі одержаних даних обмежуються простим зіставленням між собою середніх величин. Одночасно перший ряд робіт вимагає доказів достовірності відмінностей або кореляційних зв’язків, визначення яких дає можливість переконатися, що знайдені закономірності носять не випадковий характер, а є цілком реальними.

Статистична обробка передбачає отримання наступних показників:
n – загальне число вимірювань; х – середня арифметична величина;
σ – середнє квадратичне відхилення; m – похибка середньої; t – критерій достовірності відмінностей Ст’юдента [44, 45].

Середні арифметичні величини (х) розраховували за формулою 2.4:

 , (2.4)

де: Σ – символ суми;

Х1, Х2 – значення окремих вимірювань;

n – загальна кількість випадків

Також визначають середнє квадратичне відхилення (Sn), яке вираховували за формулою 2.5:

  , (2.5)

де: Х1, Х2, Xn– значення окремих вимірювань;

n – загальна кількість випадків

Достовірність вибіркових показників x̅, Sn та ін. встановлюють за допомогою помилки репрезентативності або середньої похибки (ɛ), яка випливає з самої сутності вибіркового обстеження, при якому ціла (генеральна сума) характеризується на основі вивчення частини (вибірки) [46].

Середня арифметична величина – важлива характеристика показника вимірювання. Проте при одній і тій же середній величині спостерігаємо відхилення від неї можуть варіюватися різною мірою. Тому при обробці експериментальних даних доцільне введення показника мінливості ознаки [47].

Таким показником є середнє квадратичне відхилення (σ), яке розраховували за формулою 2.6:

 , (2.6)

де: в чисельнику – сума квадратів відхилень значень від середньої арифметичної;

у знаменнику – число ступенів свободи, яке дорівнює числу спостережень без одного

Достовірність вибіркових показників X, σ встановлюють за допомогою помилки репрезентативності або середньої похибки (mх), яка випливає з самої сутності вибіркового обстеження, при якому ціла (генеральна сукупність) характеризується на основі вивчення частини (вибірки).

Довірчий інтервал – інтервал, що дає змогу оцінити із заданою точністю невідоме значення генеральної сукупності. Таке невідоме значення називається довірчим, а його границі – довірчими границями (верхні та нижні границі). В їх межах можна мати деякий рівень упевненості щодо наявності конкретного значення ознаки генеральної сукупності. Довірчий інтервал визначають
за формулою 2.7:

 , (2.7)

де: έ – довірчий інтервал;

t – критерій Ст’юдента;

σ – середнє квадратичне відхилення; n – загальне число випадків
(при n = 3, t = 4,3; а при n = 5, t = 2,78)

Кінцеве значення записували у вигляді x̅ ± ε.

# 3 ЕКСПЕРИМЕТАЛЬНА ЧАСТИНА

## 3.1 Результати органолептичної оцінки якості олії соняшникової рафінованої

Експериментальні дослідження проводили на наступних зразках олії соняшникової рафінованої (рис. 3.1), а саме на: олії соняшникової рафінованої дезодорованої вимороженої марки «П» «Вигода» (зразок №1); олії соняшникової рафінованої дезодорованої вимороженої марки «П» «Розумниця» (зразок №2); олії соняшникової рафінованої дезодорованої вимороженої марки «П» «Олейна» (зразок №3).

Рисунок 3.1 – Зразки олії соняшникової рафінованої, які використовували в дослідженні

Характеристика олії соняшникової рафінованої наведена у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Характеристика олії соняшникової рафінованої

|  |  |
| --- | --- |
| Відомості продукту | Зразки рослинних олій |
| Зразок №1Олія соняшникова рафінована «Вигода» | Зразок №2Олія соняшникова рафінована «Розумниця» | Зразок №3Олія соняшникова рафінована «Олейна» |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Марка товару |  |  |  |
| Назва продукту | Олія рафінована дезодорована виморожена | Олія рафінована дезодорована виморожена | Олія рафінована дезодорована виморожена |
| Назва та місцезна-ходження виробника | Виробник: ТДВ «УКРОЛІЯПРОДУКТ».Адреса: вул. Паркова 146, м. Зіньків, Полтавська обл., 38100, Україна. | Виробник: ПрАТ «Дніпропет-ровський олійноекстрак-ційний завод».Адреса: вул. Князя Ярослава Мудрого 46, м. Дніпро, 49000, Україна | Виробник: ПрАТ «Дніпропет-ровський олійноекстрак-ційний завод».Адреса: вул. Князя Ярослава Мудрого 46, м. Дніпро, 49000, Україна |

Нами була проведена органолептична оцінка якості олії соняшникової рафінованої на початку та в кінці терміну їх зберігання за правильних умов згідно ДСТУ 4492:2005 (відсутність кисню, світла, дотримання температурного режиму від +8 0С до +20 0С) та за неправильних умов зберігання (присутність кисню, світла, температура вища +20 0С ).

Органолептичний аналіз олії соняшникової рафінованої здійснювали згідно ДСТУ 4492:2005. Виявили відмінності між зразками олії соняшникової рафінованої торгових марок «Вигода», «Розумниця», «Олейна» за зовнішнім виглядом, смаком та запахом.

Згідно ДСТУ 4492:2005 в рослинних оліях визначають органолептичним методом смак, запах, прозорість. Смак і запах рослинних олій залежать від якості і виду сировини, що переробляється (олія з дефектного насіння може мати неприємний, затхлий смак і запах), від способу виробництва (пресування, екстрагування) і технологічних режимів роботи обладнання, а також від ступеня рафінації.

При оцінці зовнішнього вигляду встановлювали чистоту, відсутність сторонніх домішок та осаду.

При визначенні смаку і запаху встановлювали чистоту смаку, відсутність сторонніх присмаків і запахів.

На початку експерименту зразок №1, зразок №2 та зразок №3 за органолептичними показниками знаходяться у нормі та відповідають нормативному документу. Дегустаторами було відмічено, що зразок №3 (Олія соняшникова рафінована «Олейна») найкращий за зовнішнім виглядом, смаком та запахом.

Результати органолептичного аналізу якості олії соняшникової рафінованої на початку експерименту наведено у табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Органолептичні показники олії соняшникової рафінованої (згідно ДСТУ 4492:2005) на початку експерименту

|  |  |
| --- | --- |
| Назва показника | Характеристика та марки олії соняшникової рафінованої |
| Норма за ДСТУ 4492:2005 | Зразок №1Олія соняшникова рафінована «Вигода» | Зразок №2Олія соняшникова рафінована «Розумниця» | Зразок №3Олія соняшникова рафінована «Олейна» |
| 1 | 5 | 2 | 3 | 4 |
| Зовнішній вигляд | Прозора,без осаду | Прозора,без осаду | Прозора,без осаду | Прозора,без осаду |
| Смак | Смак знеособленної олії | Знеособленної олії, без гіркоти | Насиченний,без гіркоти | Знеособленної олії, без гіркоти |
| Запах | Без запаху | Без запаху | Легкий аромат, притаманній соняшниковій олії | Без запаху |

В кінці експерименту (на 52 тиждень) у всіх досліджуваних зразках олії соняшникової рафінованої, які зберігалися за неправильних умов зберігання, були присутні прогірклий смак та неприємний запах, що свідчить про накопичення великої кількості продуктів гідролізу та окиснення у складі рослинних олій.

Результати органолептичного аналізу якості олії соняшникової рафінованої за неправильних умов зберігання в кінці експерименту наведено у табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Органолептичні показники олії соняшникової рафінованої в кінці експерименту за неправильних умов зберігання

|  |  |
| --- | --- |
| Назва показника | Характеристика та марки олії соняшникової рафінованої |
| Зразок №1Олія соняшникова рафінована «Вигода» | Зразок №2Олія соняшникова рафінована «Розумниця» | Зразок №3Олія соняшникова рафінована «Олейна» |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Зовнішній вигляд | Прозора,без осаду | Прозора,без осаду | Прозора,без осаду |
| Смак | Прогірклий смак | Прогірклий смак | Прогірклий смак |
| Запах | Запах старого жиру | Запах старого жиру | Запах старого жиру |

Органолептичні показники досліджуваних олій, що зберігались протягом всього експерименту (52 тижня) за правильних умов зберігання (відсутність кисню, світла, дотримання температурного режиму від +8 0С до +20 0С), мали незмінений зовнішній вигляд, смак та аромат свіжого продукту.

## 3.2 Зміна колірного числа олії соняшникової рафінованої у процесі її зберігання

Для оцінки впливу світлового режиму на продовольчу якість рослинних олій був обраний фізичний показник – колірне число. Пігменти, що містяться в насінні і плодах олійних рослин, надають рослинним оліям різне забарвлення. Червоні і жовті відтінки в кольорі олій визначаються присутністю в них каротиноїдів (червоний відтінок-каротин, жовтий-ксантофіл).

Згідно ДСТУ 4492:2005 колірне число олії соняшникової рафінованої дезодорованої вимороженої повинен складати не більше 10 мг I2/100 см3 стандартного розчину.

Нами експериментально було встановлено, що колірне число
в зразках олії соняшникової рафінованої на початку експерименту знаходиться в межах від 12 ± 0,01 мг до 13 ± 0,01 мг I2/100 см3 стандартного розчину (табл. 3.4), тобто показники перевищують норму за нормативним документом та не відповідають вимогам ДСТУ 4492:2005.

Всі зразки рослинної олії мали близький показник колірного числа.

Найбільший показник 13 ± 0,01 мг I2/100 см3 стандартного розчину мають зразок №1 (Олія соняшникова рафінована «Вигода») та зразок №2
(Олія соняшникова рафінована «Розумниця»).

Найменше значення показника колірного числа 12 ± 0,01 мг I2/100 см3 стандартного розчину має зразок №3 (Олія соняшникова рафінована «Олейна»).

Таблиця 3.4 – Результати дослідження визначення колірного числа олії соняшникової рафінованої на початку експерименту (згідно
ДСТУ 4492:2005) (n = 3, P < 0,95)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № зразкуолії | Найменуваннязразку олії | Норма за ДСТУ 4492:2005 | Колірне число, мг I2/100 см3 стандартного розчину |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| №1 | Олія соняшникова рафінована «Вигода» | Не більше10 мг I2/100 см3 стандартного розчину | 13 ± 0,01 |
| №2 | Олія соняшникова рафінована «Розумниця» | 13 ± 0,01 |
| №3 | Олія соняшникова рафінована «Олейна» | 12 ± 0,01 |

Значення колірного числа в зразках олії соняшникової рафінованої наприкінці експерименту, представлені в табл. 3.5, в умовах природного освітлення незначно зменшився у зразка №3 (Олія соняшникова рафінована «Олейна») та у зразка №2 (Олія соняшникова рафінована «Розумниця»).

Зразок №1 (Олія соняшникова рафінована «Вигода») має найменший показник колірного числа, який складає 5 ± 0,01 мг I2/100 см3 стандартного розчину.

Зниження колірного числа пов’язане з окисненням каротиноїдів при дії світла. При зберіганні олій в умовах без освітлення цей показник не змінився.

Таблиця 3.5 − Динаміка зміни колірного числа олії соняшникової рафінованої в умовах експерименту (n = 3, P < 0,95)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № зразкуолії | Найменуваннязразку олії | Колірне число, мг I2/100 см3 стандартного розчину |
| Природне освітлення | Без доступу світла |
| І тиждень | 52 тиждень | І тиждень | 52 тиждень |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| №1 | Олія соняшникова рафінована «Вигода» | 13 ± 0,01 | 5 ± 0,01 | 13 ± 0,01 | 13 ± 0,01 |
| №2 | Олія соняшникова рафінована «Розумниця» | 13 ± 0,01 | 9 ± 0,01 | 13 ± 0,01 | 13 ± 0,01 |
| №3 | Олія соняшникова рафінована «Олейна» | 12 ± 0,01 | 10 ± 0,01 | 12 ± 0,01 | 12 ± 0,01 |

## 3.3 Зміна кислотного числа олії соняшникової рафінованої за різних умов зберігання

Згідно ДСТУ 4350:2004 визначення кислотного числа полягає в розчиненні визначеної маси олії у суміші розчинників із подальшим титруванням вільних жирних кислот.

Кислотне число характеризує якість рослинних олій та жирів, як продуктів функціонального харчування та є показником безпеки.

Кількість вільних жирних кислот в рослинній олії залежить від якості сировини, способу отримання та рафінації, умов зберігання готового продукту.

Згідно ДСТУ 4492:2005 кислотне число олії соняшникової рафінованої дезодорованої вимороженої повинен складати не більше 0,25 мг КОН/г.

Кислотне число в зразках олії соняшникової рафінованої на початку експерименту знаходиться в межах від 0,3 ± 0,02 до 0,4 ± 0,02 мг КОН/г
(рис. 3.2), що перевищує вимоги ДСТУ 4492:2005.

На першому тижні експерименту за результатами дослідження найбільший показник 0,4 ± 0,02 мг КОН/г мають зразок №1 (Олія соняшникова рафінована «Вигода») та зразок №3 (Олія соняшникова рафінована «Олейна»). Найменше значення кислотного числа 0,3 ± 0,02 мг КОН/г має зразок №2 (Олія соняшникова рафінована «Розумниця»).

Рисунок 3.2 – Результати дослідження визначення кислотного числа олії соняшникової рафінованої на початку експерименту (згідно ДСТУ 4492:2005) (n = 3, P < 0,95)

В ході експерименту були створені необхідні умови зберігання для оцінки впливу світла, кисню, температури на оксистабільність досліджуваних рослинних олій.

Результати дослідження показали, що кислотне число у зразку №1 (Олія соняшникова рафінована «Вигода») за неправильних умов зберігання зростає від 0,4 ± 0,02 мг КОН/г до 0,6 ± 0,02 мг КОН/г (рис. 3.3).

У зразку №2 (Олія соняшникова рафінована «Розумниця») кислотне число зростає від 0,3 ± 0,02 мг КОН/г до 0,6 ± 0,02 мг КОН/г.

Зразок №3 (Олія соняшникова рафінована «Олейна») має найкращий результат за кислотним числом, зростає від 0,4 ± 0,02 мг КОН/г до
0,5 ± 0,02 мг КОН/г (рис. 3.3).

У контрольних зразках олій соняшникових рафінованих кислотне число не змінює свого значення і знаходиться в межах від 0,3 ± 0,02
до 0,4 ± 0,02 мг КОН/г , а це свідчить про те, що вплив кисню, світла, температури прискорює процеси гідролізу та окиснення вищих жирних кислот, які входять до складу рослинних олій.

Рисунок 3.3 – Результати дослідження визначення кислотного числа олії соняшникової рафінованої в залежності від терміну та неправильних умов зберігання (n = 3,P < 0,95)

## 3.4 Зміна пероксидного числа олії соняшникової рафінованої за різних умов зберігання

Пероксидне число характеризує кількість первинних продуктів окиснення жирів – пероксидних сполук, які дуже нестійкі, легко вступають
у вторинні реакції, продуктами яких є альдегіди, кетони і низькомолекулярні жирні кислоти.

Пероксидне число є показником ступеня свіжості, якості рослинної олії та безпеки.

Згідно ДСТУ 4492:2005 пероксидне число олії соняшникової рафінованої дезодорованої вимороженої повинен складати під час випуску з підприємства не більше 2,0 ½ О ммоль/кг, а наприкінці терміну зберігання не більше
6,0 ½ О ммоль/кг.

Нами було визначено пероксидне число у всіх досліджуваних зразках олії соняшникової рафінованої на початку експерименту та через 52 тижднів.

На початку експерименту пероксидне число коливалось від 2,0 ± 0,01
до 2,4 ± 0,01 ½ О ммоль/кг (рис. 3.4), тобто деякі показники перевищують норму та не відповідають вимогам ДСТУ 4492:2005.

Рисунок 3.4 – Результати дослідження визначення пероксидного числа олії соняшникової рафінованої на початку експерименту (згідно
ДСТУ 4492:2005) (n = 3, P < 0,95)

На першому тижні експерименту найбільший показник
2,4 ± 0,01 ½ О ммоль/кг, що перевищує нижню межу норми стандарту
ДСТУ 4492:2005, мають зразок №1 (Олія соняшникова рафінована «Вигода») та зразок №2 (Олія соняшникова рафінована «Розумниця»).

Найменше значення пероксидного числа 2,0 ± 0,01 ½ О ммоль/кг має зразок №3 (Олія соняшникова рафінована «Олейна»), показник не перевищує вимоги ДСТУ 4492:2005.

За результатами дослідження на 52 тижні експерименту пероксидне число зразка №1 (Олія соняшникова рафінована «Вигода») за неправильних умов зберігання зростає від 2,4 ± 0,01 ½ О ммоль/кг до
12,5 ± 0,01 ½ О ммоль/кг, що значно перевищує норму за ДСТУ 4492:2005. При правильних умовах зберігання олії соняшникової рафінованої показник зростає від 2,4 ± 0,01 ½ О ммоль/кг до 6,0 ± 0,01 ½ О ммоль/кг, що не перевищує норму та відповідає вимогам ДСТУ 4492:2005 (рис. 3.5).

Рисунок 3.5 – Результати дослідження визначення пероксидного числа олії соняшникової рафінованої «Вигода» в кінці експерименту за різних умов зберігання (згідно ДСТУ 4492:2005) (n = 3, P < 0,95)

Зразок №2 (Олія соняшникова рафінована «Розумниця») на 52 тижні
за неправильних умов зберігання зростає від 2,4 ± 0,01 ½ О ммоль/кг
до 12,0 ± 0,01 ½ О ммоль/кг, що також перевищує вимоги за ДСТУ 4492:2005. При правильних умовах зберігання олії соняшникової рафінованої показник зростає від 2,4 ± 0,01 ½ О ммоль/кг до 6,0 ± 0,01 ½ О ммоль/кг,
що не перевищує норму та відповідає вимогам ДСТУ 4492:2005 (рис. 3.6).

Протягом терміну окиснення найменше значення пероксидного числа серед усіх зразків, що досліджувалися, спостерігається в зразку №3
(Олія соняшникова рафінована «Олейна»), яке складає за неправильних умов зберігання 8,0 ± 0,01 ½ О ммоль/кг, за правильних умовах зберігання складає 4,0 ± 0,01 ½ О ммоль/кг (рис. 3.7), що не перевищує норму та відповідає вимогам ДСТУ 4492:2005.

Рисунок 3.6 – Результати дослідження визначення пероксидного числа олії соняшникової рафінованої «Розумниця» в кінці експерименту за різних умов зберігання (згідно ДСТУ 4492:2005) (n = 3, P < 0,95)

Показники пероксидного числа олії соняшникової рафінованої «Олейна» (зразок №3) за правильних та неправильних умов зберігання найкращий серед досліджуваних зразків рослинної олії.

Рисунок 3.7 – Результати дослідження визначення пероксидного числа олії соняшникової рафінованої «Олейна» в кінці експерименту за різних умов зберігання (згідно ДСТУ 4492:2005) (n = 3, P < 0,95)

Експериментальні дані підтвердили, що вплив кисню, світла, температури вище 20 ± 2 0С прискорює процес накопичення пероксидних сполук, а саме вторинних продуктів окиснення – альдегідів та кетонів.

## 3.5 Зміна показника заломлення олії соняшникової рафінованої за різних умов зберігання рефрактометричним методом

Показник заломлення характеризує чистоту, ненасиченість, ступінь окиснення олій та жирів. Цей показник зростає при наявності оксигруп, збільшені молекулярної маси і кількості ненасичених жирних кислот, що входять до складу рослинної олії.

Нами було визначено показник заломлення у всіх досліджуваних зразках олії соняшникової рафінованої (табл. 3.6), яке не перевищує норму згідно ДСТУ 4492:2005, на початку експерименту та на 52 тижні.

Показник заломлення у зразку №1 (Олія соняшникова рафінована «Вигода»), зразку №2 (Олія соняшникова рафінована «Розумниця») та зразку №3 (Олія соняшникова рафінована «Олейна») складає 1,4757 ± 10-4 як за правильних умов зберігання, так і за неправильних умов зберігання.

Можемо зробити висновок, що показник заломлення не є інформативним, так як він не змінюється в оліях соняшникових рафінованих при дії світла, кисню, високих температур та вологості.

Таблиця 3.6 – Результати дослідження визначення показника заломлення олії соняшникової рафінованої (правильні та неправильні умови зберігання) (згідно ДСТУ 4492:2005) (n = 3, P < 0,95)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № зразкуолії | Найменуваннязразку олії | Норма за ДСТУ 4492:2005 | Стандартний діапазон значень показника заломлення |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| №1 | Олія соняшникова рафінована «Вигода» | n20°C = 1,4736-1,4762 | n20°C  = 1,4757 ± 10-4 |
| №2 | Олія соняшникова рафінована «Розумниця» | n20°C  = 1,4757 ± 10-4 |
| №3 | Олія соняшникова рафінована «Олейна» | n20°C  = 1,4757 ± 10-4 |

Таким чином, одержані результати вказують, що закономірності окиснення рослинних олій залежать як від хімічного складу олії, так і від технології її виготовлення та умов їх зберігання.

Неправильні умови зберігання (присутність кисню, світла, температури вище +20 0С) пришвидшили процеси псування жирів, а саме: гідролітичні процеси, окиснення жирів, та біохімічне псування жирів.

 Найбільш інформативним показником ступеню окисненності рослинних олій було пероксидне число порівняно з кислотним, колірним числом та показником заломлення. В умовах природного освітлення окиснення олії соняшникової рафінованої супроводжувалось накопиченням та стабілізацією пероксидів.

# 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Тема моєї кваліфікаційної роботи магістра «Зміна фізико-хімічних показників якості рослинної (соняшникової) олії під час зберігання». Дослідження проводилось в хімічній лабораторії 305 аудиторії, ІІІ навчального корпусу біологічного факультету Запорізького національного університету.

Перед початком роботи зі мною був проведений інструктаж з охорони праці та пожежної безпеки моїм науковим керівником за інструкцією №60,
№62, які представлені в лабораторії. Основні небезпечні виробничі фактори при виконанні роботи: скляний посуд, кислоти та луги, електроприлади, робота з комп’ютером [48]. Всі правила безпеки нами були дотримані. В умовах, що розглядаються, можливими забруднювачами повітря можуть бути органічні кислоти та розчинники.

Для забезпечення складу повітря робочої зони передбачено:

1) проведення робіт з даними речовинами у витяжній шафі;
2) використання природної вентиляції.

Виробничий шум. Єдиним джерелом шуму в лабораторії є витяжна шафа, її шум не перевищує допустимі норми і не заважає при роботі [48, 49].

Виробничі вібрації*.* Джерелом вібрації в умовах, що розглядаються в роботі є робота витяжної шафи, центрифуги. Вібрації, які вона викликає не перевищують допустимі норми і не заважають при роботі [48].

Вимоги безпеки перед початком робіт:

* згідно з правилами техніки безпеки, виконання практичної частини кваліфікаційної роботи бакалавра проходило під керівництвом наукового керівника;
* працювали в лабораторії у спеціальному одязі – халаті, та використовували необхідні засоби індивідуального захисту, передбачені інструкцією з техніки безпеки, виробничої санітарії, пожежної безпеки;
* справність роботи витяжної вентиляції;
* включали припливно-витяжну вентиляцію за 10-15 хв. до початку роботи;
* перевіряли наявність та придатність робочих розчинів і реактивів і справність обладнання;
* наявність і надійність захисних заземлень електрообладнання;
* наявність на робочому місці нейтралізуючих розчинів;
* наявність та справність первинних засобів пожежогасіння;
* при виявленні несправностей обладнання та засобів захисту, сповістити керівника та не приступати до роботи до усунення виявлених несправностей.

Безпека під час роботи.

Правила безпечної роботи з кислотами і лугами:

* основні кількості кислот та інших агресивних речовин зберігали в спеціально призначеному приміщенні;
* концентровані кислоти, а також амоніак обережно розливали під витяжкою, щоб запобігти травмам;
* для одержання розчинів із концентрованих кислот необхідно лити кислоту у воду, а не навпаки, постійно перемішуючи;
* для розбавлення концентрованих кислот, їх змішування, а також для змішування речовин, що супроводжуються віділенням теплоти, потрібно користуватися хімічним тонкостінним скляним або фарфоровим посудом;
* розчиняти луги слід у фарфоровому посуді, повільно додаючи до води невеликі порції лугу при безперервному перемішуванні. Шматочки лугу можна брати тільки пінцетом або щипцями;
* під час всіх операцій з кислотами і лугами треба застосовували засоби індивідуального захисту: халат та гумовий фартух, гумові рукавиці, захисні окуляри тощо;
* відпрацьовані кислоти і луги збирали в спеціально призначений посуд окремо та зливали в каналізацію тільки після нейтралізації;
* розлиті кислоти або луги необхідно негайно засипати піском, нейтралізувати і після цього прибрати [50].

Правила роботи зі скляним лабораторним посудом та іншими виробами зі скла:

* кінці скляних трубок і паличок, що застосовували для розмішування розчинів та іншої мети, були оплавлені;
* для змішування або розбавляння речовин, що супроводжуються виділенням теплоти, а також для нагрівання хімічних речовин використовували фарфоровий або тонкостінний скляний посуд, пробірки, круглодонні колби; фарфорові чашки можна нагрівали на відкритому вогні;
* посудину з гарячою рідиною не закривали притертою пробкою доти, поки вона не охолоне;
* тонкостінну посудину під час закривання гумовою пробкою тримали за верхню частину шийки, пробку злегка повертали, руки при цьому захищали рушником;
* роботу з отруйними, вогне- і вибухонебезпечними речовинами, а також роботи, що проводяться під тиском або вакуумом, слід виконували в приладах і посуді з високоякісного, термостійкого скла;
* при нагріванні рідини в пробірці або колбі, закріплювали їх так, щоб отвір пробірки або шийка колби були направлені в напрямі від себе та сусідів по роботі; при цьому посуд наповнюють рідиною не більше, ніж на третину об’єму;
* при нагріванні хімічних речовин в пробірці або колбі не дозволяється тримати їх руками, треба закріплювати в тримачі для пробірок або в лапці штатива (зажим повинен бути біля отвору пробірки);
* під час миття скляного посуду треба пам’ятати, що скло крихке, легко ламається і тріскається від ударів, різкої зміни температури. Для миття посуду щітками дозволяється направляти дно посудини тільки від себе або вниз.

Правила електробезпеки:

* поводження з електроприладами в хімічній лабораторії потребує великої обережності й безумовного виконання правил електробезпеки відповідно до ДНАОП 0.00-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів»;
* використовували електронагрівники закритого типу та інше електричне обладнання тільки заводського виготовлення. При експлуатації користувалися паспортом та інструкцією заводу-виготовлювача;
* усі електронагрівальні прилади мали теплоізоляцію знизу і з боку стін. Як теплоізоляцію можна використати керамічні плити та інші негорючі матеріали з малою теплопровідністю;
* електроприлади, що перебувають в експлуатації, періодично оглядає відповідальна особа; вона також перевіряє захисне заземлення, електропроводку і загальний стан електромережі. Якщо є порушення в стані електромережі, подача струму до робочих місць не дозволяється. Виявлені пошкодження і порушення необхідно негайно усунути;
* штепсельні розетки і встановлене обладнання можуть перебувати під струмом на час проведення дослідів. Після закінчення експерименту подача струму негайно припиняється [51].

Безпека по закінченню робіт:

* вимкнули обладнання, газові пальники, електроприлади, закрити газ, воду, вимкнути електроенергію;
* хімікати, реактиви та інші речовини та матеріали поклали у відведене для них місце;
* прибрали робоче місце;
* спецодяг та засоби індивідуального захисту поклали у відведене для них місце;
* помили руки, лице теплою водою з мило.

Безпека в екстремальних ситуаціях.

Надання першої допомоги при ураженні електричним струмом:

* необхідно негайно звільнити потерпілого від дії електричного струму, відключивши електроустановку від джерела живлення, а при неможливості відключення – відтягнути його від струмоведучих частин за одяг, застосувавши підручний ізоляційний матеріал;
* при відсутності у потерпілого дихання і пульсу необхідно робити йому штучне дихання і непрямий (зовнішній) масаж серця, звернувши увагу на зіниці. Розширені зіниці свідчать про різке погіршення кровообігу мозку. При такому стані необхідно негайно приступити до оживлення потерпілого і викликати швидку медичну допомогу.

Перша допомога при пораненні:

* для надання першої допомоги при пораненні необхідно розкрити індивідуальний пакет, накласти стерильний перев'язочний матеріал, що міститься у ньому на рану і зав'язати її бинтом;
* якщо індивідуального пакету якимось чином не буде, то для перев’язки необхідно використати чисту носову хустинку, чисту полотняну ганчірку;
* на те місце ганчірки, що приходиться безпосередньо на рану, бажано накапати декілька капель настойки йоду, щоб одержати пляму розміром більше рани, а після цього накласти ганчірку на рану. Особливо важливо застосовувати настойку йоду зазначеним чином при забруднених ранах.

Надання першої допомоги при опіках кислотами і лугами:

* при потраплянні кислоти або лугу на шкіру, ушкоджені ділянки необхідно ретельно промити водою впродовж 15-20 хв., після цього пошкоджену кислотою поверхню обмити 5%-им розчином натрій гідрокарбонату, а обпечену лугом – 3%-им розчином борної кислоти або розчином оцтової кислоти;
* при потраплянні на слизову оболонку очей кислоти або лугу необхідно очі ретельно промити впродовж 15-20 хв., після цього промити 2%-им розчином натрій гідрокарбонату, а при ураженні очей лугом ‒ 2%-им розчином борної кислоти;
* при опіках порожнини рота лугом необхідно полоскати
3%-им розчином оцтової кислоти або 3%-им розчином борної кислоти,
при опікахкислотою ‒ 5%-им розчином натрій гідрокарбонату;
* при попаданні кислоти в дихальні шляхи необхідно дихати розпиленим за допомогою пульверизатора 10%-им розчином натрій гідрокарбонату, при попаданні лугу розпиленим 3%-им розчином оцтової кислоти.

Надання першої допомоги при теплових опіках:

* при опіках вогнем, парою, гарячими предметами, ні в якому разі не можна відкривати пузирі, які утворюються, та перев'язувати опіки бинтом;
* при опіках першого ступеня (почервоніння) обпечене місце обробляють ватою, змоченою етиловим спиртом;
* при опіках другого ступеня (пухирі) обпечене місце обробляють спиртом, 3%-им марганцевим розчином або 5%-им розчином таніну;
* при опіках третього ступеня (зруйнування шкіряної тканини) накривають рану стерильною пов'язкою та викликають лікаря.

Правила безпеки при роботі з персональним комп'ютером (ПК) [52]:

* екран дисплею повинен бути розташованим перпендикулярно донапрямку погляду та на відстані 60-70 см від очей;
* необхідність створення неоднорідного поля зору;
* освітленість робочого місця не повинно викликати відблиски на екрані монітора;
* форма спинки стільця повинна повторювати форму спини;
* висота стільця повинна бути такою, щоб користувач не почував тиску на куприк або стегна;
* кут між стегнами і хребтом має становити 90°;
* висота клавіатури повинна бути встановлена таким чином, щоб кисті рук користувача розміщувались прямо;
* при роботі з мишкою кисть повинна бути прямою та лежати на столі якнайдалі від краю;щогодини необхідно робити перерву на 15 хв. через кожну годину та займатися іншою справою;
* не проводити самостійно ремонт апаратури чи її технічне налагодження (такі види робіт виконують тільки спеціалісти з технічного обслуговування комп'ютерів);

Недотримання цих правил може призвести до виникнення надзвичайних ситуацій: ураження електричним струмом, згорання апаратури, пожежа та ін.

Набуті теоретичні знання курсу «Охорона праці» використовували на практиці.

Таким чином, нами був зведений до мінімуму ризик роботи
з реактивами, електричним приладами, персональним комп’ютером та ін., при проведенні дослідів, які необхідні для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра.

# ВИСНОВКИ

1. Провели органолептичний аналіз олії соняшникової рафінованої за різних умов зберігання. Встановили, що найкращим зразком олії соняшникової рафінованої за зовнішнім виглядом, смаком та запахом є зразок №3 (Олія соняшникова рафінована «Олейна»). У всіх досліджуваних зразках олії соняшникової рафінованої, які зберігалися за неправильних умов зберігання, були присутні прогірклий смак та неприємний запах, що свідчить про накопичення великої кількості продуктів гідролізу та окиснення у складі рослинних олій.

2. Експериментально визначено, що колірне число в зразках олії соняшникової рафінованої на початку експерименту знаходиться в межах
від 12 ± 0,01 мг до 13 ± 0,01 мг I2/100 см3 стандартного розчину, тобто показники перевищують норму за нормативним документом та не відповідають вимогам ДСТУ 4492:2005.

Значення колірного числа в зразках олії наприкінці експерименту
в умовах природного освітлення незначно зменшився у зразка №3
(Олія соняшникова рафінована «Олейна») та у зразка №2 (Олія соняшникова рафінована «Розумниця»). Зразок №1 (Олія соняшникова рафінована «Вигода») має найменший показник колірного числа, який складає 5 ± 0,01 мг I2/100 см3 стандартного розчину.

3. Встановлено, що кислотне число в зразках олії соняшникової рафінованої на початку експерименту знаходиться в межах
від 0,3 ± 0,02 до 0,4 ± 0,02 мг КОН/г, що перевищує вимоги ДСТУ 4492:2005. Зразок №3 (Олія соняшникова рафінована «Олейна») за неправильних умов зберігання має найкращий результат за кислотним числом, зростає
від 0,4 ± 0,02 мг КОН/г до 0,5 ± 0,02 мг КОН/г.

У контрольних зразках олій соняшникових рафінованих кислотне число не змінює свого значення і знаходиться в межах від 0,3 ± 0,02
до 0,4 ± 0,02 мг КОН/г , а це свідчить про те, що вплив кисню, світла, температури прискорює процеси гідролізу та окиснення вищих жирних кислот, які входять до складу рослинних олій.

4. Визначено, що на початку експерименту пероксидне число у всіх досліджуваних зразках олії соняшникової рафінованої коливається
від 2,0 ± 0,01 до 2,4 ± 0,01 ½ О ммоль/кг, тобто деякі показники перевищують норму та не відповідають вимогам ДСТУ 4492:2005.

Протягом терміну окиснення найменше значення пероксидного числа серед усіх зразків, що досліджувалися, спостерігається в зразку №3
(Олія соняшникова рафінована «Олейна»), яке складає за неправильних умов зберігання 8,0 ± 0,01 ½ О ммоль/кг, за правильних умовах зберігання складає 4,0 ± 0,01 ½ О ммоль/кг, що не перевищує норму та відповідає вимогам ДСТУ 4492:2005.

5. Експериментально встановлено, що показник заломлення у зразку №1 (Олія соняшникова рафінована «Вигода»), зразку №2 (Олія соняшникова рафінована «Розумниця») та зразку №3 (Олія соняшникова рафінована «Олейна») складає 1,4757 ± 10-4 як за правильних умов зберігання, так і за неправильних умов зберігання.

# ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

При зберіганні олії соняшникової рафінованої необхідно зберігати у прохолодному, без доступу світла місці, для того, щоб максимально зменшити можливість накопичення токсичних пероксидних сполук, а саме альдегідів та кетонів, та продовжити строк придатності продукту з максимальною біологічною цінністю.

При виборі рафінованої рослинної олії вибирати той продукт, в складі якого буде найбільша кількість токоферолу, так як відомо, що присутність антиоксидантів значно підвищує оксистабільність рослинних олій. Токофероли є природними антиоксидантами олій. Їх дія проявляється у подовженні індукційного періоду та зниженні швидкості окиснення. Ця дія краще реалізується ізомером а-токоферолом, він більш активний антиоксидант та стабілізатор гідропероксидів.

Пріоритетним напрямком досліджень є розробка купажів рослинних олій, збалансованих за жирно-кислотним складом (олеїнової, лінолевої та ліноленової), збагачених біологічно активними речовинами антиоксидантної дії. Введення в харчовий раціон таких композицій не тільки має безумовне медичне і соціальне значення, а й створює теоретичні та економічні передумови для виробничої реалізації їх широкого асортименту.

Результати експериментальних досліджень кваліфікаційної роботи магістра можуть бути використані у змісті навчальних дисциплін:

− бакалаврів: «Великий практикум з хімії харчових продуктів»;

− магістрів: «Великий практикум з біоорганічної хімії»; «Аналіз якості харчових продуктів».

# ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Пилипенко Т.В., Нилова Л.П., Мехтиев В.С., Науменко Н.В. Актуальные вопросы управления качеством растительного масла. *Вестник ЮУрГУ. Серия: Экономика и менеджмент.* 2011. №28 (245). С. 183-188.
2. Ильина Г.Г., Ламоткин С.А., Колногоров К.П., Скаковский Е.Д. Идентификация состава растительных масел хроматографическими и спектральными методами. *Труды БГТУ. Серия 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология.* 2014. №4 (168). С. 207-210.
3. Whitney N.E., Rolfes Sh.R. Understanding Nutrition Cengage Learning. 2012. №13. Р. 34-38.
4. Nabarun Chakraborty, Seid Muhie, Raina Kumar, Aarti Gautam, Seshamalini Srinivasan Contributions of polyunsaturated fatty acids (PUFA) on cerebral neurobiology: an integrated omics approach with epigenomic focus.
*The Journal of Nutritional Biochemistry.* 2017. Т. 42. Р. 84-94.
5. Silke K. Schagen, Vasiliki A. Zampeli, Evgenia Makrantonaki and Christos C. Zouboulis. Discovering the link between nutrition and skin aging (англ.). *Dermatoendocrinol.* 2012. Iss. 4. No. 3. P. 298-307.
6. Hidalgo-Ruiz, J. L., Romero-González, R., Martínez Vidal, J. L., Garrido Frenich, A. A. Rapid method for the determination of mycotoxins in edible vegetable oils by ultra-high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Food Chemistry*. №288. 2019. P. 22–28.
7. Erum Zahir, Rehana Saeed, Mehwish Abdul Hameed, Anjum Yousuf. Study of physicochemical properties of edible oil and evaluation of frying oil quality by Fourier Transform-Infrared (FT-IR) Spectroscopy. *Arabian Journal of Chemistry.* 2017. №10. Р. 3870-3876.
8. Erwin Wsowicz, Anna Gramza, Marzanna Hêoe, Henryk H. Jeleñ, Józef Korczak. Oxidation of lipids in food. *Polish journal of food and nutrition sciences.* 2016. №13. Р. 87-100.
9. Aremu M. O., Ibrahim H., Bamidele T.O. Physicochemical Characteristics of the Oils Extracted from Some Nigerian Plant Foods. *Chemical and Process Engineering Research.* 2015. №32. Р. 36-52.
10. Ngassapaa F.N., Nyandoroa S.S., Mwaisakab T.R. Effects of temperature on the physicochemical properties of traditionally processed vegetable oils and their blends. *Tanz. J. Sci.* №38 (3). 2015. Р. 166-176.
11. Kailas M. Talkit, Mahajan D.T., Masand V.H. Physicochemical Properties of Soybean Oil and Their Blends with Vegetable oils for the Evaluation of Lubrication Properties*. Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences.* №1. 2013. P. 490-497.
12. Alaiz M., Zamora R., Hidalgo F., Amer J. Natural antioxidants produced in oxidized lipid amino and browning reactions Oil. *Chem. Sol.* 2017. №7. P. 44-46.
13. Radzievska I.G., Melnik O. Investigation of oxidative degradation of vegetable oils of various degrees of saturation with tocopherol.*Scientific Works of NUFT 2016*. №22 (3). 2016. Р. 206-216.
14. Топчій О.А., Котляр Є.О. Принципи купажування рослинних олій збалансованих за жирнокислотним складом. *Східно-європейський журнал передових технологій.* 2015. №6 (73). С. 26-32.
15. Cтепанова Е.Н., Рабина О.А., Морозов С.В. Динамика показателей качества и безопасности новых видов растительных масложировых продуктов при хранении. *Техника и технология пищевых производств.* 2011. №3 (22).
С. 37-41.
16. Степычева Н.В., Фудько А.А. Купажированные растительные масла с оптимизированным жирно-кислотным составом. *Химия растительного сырья*. 2011. №2. С. 27-33.
17. Колногоров К.П., Ламоткин С.А., Башарова А.О., Ильина Г.Н. Новые функциональные пищевые масложировые продукты со сбалансированным жирнокислотным составом. *Труды БГТУ. Серия 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология*. №4 (186). 2016.
С. 188-194.
18. Лукин А.А. Основные направления совершенствования технологических процессов в масложировой промышленности. *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии.* 2013. №1. С. 15-20.
19. Долголюк И.В., Терещук Л.В., Трубникова М.А. Растительные масла функциональные продукты питания. *Техника и технология пищевых производств.* 2014. №2 (33). С. 122-125.
20. Владыкина Д.С., Ламоткин С.А., Колногоров К.П., Ильина Г.Н., Башарова А.О. Разработка купажей растительных масел со сбалансированным жирнокислотным составом. *Труды БГТУ. Серия 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология.* 2015. №4 (177). С. 240-245.
21. Василенко Л.И., Фролова Л.Н., Драган И.В., Мошкина С.В. Создание купажей функциональных растительных масел с длительным сроком хранения. *Вестник ВГУИТ.* 2013. №3 (57). С. 121-124.
22. Бондаренко Ж.В., Эмелло Г.Г., Хаванская О.И. Влияние термообработки на устойчивость к окислению и жирнокислотный состав смеси растительных масел. *Труды БГТУ. Серия 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология.* 2016. №4 (186). С. 162-166.
23. Топчій О.А., Котляр Є.О., Кишенько І.І. Характеристика вітамінізованих купажів рослинних олій. *Харчова наука і технологія.* 2014. № 4. С. 93-97.
24. Колногоров К. П., Ламоткин С.А., Башарова А.О., Ильина Г.Н. Новые функциональные пищевые масложировые продукты со сбалансированным жирнокислотным составом. *Химические технологии, биотехнология, геоэкология*. 2016. №4 (186). С. 188-194.
25. Зотова А.А., Власова И.В. Определение растительного масла и продуктов его окисления методом многоволновой УФ спектрофотометрии. *Вестник Омского университета*. 2019. №24 (3). С. 69-73.
26. Никитенко А.Н., Ламоткин С.А., Леснева М.И., Стрибуть А.В., Мартинчик В.О. Исследование влияния термообработки на окислительную устойчивость купажей растительных масел в различных средах. *Химические технологии, биотехнология, геоэкология*. 2019. №1(217). С. 54-61.
27. Никитенко А.Н., Скаковский Е.Д., Ламоткин С.А., Леснева М.И., Стрибуть А.В., Исследование растительных масел и их купажей методом ЯМР-спектроскопии. *Химические технологии, биотехнология, геоэкология*. 2019. №2(223). С. 137-145.
28. Федоров А.В., Баранов И.В., Тамбулатова Е.В., Волков С.М., Прохорова Л.Т. Исследование температурных зависимостей удельной теплоемкости рафинированных подсолнечных масел от их состава методом дифференциальной сканирующей калориметрии. *Вестник международной академии холода*. №1. 2019. С. 52-63.
29. Бритвенко А.С. Впровадження інновацій у виробництво оліє-жирової продукції. *Економічний вісник університету. Збірник наукових праць вчених і аспірантів.* № 42. 2019. С. 49-58.
30. Ламоткин С.А., Ильина Г.Н. Исследование устойчивости растительных масел к окислению при разработке функциональных масложировых продуктов. *Химические технологии, биотехнология, геоэкология*. №1(193). 2017. С. 10-14.
31. Блягоз А.И. Совершенствование методов контроля качества льняных масел. *Новые технологии*. №1. 2019. С. 11-18.
32. ДСТУ 4492:2005. Технічні умови. Олія соняшникова. [Чинний від 2007-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України. (Національний стандарт України). 2007. 26 с.
33. Пилипенко Т.В., Коротышева Л.Б. Качество растительных масел. *Инновационная наука.* 2016. №9 (21). С. 75-77.
34. ДСТУ 4568:2006. Олії. Методи визначення колірного числа. [Чинний від 2008-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 6 с.
35. Нагорнов С.А., Дворецкий Д.С., Романцова С.В., Таров В.П. Техника и технологии производства и переработки растительных масел.
Тамбов : Изд-во ТГТУ, 2010. 96 с.
36. Popescu R. Discrimination of vegetable oils using NMR spectroscopy and chemometrics . *Food Control*. №4. 2015. P. 84-90.
37. ДСТУ 4350:2004. Олії. Методи визначення кислотного числа. [Чинний від 2005-01-10]. Вид. офіц. Київ. Держспоживстандарт України, 2005. 20 с.
38. Michael Eskin, List, G. R. Food applications of lipids. *Food Lipids: Chemistry, Nutrition, and Biotechnology, Fourth Edition*. 2017. Р. 421-451.
39. ДСТУ 4570:2006. Жири рослинні та олії. Метод визначення пероксидного числа. [Чинний від 2008-01-01]. Вид. офіц. Київ. Держспоживстандарт України, 2008. 18 с.
40. ДСТУ 6320-2001. Жири тваринні і рослинні та олії. Визначення показника заломлення. [Чинний від 2003-01-01]. Вид. офіц. Київ. Держспоживстандарт України, 2002. 21 с.
41. Наумова Н.Л., Лукин А.А. Сравнительная оценка качества нерафинированного подсолнечного масла. *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: экономика и менеджмент.* 2013.
Вып. 3, Т. 7. С. 148-152.
42. Kurkin V.A., Rosikhin D.V., Ryazanova T.K. Comparative study of the structure of oily acids of holy thistle oil and sunflower seeds oil. *Medicinskij al'manah*. 2017. P. 99-102.
43. Рузибаев А.Т., Ходжаев С.Ф. Исследование физико-химических показателей бахчевых культур, выращенных в Узбекистане и их масел. *Universum: Технические науки* : электрон. научн. журн. 2017. №7(40). С. 54-58.
44. Донченко В.С., Сидоров В.С. Теорія ймовірностей та математична статистика для соціальних наук: навч. посіб. Київ : ВПЦ «Київський університет», 2015. 400 с.
45. Борисовська Ю.О., Козлова О.С., Лисенко О.А. Теорія ймовірностей та математична статистика: навчально-методичний посібник. Запоріжжя : ЗНУ, 2010. 112 с.
46. Барковський В.В., Барковська Н.В., Лопатін O.K. Теорія ймовірностей та математична статистика. 5-те видання. Київ : Центр учбової літератури, 2010. 424 с.
47. Турчин В.Н. Теория вероятностей и математическая статистика. Днепропетровск : Изд-во ДНУ, 2008. 656 с.
48. Гетьман В.А. Первая доврачебная помощь в экстремальных ситуациях. *Охрана труда.* 2014. № 5. С. 28-32.
49. Лазаренков А.М. Охрана труда : учеб. пособие для вузов.
Минск : ИВЦ Минфин, 2015. 464 с.
50. Одарченко М.С., Одарченко А.М., Степанов В.І., Черненко Я.М. Основи охорони праці: підручник. Харків, 2017. 334 с.
51. Грибань В.Г., Негодченко О.В. Охорона праці: навчальний посібник. Київ : Центр учбової літератури, 2011. 280 с.
52. Желібо Е.Н, Заверуха Н.В., Зацерний В.В. Безпека життєдіяльності: Навчальний посібник. Київ : «Каравела», 2016. 320 с.

**Декларація**

**академічної доброчесності**

**здобувача ступеня вищої освіти ЗНУ**

Я, Владова Євгенія Юріївна, студентка 2 курсу магістратури, форми навчання денна, факультету біологічного, спеціальність 102 Хімія, адреса електронної пошти vladova.ev@gmail.com,

− підтверджую, що написана мною кваліфікаційна робота на тему «Зміна фізико-хімічних показників якості рослинних олій під час зберігання» відповідає вимогам академічної доброчесності та не містить порушень, що визначені у ст. 42 Закону України «Про освіту», зі змістом якихознайомлений/ознайомлена;

− заявляю, що надана мною для перевірки електронна версія роботи
є ідентичною її друкованій версії;

згодна на перевірку моєї роботи на відповідність критеріям академічної доброчесності у будь-який спосіб, у тому числі за допомогою інтернет-системи, а також на архівування моєї роботи в базі даних цієї системи.

Дата\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Підпис\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ ПІБ Владова Є.Ю.

……………………………………………………………………………………(студент)

Дата\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Підпис\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ ПІБ Генчева В.І.\_\_\_\_

 (науковий керівник)