

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
Факультет природничих наук
Кафедра хімії

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему:

Дослідження якості меленої кави різних брендів

студента IV курсу, групи Х – 41
спеціальності 102 Хімія
Замкового Нікіти Олексійовича

Керівник: кандидат технічних наук,
доцент, доцент кафедри хімії
Микитин Ігор Михайлович

Рецензент: доктор технічних наук,
професор, професор кафедри хімії
Курта Сергій Андрійович

м. Івано-Франківськ – 2025 рік

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
Факультет природничих наук
Освітній рівень перший (бакалаврський)

Затверджено на засіданні
кафедри хімії
Протокол № 7 від 15 жовтня 2024 р.
Завідувач кафедри
_____ МIRONYUK I. F.
(підпис)

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Замковому Нікіті Олексійовичу

1. Тема роботи Дослідження якості меленої кави різних брендів
Керівник роботи Микитин Ігор Михайлович, к.т.н., доцент кафедри хімії
2. Перелік питань, які потрібно розробити:
1. Розглянути види кави, методи її підробки, методи дослідження якості.
2. Провести оцінку якості меленої кави різних брендів.
3. Дата видачі завдання 17 лютого 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Огляд літературних джерел, узагальнення та систематизація даних</i>	<i>Лютий</i>	<i>Рукопис</i>
2.	<i>Дослідження якості меленої кави сортів арабіка, робуста та купажу арабіка/робуста</i>	<i>Березень - квітень</i>	<i>Рукопис</i>
3.	<i>Оформлення роботи та демонстраційного матеріалу. Перевірка дипломної роботи на плагіат</i>	<i>Травень - червень</i>	<i>Рукопис Презентація</i>

Студент
Замковий Н.О.

Керівник роботи
Микитин І.М.

Замковий Н.О. Дослідження якості меленої кави різних брендів.
Дипломна робота за спеціальністю 102 Хімія. Карп. нац. ун-т. ім. В.
Стефаника. м. Івано-Франківськ, 2025. 55 с.

Дипломна робота є рукописом, присвяченим комплексному дослідженню якості меленої кави різних торговельних брендів. У роботі проаналізовано хімічний склад кави, її фізико-хімічні та органолептичні характеристики, а також розглянуто вплив основних компонентів кави на організм людини.

Проведено органолептичну оцінку зразків кави з визначенням основних сенсорних показників. Досліджено загальні показники якості та фізико-хімічні характеристики відповідно до чинних нормативних вимог.

Ключові слова: кава, робуста, арабіка, якість, хімічний склад, визначення, органолептична оцінка.

Zamkovyi N.O. Study of the quality of ground coffee of different brands. Diploma thesis for the bachelor's qualification level in the specialty 102 Chemistry. Ivano-Frankivsk, 2025. 55 p.

The diploma thesis is a manuscript devoted to a comprehensive study of the quality of ground coffee from different commercial brands. The chemical composition of coffee, its physicochemical and organoleptic properties, as well as the impact of the main coffee components on the human body are analyzed.

An organoleptic evaluation of coffee samples was carried out with the determination of key sensory parameters. General quality indicators and physicochemical characteristics were investigated in accordance with current regulatory requirements.

Keywords: coffee, Robusta, Arabica, quality, chemical composition, determination, organoleptic evaluation.

© Замковий Нікіта Олексійович;

© Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	8
ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД.....	12
1.1. Ботанічна характеристика кави та її походження	12
1.2. Морфологічні особливості кавової рослини.....	12
1.3. Основні види кави та їх технологічне значення	13
1.3.1. Coffea arabica	13
1.3.2. Coffea canephora	13
1.3.3. Інші види.....	13
1.4. Хімічний склад зеленого кавового зерна	13
РОЗДІЛ 2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	14
2.1. Характеристика досліджуваної кави	14
2.2. Органолептична оцінка кави	23
2.3. Загальні показники якості кави	27
2.4. Фізико-хімічні показники якості кави.....	39
2.5. Мікроскопічне дослідження кави.....	50
ВИСНОВКИ.....	53
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	56

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ISO (*англ.* International Organization for Standardization) – Міжнародна організація зі стандартизації

pH (*лат.* pondus Hydrogenii) – водневий показник

ДСТУ – Державний стандарт України

ЗВП – загальний вміст поліфенолів

ЗВФ – загальний вміст флавоноїдів

МОК – Міжнародна організація з кави

ТМ – торгова марка

ТМПК – тетраметилпурпурова кислота

ВСТУП

Кава — один із найпопулярніших напоїв у світі, що поєднує в собі багату історію, складну хімічну природу та потужне культурне значення. Її смакові якості, аромат і фізіологічна дія зумовлені багатим і різноманітним хімічним складом, який формується в результаті біохімічних процесів дозрівання, обсмажування та екстракції. У зернах кави містяться сотні сполук, серед яких особливе значення мають алкалоїди (зокрема кофеїн), хлорогенові кислоти, ефірні олії, білки, вуглеводи, органічні кислоти та мінеральні речовини [1-2].

У сучасній хімії кава є об'єктом міждисциплінарного дослідження, що охоплює органічну та аналітичну хімію, харчову хімію, біохімію, а також аспекти нанотехнологій. Актуальність теми зумовлена як науковим інтересом до вивчення складу кави, так і практичною необхідністю контролю якості, ідентифікації фальсифікацій та оптимізації процесів виробництва.

Зв'язок роботи з планами, науковими програмами, темами, наказами, рішеннями. Тема бакалаврської роботи затверджена на засіданні кафедри хімії (протокол № 7 від «15» жовтня 2024 року) та на засіданні Вченої ради факультету природничих наук (протокол № __ від «__» _____ 2025 року).

Об'єктом дослідження є мелена кава різних брендів та куплених на стихійному ринку в Івано-Франківську.

Предметом дослідження є показники якості меленого кави різних брендів та куплених на ринку.

Мета роботи полягає у визначенні якості меленого кави різних брендів, проведенні порівняльного аналізу з метою виявлення відмінностей у складі та характеристиках, а також оцінки відповідності продукції вимогам стандартів якості.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні **завдання:**

- огляд та аналіз наукової літератури щодо кави як продукту , зерен як похідних і її складу та характеристик
- проведення лабораторного аналізу зразків кави різних брендів для визначення їхніх фізико-хімічних та органолептичних властивостей;
- порівняння отриманих результатів і виявлення основних відмінностей між зразками кави арабіка та робуста;

Методи дослідження. Для виконання поставлених у бакалаврській роботі завдань використовувались такі методи: аналіз, порівняння та узагальнення теоретичних даних, представлених у науковій літературі; мікроскопічний, органолептичний, а також фізико-хімічні методи аналізу – спектрофотометричний, потенціометричний, гравіметричний.

Наукова новизна отриманих результатів.

Вперше здійснено комплексне дослідження якості меленого кави різних брендів і купленої на ринку на основі органолептичних та фізико-хімічних показників. Запропоновано інтегрований підхід до оцінки якості меленого кави, який включає кількісну оцінку вмісту біологічно активних речовин як індикаторів якості та автентичності продукту. Такий підхід дозволяє підвищити точність виявлення фальсифікованої або низькоякісної продукції. Встановлено закономірності між хімічним складом та органолептичними характеристиками кави, що може бути використано для розробки об'єктивних критеріїв якості на основі вмісту ключових сполук, зокрема кофеїну, поліфенолів та флавоноїдів.

Особистий внесок студента полягає в підборі та систематизації літературних даних, проведенні експериментів, опрацюванні отриманих результатів та їх аналізі в програмах Microsoft Excel та OriginPro 2024, написанні бакалаврської роботи та тез доповідей на науково-практичній студентській конференції.

Структура та обсяг роботи. Структура роботи обумовлена метою та завданнями. Бакалаврська робота складається зі вступу, двох розділів, висновків та списку використаних наукових джерел . Робота містить

22 рисунка та 25 таблиць. Загальний обсяг роботи – 55 сторінок.

Апробація результатів роботи. Результати наукових досліджень були представлені на IX Всеукраїнській науковій конференції «Актуальні задачі хімії: дослідження та перспективи», яка проводилась 9 квітня 2025 року на базі Житомирського державного університету імені Івана Франка та на XVII Всеукраїнській науковій конференції студентів та аспірантів "Хімічні Каразінські читання – 2025" (ХКЧ'25), яка проводилась 29 квітня 2025 року на базі Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

Публікації:

1. Замковий Н. О., Микитин І. М., Прокіпчук І. В. Спектрофотометричне визначення загального вмісту поліфенолів у каві. IX Всеукраїнська наукова конференція «Актуальні задачі хімії: дослідження та перспективи» (9 квітня 2025 року). Матеріали конференції. Житомир: Житомирський державний університет імені Івана Франка, 2025. С. 20. ISBN 978-966-485-297-2
2. Замковий Н. О., Микитин І. М., Прокіпчук І. В. Визначення вмісту флавоноїдів у каві. XVII Всеукраїнська наукова конференція студентів та аспірантів "Хімічні Каразінські читання - 2025" (ХКЧ'25) : тези доп., 29 квіт. 2025 р. / Харків. нац. ун-т ім. В. Н. Каразіна, Хім. ф-т. - Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2025. С. 51–52.

РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1. Ботанічна характеристика кави та її походження

Кава належить до родини Rubiaceae та роду *Coffea*, який налічує понад 120 ботанічних видів. Проте промислове значення мають переважно *Coffea arabica*, *Coffea canephora (robusta)* (рис. 1.1.) та, обмежено, *Coffea liberica*. Батьківщиною кави вважають високогірні райони Ефіопії, зокрема регіон Каффа, де кавові рослини здавна зростали у дикій формі [3].



Рис. 1.1. Зовнішній вигляд зерен кави *Coffea arabica* та *Coffea robusta*

Сучасний ареал культивування кави охоплює тропічний пояс між 23° північної та 25° південної широти і включає країни Південної Америки, Африки та Південно-Східної Азії. Географічні умови вирощування істотно впливають на біохімічний склад зерна та формування сенсорних характеристик напою.

1.2. Морфологічні особливості кавової рослини

Кавова рослина є вічнозеленим чагарником або деревом висотою 2–10 м, яке на плантаціях обмежують до 2–3 м. Листки темно-зелені, блискучі, еліптичної форми. Квітки білі, ароматні, зібрані в суцвіття у пазухах листків [4].

Плід кави — двонасінна кістянка, яку умовно називають ягодою (рис. 1.2). Усередині плоду містяться два кавових зерна, що складаються з ендосперму, сріблястої оболонки та пергаментного шару. Морфологічна структура зерна зумовлює локалізацію основних хімічних компонентів,

зокрема ліпідів, білків та поліфенолів.

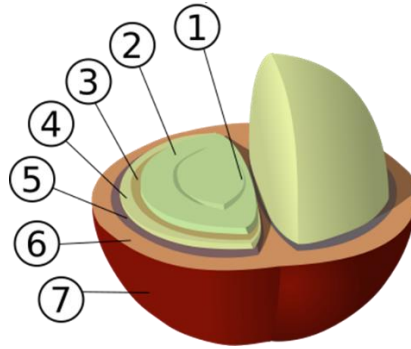


Рис. 1.2. Будова плода:

1 – центральна боріздка; 2 – насіння (ендосперм); 3 – срібляста плівка (епідерміс); 4 – пергаментна оболонка (ендокарпій); 5 – пектиновий шар; 6 – плодова м'якоть (мезокарпій); 7 – зовнішня плодова оболонка (екзокарпій)

1.3. Основні види кави та їх технологічне значення

1.3.1. *Coffea arabica*

Характеризується низьким вмістом кофеїну (1,0–1,5%), високим вмістом цукрів та ліпідів, складним ароматичним профілем і вираженою кислотністю. Рослина самозапильна [5].

1.3.2. *Coffea canephora*

Має підвищений вміст кофеїну (2,0–2,7%), більшу гіркоту та насичене тіло напою. Використовується переважно у виробництві розчинної кави та купажів.

1.3.3. Інші види

Coffea liberica вирізняється великими зернами та специфічним смаковим профілем, проте має обмежене комерційне застосування.

1.4. Хімічний склад зеленого кавового зерна

Хімічний склад зерна включає вуглеводи (50–60%), ліпіди (10–17%), білки (9–13%), алкалоїди, фенольні сполуки, органічні кислоти та мінеральні елементи. Взаємодія цих компонентів формує потенціал аромату та смаку після обсмаження [6-7].

Алкалоїди та фенольні сполуки кави

Основним алкалоїдом є кофеїн — пуриновий похідний 1,3,7-триметилксантину. Він перебуває у комплексі з хлорогеновими кислотами.

Фенольні сполуки представлені переважно хлорогеновими кислотами, які визначають кислотність та антиоксидантну активність кави [8].

Хімічні перетворення під час обсмажування

Обсмаження кави (180–240 °C) супроводжується реакціями Майяра, карамелізацією цукрів, деградацією хлорогенових кислот і ліпідів. Утворюються меланоїдини та понад 850 летких ароматичних сполук, що визначають органолептичні властивості напою [9].

Утворення небажаних сполук при термічній обробці

Одним із побічних продуктів обсмажування є акриламід, що утворюється з аспарагіну та редукуючих цукрів при температурі понад 170 °C. Контроль технологічних параметрів дозволяє мінімізувати його вміст [10].

РОЗДІЛ 2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Оцінка якості меленої кави проводиться різними методами. Найбільш поширені органолептичний, фізико-хімічний, мікроскопічний та мікробіологічний методи.

Метою даної роботи було визначення показників якості меленої кави та вивчення методів їх визначення, оцінка відповідності даних зразків кави європейським стандартам якості.

2.1. Характеристика досліджуваної кави

У даному дослідженні було проаналізовано 8 зразків натуральної меленої кави. Зразки були обрані з низки популярних брендів кави, щоб отримати різноманітний набір даних для порівняння. Кава, обрана для аналізу, включала каву сорту арабіка, робуста та купаж арабіка/робуста. Для аналізу сорту кави арабіка були обрані «Lavazza Qualita Oro» та мелена кава, куплена на стихійному ринку (рис. 2.1). Проаналізований сорт кави робуста включали «Mason Cafe Classic Intense» та мелену каву, куплену на стихійному ринку (рис. 2.2). Для порівняння було взято купаж арабіка/робуста «Кава зі Львова», «Jacobs Monarch Classic», «Кава натуральна смажена в зернах ТМ "1"», «Кава Жокей мелена Традиційна»

(рис. 2.3).



Рис. 2.1. Lavazza Qualita Oro та мелена кава, куплена на стихійному ринку
(сорт Арабіка)



Рис. 2.2. Mason Cafe Classic Intense та мелена кава, куплена на стихійному
ринку (сорт Робуста)



Рис. 2.3. Купаж арабіка/робуста: Кава зі Львова, Jacobs Monarch Classic, Кава натуральна смажена в зернях ТМ "1", Кава Жокей мелена Традиційна

Ідентифікація кави натуральної смаженої меленої за ознаками маркування дає змогу визначити відповідність продукції встановленим товарним гатункам або іншим градаціям якості, а також виявити можливі неточності в маркуванні, що можуть вводити споживача в оману. Однією з ключових ідентифікаційних ознак кави натуральної є ботанічний вид кавових зерен, який визначає основні органолептичні характеристики готового напою та його фізіологічний вплив. Наявність інформації про ботанічний вид кавового зерна на пакуванні є важливою, оскільки саме вид зерна впливає на гатунок кави. Так, наприклад, кави преміум-класу та вищих гатунків виготовляються здебільшого з сорту Арабіка. Відомо, що оптимальним матеріалом для виробництва кави натуральної смаженої меленої першого гатунку є суміш кави сортів Арабіка та Робуста. Однією з рекомендованих пропорцій є співвідношення 60:40 на користь Арабіки. Проте слід зазначити, що існує значна варіативність у рецептурах виробництва кави натуральної смаженої меленої, і жодна з них не є абсолютно стандартною [11].

Проведено аналіз маркування найбільш популярних сортів натуральної меленої кави, що реалізується в Івано-Франківську, відповідно до вимог Технічного регламенту щодо правил маркування харчових продуктів [12].

Таблиця 2.1.

Аналіз маркування кави Lavazza Qualita Oro

Назва продукту	Кава натуральна смажена мелена ЛАВАЦЦА КВАЛІТА ОРО
Склад продукту	100 % арабіка
Ступінь обсмажування	середньообсмажена
Країна походження сировини	Італія
Гатунок	—
Маса нетто пакувальної одиниці	250 грам
Умови зберігання	—

Термін придатності	до 22.04.2026
Спосіб приготування	+
Поживна (харчова) цінність 100 г продукту	–
Енергетична цінність (калорійність) 100 г продукту	–
Найменування та місцезнаходження виробника	Луїджі Лавацца С.П.А. Віа Болонья, 32 - 10152 Турин - Італія
Найменування та місцезнаходження підприємства, що здійснює функції щодо прийняття претензій від споживача	Імпортёр: ТОВ «Асканія-Трейдінг», Україна, 01042, м. Київ, пров.Новопечерський, буд. 5
Позначення стандарту	–
Номер партії виробництва	CG22EG
Інформація про ГМО	–
Ціна кави за 100 грам	77 грн. 60 коп.

Таблиця 2.2.

Аналіз маркування кави Mason Cafe Classic Intense

Назва продукту	Кава натуральна посмажена та змелена «CLASSIC INTENSE»
Склад продукту	Спеціально підібрана композиція кращих сортів кави Робуста
Ступінь обсмажування	–
Країна походження сировини	Уганда, В'єтнам
Ґатунок	Перший
Маса нетто пакувальної одиниці	225 грам
Умови зберігання	+
Термін придатності	до 17.09.2026
Спосіб приготування	–
Поживна (харчова) цінність 100 г продукту	білки – 13,9 грам жири – 14,4 грам вуглеводи – 4,1 грам
Енергетична цінність (калорійність) 100 г продукту	223,0 ккал / 934,0 кДж
Найменування та місцезнаходження виробника	ТзОВ «РІЧ КАВА», вул. Ген. Юнаківа 10, м. Львів, 79039, Україна

Найменування та місцезнаходження підприємства, що здійснює функції щодо прийняття претензій від споживача	вул. Заповітна 1, м. Львів, 79019, Україна
Позначення стандарту	—
Номер партії виробництва	17
Інформація про ГМО	—
Ціна кави за 100 грам	47 грн. 47 коп.

Таблиця 2.3.

Аналіз маркування кави Кава зі Львова

Назва продукту	Кава зі Львова “Еспрессо”
Склад продукту	Робуста / Арабіка
Ступінь обсмажування	—
Країна походження сировини	Бразилія, Уганда, В’єтнам, Камерун
Гатунок	—
Маса нетто пакувальної одиниці	75 грам
Умови зберігання	+
Термін придатності	до 27.09.26/27
Спосіб приготування	+
Поживна (харчова) цінність 100 г продукту	—
Енергетична цінність (калорійність) 100 г продукту	—
Найменування та місцезнаходження виробника	ТзОВ «Кава зі Львова», м. Львів, 79019, вул. Євгена Лисика, 12
Найменування та місцезнаходження підприємства, що здійснює функції щодо прийняття претензій від споживача	вул. Заповітна, 1, м. Львів, Україна
Позначення стандарту	—
Номер партії виробництва	1
Інформація про ГМО	без ГМО
Ціна кави за 100 грам	72 грн. 00 коп.

Таблиця 2.4.

Аналіз маркування кави Jacobs Monarch Classic

Назва продукту	КАВА НАТУРАЛЬНА СМАЖЕНА МЕЛЕНА JACOBS MONARCH CLASSIC («ЯКОБЗ МОНАРХ КЛАСІК»)
Склад продукту	–
Ступінь обсмажування	середньообсмажена
Країна походження сировини	–
Гатунок	Перший
Маса нетто пакувальної одиниці	70 грам
Умови зберігання	+
Термін придатності	до 15.01.2025
Спосіб приготування	+
Поживна (харчова) цінність 100 г продукту	білки – 13,9 грам жири – 14,4 грам вуглеводи – 2,8 грам
Енергетична цінність (калорійність) 100 г продукту	912 кДж / 218 ккал
Найменування та місцезнаходження виробника	Якобз Дау Егбертс ОПС БГ ІООД, вул. Ломско Шоуссе 121, м. Костінсброд, Болгарія, 2230
Найменування та місцезнаходження підприємства, що здійснює функції щодо прийняття претензій від споживача	ТОВ «Якобз Дау Егбертс Україна», Сумська обл., м. Тростянець, вул. Набережна 28, 42600
Позначення стандарту	–
Номер партії виробництва	LKO1140321
Інформація про ГМО	–
Ціна кави за 100 грам	81 грн. 50 коп.

Таблиця 2.5.

Аналіз маркування кави Кава натуральна смажена в зернах ТМ "1"

Назва продукту	КАВА НАТУРАЛЬНА СМАЖЕНА МЕЛЕНА ТМ «1»
Склад продукту	кава Робуста індійська натуральна смажена мелена (70 %), кава Арабіка колумбійська натуральна смажена мелена (30 %)
Ступінь обсмажування	–

Країна походження сировини	Індія, Колумбія
Ґатунок	Перший
Маса нетто пакувальної одиниці	200 грам
Умови зберігання	+
Термін придатності	–
Спосіб приготування	+
Поживна (харчова) цінність 100 г продукту	–
Енергетична цінність (калорійність) 100 г продукту	–
Найменування та місцезнаходження виробника	АТ «Мономах», вул. Комунальна, 10 смт. В. Димерка, Броварський р-н, Київська обл., 07442, Україна
Найменування та місцезнаходження підприємства, що здійснює функції щодо прийняття претензій від споживача	вул. Промислова, 33–А, смт. Велика Димерка, Броварський р-н, Київська обл., 07442, Україна
Позначення стандарту	ТУ У 19421419.002–99
Номер партії виробництва	–
Інформація про ГМО	–
Ціна кави за 100 грам	60 грн. 00 коп.

Таблиця 2.6.

Аналіз маркування кави Кава Жокей мелена Традиційна

Назва продукту	КАВА НАТУРАЛЬНА СМАЖЕНА МЕЛЕНА «ТРАДИЦІЙНИЙ», ТМ «ЖОКЕЙ»
Склад продукту	кава Робуста, кава Арабіка
Ступінь обсмажування	середньообсмажена
Країна походження сировини	Уганда, В'єтнам, Індія
Ґатунок	–
Маса нетто пакувальної одиниці	225 грам
Умови зберігання	+
Термін придатності	до 26.06.2026
Спосіб приготування	+
Поживна (харчова) цінність 100 г продукту	–
Енергетична цінність (калорійність)	–

100 г продукту	
Найменування та місцезнаходження виробника	ТОВ «Трейд», вул. Броварська 27А, с. Требухів, Броварський р-н, Київська обл., 07452, Україна
Найменування та місцезнаходження підприємства, що здійснює функції щодо прийняття претензій від споживача	вул. Броварська 27А, с. Требухів, Броварський р-н, Київська обл., 07452, Україна
Позначення стандарту	ТУ У 10.8–30309935–002:2017
Номер партії виробництва	71261129
Інформація про ГМО	–
Ціна кави за 100 грам	52 грн. 00 коп.

У межах проведеного дослідження здійснено аналіз інформації, зазначеної на упаковці натуральної смаженої меленої кави шести торговельних марок, з метою встановлення її повноти, достовірності та інформативності для споживача.

Серед зразків, які досліджувалися, тільки кава *Lavazza Qualita Oro* (виробник Luigi Lavazza S.p.A., Італія) містить чітке зазначення ботанічного походження – 100% арабіка, проте не вказано гатунок, поживну та енергетичну цінність, а також умови зберігання. Відсутність даних щодо масової частки кофеїну унеможливлює свідоме регулювання споживання цього біологічно активного компонента, який при надлишковому вживанні може чинити негативний вплив на організм.

Кава *Mason Cafe Classic Intense* (виробник ТзОВ «Річ Кава», Україна) містить лише Робусту, вказано гатунок – перший, країни походження сировини – Уганда та В'єтнам. Проте не зазначено ступінь обсмажування та спосіб приготування. Натомість на упаковці наведено показники харчової та енергетичної цінності, що є важливою інформацією для споживачів. Водночас відсутність даних про вміст кофеїну знижує інформативність маркування.

Для кави *Кава зі Львова “Еспресо”* (виробник ТзОВ «Кава зі Львова», Україна) вказано змішане походження сировини (Робуста /

Арабіка), країни походження (Бразилія, Уганда, В'єтнам, Камерун), однак не наведено співвідношення сортів. Відсутні дані про гатунок, поживну та енергетичну цінність, а також масову частку кофеїну, що не дозволяє споживачеві оцінити якість та вплив напою на здоров'я. Попри це, інформація про спосіб приготування та умови зберігання присутня.

Зразок **Jacobs Monarch Classic** (виробництво: Якобз Дау Егбертс ОПС БГ ІООД, Болгарія) містить обмежену інформацію про склад – ботанічний вид зерен не вказаний. Хоча зазначено гатунок (перший), ступінь обсмажування (середній) та спосіб приготування, проте не вказано країну походження сировини. Вміст поживних речовин наведено частково, але відсутня інформація щодо кофеїну. Як і в інших випадках, це не дозволяє споживачеві здійснювати усвідомлений вибір з урахуванням індивідуальної чутливості до кофеїну.

Кава ТМ «1» (виробник АТ «Мономах», Україна) є єдиною серед досліджених зразків, де точно вказане співвідношення сортів: 70% Робуста та 30% Арабіка. Проте не зазначено ступінь обсмажування, термін придатності, поживна цінність, енергетична цінність і масова частка кофеїну. Ця інформація є важливою для диференційованого підходу до вживання напою з урахуванням особистих потреб споживача.

У зразку **Жокей Традиційний** (виробник ТОВ «Трейд», Україна) також вказано країни походження (Уганда, В'єтнам, Індія), змішаний склад (Арабіка / Робуста), але співвідношення не вказане. Відомо лише про середній ступінь обсмажування. Відсутність даних щодо гатунку, поживної, енергетичної цінності та кофеїну знижує інформативність маркування.

Загалом, серед усіх проаналізованих зразків жоден не містив інформації про масову частку кофеїну, що є критичною характеристикою при оцінюванні впливу кави на здоров'я.

Таким чином, наявна практика маркування не забезпечує споживачів повною та достовірною інформацією, яка дозволила б приймати свідомі рішення при виборі та споживанні кави. Було б доцільно на законодавчому

рівні запровадити обов'язкове зазначення ботанічного виду зерен, їх співвідношення у суміші, країни вирощування, року збору врожаю, ступеня обсмажування, а також кількісного вмісту кофеїну. Додатково, на упаковці варто наводити орієнтовну кількість чашок, що відповідає рекомендованому добовому рівню споживання кофеїну.

2.2. Органолептична оцінка кави

Органолептична оцінка є одним із ключових етапів дослідження якості кави, що дозволяє охарактеризувати її зовнішній вигляд, колір, аромат та смакові властивості як у вигляді меленої продукції, так і у вигляді водного екстракту. Цей метод дозволяє швидко і доступно встановити відмінності між зразками різного походження, ступеня обсмаження, типу кавового зерна (арабіка, робуста чи їх суміш), а також вплив потенційних домішок або технологічних порушень.

У дослідженні було проаналізовано вісім зразків меленої кави, зокрема: «Lavazza Qualita Oro» (арабіка), кави зі стихійного ринку (арабіка), «Mason Cafe Classic Intense» (робуста), кави зі стихійного ринку (робуста), а також купажу арабіка/робуста: «Кава зі Львова», «Jacobs Monarch Classic», «Кава натуральна смажена в зернах ТМ "1"», «Кава Жокей мелена Традиційна». Результати проведених досліджень підсумовано в табл. 2.7-2.14.

Таблиця 2.7.

Органолептична оцінка кави «Lavazza Qualita Oro» (арабіка)

Зовнішній вигляд меленої кави	Порошкоподібна мелена кава коричневого кольору із видимими часточками зерен
Колір меленої кави	Темно-коричневий
Аромат меленої кави	Цикорію, відчувається кислинка
Колір екстракту кави	Темно-коричневий
Смак і аромат екстракту кави	Дуже гіркий смак, запах не різкий, приємний

Таблиця 2.8.

Органолептична оцінка кави зі стихійного ринку (арабіка)

Зовнішній вигляд меленої кави	Порошкоподібна мелена кава коричневого кольору із видимими часточками зерен
Колір меленої кави	Темно-коричневий
Аромат меленої кави	Виражений аромат кави, тютюну і шоколаду
Колір екстракту кави	Темно-коричневий
Смак і аромат екстракту кави	Смак гарячого шоколаду, присутній післясмак тютюну, трохи солодкий. Запах приємний (солодкуватий)

Таблиця 2.9.

Органолептична оцінка кави «Mason Cafe Classic Intense» (робуста)

Зовнішній вигляд меленої кави	Порошкоподібна мелена кава коричневого кольору із видимими часточками зерен
Колір меленої кави	Темно-коричневий
Аромат меленої кави	Неприємний аромат (горілого, перепаленого)
Колір екстракту кави	Темно-коричневий
Смак і аромат екстракту кави	Дуже гіркий смак (як у таблеток), солодкий запах

Таблиця 2.10.

Органолептична оцінка кави зі стихійного ринку (робуста)

Зовнішній вигляд меленої кави	Порошкоподібна мелена кава коричневого кольору із видимими часточками зерен
Колір меленої кави	Темно-коричневий
Аромат меленої кави	Виражений аромат тютюну. Смердить перепаленим, але не так сильно як в Жокей
Колір екстракту кави	Темно-коричневий
Смак і аромат екстракту кави	Гіркий і кислий на смак, в ароматі кави відчувається слабка кислінка

Таблиця 2.11.

Органолептична оцінка кави «Кава зі Львова» (арабіка/робуста)

Зовнішній вигляд меленої кави	Порошкоподібна мелена кава коричневого кольору із включенням оболонок кавових зерен
Колір меленої кави	Темно-коричневий
Аромат меленої кави	Цикорію
Колір екстракту кави	Темно-коричневий
Смак і аромат екстракту кави	Кислий смак, аромат цикорію

Таблиця 2.12.

Органолептична оцінка кави «Jacobs Monarch Classic» (арабіка/робуста)

Зовнішній вигляд меленої кави	Порошкоподібна мелена кава коричневого кольору із включенням оболонок кавових зерен
Колір меленої кави	Темно-коричневий
Аромат меленої кави	Цикорію
Колір екстракту кави	Темно-коричневий
Смак і аромат екстракту кави	Кислий смак, аромат цикорію слабший ніж у Кави зі Львова

Таблиця 2.13.

Органолептична оцінка кави «Кава натуральна смажена в зернах ТМ "1"»
(арабіка/робуста)

Зовнішній вигляд меленої кави	Порошкоподібна мелена кава коричневого кольору із зеленкуватим відтінком (світліша за Жокей)
Колір меленої кави	Темно-коричневий
Аромат меленої кави	Тютюну, тхне перепаленим (не такий виражений як у Жокей)
Колір екстракту кави	Темно-коричневий
Смак і аромат екстракту кави	Дуже кислий смак з гірчинкою, аромат екстракту кави кислий

Таблиця 2.14.

Органолептична оцінка кави «Кава Жокей мелена Традиційна»
(арабіка/робуста)

Зовнішній вигляд меленої кави	Порошкоподібна мелена кава коричневого кольору із видимими часточками зерен
Колір меленої кави	Темно-коричневий
Аромат меленої кави	Виражений аромат тютюну, смердить перепаленим
Колір екстракту кави	Темно-коричневий
Смак і аромат екстракту кави	Гіркий смак, неприємний аромат екстракту кави

Усі зразки мали порошкоподібну консистенцію та темно-коричневе забарвлення, що є типовим для меленої обсмаженої кави. Проте у зразках «Кава зі Львова» та «Jacobs Monarch Classic» спостерігалось включення оболонок кавових зерен, що може свідчити про нижчу якість сировини або менш ретельну технологічну обробку. Зразок ТМ "1" мав помітний зеленкуватий відтінок, що є нетиповим для обсмаженої кави та може вказувати на недостатній ступінь обсмаження або домішки.

За ароматичними характеристиками найбільш приємний, класичний аромат кави з нотками шоколаду та тютюну був зафіксований у зразку з ринку (арабіка). Водночас у зразках «Mason Cafe Classic Intense», «Кава Жокей», а також частково у ТМ "1", аромат меленої кави мав неприємні тони перепаленості, що різко знижує їхню органолептичну цінність. Аромат цикорію, типовий для дешевших купажів або кавових замінників, був чітко виражений у зразках «Кава зі Львова» та «Jacobs Monarch Classic», а також частково у «Lavazza Qualita Oro», хоча в останньому випадку аромат мав легку кислинку та був більш благородним.

Щодо смаку та аромату екстрактів, найбільш збалансований профіль виявлено у зразка «Lavazza Qualita Oro», який характеризувався дуже гірким, але приємним на аромат напоєм. Також позитивно оцінено зразок з ринку (арабіка), в якого смак нагадував гарячий шоколад, із характерним солодкуватим післясмаком і приємним ароматом.

Інші зразки переважно мали неприємні або надмірно кислі/гіркі

відтінки. Наприклад, у зразку «Mason Cafe Intense» смак нагадував гіркі таблетки, аромат був солодкуватим, але не врівноважував негативного смакового враження. У зразку «Кава Жокей» аромат екстракту був різко неприємним, що співпадає з загальною оцінкою якості. ТМ "1" та зразок з ринку (робуста) мали виражену кислотність, що може бути пов'язано з низькою якістю зерна або неправильними умовами зберігання.

Отже, за результатами органолептичної оцінки, найкращу якість продемонстрував зразок "Lavazza Qualita Oro", що підтверджує репутацію бренду та контроль якості при виробництві. Зразки з ринку (арабіка) також показали добрі органолептичні властивості, проте потребують додаткового дослідження на відповідність санітарно-гігієнічним нормам. Інші зразки, особливо ті, що містять робусту у складі, мали нижчі смако-ароматичні показники, що свідчить про меншу якість або порушення технології обсмажування.

2.3. Загальні показники якості кави

Визначення водневого показника (pH) екстракту кави

Визначення водневого показника екстракту кави проводили згідно з методикою, описаною у статті Bayle E.A. et al., 2019 [13]. pH кави досліджували за допомогою pH-метра AD 1020 (ADWA™, Румунія), який зображено на рис. 2.4.



Рис. 2.4. pH-метр AD 1020 ADWA™

3 г меленої кави вміщували в 250 мл конічну колбу Ерленмейєра, додавали 50 мл гарячої дистильованої води (~80 °C). Рівень рН визначали після охолодження екстракту кави до кімнатної температури (~24 °C).

Таблиця 2.15.

Результати визначення рН екстракту кави

Назва кави	рН
Mason Cafe Classic Intense (робуста)	6,12
Кава Жокей мелена Традиційна (арабіка/робуста)	5,91
Кава натуральна смажена в зернах ТМ "1" (арабіка/робуста)	5,72
Кава зі стихійного ринку (робуста)	5,72
Кава зі Львова (арабіка/робуста)	5,41
Jacobs Monarch (арабіка/робуста)	5,14
Lavazza Qualita Oro (арабіка)	5,14
Кава зі стихійного ринку (арабіка)	4,84

Загальна кислотність кави

Визначення загальної кислотності кави проводили згідно з методикою, описаною у статті Bayle E.A. et al., 2019 [13]. 10 г досліджуваної кави вміщували в 250 мл конічну колбу Ерленмейєра, додавали 75 мл 80 % етилового спирту (C₂H₅OH). Колбу закривали корком та залишали на 10 годин, час від часу збовтуючи. 10 мл екстракту фільтрували через фільтр “синя стрічка” переносячи у заздалегідь приготовлену конічну колбу Ерленмейєра. Фільтрат розбавляли водою до 100 мл і титрували 0,1 М стандартним розчином гідроксиду натрію (NaOH), використовуючи фенолфталеїн (C₂₀H₁₄O₄) як індикатор рН.

Загальну кислотність розраховували за формулою:

$$T_A = \frac{C(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) \cdot 1000}{m},$$

де C(NaOH) – концентрація розчину лугу, моль/л; V(NaOH) – об’єм розчину лугу, використаний для нейтралізації фільтрату, мл; m – маса зразка кави, г.

Таблиця 2.16.

Результати загальної кислотності кави

Назва кави	ТА, мл/100г
Lavazza Qualita Oro (арабіка)	9,0
Кава зі стихійного ринку (арабіка)	8,0
Jacobs Monarch (арабіка/робуста)	6,0
Кава Жокей мелена Традиційна (арабіка/робуста)	5,3
Кава натуральна смажена в зернах ТМ "1" (арабіка/робуста)	5,3
Кава зі стихійного ринку (робуста)	4,7
Кава зі Львова (арабіка/робуста)	4,3
Mason Cafe Classic Intense (робуста)	4,0

Насипна маса

Насипна маса – це характеристика сипких матеріалів, яка розраховується шляхом ділення загальної маси матеріалу на його загальний об'єм, включаючи порожнечі [14]. Насипна маса визначається як вага одиниці об'єму порошку, виражена в таких одиницях, як г/см³, кг/м³ або г/100мл. Розрахунок передбачає вимірювання об'єму певної кількості порошку після ущільнення. Ця властивість має економічне і функціональне значення, впливаючи на вартість транспортування, ефективність пакування і загальні характеристики порошоків.

Насипна маса залежить від розміру, форми і властивостей поверхні частинок. Порошки з гладкою та однорідною поверхнею мають більшу насипну масу. Порошки з меншою насипною масою мають більший об'єм упаковки для тієї ж кількості матеріалу. Загалом, насипна маса збільшується зі зменшенням розміру частинок, оскільки більша кількість частинок займає заданий об'єм, що дозволяє зменшити порожнечі між частинками. Висока насипна маса бажана для зменшення витрат на транспортування та пакування. Крім того, насипна маса впливає на інші властивості порошку, такі як сипучість і розчинність.

У мірний циліндр на 10 см³ насипали каву через скляну лійку. Після ущільнення проби постукуванням об поверхню столу визначали об'єм взятої

кави. Насипну масу розраховували за формулою:

$$\rho_{\text{нас.}} = \frac{m_2 - m_1}{V},$$

де m_1 – маса пустого циліндра, г; m_2 – маса циліндра з матеріалом, г;
 V – об’єм циліндра, см³.

Таблиця 2.17.

Результати насипної маси кави

Назва кави	$\rho_{\text{нас.}}$, г/л
Mason Cafe Classic Intense (робуста)	349,88
Кава зі Львова (арабіка/робуста)	329,11
Кава натуральна смажена в зернах ТМ "1" (арабіка/робуста)	321,53
Jacobs Monarch (арабіка/робуста)	318,78
Lavazza Qualita Oro (арабіка)	304,26
Кава зі стихійного ринку (арабіка)	297,98
Кава зі стихійного ринку (робуста)	291,55
Кава Жокей мелена Традиційна (арабіка/робуста)	285,04

Визначення вологості кави

Визначення вологи кави проводили згідно з ДСТУ ISO 11294:2005 [15]. Висушували досліджувані зразки кави за допомогою сушильної шафи «Liberton» (рис. 2.5).



Рис. 2.5. Сушильна шафа «Liberton»

Підготовка тигля. Тигель і кришку висушували у сушильній шафі «Liberton» протягом 1 години при температурі 103 °С. Виймали тигель і кришку із сушильної шафи та охолоджували їх до кімнатної температури (~24 °С) в ексикаторі. Тигель із кришкою зважували з точністю до 0,0001 г на аналітичних вагах Axis.

Проба для аналізу. 5 г кави досліджуваної кави поміщали у підготовлений тигель. Тигель закривали кришкою та зважували з точністю до 0,0001 г на аналітичних вагах.

Проведення аналізу. Тигель, що містить пробу кави, що аналізується, зі знятою кришкою, поміщали у сушильну шафу «Liberton», нагріту до 103 °С і висушували протягом 2 годин. Закривали кришкою тигель і поміщали в ексикатор. Охолоджували до кімнатної температури (~24 °С) і зважували з точністю до 0,0001 г на аналітичних вагах Axis.

Обробка результатів. Втрату маси за температури 103 °С у відсотках від маси проби, обчислювали за формулою

$$W = \frac{100 \cdot (m_1 - m_2)}{(m_1 - m_0)},$$

де m_0 – маса пустого бюксу з кришкою, г; m_1 – маса бюксу з аналізованою пробой та кришкою до висушування, г; m_2 – маса бюксу з аналізованою пробой та кришкою після висушування, г.

Таблиця 2.18.

Результати визначення вологості кави

Назва кави	W, %
Кава зі стихійного ринку (арабіка)	5,225
Jacobs Monarch (арабіка/робуста)	4,082
Кава зі стихійного ринку (робуста)	2,885
Кава зі Львова (арабіка/робуста)	2,849
Mason Cafe Classic Intense (робуста)	2,777
Lavazza Qualita Oro (арабіка)	2,440
Кава Жокей мелена Традиційна (арабіка/робуста)	1,040
Кава натуральна смажена в зернах ТМ "1" (арабіка/робуста)	1,014

Визначення зольності кави

Зола – це неорганічний залишок від спалювання органічної речовини. Вміст золи визначається за втратою ваги, яка відбувається під час повного окислення зразка при високій температурі (зазвичай від 500 до 600 °C) через випаровування органічних матеріалів. Для повного озолення нагрівання продовжують до тих пір, поки отримана зола не стане однорідною за кольором, білою або сірою, іноді зеленою або червонуватою, і не містить частинок незгорілого вуглецю та розплавлених грудок.

Аналіз золи в основному використовується для визначення фальсифікації певних харчових продуктів. Високий показник золи свідчить про наявність неорганічної домішки, і ця умова доцільна для визначення нерозчинної в кислоті золи. З багатьма харчовими продуктами корисно визначити не лише загальну кількість золи, але також розчинну та нерозчинну у воді золу, лужність розчинної та загальної золи, а також частку золи, нерозчинної в кислотах. Високий вміст нерозчинної в кислоті золи свідчить про наявність піску або бруду в зразку.

Визначення зольності кави проводили згідно з ISO 1575:1987 [16]. Висушували досліджувані зразки кави у фарфорових тиглях за допомогою муфельної печі SNOL–8.2/1100 (рис. 2.6).



Рис. 2.6. Муфельна піч SNOL–8.2/1100

Підготовка досліджуваного зразка кави до аналізу. 10 г кави досліджуваної кави зважували з точністю до 0,0001 г на аналітичних вагах Axis на беззольному фільтрі. Наважку загортали у беззольний фільтр і поміщали попередньо прожарений до постійної маси фарфоровий тигель. Потім наважку кави обережно обвуглювали у полум'ї газового пальника.

Проведення аналізу. Після обвуглювання тигель з наважкою поміщали у муфельну піч SNOL–8.2/1100. Озолення проводили до повного зникнення чорних частинок, поки колір золи не стане білим або злегка сіруватим. Тигель з прожареною золою переносили в ексикатор, охолоджували протягом 30 хвилин і зважували з похибкою не більше 0,0001 г.

Обробка результатів. Вміст золи X (у %) розраховували за формулою:

$$X = \frac{(m_2 - m_1) \cdot 100}{m},$$

де m_2 – маса фарфорового тигля із золою, г; m_1 – маса порожнього фарфорового тигля, г; m – маса досліджуваної речовини, г.

Таблиця 2.19.

Результати визначення зольності кави

Назва кави	X, %
Кава Жокей мелена Традиційна (арабіка/робуста)	4,705
Кава натуральна смажена в зернах ТМ "1" (арабіка/робуста)	4,572
Кава зі Львова (арабіка/робуста)	4,534
Mason Cafe Classic Intense (робуста)	4,520
Кава зі стихійного ринку (робуста)	4,504
Jacobs Monarch (арабіка/робуста)	4,444
Lavazza Qualita Oro (арабіка)	4,301
Кава зі стихійного ринку (арабіка)	3,814

***Визначення масової долі екстрактивних речовин
за допомогою рефрактометра***

Визначення екстрактивних речовин у каві проводили згідно з ГОСТом 6805–97. Метод ґрунтується на добуванні екстрактивних речовин із наважки аналізованої кави кип'ятінням з водою. Рефрактометричний метод – метод, який заснований на різному заломленні світла водним екстрактом кави різної концентрації.

Підготовка досліджуваного зразка кави до аналізу. Наважку кави масою 10 г, зважену на аналітичних вагах Axis, поміщали в термостійку хімічну склянку, заливали 150 мл кип'яченої дистильованої води і кип'ятили протягом 5 хвилин. Після кип'ятіння вміст склянки переносили у мірну колбу на 200 мл, змивали частинки дистильованою водою, охолоджували до 20 °С і доводили дистильованою водою до мітки. Після відстоювання частину рідини (100 мл) фільтрували через беззольний фільтр “синя стрічка” у суху колбу.

Проведення аналізу. Для аналізу 2 краплі екстракту наносили на призму рефрактометра РПЛ–4 (рис. 2.7) та занотовували показник заломлення за лівою шкалою. Одночасно також визначали показник заломлення дистильованої води, який при температурі 20 °С дорівнює 1,3330.



Рис. 2.7. Рефрактометр РПЛ-4

За остаточний результат аналізу приймали середнє арифметичне значення результатів двох паралельних визначень, абсолютна розбіжність між якими, що допускається, не повинна перевищувати 0,3 %.

Обробка результатів. Масову частку екстрактивних речовин обчислювали за формулою:

$$X = K \cdot (n_1 - n_2) \cdot 10^4,$$

де K – коефіцієнт перерахунку на відсотковий вміст екстрактивних речовин, що дорівнює 1,15; n_1 – показник заломлення досліджуваного екстракту кави; n_2 – показник заломлення води за тієї самої температури; 10^4 – коефіцієнт для отримання результату в цілих одиницях. Таким чином

$$X = 11500 \cdot (n_1 - n_2), \text{ \%}.$$

Показник заломлення екстрактів кави «Lavazza Qualita Oro» (арабіка), кави зі стихійного ринку (арабіка), «Кава зі Львова» (арабіка/робуста), «Jacobs Monarch Classic» (арабіка/робуста), «Кава натуральна смажена в зернах ТМ "1"» (арабіка/робуста), «Кава Жокей мелена Традиційна» (арабіка/робуста) – 1.3334; «Mason Cafe Classic Intense» (робуста), кави зі

стихійного ринку (робуста) – 1.3335

Таблиця 2.20.

Результати визначення масової долі екстрактивних речовин кави
рефрактометром

Назва кави	X, %
Mason Cafe Classic Intense (робуста)	5,75
Кава зі стихійного ринку (робуста)	5,75
Lavazza Qualita Oro (арабіка)	4,6
Кава зі стихійного ринку (арабіка)	4,6
Кава Жокей мелена Традиційна (арабіка/робуста)	4,6
Кава зі Львова (арабіка/робуста)	4,6
Jacobs Monarch (арабіка/робуста)	4,6
Кава натуральна смажена в зернах ТМ "1" (арабіка/робуста)	4,6

***Визначення масової долі екстрактивних речовин
приготовлених в кавоварці***

Для порівняння було проведено екстракцію речовин в каві через кавоварку «Hilton» (рис. 2.8). Даний метод ґрунтується на процесі екстракції, коли з подрібнених кавових зерен під впливом води в кавоварці виводяться екстрактивні речовини.



Рис. 2.8. Кавоварка «Hilton»

У даному досліді наважку кави (10 г) і дистильовану воду (150 мл) не змішували, а висипали/виливами у спеціальні відсіки кавоварки. Після приготування екстракт кави переносили у мірну колбу на 200 мл, змивали

частинки дистильованою водою, охолоджували до 20 °С і доводили тією ж водою до мітки. Після відстоювання частину екстракту фільтрували через подвійний складчастий фільтр у конічну колбу. Для аналізу 3 краплі екстракту кави наносили на призму рефрактометра та занотовували показник заломлення досліджуваного екстракту кави.

Показник заломлення усіх екстрактів кави – 1.3333.

Таблиця 2.21.

Результати визначення масової долі екстрактивних речовин кави з кавоварки

Назва кави	X, %
Lavazza Qualita Oro (арабіка)	3,45
Кава зі стихійного ринку (арабіка)	3,45
Mason Cafe Classic Intense (робуста)	3,45
Кава зі стихійного ринку (робуста)	3,45
Кава зі Львова (арабіка/робуста)	3,45
Jacobs Monarch (арабіка/робуста)	3,45
Кава натуральна смажена в зернах ТМ "1" (арабіка/робуста)	3,45
Кава Жокей мелена Традиційна (арабіка/робуста)	3,45

Визначення масової долі екстрактивних речовин висушуванням

Метод ґрунтується на екстракції компонентів з наважки аналізованої кави шляхом кип'ятіння з водою. Масу екстрактів після випаровування води визначають шляхом точного зважування.

Метод застосовують у випадку наявності розбіжностей у значеннях масової частки екстрактивних речовин.

Підготовка досліджуваного зразка кави до аналізу. Наважку кави масою 10 г, зважену на аналітичних вагах Axis, поміщали в термостійку хімічну склянку, заливали 100 мл кип'яченої дистильованої води і кип'ятили протягом 5 хвилин. Після кип'ятіння вміст склянки переносили у мірну колбу на 200 мл, змивали частинки дистильованою водою, охолоджували до 20 °С і доводили дистильованою водою до мітки. Після відстоювання

частину рідини фільтрували через беззольний фільтр “синя стрічка” у суху колбу. Отриманий екстракт кави використовували для аналізу.

Проведення аналізу. Для аналізу 25 мл екстракту кави переносили піпеткою у випарну чашу і випарювали на водяній бані. Отриманий залишок висушували у сушильній шафі при температурі 90-95 °С протягом 2,5 годин і після охолодження в ексікаторі повторно зважували. Результат зважування записували із точністю до другого десяткового знаку.

Обробка результатів. Масову частку екстрактивних речовин X , % у перерахунку на суху речовину обчислювали за формулою:

$$X = \frac{m_2 \cdot V \cdot 100}{m \cdot V_1 \cdot (1 - 0,01 \cdot w)},$$

m_2 – маса сухого залишку, г; V – об’єм екстракту кави в мірній колбі, мл; w – масова частка вологи аналізованої наважки меленої кави, %; V_1 – об’єм екстракту кави, що висушується, мл; m – маса наважки меленої кави, г.

При постійних значеннях об’єму екстракту кави в мірній колбі (200 мл), маси наважки кави (10 г) та об’єму екстракту (25 мл), що висушується, ця формула спрощується і набуває наступного вигляду:

$$X = \frac{80 \cdot m_2}{1 - 0,01 \cdot w}.$$

Таблиця 2.22.

Визначення масової долі екстрактивних речовин після висушування

Назва кави	X, %
Mason Cafe Classic Intense (робуста)	61,580
Кава Жокей мелена Традиційна (арабіка/робуста)	59,869
Кава натуральна смажена в зернах ТМ "1" (арабіка/робуста)	59,389
Lavazza Qualita Oro (арабіка)	57,799
Кава зі стихійного ринку (арабіка)	53,828
Кава зі стихійного ринку (робуста)	52,275
Jacobs Monarch (арабіка/робуста)	49,647
Кава зі Львова (арабіка/робуста)	46,403

2.4. Фізико-хімічні показники якості кави

Визначення цикорію у каві

Цикорій містить інулін, який гідролізується до левулези. Кава не містить інуліну. Про наявність цикорію свідчить позитивна реакція з реактивом Селіванова.

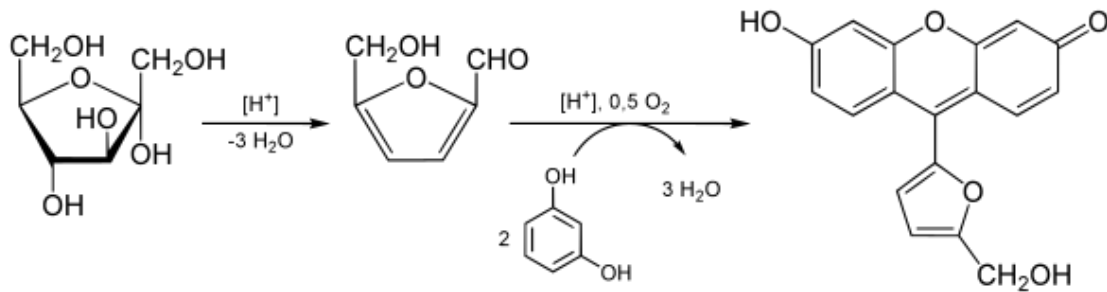


Рис. 2.9. Реакція Селіванова

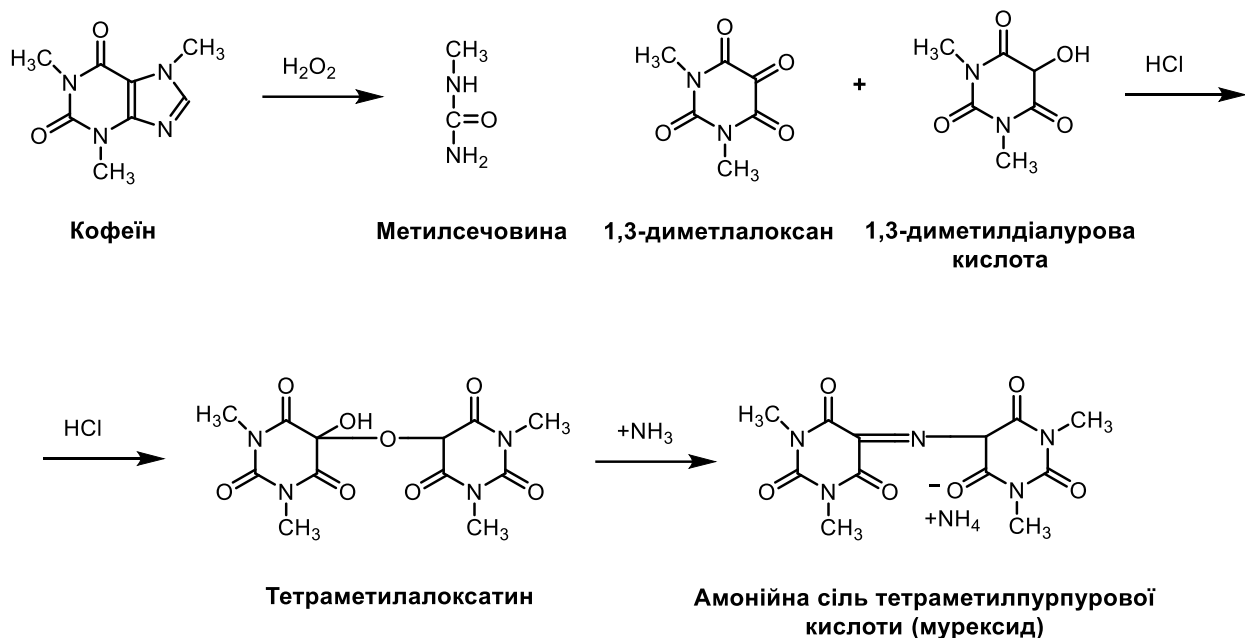
Якісний метод з реактивом Селіванова. 25 мл 2 % водного екстракту кави освітлювали нейтральним розчином ацетату свинцю ($\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) та відфільтровували його. До 5 мл фільтрату додавали 5 мл реактиву Селіванова та 1 мл 37 % хлоридної кислоти ($\rho = 1,190 \text{ г/см}^3$). Розчин кип'ятили протягом 2 хвилин. Поява виразного червоного кольору при стоянні вказує на наявність цикорію в каві.

Після кип'ятіння 6 екстрактів кави забарвились в червоний колір, що свідчить про наявність цикорію у каві. Після проведення експерименту на поверхні екстрактів також з'явилися дрібні сяючі кристалики. Цикорій у каві було виявлено у всіх зразках кави, які були куплені в супермаркеті.

Визначення вмісту кофеїну в каві

Визначення кофеїну у каві проводили згідно з ДСТУ 4102–2002 [17]. Фотометричний метод визначення кофеїну базується на гідролітичному окисненні кофеїну до тетраметиленоксантину, який у подальшому перетворюється на тетраметилпурпурову кислоту (мурексидна проба). Отриману сполуку піддають фотометричному аналізу шляхом вимірювання інтенсивності її забарвлення. Метод дозволяє коректно визначати вміст кофеїну у розчині від 10 мкг/мл до 30 мкг/мл. Дана реакція характерна для

усіх пуринових алкалоїдів [14]:



Підготовка досліджуваного зразка кави до аналізу. Наважку кави масою 2 г, зважену на аналітичних вагах Axis, поміщали у термостійку хімічну склянку, заливали 100 мл киплячої дистильованої води і кип'ятили протягом 5 хвилин. Отриманий розчин охолоджували до кімнатної температури ($\sim 24^\circ\text{C}$), після чого переносили у мірну колбу місткістю 250 мл та доводили об'єм дистильованою водою до мітки.

Екстракція кіфеїну. У ділильну лійку послідовно вносили 10–15 мл хлороформу (CHCl_3), 2 мл проби розчину кави та 0,5 мл розчину гідроксиду калію (KOH). Лійку закривали притертим корком і обережно перемішували вміст протягом 1 хвилини. Після розшарування нижній (хлороформний) шар, що містить екстрагований кіфеїн, відбирали у випарну чашку. Хлороформ випаровували на водяній бані досуха. До сухого залишку додавали 1 мл розчину хлоридної кислоти (HCl), ретельно змиваючи залишки з дна чашки, а потім – 0,2 мл розчину пероксиду водню (H_2O_2). Суміш перемішували обертальними рухами та витримували при кімнатній температурі протягом 20 хвилин. Далі пробу нагрівали на киплячій водяній бані до повного випаровування рідини та утворення сухого пурпурового залишку – тетраметилпурпурової кислоти (ТМПК).

Методика визначення кофеїну у каві. До охолодженої чашки з залишком додавали 5–10 мл дистильованої води і залишали до повного розчинення. Отриманий розчин пурпурового кольору кількісно переносили у мірну колбу і доводили об'єм до мітки дистильованою водою. Оптичну густину розчину вимірювали на спектрофотометрі ULAB 102–UV (рис. 2.10) на довжині хвилі 540 нм, використовуючи кювети з товщиною поглинаючого шару 10 см.



Рис. 2.10. Спектрофотометр ULAB 102–UV

Обробка результатів аналізу. Масову частку кофеїну (X, %) у перерахунку на суху речовину визначали за формулою:

$$X = \frac{1,03 \cdot C \cdot V_{\phi} \cdot V}{10^6 \cdot V_e \cdot m} \cdot \frac{100 \cdot 100}{100 - w},$$

де C – концентрація кофеїну в розчині, що фотометрується, мкг/мл; V_{ϕ} – об'єм розчину ТМПК, що фотометрується, мл; V – об'єм розчину кави для вимірювання, мл; V_e – об'єм розчину кави, який відібрали на екстрагування, мл; m – маса наважки кави, г; w – масова частка вологи, %.

Таблиця 2.23.

Результати визначення кофеїну в каві

Назва кави	X, %
Mason Cafe Classic Intense (робуста)	5,83
Кава зі стихійного ринку (робуста)	5,44
Кава Жокей мелена Традиційна (арабіка/робуста)	4,81
Кава натуральна смажена в зернах ТМ "1" (арабіка/робуста)	4,55

Jacobs Monarch (арабіка/робуста)	4,43
Кава зі Львова (арабіка/робуста)	4,24
Lavazza Qualita Oro (арабіка)	3,83
Кава зі стихійного ринку (арабіка)	3,67

Визначення поліфенолів у каві

Метод Фоліна–Чокальтеу є еталонним методом кількісного визначення загальних (полі)фенолів у харчових продуктах. Незважаючи на те, що реактив Фоліна–Чокальтеу, який використовується в даній методиці, доступний на ринку, його також можна приготувати відповідно до протоколу шляхом кип'ятіння суміші вольфрамату натрію ($\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 100 г), молібдату натрію ($\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 25 г), концентрованої хлоридної кислоти (HCl , 100 мл), 85 % фосфорної кислоти (H_3PO_4 , 50 мл) і води (H_2O , 700 мл) протягом 10 годин (рис. 2.11). Процес генерує жовтий розчин, що складається з комплексних сполук, фосфорно-молібденової кислоти ($\text{H}_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}$) і фосфорно-вольфрамової кислоти ($\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$). Після кип'ятіння додають сульфат літію ($\text{Li}_2\text{SO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 150 г), щоб зменшити утворення осаду. Якщо реактив позеленів через забруднення відновників, його якість можна відновити, додавши кілька крапель бром у або невелику кількість 30 % перекису водню [18].



M = Mo або W

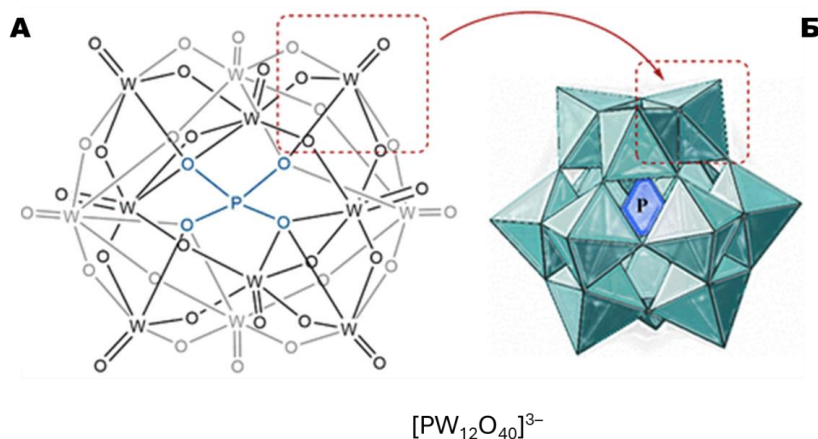


Рис. 2.11. Приготування реактиву Фоліна–Чокальтеу: а) структура α -Кеггіна аніонної похідної $[\text{PW}_{12}\text{O}_{40}]^{3-}$; б) форма багатогранної моделі [18]

Точна хімічна структура реактиву Фоліна–Чокальтеу невідома; однак він описується як складна суміш фосфорно-вольфрамової та фосфорно-молібденової кислот, яка відновлюється під час аналізу для отримання синього хромофора з максимальним поглинанням при 765 нм. У 1933 році Кеггін розгадав структуру кислоти $\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$ за допомогою порошкової рентгенівської дифракції (див. рис. 2.11). Структура α -Кеггіна аніонних похідних фосфорно-вольфрамової та фосфорно-молібденової кислот має загальну формулу $[\text{XM}_{12}\text{O}_{40}]^{n-}$, де X – гетероатом (у реактиві Фоліна–Чокальтеу X – п’ятивалентний фосфор P(V)), M – додатковий атом (молібдену, Мо та/або вольфраму, W), а O – кисень. Структура має тетраедричну симетрію і складається з одного фосфору, оточеного чотирма атомами кисню (зображені синім кольором на рис. 2.11). 12 октаедричних одиниць MO_6 , які оточують гетероатом ядра, з’єднані сусідніми атомами кисню [18].

Метод Фоліна–Чокальтеу заснований на реакції переносу електронів, у якій антиоксидант діє як донор електронів, а реактив Фоліна–Чокальтеу діє як окислювач (див. рис. 2.12) [18].

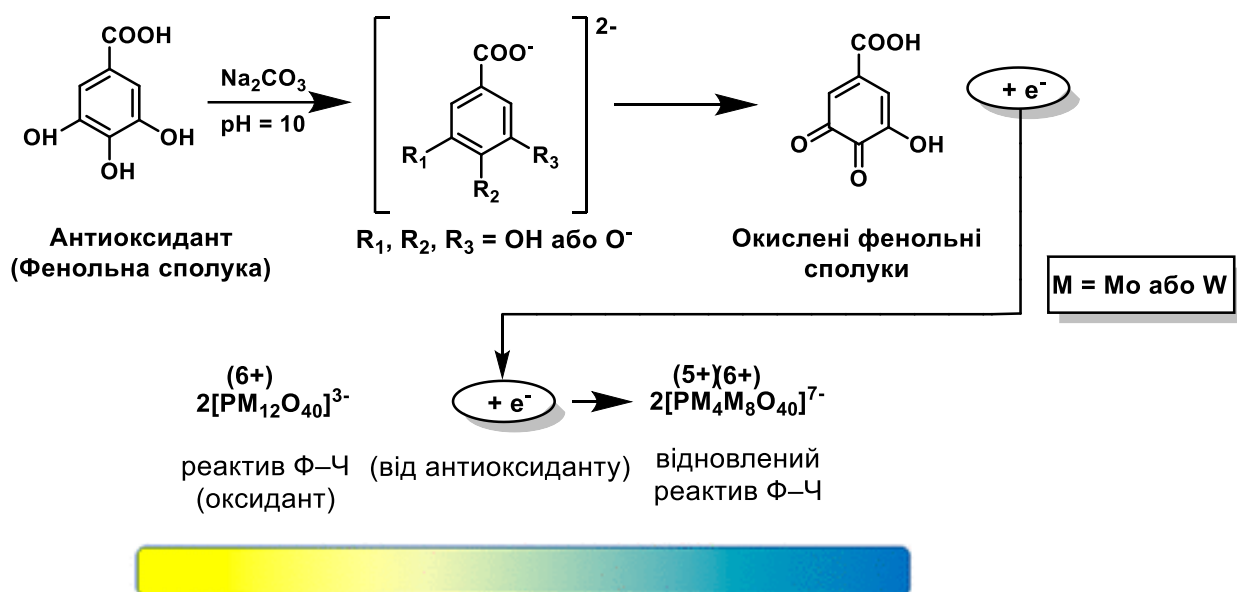


Рис. 2.12. Загальна окисно-відновна реакція в аналізі Фоліна–Чокальтеу [18]

Відновлення аніонних похідних фосфорно-вольфрамової та фосфорно-молібденової кислот антиоксидантами викликає зміну кольору від

жовтого до синього, причому величина зміни кольору після завершення реакції прямо пропорційна відновній активності фенольних сполук. Відновну здатність антиоксиданту часто вимірюють як еквіваленти галової кислоти. Більш детально, перенесення електронів від фенольних сполук до комплексів фосфорно-молібденової/фосфовольфрамової кислоти в лужному розчині утворює сині комплекси, які виявляю спектроскопічним методом при ~ 760 нм. Поліфеноли реагують з реактивом Фоліна–Чокальтеу лише за основних умов (рН 10, відкоригований розчином карбонату натрію). Хоча точний хімічний склад реакції Фоліна–Чокальтеу невідомий, серія оборотних одно- або двоелектронних реакцій, що сприяють фенольним сполукам при основному рН, змінює початковий жовтий реактив Фоліна–Чокальтеу ($\text{H}_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40} + \text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$) на синій, який може бути $(\text{PMoW}_{11}\text{O}_{40})$, $(\text{PM}_{12}\text{O}_{40})^{7-}$ ($\text{M} = \text{Mo}$ або W), або $\text{Mo}_8\text{O}_{23} + \text{W}_8\text{O}_{23}$. Припускається, що молібдати легше відновлюються, ніж вольфрамати в гетерополярних солях; отже, реакція перенесення електрона відбувається між фенольною сполукою та Mo(VI) , і деякі з Mo^{6+} у комплексі відновлюються до Mo^{5+} шляхом прийняття електрона від фенольного антиоксиданту (рис. 2.12) [20].

Підготовка досліджуваного зразка кави до аналізу. Наважку кави масою 0.5 г, зважену на аналітичних вагах Axis, поміщали в термостійку хімічну склянку місткістю 200 мл, додавали 25 мл дистильованої води (температура ~ 60 °C). Перемішували до повного проходження екстракції проби і охолоджували до кімнатної температури (~ 24 °C). За допомогою піпетки Пастера поміщали 1 мл екстракту кави в мірну колбу місткістю 100 мл, доводили дистильованою водою до мітки і ретельно перемішували.

Методика визначення поліфенолів у каві. У мірну колбу на 25 мл відбирали аліквоту з приготовленої проби, додавали 2 мл реактиву Фоліна–Чокальта і через декілька хвилин 10 мл 7,5 % розчину карбонату натрію (Na_2CO_3) і доводили об'єм водою до мітки в мірній 25 мл колбі. Оптичну густину приготованих розчинів вимірювали через 40 хвилин на спектрофотометрі ULAB 102–UV, використовуючи світлофільтр із

довжиною хвилі ($\lambda = 747$ нм) у кюветах з товщиною поглинаючого шару 10 мм. У якості розчину порівняння використовували: 2 мл реактиву Фоліна–Чокальта і через декілька хвилин 10 мл 7,5 % розчину Na_2CO_3 і доводили об'єм дистильованою водою до мітки у мірній 25 мл колбі.

Побудова калібрувальної кривої. Для побудови калібрувальної кривої у мірні колби на 25 мл вносили 0.0; 0.25; 0.5; 1.0; 1.5; 2.0 та 5.0 мл робочого розчину галової кислоти, до кожної проби додавали 2 мл реактиву Фоліна–Чокальта і через декілька хвилин 10 мл 7,5 % розчину Na_2CO_3 і доводили об'єм дистильованою водою до мітки (рис. 2.13). В одержаних розчинах концентрація галової кислоти у перерахунку на досліджувану пробу дорівнює 0.0; 2.0; 4.0; 8.0; 12.0; 16.0 та 40.0 мкг галової к-ти/мл.

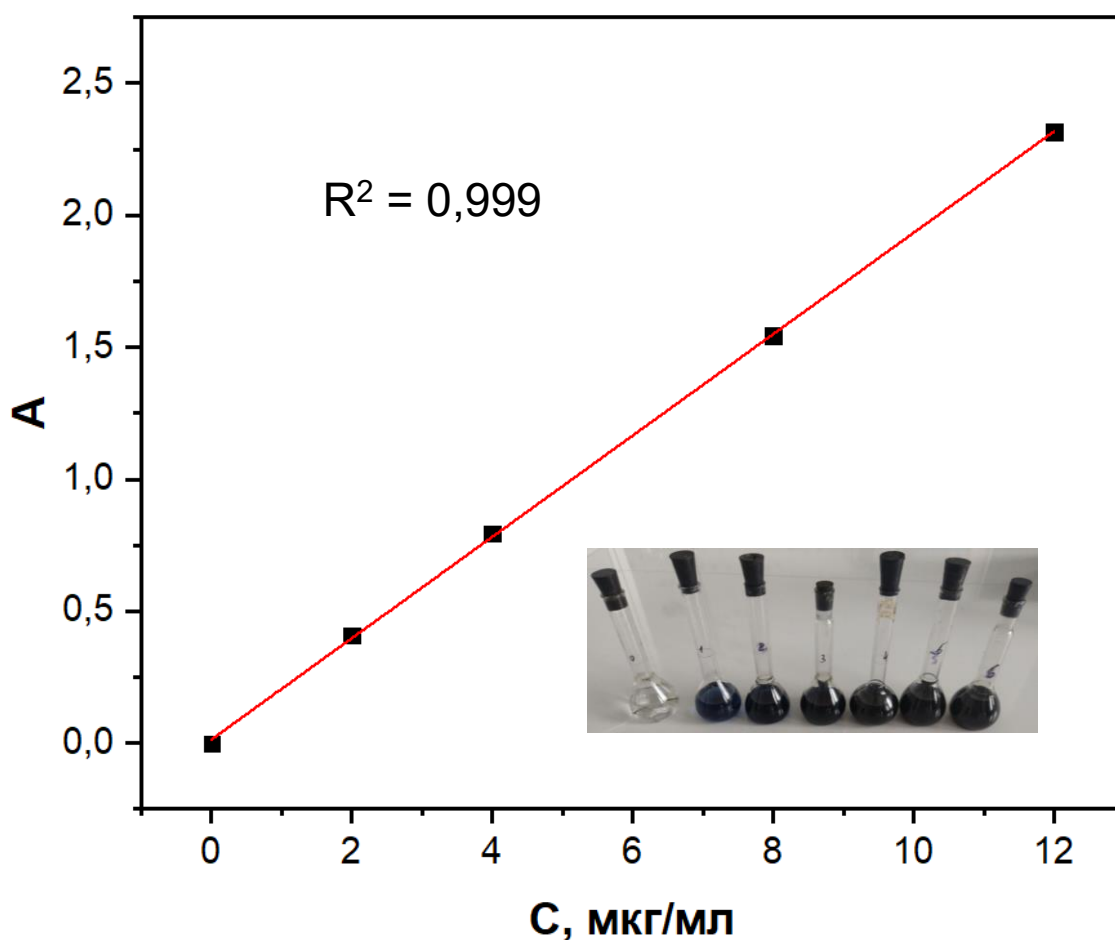


Рис. 2.13. Калібрувальний графік для визначення концентрації поліфенолів, побудований за допомогою програми Origin

Обробка результатів аналізу. За даними оптичної густини розчину розраховували концентрацію вмісту поліфенолів (мкг/мл), враховуючи розведення.

Концентрацію поліфенолів (мг/г) визначали за формулою:

$$C_p = \frac{C_x \cdot V \cdot K_p}{m \cdot 1000},$$

де C_x – концентрація поліфенолів, мкг/мл; V – об'єм екстракту, мл; K_p – коефіцієнт розведення (1:100); m – маса наважки зразка, г; 1000 – коефіцієнт перерахунку з мкг у мг.

Таблиця 2.24.

Результати визначення поліфенолів в екстрактах кави

Назва кави	C_p , мг/г
Mason Cafe Classic Intense (робуста)	24,85
Jacobs Monarch (арабіка/робуста)	24,75
Кава зі Львова (арабіка/робуста)	23,80
Lavazza Qualita Oro (арабіка)	22,90
Кава зі стихійного ринку (арабіка)	22,80
Кава натуральна смажена в зернах ТМ "1" (арабіка/робуста)	22,20
Кава зі стихійного ринку (робуста)	22,15
Кава Жокей мелена Традиційна (арабіка/робуста)	21,85

Визначення вмісту флавоноїдів у каві

Загальний вміст флавоноїдів (ЗВФ) у зразках досліджуваної кави визначали спектрофотометрично згідно з методикою, описаною у статті у Hudáková J. et al., 2016 [19]. Метод ґрунтується на утворенні жовтих хелатних комплексів флавоноїдів з хлоридом алюмінію, які мають характерне поглинання у видимій ділянці спектра (рис. 2.14).

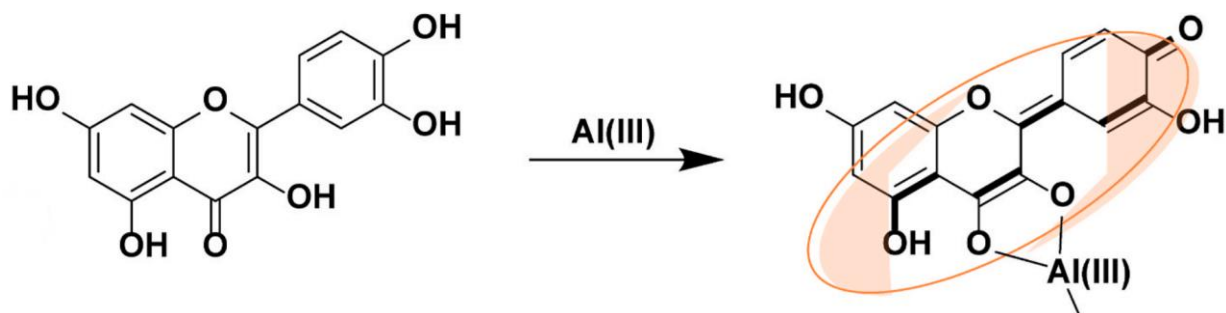


Рис. 2.14. Ілюстрація хелату Al(III) – кверцетину [20]

Підготовка досліджуваного зразка кави до аналізу. Наважку кави масою 1 г, зважену на аналітичних вагах Axis, поміщали в колбу, додавали 20 мл 80 % етилового спирту (C_2H_5OH). Перемішували протягом 30 хвилин на водяній бані при температурі $\sim 30^\circ C$ до повного проходження екстракції і охолоджували до кімнатної температури ($\sim 24^\circ C$). Екстракт кави фільтрували через фільтр “синя стрічка”. За допомогою піпетки Пастера поміщали 1 мл відфільтрованого екстракту кави в мірну колбу місткістю 100 мл, доводили дистильованою водою до мітки і ретельно перемішували.

Методика визначення флавоноїдів у каві. У колбу вносили 1 мл розведеного кавового екстракту, додавали 4 мл дистильованої води і 0,3 мл 5 % розчину нітриту натрію ($NaNO_2$). Після 5 хвилин інкубації додавали 0,3 мл 10 % розчину хлориду алюмінію ($AlCl_3$), а ще через 6 хвилин до суміші додавали 2 мл 1 М розчину гідроксиду натрію ($NaOH$) і 2,4 мл дистильованої води та перемішували. Оптичну густину приготованих розчинів вимірювали на спектрофотометрі ULAB 102–UV, використовуючи світлофільтр із довжиною хвилі 510 нм у кюветах з товщиною поглинаючого шару 10 мм. У якості розчину порівняння використовували дистильовану воду. Схему комплексоутворення Al(III)–флавоноїдів наведено рис. 2.15.

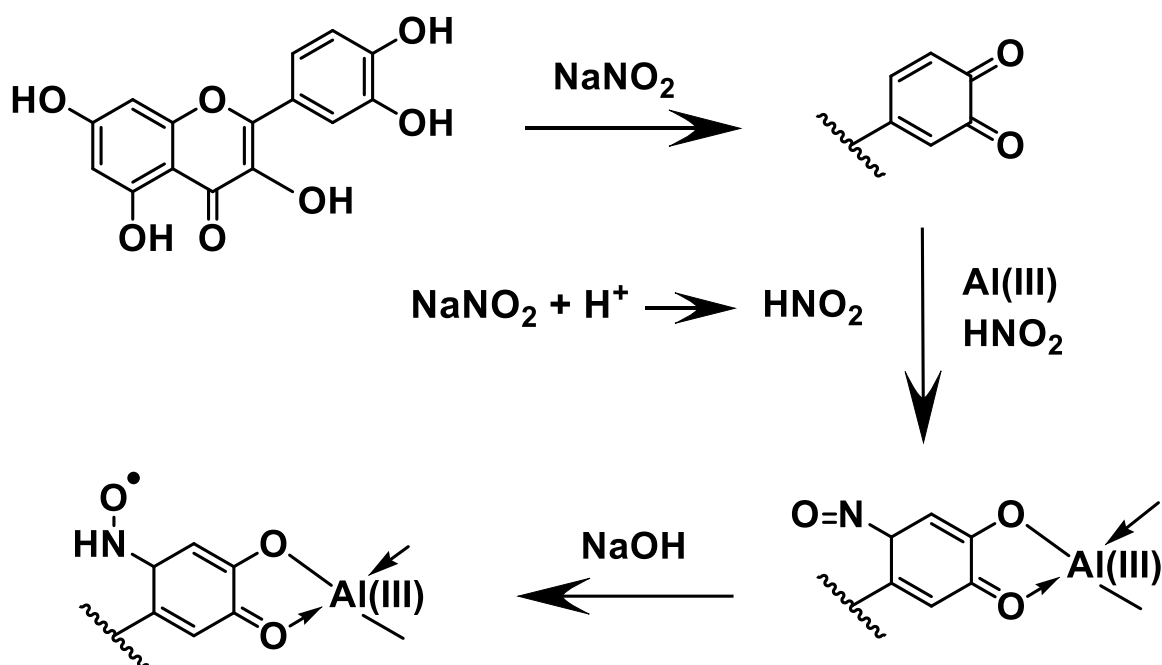


Рис. 2.15. Схема нітрозилювання комплексів Al(III) з флавоноїдами у присутності NaNO₂ [20]

Побудова калібрувальної кривої. Калібрувальну криву для спектрофотометричного визначення ЗВФ у зразках кави було побудовано з використанням стандартного розчину кверцетину концентрацією 100 мг/л (рис. 2.16). У мірні колби вносили різний об'єм стандартного розчину кверцетину, до кожної колби додавали 0,3 мл 10 % розчину AlCl₃, а ще через 6 хвилин до суміші додавали 2 мл 1 М розчину NaOH і 2,4 мл дистильованої води та перемішували.

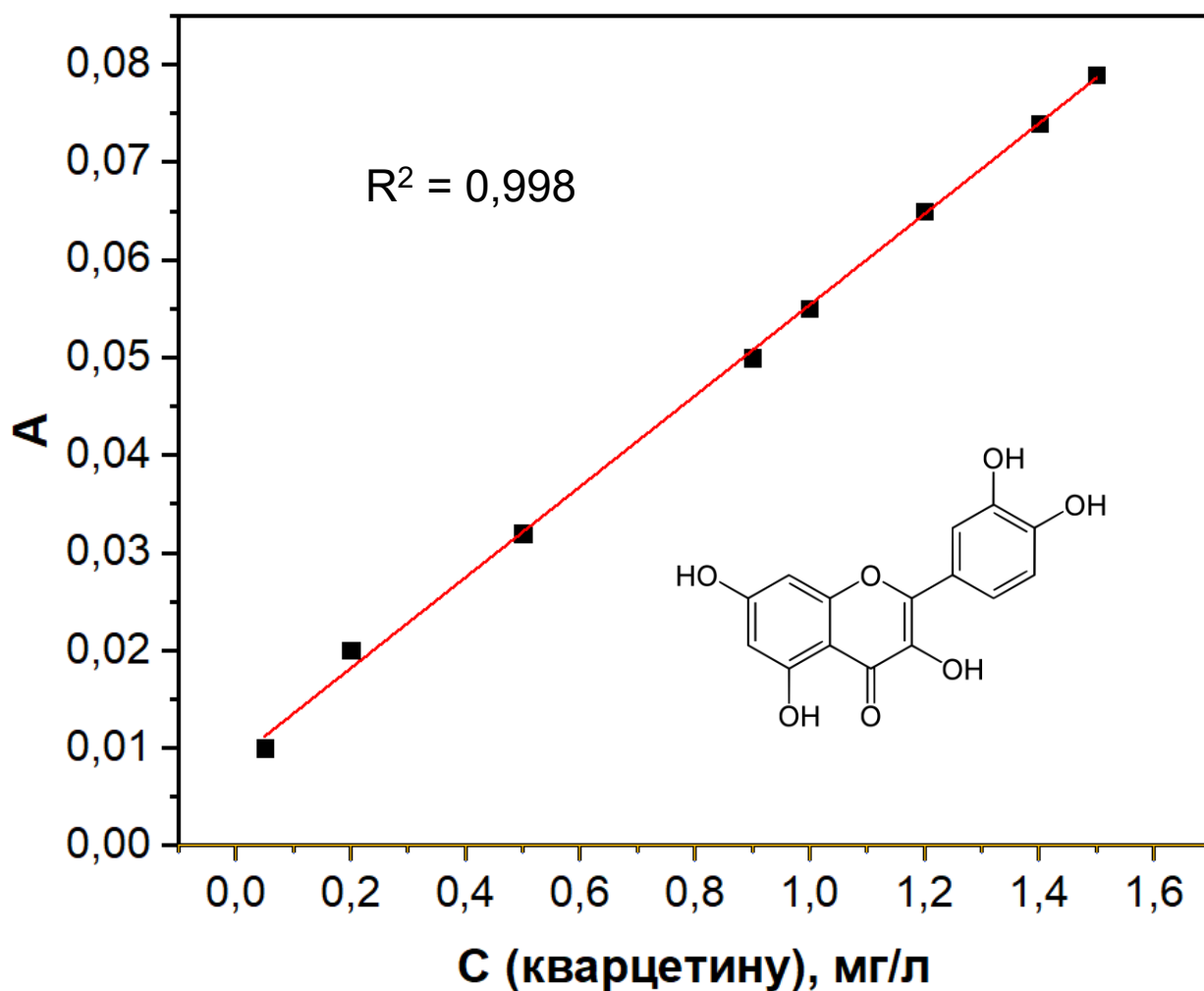


Рис. 2.16. Калібрувальний графік для визначення концентрації флавоноїдів, побудований за допомогою програми Origin

Таблиця 2.25.

Результати визначення флавоноїдів в екстрактах кави

Назва кави	С, мг/г
Кава натуральна смажена в зернах ТМ "1" (арабіка/робуста)	12,06
Jacobs Monarch (арабіка)	9,26
Mason Cafe Classic Intense (робуста)	6,02
Кава зі стихійного ринку (арабіка)	5,19
Кава зі стихійного ринку (робуста)	4,54
Кава Жокей мелена Традиційна (арабіка/робуста)	4,11
Lavazza Qualita Oro (арабіка)	2,61
Кава зі Львова (арабіка/робуста)	0,68

2.5. Мікроскопічне дослідження кави

Визначення сторонніх речовин у каві під мікроскопом

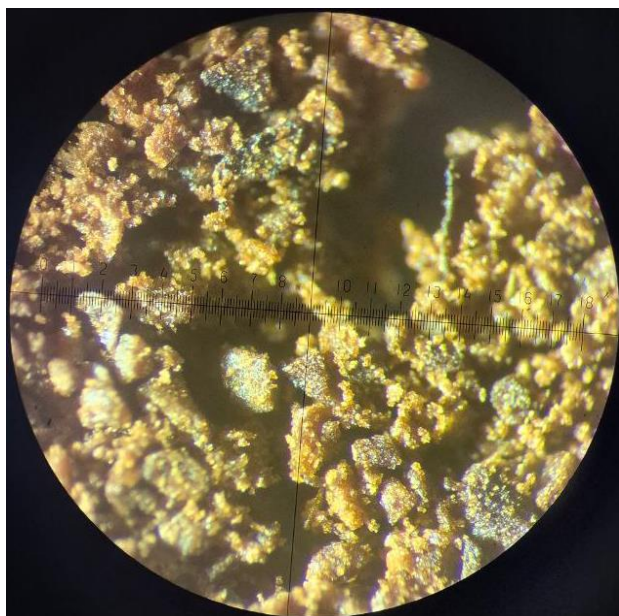
Підготовка досліджуваного зразка кави до аналізу. Наважку меленої масою 5 г, зважену на аналітичних вагах Axis, вмішували у сушильну шафу, попередньо нагріту до 103 °С і висушували протягом 2 годин.

Проведення аналізу. Для аналізу зразок висушеної кави розміщували на предметному склі та розглядали із відповідним збільшенням під мікроскопом МБС–10 (рис. 2.17).

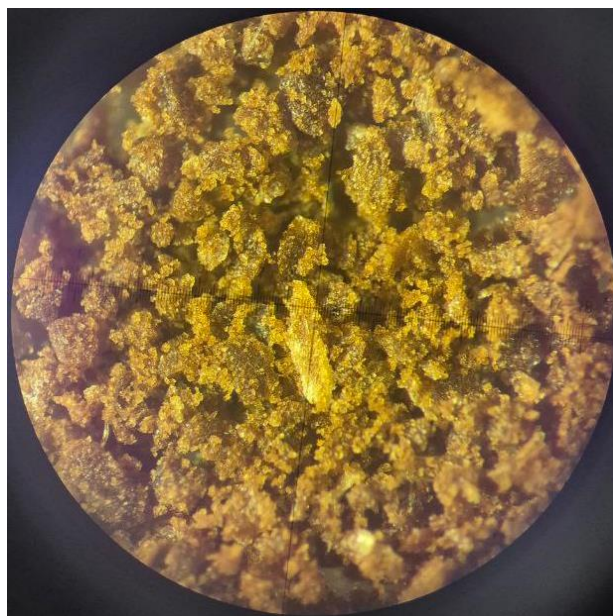


Рис. 2.17. Мікроскоп МБС–10

У досліджуваних зразках кави (рис. 2.18–2.20) були відсутні сторонні включення (волокна, пил, фрагменти комах тощо).

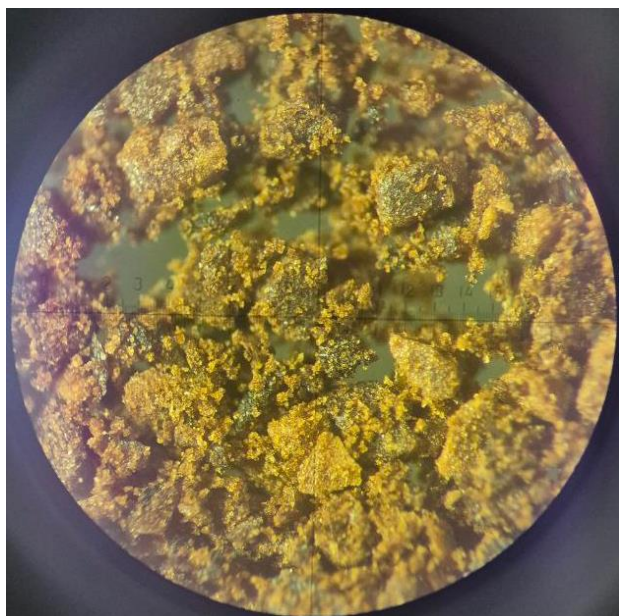


Lavazza Qualita Oro

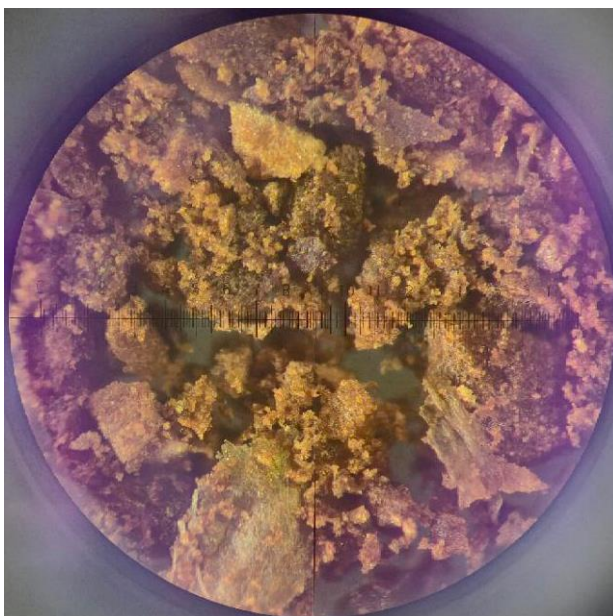


Кава зі стихійного ринку

Рис. 2.18. Зразки кави сорту арабіка під мікроскопом (сорт арабіка)

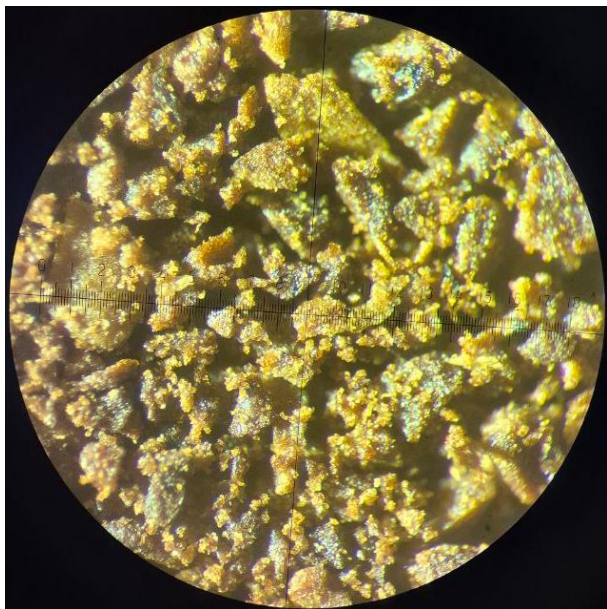


Mason Cafe Classic Intense

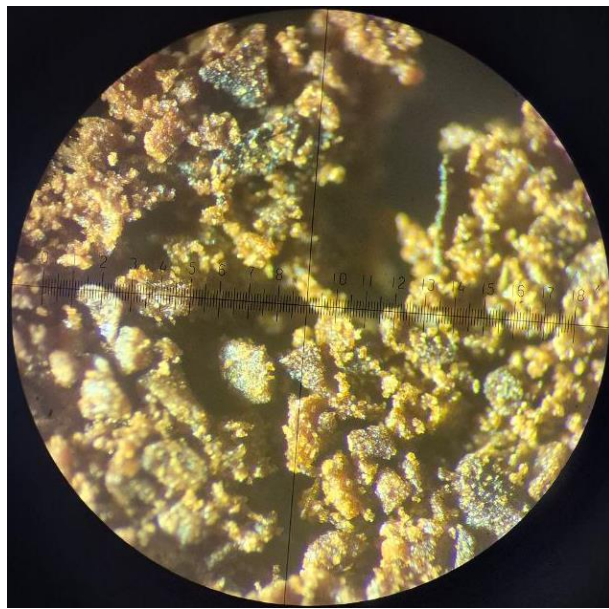


Кава зі стихійного ринку

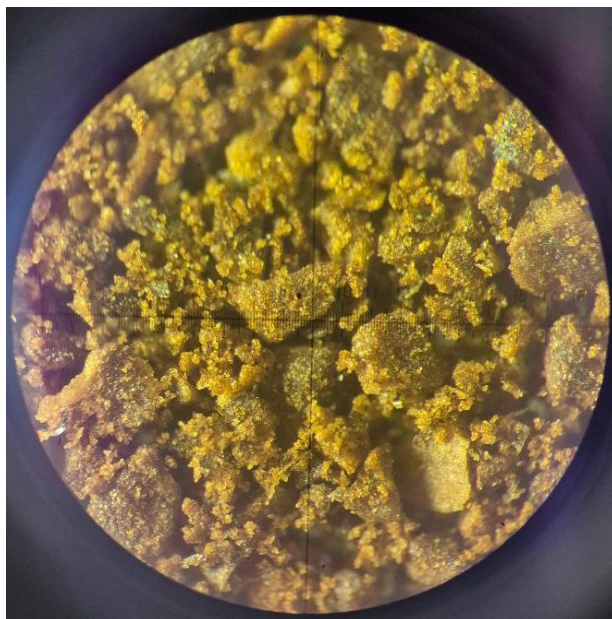
Рис. 2.19. Зразки кави під мікроскопом (сорт робуста)



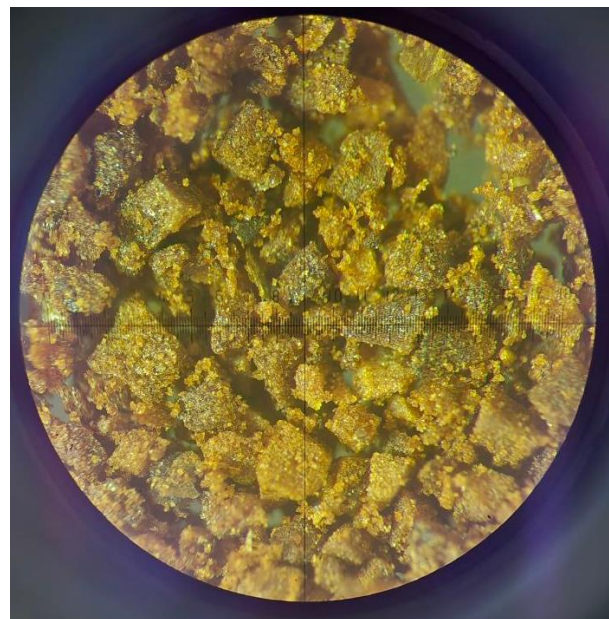
Кава зі Львова



Jacobs Monarch Classic



Кава натуральна смажена ТМ "1"



Кава Жокей мелена Традиційна

Рис. 2.20. Зразки кави під мікроскопом (купаж арабіка/робуста)

ВИСНОВКИ

У результаті експериментального дослідження 8 зразків меленої кави (арабіка, робуста та купажі) із супермаркетів і стихійного ринку м. Івано-Франківськ було проведено органолептичну, фізико-хімічну, спектрофотометричну та мікроскопічну оцінку їх якості. Основні висновки за отриманими даними такі:

1. Органолептичні властивості:

- Найвищу якість продемонструвала кава *Lavazza Qualita Oro* (арабіка), що мала збалансований аромат і смак з приємною гіркуватістю.
- Зразок з ринку (арабіка) показав неочікувано добрий профіль — із нотами гарячого шоколаду, але потребує додаткової перевірки безпеки.
- Зразки з робустою (особливо Mason Cafe та ТМ "Жокей") продемонстрували гіркий, кислотний, іноді неприємний профіль, що може свідчити про нижчу якість або порушення технології обсмаження.

2. Кислотність (pH):

- Значення рН коливалося в межах 5,72–6,12, що відповідає середньому рівню кислотності кави.
- Найвища кислотність (найнижчий рН) була у зразків з робустою, що також корелює з гіршими сенсорними властивостями.

3. Вміст кофеїну:

- Застосовано фотометричний метод із використанням реакції на тетраметилпурпурову кислоту.
- Було підтверджено вищий вміст кофеїну у зразках, де заявлено робусту у складі, та помірний — у зразках з арабіки. Це узгоджується з літературними даними про природний вміст кофеїну у сортах кави.

4. Зольність і мінеральна фракція:

- Усі зразки продемонстрували зольність у межах до 4,5 %, що відповідає допустимим нормам. Проте зразки з ринку мали дещо вищу масову частку залишку, що може вказувати на наявність домішок.

5. Вміст поліфенолів і флавоноїдів:

- Найвищий вміст поліфенолів — у *Mason Cafe* (24,85 мг/г) та *Jacobs Monarch* (24,75 мг/г), що може свідчити про високу антиоксидантну активність.
- Найвищу концентрацію флавоноїдів зафіксовано у ТМ "1" (12,06 мг/г), найнижчу — у *Кава зі Львова* (0,68 мг/г), що може бути індикатором низької якості або значного вмісту домішок.

6. Наявність цикорію:

- У 6 з 8 зразків спостерігалася позитивна реакція на цикорій (реакція Селіванова), що підтверджує факт підмішування рослинної сировини, найімовірніше — з метою здешевлення продукту.
- Виявлення цикорію особливо актуальне для зразків із супермаркету, де споживач очікує відповідність маркуванню та якість без підмішувань.

7. Мікроскопічне дослідження:

- Під мікроскопом були виявлені дрібні сторонні частки в деяких зразках, що може свідчити про недотримання санітарних норм при виробництві або фасуванні кави зі стихійного ринку та деяких брендів купажу.

Комплексний аналіз підтвердив, що якість кави значно варіює залежно від виробника, сорту та способу реалізації. Зразки із високим вмістом арабіки мають кращі органолептичні та хімічні показники. Фальсифікація за рахунок додавання цикорію є розповсюдженим явищем і виявлена у більшості зразків. Запропонований методологічний підхід із

поєднанням спектрофотометричних, хімічних та мікроскопічних методів дозволяє ефективно оцінити якість кавової продукції та ідентифікувати можливі порушення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дзюбінська І. Фальсифікація кави та методи виявлення. Матеріали III Всеукраїнської студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“, 22–23 квітня 2010 року. Тернопіль : ТНТУ, 2010. Том 1. С. 341.
2. Тенякова Е. В., Кричківська Л. В. Способи фальсифікації кави і методи її виявлення. Хімія, біо- і нанотехнології, екологія та економіка в харчовій та косметичній галузі : збірник матеріалів VI Міжнародної науково-практичної конференції, 1–2 листопада 2018 р. Харків, 2018. С. 122–126. ISSN 2409-6423
3. Кулава О. Г. Визначення показників якості кави меленої / О. Г. Кулава ; наук. кер. С. І. Вікуль, О. О. Лівенцова // Зб. наук. пр. молодих учених, аспірантів та студентів / Одес. нац. акад. харч. технологій ; гол. ред. Б. В. Єгоров. Одеса, 2019. С. 128–129.
4. Воробйов К. С., Гуржій Н. М. Ринок кави в Україні: тенденції та перспективи. *Економіка та суспільство*. 2022.
5. Летута Т. М., Татар Л. В., Карбівнича Т. В. Фальсифікація та ідентифікація кави. Актуальні питання експертної та оціночної діяльності : матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції (м. Старобільськ – м. Полтава, 25–26 листопада 2021 року). Харків : Вид-во Іванченка І. С., 2021. С. 162–164.
6. Собакарь Є. М., Шитова Л. В. Оцінка якості кави. *Молодий вчений*. 2021. № 8 (96). С. 13–16.
7. Савчак А. М., Ковальчук Х. І. Фальсифікація кави та кавових напоїв і способи її виявлення. Актуальні проблеми теорії і практики експертизи товарів : матеріали II Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (18–20 березня 2015 року). Полтава : ПУЕТ, 2015. С. 189–192.

8. Бажай-Жежерун С. А., Дегтярьов Л. С. Дослідження вмісту поліфенольних сполук та антиоксидантної активності популярних напоїв. Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, готельного, ресторанного господарств і торгівлі : тези доп. Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених і студентів, 25 квітня 2013 р.; Харків : ХДУХТ, 2013. Ч. 1. С. 111.
9. Воронов С. А., Стецишин Ю. Б., Панченко Ю. В., Когут А. М., Курисько Т. С. Лабораторний практикум з токсикології продуктів харчування : навчальний посібник / за ред. С. А. Воронова. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. 192 с.
10. Шаповалова Н. П., Кравченко О. В. Фактори формування та зберігання якості кави натуральної смаженої. *Молодий вчений*. 2016. № 5. С. 272–276.
11. Товарні інновації: розробка та експертна оцінка : монографія / за заг. ред. Т. А. Кунділовської. Одеса: ОНЕУ, 2016. 279 с.
12. Про затвердження Технічного регламенту щодо правил маркування харчових продуктів: Наказ Держспоживстандарту України від 28.10.2010 № 487 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0183-11#Text>
13. Chemical Characterization of Green Coffee Beans and Determining the Effect of Roasting Temperature on the Content of Caffeine. *Chemistry and Materials Research*. 2019. <https://doi.org/10.7176/cmr/11-8-03>
14. Слободнюк Р. Є., Горальчук А. Б. Аналітична хімія та аналіз харчової продукції : навч. посіб. Київ : Кондор, 2018. 334 с.
15. ДСТУ ISO 11294:2005. Кава обжарена мелена. Загальний метод визначення вмісту вологи при втраті маси за температури 103 °C (ISO 11294:1994, IDT). — Чинний від 01.10.2006. — Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 8 с.

- 16.ISO 1575:1987. Coffee — Determination of caffeine content (Reference method). — Geneva : International Organization for Standardization, 1987. 6 p.
- 17.ДСТУ 4102–2002. Кавопродукти. Методи визначення масової частки кофеїну : зі змінами (Поправка, ІПС № 7–2004). — Чинний від 01.07.2003. — Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 14 с.
- 18.Pérez M., Dominguez-López I., Lamuela-Raventós R. M. The Chemistry Behind the Folin–Ciocalteu Method for the Estimation of (Poly)phenol Content in Food: Total Phenolic Intake in a Mediterranean Dietary Pattern. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2023. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.3c04022>
- 19.Hudáková J., Marcinčáková D., Legáth J. Study of Antioxidant Effects of Selected Types of Coffee. Folia Veterinaria. 2016. Vol. 60, no. 3. P. 34–38. <https://doi.org/10.1515/fv-2016-0026>
- 20.Determination of total flavonoid content by aluminum chloride assay: A critical evaluation / A. M. Shraim et al. LWT. 2021. Vol. 150. P. 111932. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111932>