

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені І. І. МЕЧНИКОВА
ФАКУЛЬТЕТ ХІМІЇ ТА ФАРМАЦІЇ
КАФЕДРА АНАЛІТИЧНОЇ ТА ТОКСИКОЛОГІЧНОЇ ХІМІЇ

ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН

ЕЛЕКТРОННІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
біологічного факультету

ОДЕСА
ОНУ
2025

УДК 543:615
X462

Укладачі:

Р. Є. Хома, доктор хімічних наук, професор, професор кафедри аналітичної та токсикологічної хімії;

С. В. Топоров, кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри аналітичної та токсикологічної хімії;

О. М. Рахлицька, кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри аналітичної та токсикологічної хімії.

Рецензенти:

Т. В. Кокишарова, доктор хімічних наук, професор, професор кафедри неорганічної хімії та хімічної освіти Одеського національного університету імені І. І. Мечникова;

В. В. Ведута, кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри органічної та фармацевтичної хімії Одеського національного університету імені І. І. Мечникова.

*Рекомендовано вченою радою факультету хімії та фармації
ОНУ імені І. І. Мечникова.
Протокол № 7 від 24 квітня 2025 р.*

X462 **Хімічний** аналіз лікарських рослин [Електронний ресурс] :
електрон. метод. вказівки до практич. занять для здобувачів першого
(бакалавр.) рівня вищ. освіти біол. ф-ту / уклад.: Р. Є. Хома,
С. В. Топоров, О. М. Рахлицька. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім.
І. І. Мечникова, 2025. – 48 с. – 1,2 МБ.

Методичні вказівки складено відповідно до програми спецкурсу «Хімічний аналіз лікарських рослин». Вони містять методики виконання практичних робіт, призначені здобувачам біологічного факультету ОНУ імені І. І. Мечникова.

Можуть бути рекомендовані для здобувачів природничих факультетів при підготовці до занять за темами «Спектрофотометричний метод аналізу», «Титриметричний метод аналізу» та «Потенціометричний метод аналізу».

УДК 543:615

ЗМІСТ

ВСТУП	5
I. СТРУКТУРА ТА ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	
“ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН”	6
1.1 Програма навчальної дисципліни “Хімічний аналіз лікарських рослин”	6
1.2 Завдання навчальної дисципліни	8
1.3 Структура та зміст навчальної дисципліни	10
1.4. Теми семінарських занять	10
1.5. Теми практичних занять	11
1.6. Теми лабораторних занять	11
1.7. Самостійна робота	11
1.8. Індивідуальна робота здобувача.....	12
1.9. Методи навчання	12
1.10. Методи контролю знань та вмінь	12
1.11. Розподіл балів, які отримують здобувачі	17
II. МЕТОДИКИ ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ	19
2.1. Правила оформлення практичних робіт	19
2.2. Опрацювання результатів хімічного аналізу	19
<i>Практична робота № 1</i>	
Визначення екстрактивних речовин	21
<i>Практична робота № 2</i>	
Визначення вологи в лікарській рослинній сировині	22
<i>Практична робота № 3</i>	
Визначення золи в лікарській рослинній сировині	23
<i>Практична робота № 4</i>	
Визначення вмісту Na в рослинній сировині за допомогою скляного електроду	26
<i>Практична робота № 5</i>	
Визначення вмісту K в рослинній сировині за допомогою мембранного електроду	27
<i>Практична робота № 6</i>	
Визначення вмісту Ca в рослинній сировині за допомогою плівкового електроду	28
<i>Практична робота № 7</i>	
Кількісне визначення дубильних речовин	30

<i>Практична робота № 8</i>	
Кількісне визначення аскорбінової кислоти в плодах шипшини (<i>Fructus Rosae</i>)	31
<i>Практична робота № 9</i>	
Кількісне визначення антоціанів в квітках волошки синьої	33
<i>Практична робота № 10</i>	
Спектрофотометричне визначення флавоноїдів в лікарській рослинній сировині	35
<i>Практична робота № 11</i>	
Редоксметричне визначення антиоксидантної активності	36
<i>Практична робота № 12</i>	
Спектрофотометричне визначення поліфенольних сполук у рослинній сировині	39
<i>Практична робота № 13</i>	
Кількісне визначення арбутину в лікарській рослинній сировині	40
<i>Перелік питань для поточного та періодичного контролю</i>	43
<i>Рекомендована література</i>	46

ВСТУП

В останні роки значно виріс інтерес до препаратів рослинного походження як у нашій країні, так і за кордоном. На міжнародному фармацевтичному ринку кожний третій препарат, застосовуваний у медицині, має рослинне походження, а із засобів, використовуваних для лікування серцево-судинних захворювань, 80 % становлять препарати рослинного походження.

До Державного реєстру України включено більше 250 найменувань лікарської рослинної сировини й понад 600 препаратів рослинного походження.

При розробці нормативно-технічної документації (НТД) на лікарську рослинну сировину ставиться завдання передбачити оцінку якості сировини по кількісному змісту основних біологічно активних речовин. При цьому для визначення діючих речовин використовуються сучасні методи аналізу природних сполук.

При виділенні й поділенні суміші біологічно активних речовин, отриманих з лікарської рослинної сировини, з метою їхньої ідентифікації й кількісного визначення, найчастіше застосовують тонкошарову, паперову й іоннообмінну хроматографію. Для дослідження біологічно активних речовин у сировині використовують сучасні методи аналізу, серед них УФ-, ІЧ-спектроскопію та полярографію.

Оволодіння сучасними методами дослідження біологічно активних речовин при аналізі сировини по НТД, а також при розробці НТД на лікарську рослинну сировину необхідно здобувачам закладів вищої освіти у процесі навчання хімії й подальшій їхній практичній діяльності. У курсі фармакогнозії фітохімічний аналіз займає значне місце.

Виходячи із цього, підготовлені методичні вказівки з хімічного аналізу лікарської рослинної сировини, у яких наводяться сучасні методи дослідження біологічно активних сполук, деякі теоретичні відомості по окремим групам цих сполук, включаючи їхнє визначення, класифікацію, фізико-хімічні властивості, методи ідентифікації та методи вилучення із рослин, кількісного аналізу й т. д.

Даний спецкурс має за **мету** сформувати у здобувачів вищої освіти знання про стан та перспективи розвитку хімічного аналізу лікарських рослин, правил відбору проб, збору лікарських рослин, методів та способів попередніх випробувань, визначення складу й структури, проведення ідентифікації індивідуальних сполук. Велике значення має розбір методів аналізу слідів лікарських препаратів в аналізованих об'єктах.

I. СТРУКТУРА ТА ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ “ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН”

1.1. Програма спецкурсу “Хімічний аналіз лікарських рослин”

ЗАЛІКОВИЙ МОДУЛЬ I

Змістовий модуль 1.

Алкалоїди, органічні кислоти, ліпіди, терпеноїди, стероїдні глікозиди

Тема 1. Предмет і задачі, основні поняття хімічного аналізу лікарської сировини

Загальні положення про лікарські рослини, які застосовуються на практиці та населенням. Загальні вказівки про лікарські рослини. Законодавча база використання та реєстрації лікарських засобів в Україні. Підготовка лікарської сировини для аналізу.

Тема 2. Лікарські рослини і їхні препарати

Правила й методи заготівлі лікарських рослин. Способи приготування простих лікарських препаратів. Фармакологічна дія лікарських рослин. Екстрактивні речовини, зола, волога.

Тема 3. Алкалоїди

Лікарські рослини, які містять алкалоїди, їх фармакологічна дія. Загальна характеристика, класифікація й фізико-хімічні властивості. Методи виявлення, виділення й аналізу алкалоїдів. Вплив властивостей алкалоїдів на технологію їхнього отримання. Хімічна будова й біологічна дія алкалоїдів. Похідні піридину й піперидину. Похідні пірролідину й піперидину. Похідні хіноліну. Похідні фенантренизохінолініну. Похідні індолу. Похідні імідазолу. Похідні пурину. Стероїдні алкалоїди. Ациклічні алкалоїди. Пептидні сульфурвмісні алкалоїди.

Тема 4. Органічні кислоти

Лікарські рослини, які містять органічні кислоти, їх фармакологічна дія. Загальна характеристика, класифікація й фізико-хімічні властивості. Аліфатичні кислоти. Ароматичні кислоти. Ациклічні кислоти. Методи виділення й аналізу органічних кислот. Біологічна дія й застосування органічних кислот

Тема 5. Ліпіди

Лікарські рослини, які містять ліпіди, їх фармакологічна дія. Загальна характеристика й класифікація. Жири. Жироподібні речовини. Хімічна будова й біологічна дія ліпідів.

Тема 6. Терпеноїди

Лікарські рослини, які містять терпеноїди, їх фармакологічна дія. Загальна характеристика, класифікація й фізико-хімічні властивості. Способи одержання ефірних масел. Дослідження ефірних масел і визначення їхньої дійсності. Хімічна будова й біологічна дія терпеноїдів. Хімічна будова. Біологічна дія й застосування терпеноїдів.

Тема 7. Стероїдні (серцеві) глікозиди

Лікарські рослини, які містять глікозиди, їх фармакологічна дія. Загальна характеристика, класифікація й фізико-хімічні властивості. Карденоліди. Буфадієноліди. Аналіз карденолідів і буфадієнолідів. Біологічна дія й застосування карденолідів і буфадієнолідів

Змістовий модуль 2.

Стероїдні та тритерпенові сапоніни, флавоноїди, полімерні фенольні сполуки, антрохінони, кумарини, хромони і вітаміни

Тема 8. Стероїдні сапоніни

Лікарські рослини, які містять стероїдні сапоніни, їх фармакологічна дія. Загальна характеристика, класифікація й хімічна будова. Біологічна дія стероїдних сапонінів.

Тема 9. Тритерпенові сапоніни

Лікарські рослини, які містять тритерпенові сапоніни, їх фармакологічна дія. Загальна характеристика, класифікація й хімічні будова. Аналіз тритерпенових сапонінів. Біологічна дія й застосування тритерпенових сапонінів.

Тема 10. Флавоноїди

Лікарські рослини, які містять флавоноїди, їх фармакологічна дія. Загальна характеристика, класифікація й фізико-хімічні властивості. Методи виявлення й виділення флавоноїдів. Методи аналізу флавоноїдів. Хімічна будова й біологічна дія флавоноїдів. Хімічна структура. Біологічна дія й застосування флавоноїдів.

Тема 11. Полімерні фенольні сполуки

Лікарські рослини, які містять полімерні фенольні сполуки, їх фармакологічна дія. Загальна характеристика, класифікація й фізико-хімічні властивості. Методи виявлення й аналізу танинів. Біологічна дія й застосування.

Тема 12. Антрахінони

Лікарські рослини, які містять антрахінони, їх фармакологічна дія. Загальна характеристика, класифікація й фізико-хімічні властивості. Методи виявлення й аналізу похідних антрацену. Біологічна дія й застосування антрахінонів.

Тема 13. Кумарини й хромони

Лікарські рослини, які містять кумарини та хромони, їх фармакологічна дія. Загальна характеристика, класифікація й фізико-хімічні властивості. Методи виявлення й виділення. Хімічна будова й біологічна дія. Загальна характеристика, класифікація й фізико-хімічні властивості. Методи виявлення й виділення. Хімічна будова й біологічна дія.

Тема 14. Вітаміни

Лікарські рослини, які містять вітаміни, їх фармакологічна дія. Загальна характеристика й класифікація. Хімічна структура вітамінів, біологічна дія й застосування. Вітаміни аліфатичного ряду Вітаміни аліциклічного ряду Вітаміни ароматичного ряду Вітаміни й коферменти гетероциклічного ряду. Культура тканин лікарських рослин.

1.2. Завдання навчальної дисципліни

Для досягнення вказаної мети слід вирішити наступні завдання:

- сформулювати уявлення про методи хімічного аналізу лікарських рослин;
- оволодіти навичками щодо правильного відношення аналізованих речовини до певного класу органічних сполук, розділення сумішей й ідентифікації речовин;
- оволодіти навичками щодо методів, способів та правил збору лікарських рослин;
- поглибити знання про основні хімічні, фізико-хімічні й деякі фізичні методи, широко застосовані для хімічного аналізу лікарських рослин;
- опанувати вміння обирати необхідні методи виявлення, ідентифікації та визначення слідових кількостей сполук, які проявляють цілющі властивості, в аналізованих об'єктах.

Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів наступних **компетентностей та програмних результатів навчання:**

а) загальних (ЗК):

ЗК03. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК04. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК07. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК08. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

ЗК09. Здатність діяти соціально відповідально і свідомо з метою збереження природного навколишнього середовища.

б) фахових (СК):

СК01. Здатність застосовувати знання та вміння з математики, фізики, хімії та інших суміжних наук для вирішення конкретних біологічних завдань.

СК04. Здатність здійснювати збір, реєстрацію і аналіз даних за допомогою відповідних методів і технологічних засобів у польових і лабораторних умовах.

СК02. Здатність демонструвати базові теоретичні знання в галузі біологічних наук та на межі предметних галузей.

Нормативний зміст підготовки бакалавра у процесі вивчення дисципліни, сформульований у термінах результатів навчання:

ПР06. Застосовувати моделі, методи і дані фізики, хімії, екології, математики у процесі навчання та забезпечення професійної діяльності.

ПР08. Знати та розуміти основні терміни, концепції, теорії і закони в галузі біологічних наук і на межі предметних галузей.

ПР20. Аргументувати вибір методів, алгоритмів планування та проведення польових, лабораторних, клініко-лабораторних досліджень, у т. ч. математичних методів та програмного забезпечення для проведення досліджень, обробки та представлення результатів.

ПР24. Аналізувати фізико-хімічні властивості та функціональну роль біологічних макромолекул і молекулярних комплексів живих організмів, характер взаємодії їх з іонами, молекулами і радикалами, їхню будову й енергетику процесів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен

знати:

- класифікацію сполук, що входять до складу лікарських рослин,
- їх фізико-хімічні та фізіологічні властивості,
- хіміко-аналітичні методи їх визначення;
- методи розділення, концентрування та визначення компонентів відповідних об'єктів;

уміти:

- на основі теоретичних знань класифікувати об'єкти аналізу за їх фізико-хімічними характеристиками та особливостями складу;

- проводити пробовідбір та пробопідготовку, оптимальні для визначення компоненту у відповідному об'єкті;
- застосовувати методи виділення, концентрування та кількісного визначення компонентів лікарської рослинної сировини.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 90 години, що становить 3 кредити ЄКТС.

1.3. Структура та зміст навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем
Заліковий модуль I
Змістовий модуль 1. Алкалоїди, органічні кислоти, ліпіди, терпеноїди, стероїдні глікозиди
Тема 1. Вступ
Тема 2. Лікарські рослини і їхні препарати
Тема 3. Алкалоїди
Тема 4. Органічні кислоти
Тема 5. Ліпіди
Тема 6. Терпеноїди
Тема 7. Стероїдні (серцеві) глікозиди
Змістовий модуль 2. Стероїдні та тритерпенові сапоніни, флавоноїди, полімерні фенольні сполуки, антрахінони, кумарини, хромони і вітаміни
Тема 8. Стероїдні сапоніни
Тема 9. Тритерпенові сапоніни
Тема 10. Флавоноїди
Тема 11. Полімерні фенольні сполуки
Тема 12. Антрахінони
Тема 13. Кумарини й хромони
Тема 14. Вітаміни

1.4. Теми семінарських занять

Не передбачено

1.5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми
1	Визначення екстрактивних речовин
2	Визначення вологи в лікарській рослинній сировині
3	Визначення золи в лікарській рослинній сировині
4	Визначення вмісту Na в рослинній сировині за допомогою скляного електроду
5	Визначення вмісту K в рослинній сировині за допомогою мембранного електроду
6	Визначення вмісту Ca в рослинній сировині за допомогою плівкового електроду
7	Кількісне визначення дубильних речовин в сировині
8	Кількісне визначення аскорбінової кислоти в плодах шипшини (<i>Fructus Rosae</i>)
9	Кількісне визначення антоціанів в квітках волошки синьої
10	Спектрофотометричне визначення флавоноїдів в лікарській рослинній сировині
11	Редоксметричне визначення антиоксидантної активності
12	Спектрофотометричне визначення поліфенольних сполук у рослинній сировині
13	Кількісне визначення арбутину в лікарській рослинній сировині

1.6. Теми лабораторних занять

Не передбачено

1.7. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми
1	Предмет і задачі, основні поняття хімічного аналізу лікарських рослин
2	Лікарські рослини і їхні препарати
3	Алкалоїди
4	Органічні кислоти
5	Ліпіди
6	Терпеноїди
7	Стероїдні (серцеві) глікозиди
8	Стероїдні сапоніни
9	Тритерпенові сапоніни
10	Флавоноїди
11	Полімерні фенольні сполуки
12	Антрахінони
13	Кумарини й хромони
14	Вітаміни

1.8. Індивідуальна робота здобувача

№ з/п	Назва теми
1	Запропонувати та обґрунтувати схему аналізу аскорбінової та дегідроаскорбінової кислоти у лікарській рослинній сировині
2	Запропонувати та обґрунтувати методику визначення нуклеїнових кислот у лікарській рослинній сировині
3	Запропонувати та обґрунтувати методику визначення неорганічних фосфатів у лікарській рослинній сировині
4	Запропонувати та обґрунтувати методику визначення ланатазидів у листах наперстянки
5	Запропонувати та обґрунтувати методику визначення тритерпенових сапонінів у лікарській рослинній сировині
6	Запропонувати та обґрунтувати методику визначення кумаринів у плодах аммі великої
7	Запропонувати та обґрунтувати методику визначення берберину у коренях барбарису
8	Запропонувати та обґрунтувати схему розділення ефірних масел у лікарській рослинній сировині

1.9. Методи навчання

1. Словесні (лекції, в тому числі з аналізом конкретних ситуацій, розповідь, пояснення, бесіда, дискусія).
2. Наочні (мультимедійні презентації; самостійне спостереження при виконанні практичних робіт; візуалізація; демонстрація відео-експериментів).
3. Практичні (виконання практичних робіт, розв'язування хіміко-аналітичних задач, робота з наукометричними базами).

Передбачено проведення індивідуальних та групових очних консультацій, а також онлайн-консультації в месенджерах Telegram та Viber.

1.10. Методи контролю знань та вмінь

1. Поточний контроль:

- усне опитування на лекціях;
- усне опитування на практичних заняттях (колоквіуми);
- захист результатів практичних робіт;
- оцінювання виконання пошукового завдання за наданою темою;

2. Періодичний контроль:

- тестування (контрольні письмові роботи) після завершення вивчення навчального матеріалу кожного змістового модуля.

Контрольні роботи містять по 25 тестових завдань з однією правильною відповіддю. Кожна правильна відповідь на 1 тестове завдання з однією правильною відповіддю оцінюється в 1 бал, неправильна відповідь – 0 балів.

3. Підсумковий контроль – залік.

Загальна підсумкова оцінка визначається як сума балів за результатами поточного і періодичного контролю.

Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувачів

Вид самостійної роботи	Шкала, бали	Критерії оцінювання результатів виконання завдань для самостійної роботи
Пошукове завдання в наукометричних базах щодо аналітичних методів оцінки якості лікарської рослинної сировини за наданою викладачем темою	4–5	Здобувач може аргументовано обрати раціональний спосіб виконання завдання й оцінити результати власної практичної діяльності; вільно використовує набуті теоретичні знання при аналізі практичного матеріалу; проявляє творчий підхід до виконання індивідуальних завдань роботи, самостійно знаходить додаткову інформацію та використовує її для реалізації поставлених перед ним завдань, вільно використовує інформаційні технології, завдання виконане вчасно
	3	Здобувач може аргументовано обрати раціональний спосіб виконання завдання й оцінити результати власної практичної діяльності; використовує набуті теоретичні знання при аналізі практичного матеріалу; самостійно знаходить додаткову інформацію та використовує її для реалізації поставлених перед ним завдань, вільно використовує інформаційні технології, але допускає несуттєві неточності, завдання виконане вчасно
	2	Здобувач самостійно застосовує алгоритм (методику) виконання завдання, відчуває труднощі у застосуванні теоретичних знань при аналізі практичного матеріалу, пошуку додаткової інформації. Проте допущені помилки при виконанні завдання не дають можливості зробити правильні висновки. Завдання виконане вчасно
	1	Здобувач планує та виконує частину завдання за допомогою викладача, відсутні сформовані практичні уміння та навички, допускається грубих помилок у застосуванні понятійного апарату. Завдання виконане невчасно
	0	Здобувач неправильно виконав завдання для самостійної роботи, продемонстрував незадовільне знання понятійного апарату, не зміг застосовувати теоретичні знання при аналізі практичного матеріалу. Або завдання не виконане

Оцінка за національною шкалою	10 бальна шкала	Критерії оцінювання усних відповідей (колоквіумів)
		Очна форма навчання Здобувач освіти
Відмінно	10	у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, самостійно та аргументовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей; робить самостійні висновки, виявляє причинно-наслідкові зв'язки; рецензує відповіді інших здобувачів, самостійно знаходить додаткову інформацію та використовує її для реалізації поставлених перед ним завдань, вільно використовує нові інформаційні технології для поповнення власних знань
Добре	8	достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, використовуючи при цьому нормативну та обов'язкову літературу; застосовує знання для розв'язання стандартних ситуацій; самостійно аналізує, узагальнює і систематизує навчальну інформацію, але допускає несуттєві неточності
Задовільно	6	володіє навчальним матеріалом на репродуктивному рівні або відтворює певну частину навчального матеріалу з елементами логічних зв'язків, знає основні поняття навчального матеріалу; має ускладнення під час виділення суттєвих ознак вивченого під час виявлення причинно-наслідкових зв'язків і формулювання висновків
Незадовільно з можливістю повторного складання	4	володіє навчальним матеріалом поверхово й фрагментарно; безсистемно виокремлює випадкові ознаки вивченого; не вміє робити найпростіші операції аналізу і синтезу; робити узагальнення, висновки; під час відповіді допускаються суттєві помилки
Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	0	не володіє навчальним матеріалом

Оцінка за національною шкалою	14 бальна шкала	Критерії оцінювання усних відповідей (колоквіумів)
		Заочна форма навчання Здобувач освіти
Відмінно	14	у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, самостійно та аргументовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей; робить самостійні висновки, виявляє причинно-наслідкові зв'язки; рецензує відповіді інших здобувачів, самостійно знаходить додаткову інформацію та використовує її для реалізації поставлених перед ним завдань, вільно використовує нові інформаційні технології для поповнення власних знань

Добре	11	достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, використовуючи при цьому нормативну та обов'язкову літературу; застосовує знання для розв'язання стандартних ситуацій; самостійно аналізує, узагальнює і систематизує навчальну інформацію, але допускає несуттєві неточності
Задовільно	8	володіє навчальним матеріалом на репродуктивному рівні або відтворює певну частину навчального матеріалу з елементами логічних зв'язків, знає основні поняття навчального матеріалу; має ускладнення під час виділення суттєвих ознак вивченого, під час виявлення причинно-наслідкових зв'язків і формулювання висновків
Незадовільно з можливістю повторного складання	5	володіє навчальним матеріалом поверхово й фрагментарно; безсистемне виокремлює випадкові ознаки вивченого; не вміє робити найпростіші операції аналізу і синтезу; робити узагальнення, висновки; під час відповіді допускаються суттєві помилки
Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	0	не володіє навчальним матеріалом

Оцінка за національною шкалою	К-ть балів	Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувачів освіти на практичних заняттях
Відмінно	4,0	Здобувач освіти у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, самостійно й аргументовано його викладає, глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних запитань та практичних завдань, використовуючи при цьому обов'язкову та додаткову літературу, вільно послуговується науковою термінологією. Здійснює експеримент за планом з урахуванням техніки безпеки та правил роботи з речовинами та обладнанням; правильно, без помилок оформлює результати дослідження (складає таблиці, будує графіки тощо), здійснює розрахунки; науково грамотно, логічно описує результати спостереження; вміє аналізувати та узагальнювати результати експериментальної роботи, робить обґрунтовані та логічні висновки
Добре	3,2	Здобувач освіти достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає, в основному розкриває зміст теоретичних запитань та практичних завдань, використовуючи при цьому обов'язкову літературу, розв'язує задачі стандартним способом,

		<p>послугується науковою термінологією. Але при висвітленні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки. Здійснює експеримент за планом з урахуванням техніки безпеки та правил роботи з речовинами та обладнанням; оформлює результати дослідження (складає таблиці, будує графіки тощо), здійснює розрахунки; науково грамотно, логічно описує результати спостереження; вміє аналізувати та узагальнювати результати експериментальної роботи, робить обґрунтовані та логічні висновки, але припускається неточностей</p>
Задовільно	2,4	<p>Оцінюється робота здобувача, який відтворює значну частину навчального матеріалу, висвітлює його основний зміст, виявляє елементарні знання окремих положень, записує основні формули, рівняння, закони. Однак не здатний до глибокого, всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, не користується необхідною літературою, допускає істотні неточності та помилки. При виконанні практичних або лабораторних робіт здобувач виконує роботу за зразком (інструкцією), але з помилками; робить висновки, проте не розуміє достатньою мірою мету роботи, допускається суттєвих помилок у розрахунках та оформленні звіту</p>
Незадовільно з можливістю повторного складання	1,6	<p>Здобувач освіти достатньо не володіє навчальним матеріалом, однак фрагментарно, поверхово (без аргументації й обґрунтування) викладає окремі питання навчальної дисципліни, не розкриває зміст теоретичних питань і практичних завдань. При виконанні практичних робіт здобувач вміє користуватися окремими приладами, але не може самостійно виконати роботу і зробити висновки, допускається значної кількості грубих помилок у ході експерименту, в оформленні роботи, у дотриманні правил техніки безпеки при роботі з речовинами та обладнанням</p>
Незадовільно	0–0,8	<p>Здобувач не в змозі викласти зміст більшості питань теми та курсу, володіє навчальним матеріалом на рівні розпізнавання явищ, допускає суттєві помилки, відповідає на запитання, що потребують однослівної відповіді. Робота не виконана або досліди, виміри, обчислення, спостереження проводилися неправильно</p>

1.11. Розподіл балів, які отримують здобувачі

Очна форма навчання

Поточний контроль								Сума балів
ЗМ1				ЗМ2				
52				48				
ПР	УО	ПЗ1	КЗМ	ПР	УО	ПЗ2	КЗМ	
12	10	5	25	8	10	5	25	100

Умовні позначення: ЗМ – змістовий модуль; ПР – практичні роботи; УО (колоквіум) – усне опитування; ПЗ – пошукове завдання; КЗМ – контроль за змістовими модулями

Заочна форма навчання

Поточний контроль								Сума балів
ЗМ1				ЗМ2				
52				48				
ПР	УО	ПЗ1	КЗМ	ПР	УО	ПЗ2	КЗМ	
12	14	5	25	8	14	5	25	100

Умовні позначення: ЗМ – змістовий модуль; ПР – практичні роботи; УО (колоквіум) – усне опитування, ПЗ – пошукове завдання КЗМ – контроль за змістовими модулями (тестування); СРС1 і СРС2 – самостійна робота для з/в (письмові відповіді на контрольні питання після тем лекцій 1–7 та 8–14)

Формульне оцінювання

Очна форма навчання

Види навчальної роботи	Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2		
	Кількість балів за 1 заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів (max)	Кількість балів за 1 заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів (max)
Виконання і захист практичних робіт	4	3	12	4	2	8
Усне опитування (колоквіуми)	10	1	10	10	1	10
Пошукове завдання	5	1	5	5	1	5
Тестування за змістовим модулем	25	1	25	25	1	25
Разом			52			48

Заочна форма навчання

Види навчальної роботи	Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2		
	Кількість балів за 1 заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів (max)	Кількість балів за 1 заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів (max)
Виконання і захист практичних робіт	4	2	8	4	1	4
Усне опитування (колоквіуми)	14	1	14	14	1	14
Пошукове завдання	5	1	5	5	1	5
Тестування за змістовим модулем	25	1	25	25	1	25
Разом			52			48

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену	для заліку
90–100	A	відмінно	зараховано
85–89	B	добре	
75–84	C		
70–74	D	задовільно	
60–69	E		
35–59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0–34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

II. МЕТОДИКИ ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

2.1. Правила оформлення практичних робіт

Після ознайомлення з теоретичними основами методу та правилами техніки безпеки виконання практичної роботи в робочий зошит записують методичку експерименту, хімічні рівняння реакцій в молекулярному, повному і скороченому іонному вигляді, всі отримані дані і спостереження, проведені розрахунки та результати статистичної обробки.

2.2. Опрацювання результатів хімічного аналізу

При проведенні експериментальних досліджень неодмінним супутником будь-яких вимірювань є так звані *похибки (помилки)*.

Найбільш поширені варіанти класифікації похибок є наступні:

- 1) *за способом обчислення* – абсолютні (наприклад, стандартне відхилення) і відносні (наприклад, відносне стандартне відхилення, процентна помилка) похибки;
- 2) залежно від *характеру причин*, які їх викликають – випадкові, систематичні похибки та промахи;
- 3) *за джерелами походження* – інструментальні, реактивні, методичні, похибки пробовідбору тощо (наприклад, індикаторна помилка, помилка співосадження тощо);
- 4) залежно від того, *завищують або занижують* результат вимірювання порівняно з дійсним або середнім значенням, їх можна підрозділити на додатні та від'ємні.
- 5) *за типом зв'язку* між похибкою і вимірюваною величиною розрізняють постійні, значення яких не залежить від самої вимірюваної величини, і пропорційні похибки, значення яких є пропорційними вимірюваній величині.

При виконанні експериментальної роботи, величину аналітичного сигналу кожного (*i*-того) зразка вимірюють декілька разів у ідентичних умовах, тобто є *n* паралельних вимірювань. Усі ці дані обробляють з використанням методу математичної статистики, за допомогою якої розраховують основні характеристики вибіркової сукупності за нижче наведеними формулами.

Середнє для вибірки з n результатів	$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$
Дисперсію, що характеризує розсіювання результатів відносно середнього	$V = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$
Стандартне відхилення	$s = \sqrt{V} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$
Відносне стандартне відхилення	$S_r = \frac{s}{\bar{x}}$
Величину довірчого інтервалу	$x - x_{\text{з\text{н}\text{д}}} = \pm \frac{t_{P,f} s}{\sqrt{n}}$

де $t_{P,f}$ – розподіл Стюдента; s – стандартне відхилення вимірюваної величини, яке розраховано для вибіркової сукупності з n значень ($f = n - 1$); P – довірча вірогідність (звичайно приймають рівної 0,95); $x_{\text{ист.}}$ – істинне значення величини, що визначається.

Значення f для різних довірчих інтервалів вірогідності

Довірча вірогідність	Число ступенів свободи									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,90	6,31	2,92	2,35	2,13	2,02	1,94	1,90	1,86	1,83	1,81
0,95	12,7	4,30	3,18	2,78	2,57	2,45	2,37	2,31	2,26	2,23
0,99	63,6	9,93	5,84	4,60	4,03	3,71	3,50	3,36	3,25	3,17
0,999	636	31,6	12,9	8,61	6,86	5,96	5,41	5,04	4,78	4,59

ЕКСТРАКТИВНІ РЕЧОВИНИ, ВОЛОГА, ЗОЛА

Екстрактивними речовинами лікарської рослинної сировини умовно називають комплекс органічних та неорганічних речовин, які з рослинної сировини вилучаються відповідним розчинником і визнаються кількісно у вигляді сухого залишку.

Вміст екстрактивних речовин в лікарській рослинній сировині – важливий числовий показник, що визначає її доброякісність, особливо для тих видів сировини, у яких кількісне визначення діючих речовин не проводиться.

Залежно від хімічного складу лікарської рослинної сировини і використовуваного розчинника у вилучення переходять ті або інші діючі та супутні речовини. Розчинник, який слід брати при визначенні екстрактивних речовин, вказаний у відповідній нормативно-технічній документації (НТД) на даний вид сировини. Зазвичай це той же розчинник, що застосовують при приготуванні настойки або екстракту з цієї сировини. Найчастіше це етиловий спирт (40 або 70 %-вий) або вода.

Практична робота № 1

ВИЗНАЧЕННЯ ЕКСТРАКТИВНИХ РЕЧОВИН

Реактиви та обладнання

1. Розчинники (етиловий спирт різної концентрації або ін. див. НТД).
2. Хлорид кальцію (плавлений).
3. Екстрактор.
4. Колби конічні місткістю 150–200 мл.
5. Холодильник зворотний скляний лабораторний з нормальним шліфом.
6. Воронки скляні для фільтрування діаметром 5 см.
7. Папір фільтрувальний.
8. Чашки фарфорові діаметром 7–9 см.
9. Терези лабораторні аналітичні.
10. Терези ручні.
11. Бані водяні лабораторні.
12. Сита з діаметром отворів 1 мм.
13. Бюкси з притертою кришкою.
14. Штативи лабораторні.
15. Ступка фарфорова з товкачиком.
16. Електрокавомолка побутова.

Хід визначення

1 г сировини, подрібненої і просіяної крізь сито з отворами діаметром 1 мм, поміщають в конічну колбу, доливають 50 мл розчинника, зазначеного в НТД на даний вид сировини. Колбу закривають пробкою, зважують з похибкою не більше 0,01 г і залишають на 1 год. Потім колбу з'єднують з зворотним холодильником, нагрівають до кипіння і підтримують слабе кипіння рідини протягом 2 год. Після охолодження колбу з вмістом знову закривають тією ж пробкою, зважують і втрату в масі доповнюють тим самим розчинником. Вміст ретельно збовтують і фільтрують через сухий паперовий фільтр в суху колбу місткістю 150–200 мл. 25 мл фільтрату переносять у фарфорову чашку діаметром 7–9 см, попередньо висушену при 100–105 °С до постійної маси і зважену на аналітичних терезах, випарюють на водяній бані насухо, сушать при температурі 100–105 °С протягом 3 год, потім охолоджують в ексікаторі і швидко зважують. Процентний вміст екстрактивних речовин X в абсолютно сухій сировині розраховують за формулою

$$X = \frac{m \cdot 200 \cdot 100}{m_1 \cdot (100 - \omega)}$$

m – маса сухого залишку в чашці, г; m_1 – маса сировини, г; ω – втрата в масі сировини при висушуванні, %.

Практична робота № 2

ВИЗНАЧЕННЯ ВОЛОГИ В ЛІКАРСЬКІЙ РОСЛИННІЙ СИРОВИНІ

Під вологою сировини розуміють втрату в масі сировини за рахунок гігроскопічної вологи і летких речовин, яку виявляють при висушуванні сировини до постійної маси. Вміст вологи в лікарській рослинній сировині – важливий числовий показник, що визначає її доброякісність, особливо для тих видів сировини, у яких кількісне визначення діючих речовин не проводиться.

Вміст вологи в лікарській рослинній сировині служить одним з числових показників, що характеризують її доброякісність. Лікарська рослинна сировина не повинна містити вологи вище допустимих норм, так як при підвищеній вологості, при зберіганні створюються умови, що сприяють зниженню її якості. Для більшості видів лікарської рослинної сировини допустима межа вологості зазвичай 12–15 %.

Реактиви та обладнання

1. Ексікатор.
2. Терези лабораторні аналітичні.
3. Терези ручні.

4. Бані водяні лабораторні.
5. Сита з діаметром отворів 1 мм.
6. Бюкси з притертою кришкою.
7. Ступка фарфорова з товкачиком.
8. Електрокавомолка побутова.
9. Годинник.

Хід визначення

3–5 г (з похибкою не більше 0,1 г) сировини, подрібненої до розміру часток близько 1 см, поміщають у попередньо висушений і зважений бюкс. Бюкс з наважкою (разом зі знятою кришкою) ставлять в нагріту до 100–105 °С сушильну шафу. При цьому температура в шафі падає. Час, протягом якого сировина повинна сушитися, відраховують з моменту, коли температура в шафі знову досягне 100–105 °С. Перше зважування для листя, трав і квіток проводять через 2 год; для коріння, кореневищ, для кори, плодів, насіння та інших видів сировини – через 3 год. Сировину висушують до постійної маси. Постійна маса вважається досягнутою, якщо різниця між двома наступними зважуваннями після 30 хв. Висушування і 30 хв. Охолодження в ексікаторі не перевищує 0,01 г. Визначення вологи сировини для перерахунку вмісту діючих речовин в абсолютно сухій сировині проводять у наважках 1–2 г (точна наважка), взятих з аналітичних проб, призначених для визначення вмісту золи та діючих речовин вище описаним методом, але при різниці між зважуваннями, що не перевищує 0,0005 г. Процентний вміст вологи в сировині X обчислюють за формулою:

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

За остаточний результат визначення приймають середнє арифметичне трьох паралельних визначень, обчислених до десятих часток відсотка.

Практична робота № 3

ВИЗНАЧЕННЯ ЗОЛИ В ЛІКАРСЬКІЙ РОСЛИННІЙ СИРОВИНІ

Золю рослинної сировини називають залишок неорганічних речовин, одержуваний після спалювання сировини і подальшого прожарювання залишку до постійної маси. Зола рослин (загальна зола) складається з суміші різних неорганічних речовин, що знаходяться в самій рослині (властивих рослині), і мінеральних домішок (земля, пісок, камінчики, пил), які можуть потрапити в сировину при зборі і сушці.

Кількість золи в рослинній сировині коливається в певних межах і залежить як від специфіки самої сировини, так і способу її збору та умов сушіння. Значні відхилення від зазначених у НТД норм зазвичай свідчать про забруднення сировини мінеральною домішкою або про несвоєчасний збір сировини та ін. У золі найчастіше містяться наступні елементи: К, Na, Mg, Ca, Fe, С, Si, P, рідше і в меншій кількості Cu, Mn, Al та ін. Ці елементи знаходяться в золі у вигляді оксидів або солей вугільної, фосфорної, сірчаної та інших кислот.

При визначенні змісту золи необхідно пам'ятати, що результати залежать від тривалості і температурного режиму всього процесу озолення. Перше, на що слід звернути увагу, – це повнота спалювання. При швидкому спалюванні і високій температурі може статися сплавлення частинок золи: сплавлені частинки захоплюють і покривають собою частинки сировини, в результаті чого озолення проходить не повністю. На результат аналізу впливають також тривалість і температура прожарювання залишку, отриманого після згоряння сировини. При порушенні температурного режиму можливі зміни складу золи. Для того щоб провести повне озолення рослинної сировини, його слід проводити спочатку при невеликому полум'ї пальника. Після припинення виділення газів температуру можна трохи підвищити, кришку тигля відкрити. Потім тигель з обвугленою сировиною переносять у муфельну піч.

У рослинній сировині проводиться визначення золи загальної та золи, нерозчинної в 10 %-вій HCl, що являє собою залишок після обробки загальної золи HCl і складається в основному з силікатів, які є для деяких об'єктів природною складовою частиною, але частіше – результатом забруднення сировини піском, землею і камінчиками. Таким чином, підвищений вміст нерозчинної в соляній кислоті частини золи вказує на значний вміст в рослинній сировині мінеральної домішки.

Реактиви та обладнання

1. 10 %-вий розчин HCl.
2. Водний розчин H₂O₂.
3. Концентрований розчин HNO₃ або 10 %-вий розчин нітрату амонію.
4. Терези лабораторні аналітичні.
5. Сита з діаметром отворів 2 мм.
6. Фарфоровий тигель.
7. Електроплитка.
8. Азбестова сітка.
9. Муфельна піч.
10. Екстрактор.
11. Баня водяна лабораторна.

12. Годинникове скло.
13. Воронки скляні для фільтрування діаметром 5 см.
14. Беззольний фільтр.
15. 2 %-вий розчин AgNO_3 .
16. Бюкси з притертою кришкою.
17. Ступка фарфорова з товкачиком.
18. Електрокавомолка побутова.
19. Годинник.

Хід визначення

1–3 г (при визначенні тільки загальної золи) та 5 г (при визначенні загальної золи та золи, нерозчинної в 10 %-вій HCl) подрібненої сировини (точна наважка), що проходить крізь сито з отворами діаметром 2 мм, поміщають у попередньо прожарений до постійної маси фарфоровий тигель і рівномірно розподіляють по дну тигля. Наважку сировини в тиглі обережно обвуглюють над слабким полум'ям газового пальника, намагаючись, щоб кінець полум'я не торкався дна тигля, або на електроплитці. У цьому випадку на неї поміщають азбестову сітку, на яку встановлюють тиглі з навішеннями.

Після повного обвуглювання сировини тиглі переносять у муфельну піч для спалювання вугілля і повного прожарювання залишку. Прожарювання ведуть при червоному калі (550–650 °С) до постійної маси, уникаючи сплавки золи і спікання її зі стінками тигля. По закінченні прожарювання кілька остиглі, але ще гарячі тиглі ставлять у ексікатор, охолоджують і зважують. Постійна маса вважається досягнутою, якщо різниця між двома наступними зважуваннями не перевищує 0,0005 г.

Якщо після охолодження залишок ще містить частинки вугілля, то додають декілька крапель пероксиду водню, концентрованої HNO_3 або 10 %-вого нітрату амонію, випарюють під тягою на водяній бані і знову прожарюють до тих пір, поки залишок не стане білим або прийме рівномірне забарвлення.

Для визначення вмісту золи, нерозчинної в 10 %-вій HCl , в тигель із загальною золою доливають 10 мл 10 %-вої HCl , тиглі покривають годинними стеклами і нагрівають на киплячій водяній бані протягом 10 хв, потім знімають їх і після охолодження вміст фільтрують через беззольний фільтр; тигель, годинне скло і фільтр промивають дистильованою водою до припинення появи каламуті в промивних водах від краплі 2 %-вого AgNO_3 . Тиглі і фільтри висушують, фільтри обережно спалюють у тиглях, після чого прожарюють до постійної маси.

Процентний вміст загальної золи X_1 в абсолютно сухій сировині обчислюють за формулою

$$X_1 = \frac{m_1 \cdot 100 \cdot 100}{m_2(100 - \omega)},$$

де X_1 – маса золи, г; m_2 – маса наважки сировини, г; ω – втрата в масі сировини при висушуванні, %.

Процентний вміст золи, нерозчинної в 10 %-вій НСІ X_2 , в абсолютно сухій сировині обчислюють за формулою

$$X_2 = \frac{(m_1 - m) \cdot 100 \cdot 100}{m_2(100 - \omega)},$$

де m_1 – маса золи, г; m – маса золи фільтра (якщо зола останнього більше 0,002 г); m_2 – маса наважки сировини, г; ω – втрата в масі сировини при висушуванні, %.

Практична робота № 4 **ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ Na в РОСЛИННІЙ СИРОВИНІ** **ЗА ДОПОМОГОЮ СКЛЯНОГО ЕЛЕКТРОДУ**

Для вимірювання активності іонів натрію в водних розчинах при температурах від +5 до +60° С можна користуватися скляним електродом типу ЭЛИС-112Na в парі з хлоридсрібляним допоміжним електродом.

Реактиви та обладнання

1. 10 %-вий розчин НСІ.
2. Іономір ЭВ-74.
3. рNa скляний (вимірювальний) електрод.
4. Хлоридсрібляний (допоміжний) електрод.
5. Мірні колби місткістю 50 мл (5 штук).
6. Мірна колба місткістю 100 мл (1 шт.).
7. Хімічні стаканчики на 50 мл.
8. Піпетки Мора від 5 до 25 мл.
9. Годинникове скло.
10. Стандартний розчин хлориду натрію 1 моль/л.
11. Дистильована вода.
12. Фільтрувальний папір.

Хід роботи

Побудова градуювального графіка. В мірних колбах місткістю 50 мл готують серію стандартних розчинів хлориду натрію з концентраціями, вказаними в табл. 1.

Величина pNa^+ розчинів хлориду натрію різноманітної концентрації

Номер розчину	C, моль/л	pNa (станд.)
1	$1,0 \cdot 10^{-4}$	4,00
2	$1,0 \cdot 10^{-3}$	3,01
3	$1,0 \cdot 10^{-2}$	2,04
4	$1,0 \cdot 10^{-1}$	1,11
5	1,0	0,18

Прилад настроюють, а потім вимірюють ЕРС розчинів 1–5 і будують графічну залежність ЕРС, мВ (вимір.) від pNa (станд.).

Для визначення вмісту Na в рослинній сировині золу зразка розчиняють у 20 мл 10 %-ної HCl при нагріванні. Доводять об'єм розчину до 50 мл. Потім за допомогою іонселективного електроду вимірюють значення ЕРС досліджуваного розчину. На градувальному графіку знаходять концентрацію іонів натрію і розраховують вміст натрію в наважці.

$$\omega(\text{Na}) = C(\text{Na}) \cdot 50 \cdot 22,99 \cdot 100/m$$

де $\omega(\text{Na})$ – процентний вміст Na у зразку; $C(\text{Na})$ – молярна концентрація іонів у розчині; m – маса рослинної сировини, взятої для озолення.

Практична робота № 5 ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ K В РОСЛИННІЙ СИРОВИНІ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕМБРАННОГО ЕЛЕКТРОДУ

Для вимірювання активності іонів натрію в водних розчинах при температурах від +5 до +60° С можна користуватися мембранним електродом типу ЭЛИС-121К в парі з хлоридсрібляним допоміжним електродом.

Реактиви та обладнання

1. 10 %-вий розчин HCl.
2. Іономір ЭВ-74.
3. рК мембранний (вимірювальний) електрод.
4. Хлоридсрібляний (допоміжний) електрод.
5. Мірні колби місткістю 50 мл (5 штук).
6. Мірна колба місткістю 100 мл (1 шт.).
7. Хімічні стаканчики на 50 мл.
8. Піпетки Мора від 5 до 25 мл.
9. Годинникове скло.
10. Стандартний розчин нітрату калію 1 моль/л.

11. Дистильована вода.
12. Фільтрувальний папір.

Хід роботи

Побудова градувального графіка. В мірних колбах місткістю 50 мл готують серію стандартних розчинів нітрату калію з концентраціями, вказаними в табл. 2.

Таблиця 2

Величина pK^+ розчинів нітрату калію різноманітної концентрації

Номер розчину	C, моль/л	pK (станд.)
1	$1,0 \cdot 10^{-4}$	4,00
2	$1,0 \cdot 10^{-3}$	3,01
3	$1,0 \cdot 10^{-2}$	2,04
4	$1,0 \cdot 10^{-1}$	1,11
5	1,0	0,18

Прилад настроюють, а потім вимірюють ЕРС розчинів 1–5 і будують графічну залежність ЕРС, мВ (вимір.) від pK (станд.).

Для визначення вмісту К в рослинній сировині золу зразка розчиняють у 20 мл 10%-ної НС1 при нагріванні. Доводять об'єм розчину до 50 мл. Потім за допомогою іонселективного електроду вимірюють значення ЕРС досліджуваного розчину. На градувальному графіку знаходять концентрацію іонів калію і розраховують вміст калію в наважці.

$$\omega(K) = C(K) \cdot 50 \cdot 38,96 \cdot 100/m$$

де $\omega(K)$ – процентний вміст К у зразку; $C(K)$ – молярна концентрація іонів у розчині; m – маса рослинної сировини, взятої для озолення.

Практична робота № 6

ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ Са В РОСЛИННІЙ СИРОВИНІ ЗА ДОПОМОГОЮ ПЛІВКОВОГО ЕЛЕКТРОДУ

Для вимірювання активності іонів кальцію та магнію у водних розчинах при температурах від 0 до +40 °С можна користуватися плівковим електродом типу ЕКОНОМ-Са в парі з хлоридсрібляним допоміжним електродом.

Реактиви та обладнання

1. 10 %-вий розчин НС1.
2. Іономір ЭВ-74.
3. pСа плівковий (вимірювальний) електрод.

4. Хлоридсрібляний (допоміжний) електрод.
5. Мірні колби місткістю 50 мл (5 штук).
6. Мірна колба місткістю 100 мл (1 шт.).
7. Хімічні стаканчики на 50 мл.
8. Піпетки Мора від 5 до 25 мл.
9. Годинникове скло.
10. Стандартний розчин хлориду кальцію концентрацією $1 \cdot 10^{-1}$ М.
11. Дистильована вода.
12. Фільтрувальний папір.

Хід роботи

Побудова градуювального графіка. В мірних колбах місткістю 50 мл готують серію стандартних розчинів хлориду кальцію з концентраціями, вказаними в табл. 3.

Таблиця 3

Величина pCa^{2+} розчинів хлориду натрію різноманітної концентрації

Номер розчину	C, моль/л	pC (станд.)
1	$1,0 \cdot 10^{-5}$	5,00
2	$1,0 \cdot 10^{-4}$	4,00
3	$1,0 \cdot 10^{-3}$	3,00
4	$1,0 \cdot 10^{-2}$	2,00
5	$1,0 \cdot 10^{-1}$	1,00

Прилад настроюють, а потім вимірюють ЕРС розчинів 1–5 і будують графічну залежність ЕРС, мВ (вимір.) від pC (станд.).

Для визначення вмісту Са в рослинній сировині золу зразка розчиняють у 20 мл 10%-ної НС1 при нагріванні. Доводять об'єм розчину до 50 мл. Потім за допомогою іонселективного електроду вимірюють значення ЕРС досліджуваного розчину. На градуювальному графіку знаходять концентрацію іонів калію і розраховують вміст калію в наважці.

$$\omega(\text{Ca}) = C(\text{Ca}) \cdot 50 \cdot 39,96 \cdot 100/m$$

де $\omega(\text{Ca})$ – процентний вміст Са у зразку; $C(\text{Ca})$ – молярна концентрація іонів у розчині; m – маса рослинної сировини, взятої для озолення.

Практична робота № 7

КІЛЬКІСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ДУБИЛЬНИХ РЕЧОВИН

Реактиви та обладнання

1. Сита з діаметром отворів 3 мм.
2. Колби конічні місткістю 20, 50, 200 мл.
3. Бані водяні лабораторні.
4. Терези лабораторні аналітичні.
5. Вата гігроскопічна.
6. Розчин залізоамонійних галунів.
7. Розчин індигосульфоокислоти.
8. Розчин перманганату калію, 0,1 н.
9. Штативи лабораторні.
10. Бюретки місткістю 25 мл.
11. Піпетки вимірювальні місткістю 5 мл.

Хід роботи

Близько 0,4 г (точна наважка) подрібненої сировини, просіяної крізь сито з діаметром отворів 3 мм, поміщають в конічну колбу місткістю 20 мл, заливають 10 мл окропу і нагрівають на водяній бані протягом 30 хв при частому перемішуванні. Рідину відстоюють протягом декількох хвилин і обережно проціджують через вату в мірну колбу місткістю 50 мл так, щоб частинки сировини не попадали на вату. Сировину в колбі повторно витягують киплячою водою, як зазначено вище, проціджують рідину в ту ж мірну колбу. Витягування повторювати декілька раз до негативної реакції на дубильні речовини (проба з розчином залізоамонійних галунів). Рідину в мірній колбі охолоджують і об'єм вилучення доводять водою до мітки. 5 мл отриманої рідини поміщають в конічну колбу місткістю 200 мл, додають 150 мл води і 5 мл розчину індигосульфоокислоти і титрують при постійному перемішуванні 0,1 н перманганатом калію до золотисто-жовтого забарвлення.

1 мл 0,1 н розчину перманганату калію відповідає 0,004157 г дубильних речовин в перерахунку на танін. Паралельно проводять контрольний дослід, титруючи 5 мл індигосульфоокислоти в 150 мл води.

Процентний вміст дубильних речовин визначають за формулою

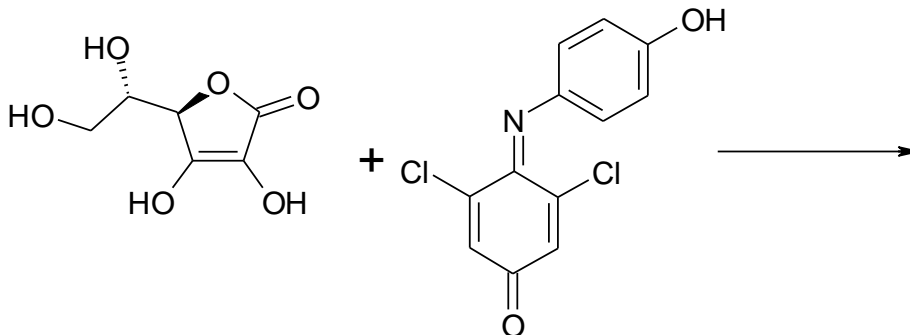
$$x = \frac{(V_1 - V_2) \cdot K \cdot D \cdot V \cdot 100 \cdot 100}{m \cdot V_3 \cdot (100 - \omega)},$$

де V_1 – об'єм 0,1 н KMnO_4 , який пішов па титрування, мл; V_2 – об'єм 0,1 н KMnO_4 , який пішов на контрольний досвід, мл; K – поправка па титр (за щавлевої кислоти); D – коефіцієнт перерахунку на танін: для гідролізованих

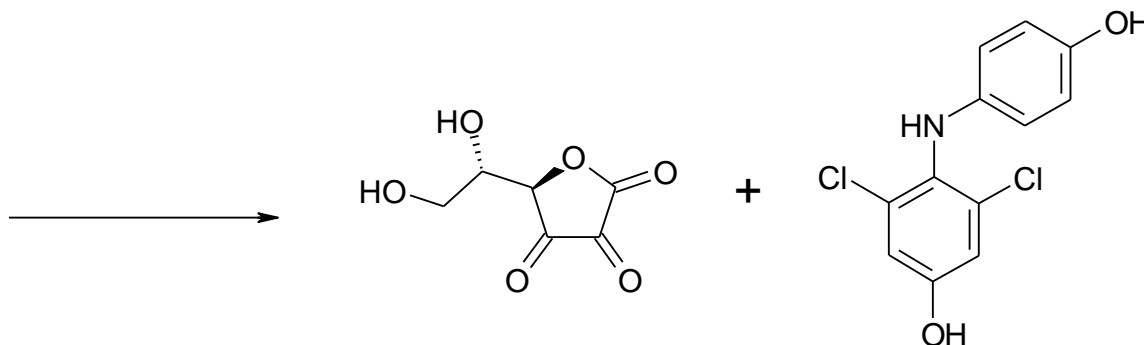
дубильних речовин дорівнює 0,004157, для конденсованих – 0,00582; V – загальний об'єм екстракту, мл; m – маса наважки сировини, г; V_3 – об'єм екстракту, взятого для титрування, мл.

Практична робота № 8
КІЛЬКІСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ АСКОРБІНОВОЇ КИСЛОТИ
В ПЛОДАХ ШИПШИНИ (*FRUCTUS ROSAE*)

Метод кількісного визначення аскорбінової кислоти заснований на здатності відновлювати 2,6-дихлорфенолілдофенол:

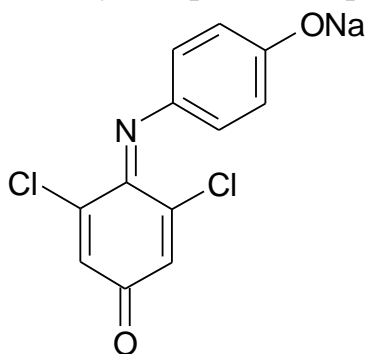


аскорбінова кислота 2,6-дихлорфенолілдофенол

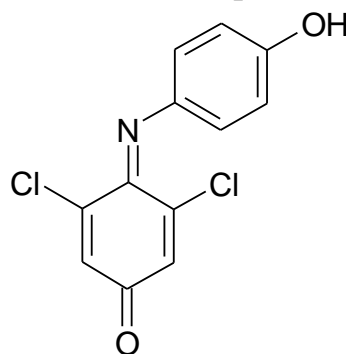


дегідроаскорбінова
кислота

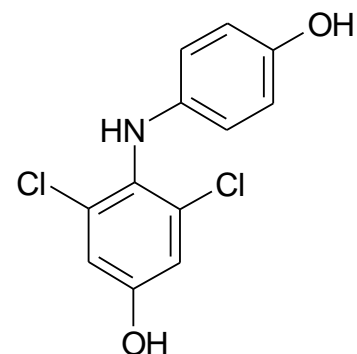
2,6-дихлорфенолілдофенол в лужному середовищі має синє забарвлення, в кислому – червоне, а при відновленні знебарвлюється:



синій



червоний



безбарвний

Реактиви та обладнання

1. 2 %-вий розчин HCl.
2. Вода дистильована.
3. Аскорбінова кислота.
4. Натрій 2,6-дихлорфенолілдофенолят.
5. 2 %-вий розчин H₂SO₄.
6. Калій йодид.
7. Калій йодат.
8. Крохмаль (р-н).
9. Папір фільтрувальний.
10. Вата гігроскопічна.
11. Скляний порошок.
12. Терези лабораторні аналітичні.
13. Ступка фарфорова з товкачиком.
14. Колби конічні місткістю 50, 100, 500 мл.
15. Циліндри мірні на 15, 50, 100 мл.
16. Колби мірні місткістю 1 л.
17. Стакани хімічні місткістю 300мл.
18. Воронки скляні для фільтрування діаметром 5-10 см.
19. Бюретки місткістю 25 мл.
20. Мікробюретки місткістю 5 мл.
21. Піпетки вимірювальні місткістю 25 мл.
22. Штативи лабораторні.
23. Центрифуга.

Приготування 0,001 н розчину 2,6-дихлорфенолілдофеноляту: 0,22 г 2,6-дихлорфенолілдофенолу розчиняють в 500 мл свіжопрокиплячої та охолодженої води при енергійному збовтуванні (для розчинення наважки залишають на ніч). Розчин фільтрують у мірну колбу і доводять об'єм розчину водою до 1 л. Термін придатності розчину не більше ніж 7 діб за умови зберігання в холодному і темному місці.

Установка титру. Кілька кристалів (3–5) аскорбінової кислоти розчиняють у 50 мл 2%-вого розчину H₂SO₄. Отриманий розчин в кількості 5 мл титрують з мікробюретки робочим розчином 2,6-дихлорфенолілдофенолу до появи рожевого забарвлення, зникаючого упродовж 1–2 хв. Інші 5 мл цього ж розчину аскорбінової кислоти титрують точно 0,001 н йодитом калію в присутності кількох кристалів (близько 2 мг) йодиду калію і 2–3 крапель розчину крохмалю до появи блакитного забарвлення.

Поправочний коефіцієнт K обчислюють за формулою $K = V/V_1$, де V – об'єм точно 0,001 н розчину йодату калію, який пішов на титрування, мл; V_1 – об'єм розчину 2,6-дихлорфенолілдофенолу, що був затрачений на титрування, мл.

Хід роботи

20 г цілих або 10 г очищених плодів шипшини в ступці розтирають зі скляним порошком (близько 5 г) при поступовому додаванні 300 мл дистильованої води. Настояють 10 хв, потім розмішують, центрифугують або фільтрують. У конічну колбу місткістю 50–100 мл вносять 1 мл 2%-ного розчину HCl , потім 1 мл отриманого витягу та 13 мл води і титрують з мікробюретки 0,001 н розчином 2,6-дихлорфенолілдофеноляту натрію до появи рожевого забарвлення, яке не зникає протягом 0,5–1 хв. Титрування повинно проводитися не більше 2 хв. У випадку інтенсивного забарвлення центрифугату чи фільтрату або високого вмісту аскорбінової кислоти (витрата розчину 2,6-дихлорфенолілдофеноляту натрію більше 2 мл), виявленого пробним титруванням, їх розводять перед титруванням водою в два рази або більше.

1 мл 0,001 н розчину 2,6-дихлорфенолілдофеноляту натрію відповідає 0,000088 г аскорбінової кислоти.

Процентний вміст аскорбінової кислоти (x) в перерахунку на абсолютно суху сировину обчислюють за формулою

$$x = \frac{V \cdot F \cdot 0,000088 \cdot V_1 \cdot 100 \cdot 100}{m \cdot V_2 \cdot (100 - w)},$$

де V – об'єм 0,001 н розчину 2,6-дихлорфенолілдофеноляту натрію, що пішов на титрування, мл; F – поправка на титр 0,001 н розчину 2,6-дихлорфенолілдофеноляту натрію; V_1 – об'єм вилучення, відповідний всій наважці, мл; m – маса наважки сировини, г; V_2 – об'єм вилучення, взятого для титрування, мл; w – втрата в масі сировини при висушуванні, %.

Вміст аскорбінової кислоти для цілісної сировини має бути не менше 1 %.

Практична робота № 9

КІЛЬКІСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ АНТОЦІАНІВ В КВІТКАХ ВОЛОШКИ СИНЬОЇ

Реактиви та обладнання

1. Вода дистильована.
2. Колби конічні місткістю 250 мл.
3. Ступка фарфорова з товкачиком.
4. Терези лабораторні аналітичні.

5. Сита з діаметром отворів 1 мм.
6. 1 %-вий розчин HCl
7. Холодильник зворотний скляний лабораторний з нормальним шліфом.
8. Бані водяні лабораторні.
9. Воронки скляні для фільтрування діаметром 5 см.
10. Вата гігроскопічна.
11. Папір фільтрувальний.
12. Спектрофотометр СФ-26
13. Кювети з товщиною шару 1 см.

Хід роботи

Подрібніть аналітичну пробу сировини до розміру часток, що проходять крізь сито з отворами діаметром 1 мм. Близько 0,3 г (точна наважка) подрібненої сировини помістіть в колбу місткістю 250 мл, додайте 100 мл 1 % розчину хлористоводневої кислоти і нагрійте колбу із зворотним холодильником на водяній бані протягом 15 хвилин. Вилучення відфільтруйте через вату в мірну колбу об'ємом 250 мл (для повного вилучення антоціанів екстракцію повторюють ще декілька раз зазначеним вище способом, отримане вилучення фільтруйте в ту ж мірну колбу через той же фільтр). Сировину на фільтрі промийте 40 мл 1 %-вим розчином хлористоводневої кислоти. Після охолодження фільтрату доведіть об'єм вилучення до мітки. Отримане вилучення відфільтруйте через паперовий фільтр, відкинувши перші 10 мл фільтрату, і виміряйте оптичну густину на спектрофотометрі при довжині хвилі 510 нм в кюветі з товщиною шару 10 мм. В якості розчину порівняння використовуйте 1 %-вий розчин хлористоводневої кислоти.

Процентний вміст суми антоціанів в перерахунку на ціанідин-3,5-диглікозид на абсолютно суху сировину обчислюють за формулою:

$$X = \frac{D \cdot 250 \cdot 100}{453 \cdot m \cdot (100 - \omega)},$$

де D – оптична густина досліджуваного розчину; 453 – коефіцієнт світлопоглинання ціанідин-3,5-диглікозиду в 1 %-вому розчині хлористоводневої кислоти; m – маса сировини в грамах; ω – втрата в масі при висушуванні, %.

Практична робота № 10
СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ФЛАВОНОЇДІВ
В ЛІКАРСЬКІЙ РОСЛИННІЙ СИРОВИНІ

Реактиви та обладнання

1. Вода дистильована.
2. Колби конічні місткістю 100 мл.
3. Ступка фарфорова з товкачиком.
4. Терези лабораторні аналітичні.
5. Сита з діаметром отворів 1 мм.
6. 1 %-вий розчин HCl.
7. 70, 95 %-ві розчини C₂H₅OH.
8. 2 %-вий розчину AlCl₃ в 95 % C₂H₅OH.
9. 1 %-вий розчин HCl.
10. Холодильник зворотний скляний лабораторний з нормальним шліфом.
11. Бані водяні лабораторні.
12. Папір фільтрувальний.
13. Воронки скляні для фільтрування діаметром 5 см.
14. Спектрофотометр СФ-26.
15. Кювети з товщиною поглинаючого шару 1 см.
16. Піпетки вимірювальні місткістю 5, 2 мл

Хід роботи

Аналітичну пробу лікарської сировини подрібнюють до розміру часток, що проходять крізь сито з отворами 1 мм. Близько 1 г сировини (точне навішування) поміщають в колбу з шліфом місткістю 100 мл, додають 30 мл 70 % етилового спирту, колбу приєднують до зворотного холодильника і нагрівають на киплячій водяній бані протягом 30 хвилин. Потім колбу охолоджують до кімнатної температури під струменем холодної води і фільтрують вміст через паперовий фільтр в мірну колбу місткістю 100 мл (для повного витягання флавоноїдів екстракцію повторюють ще 2 рази вказаним вище способом, отримані витягування фільтрують в ту ж мірну колбу через той же фільтр). Фільтр змивають 70 %-ним етанолом и доводять об'єм фільтрату тим же розчином етанолу до мітки. Отриманий розчин матиме назву «Розчин А».

4 мл «розчину А» поміщають в мірну колбу місткістю 25 мл, додають 2 мл 2 % розчину хлориду алюмінію в 95 % етиловому спирті і доводять об'єм до мітки 95 % етиловим спиртом. Через 20 хвилин вимірюють оптичну густина на спектрофотометрі при довжині хвилі 410 нм в кюветі завтовшки 10 мм.

Розчин порівняння: 4 мл «розчину А» поміщають в мірну колбу, об'ємом 25 мл, додають 1 краплю розведеної хлористоводневої кислоти і доводять об'єм розчину 95 % етиловим спиртом до мітки.

Вміст суми флавоноїдів в перерахунку на авікулярін в абсолютно сухій сировині (X , %) обчислюють за формулою.

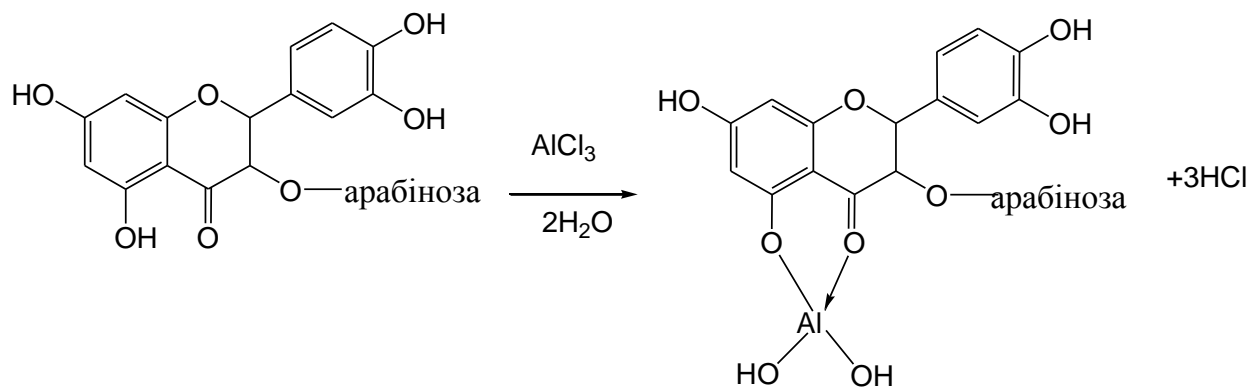
$$X = \frac{D \cdot 100 \cdot 100 \cdot 25}{330 \cdot m \cdot (100 - \omega)},$$

де D – оптична густина досліджуваного розчину;

330 – питомий показник поглинання комплексу авікулярину з хлоридом алюмінію при 410 нм;

m – маса сировини в грамах;

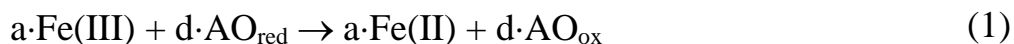
ω – втрата в масі при висушуванні у відсотках



Практична робота № 11

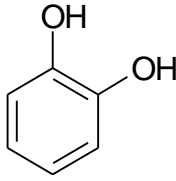
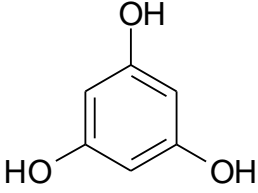
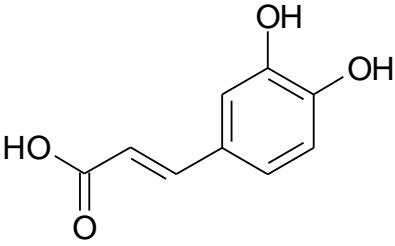
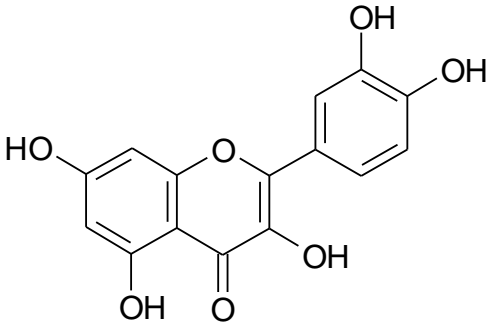
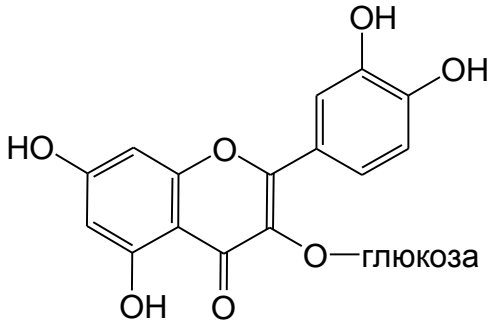
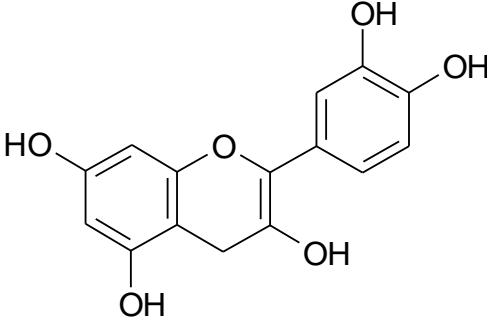
РЕДОКСМЕТРИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ АНТИОКСИДАНТНОЇ АКТИВНОСТІ

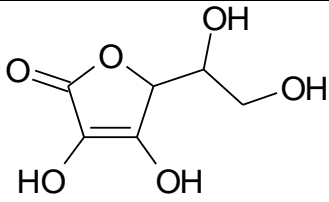
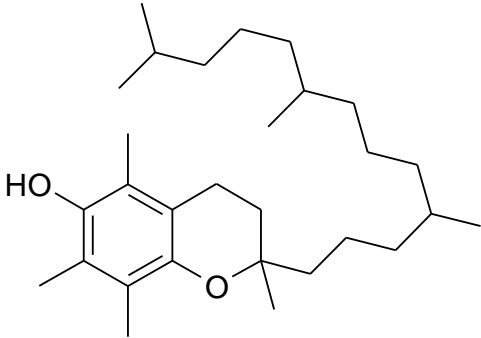
Для визначення антиоксидантної активності потенціометричним методом в даній роботі використовувалась хімічна взаємодія антиоксидантів з Fe(III) , яке призводило до зміни співвідношення $\text{Fe(III)}/\text{Fe(II)}$, що викликало зміну окислювально-відновного потенціалу медіаторної системи:



Стехіометричні коефіцієнти реакції (1) з природними антиоксидантами приведено в табл. 4. Згідно з рівнянням Нернста, потенціал медіаторної системи описується рівнянням (2).

Стехіометричні коефіцієнти реакції (1)

Назва сполуки	Формула	a:d
Катехол		2:1
Флороглюцин		3:1
Кофейна кислота		2:1
Кверцетин		5:1
Рутин		4:1
Катехін		5:1

Аскорбінова кислота		2:1
α-Токоферол		1:1

$$E = E_0 + b \cdot \lg C_{\text{ox}}/C_{\text{red}} \quad (2)$$

Після введення в розчин зразка, що містить антиоксиданти, потенціал системи міняється у відповідності з рівнянням (3)

$$E_1 = E_0 + b \cdot \lg(C_{\text{ox}} - \text{AOA}) / (C_{\text{red}} + \text{AOA}). \quad (3)$$

Використовуючи рівняння (1) та (2), концентрація АО розраховується згідно з формулою

$$\text{AOA} = \frac{\alpha C_{\text{ox}} - C_{\text{red}}}{1 + \alpha}, \quad (4)$$

де E і E_1 – окислювально-відновні потенціали системи, що встановлюються до і після введення аналізованого зразка антиоксиданту, В, що аналізується;

E_0 – стандартний окисно-відновний потенціал медіаторної системи, В;

C_{ox} – концентрація окисленої форми медіатора, моль/л;

C_{red} – концентрація відновленої форми медіатора, моль/л;

АОА – молярна концентрація еквівалента АО, що вступили у взаємодію з окисленим компонентом медіаторної системи, моль/л;

$\alpha = 10^{(E-E_1)/b} \cdot C_{\text{red}}/C_{\text{ox}}$, $b = 2,3RT/nF$, $n = 1$.

Реактиви та обладнання

1. Скляна електрохімічна комірка.
2. 0,015 М К-На фосфатного буферного розчину.
3. 1,0 М розчину $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.
4. 0,01 М розчину $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.
5. Іономір ЭВ-74.
6. Платиновий (вимірювальний) електрод.
7. Хлоридсрібляний (допоміжний) електрод.
8. Піпетки вимірювальні місткістю 10, 1 мл.
9. Електромагнітна мішалка.

Хід роботи

Скляну електрохімічну комірку заповнюють 10 мл 0,015 М К-На фосфатного буферного розчину, додають 0,10 мл 1,0 М розчину $K_3[Fe(CN)_6]$ і 0,10 мл 0,01 М розчину $K_4[Fe(CN)_6]$. Погружають в комірку платиновий і хлоридсрібний електроди, витримують систему до встановлення постійного значення потенціалу, котрий далі вважають початковим та позначають його E . Додають аліквоту (0,50 мл) дослідного розчину, потім знову вимірюють потенціал (E_1) і розраховують концентрацію АО за формулою (4). Межа визначення АОА у водних розчинів складає $3,5 \cdot 10^{-6}$ моль/л.

Практична робота № 12

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ПОЛІФЕНОЛЬНИХ СПЛУК У РОСЛИННІЙ СИРОВИНІ

Реактиви та обладнання

1. Дистильована вода.
2. Вольфрамат натрію.
3. Молібдат натрію.
4. Розчин 85 %-ї ортофосфатної кислоти.
5. Концентрований розчин HCl.
6. Сульфат літію.
7. Бром.
8. Конічна колба 350 мл.
9. Піщана баня.
10. Зворотній холодильник.

Методика приготування реагенту Фолін-Чиокалтеу

Розчиняють в 70 мл води 10 г вольфрамату натрію і 2,5 г молібдату натрію, додають 5 мл 85%-ортофосфатної кислоти та 10 мл концентрованого розчину соляної кислоти. Кип'ятять зі зворотним холодильником протягом 10 годин. Після цього додають 15 г сульфату літію і 5 мл води, капають 1 каплю броду, після чого кип'ятять ще 15 хвилин. Охолоджують до кімнатної температури та додають 100 мл води. Фосфорномолібденова /фосфорновольфрамова комплексна кислота:



Хід роботи

Сумарний вміст фенольних сполук в екстрактах визначають спектрофотометрично з використанням фенольного реагенту Фолін-Чиокалтеу. Аліквоту (1 мл) екстракту або стандартного розчину 3,4,5-тригідроксобензойної кислоти (20, 40, 60, 80 та 100 мг/л) поміщають в мірну колбу ємністю 25 мл, що містить 9 мл H_2O . Після цього додають 1 мл фенольного реагенту Фолін-Чиокалтеу і перемішують. Через 5 хв. додають 10 мл 7% розчину Na_2CO_3 , 25 мл H_2O та знову перемішують. Після витримання при кімнатній температурі протягом 90 хв. вимірюють оптичну густина на спектрофотометрі СФ-56 при довжині хвилі 750 нм у кюветі з товщиною поглинаючого шару 20 мм. Будують градувальний графік.

Сумарний вміст поліфенольних сполук (ВПС) в екстрактах розраховують в кількості еквівалентів 3,4,5-тригідроксобензойної кислоти, що містяться в 1 л екстракту (ммоль/л).

Практична робота № 13

КІЛЬКІСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ АРБУТИНУ В ЛІКАРСЬКІЙ РОСЛИННІЙ СИРОВИНІ

Арбутин в рослинній сировині визначається методом йодометрії. Метод заснований на гідролізі арбутина з утворенням гідрохінону, який визначається йодом у лужному середовищі. Лужне середовище створюється гідрокарбонатом натрію.

Реактиви та обладнання

1. Терези лабораторні аналітичні.
2. Сита з діаметром отворів 1 мм.
3. Вода дистильована.
4. Колби конічні місткістю 100 мл.
5. Електрична плитка.
6. Годинник.
7. Ступка фарфорова з товкачиком.
8. Паперовий фільтр.
9. Воронка.
10. Чашка Петрі.
11. Концентрований розчин H_2SO_4 .
12. Зворотній холодильник.
13. Цинковий пил.
14. Гідрокарбонат натрію.
15. Плоскодонна колба місткістю 500 мл.

16. Лакмусовий папір.
17. Мірна піпетка 1, 50 мл.
18. Мірний стакан 200 мл.
19. Напівмікробюретка.
20. 0,1 моль/л розчин I₂.

Хід роботи

0,5 г (точна наважка) листя, подрібненого і просіяного крізь сито з отворами діаметром 1 мм, поміщають в колбу на 100 мл, заливають 50 мл води і кип'ятять на плитці 30 хв. Для зменшення випаровування в колбу вставляють воронку. Гарячку витяжку фільтрують у мірну колбу місткістю 100 мл через паперовий фільтр, уникаючи попадання рослинного матеріалу на фільтр. Рослинний матеріал в колбі знову заливають 25 мл води і кип'ятять 20 хвилин. Після цього гаряче вилучення разом з сировиною переносять на фільтр і залишок на фільтрі промивають двічі гарячою водою (по 10 мл).

До всього фільтрату додають 3 мл гідроксоацетату свинцю для осадження баластних речовин, перемішують, охолоджують і доводять об'єм фільтрату водою до мітки. Колбу поміщають в киплячу баню і витримують до повної коагуляції осаду. Гарячу рідину фільтрують в суху колбу через паперовий фільтр, прикриваючи воронку чашкою Петрі або годинниковим склом (щоб уникнути випаровування). Потім проводиться гідроліз арбутина: після охолодження до фільтрату доливають 1 мл концентрованої сірчаної кислоти, колбу зважують з похибкою 0,01 г, приєднують до зворотного холодильника і нагрівають на плитці протягом 1,5 години, підтримуючи рівномірне і слабе кипіння. Після охолодження і доведення до початкової маси рідину фільтрують в суху колбу, до фільтрату додають 0,1 г цинкового пилу і струшують протягом 5 хвилин для відновлення хінонів, які можуть утворитися з гідрохінону в процесі нагрівання проби на плитці у присутності сірчаної кислоти. Потім рідину нейтралізують по лакмусу гідрокарбонатом натрію (близько 1–1,5 г), додають ще 2 г гідрокарбонату натрію, після його розчинення рідину фільтрують в суху колбу через паперовий фільтр.

50 мл фільтрату (брати піпеткою), що відповідає половині наважки, поміщають в плоскодонну колбу місткістю 500 мл, додають 1 мл розчину крохмалю, 200 мл дистильованої води і негайно титрують з напівмікробюретки розчином йоду (0,1 моль/л) до появи синього забарвлення, яке не зникає протягом 1 хвилини.

Вміст арбутина в перерахунку на абсолютно суху сировину у відсотках обчислюють за формулою:

$$X = \frac{V \cdot 0,1361 \cdot 2 \cdot 100}{m} \cdot \frac{100}{100 - \omega}$$

0,01361 – кількість арбутина, відповідного 1 мл розчину йоду (1 моль/л), г; V – об'єм розчину йоду (0,1 моль/л), витраченого на титрування вилучення, мл; m – маса сировини в грамах; ω – втрата в масі при висушуванні, %.

Перелік питань для поточного та періодичного контролю

Питання за змістовим модулем 1.

Алкалоїди, органічні кислоти, ліпіди, терпеноїди, стероїдні глікозиди

1. Які документи складають законодавчу базу використання та реєстрації лікарських засобів в Україні?
2. Де забороняється робити збір лікарських рослин?
3. Назвіть основні правила збору лікарських рослин.
4. Основні способи приготування простих лікарських препаратів.
5. На чому заснована фармакологічна дія лікарських рослин?
6. Назвіть основні класи активних речовин, що входять у лікарські рослини.
7. Які речовини називають екстрактивними?
8. Що називається вологою в лікарських рослинах?
9. Що називають золою в лікарських рослинах?
10. Назвіть основні елементи, що входять до складу золи.
11. Як визначається вологість у лікарських рослинах?
12. Як визначається зольність у лікарських рослинах?
13. Які речовини називаються алкалоїдами?
14. У яких межах лежить pK_b алкалоїдів?
15. У якому виді виявляють алкалоїди в лікарських рослинах?
16. Які методи використовують для виявлення алкалоїдів?
17. Які реагенти використовують для осадження алкалоїдів з метою їх визначення?
18. Яким чином виконують виділення алкалоїдів у вигляді солей?
19. Яким чином виконують виділення алкалоїдів у вигляді вільних основ?
20. Назвіть основні способи розподілу суми алкалоїдів.
21. Назвіть основні реактиви для якісного визначення алкалоїдів.
22. Які органічні кислоти відносяться до летучих?
23. Які органічні кислоти відносяться до нелетучих?
24. Назвіть класифікацію органічних кислот
25. Який процес називається ліофілізацією?
26. Основні правила при сушінні лікарської сировини для виділення органічних кислот
27. Які речовини використовують для екстракції органічних кислот?
28. Які методи використовують для осадження органічних кислот?
29. Яку групу сполук називають ліпідами?
30. Який клас сполук називають жирами?
31. Як відрізняються за складом тверді й рідкі жири?
32. Яка реакція називається “омиленням”?

33. Яка величина називається числом омилення?
34. Яка величина називається йодним числом?
35. Яка величина називається ефірним числом?
36. Який хімічний процес лежить в основі прогорканні жирів?
37. У якій конфігурації входять ненасичені органічні кислоти в склад природних жирів?
38. Які масла називаються, що висихають?
39. Які масла називаються, що напіввисихають?
40. Які масла називаються, що не висихають?
41. Яка величина характеризує висихаємість жирів?
42. Які речовини називаються терпеноїдами?
43. Основні фактори, що впливають на нагромадження лікарських речовин у рослинах.
44. Основні способи одержання ефірних масел.
45. Які речовини називаються стероїдними глікозидами?
46. Що називається агліконом?
47. Чим вирізняються спірпостанолові глікозиди від фурастанолових?
48. У яких рослинах в основному накопичуються стероїдні глікозиди?
49. З яких етапів складається виділення стероїдних глікозидів?
50. Назвіть реакцію для якісного визначення стероїдних глікозидів.
51. Назвіть основні фізико-хімічні методи для визначення активних речовин у лікарських рослинах.
52. Що називається жаб'ячою одиницею дії?
53. Назвіть біологічні методи для стандартизації лікарської сировини.
54. Що називається гемолізом?

Питання за змістовим модулем 2.

Стероїдні та тритерпенові сапоніни, флавоноїди, полімерні фенольні сполуки, антрохінони, кумарини, хромони і вітаміни

1. Які речовини називаються стероїдними сапонінами?
2. Які реакції використовують при аналізі стероїдних сапонінів?
3. Які речовини називаються тритерпеновими сапонінами?
4. Які реакції використовують при аналізі тритерпенових сапонінів?
5. Які сполуки називаються флавоноїдами? Нарисуйте формулу флавону.
6. На чому основана сучасна класифікація флавоноїдів.
7. Охарактеризуйте способи отримання флавоноїдів.
8. Приведіть схему виділення флавоноїдів із лікарської рослинної сировини.
9. Дайте характеристику ціанідінової реакції на флавоноїди. Приведіть її схему.

10. Дайте характеристику борно-лимонної реакції на флавоноїди. Приведіть її схему.
11. Дайте характеристику аналітичної реакції хлориду сурьми(III) на флавоноїди. Приведіть її схему.
12. Дайте характеристику дії лугів на флавоноїди. Приведіть її схему.
13. Дайте характеристику аналітичної реакції хлориду алюмінію на флавоноїди. Приведіть її схему.
14. Дайте характеристику аналітичної реакції ацетату свинцю на флавоноїди. Приведіть її схему.
15. Охарактеризуйте хроматографічне виявлення флавоноїдів.
16. Які методи використовуються для кількісного визначення флавоноїдів.
17. Які сполуки називаються дубильними? Приведіть структурну формулу таніну.
18. Охарактеризуйте методи виявлення дубильних сполук.
19. Біологічна дія дубильних сполук.
20. Охарактеризуйте кількісне визначення дубильних сполук методом перманганатометрії. Приведіть схему реакції.
21. Які сполуки називають антраценпохідними? Приведіть структурну формулу алізарину.
22. Охарактеризуйте методи виділення антраценпохідних із лікарської рослинної сировини.
23. Охарактеризуйте ідентифікацію антраценпохідних за допомогою фізико-хімічних методів.
24. Фармакопейний метод визначення антраценпохідних. Метод Аутергоффа.
25. Які сполуки відносяться до кумаринів? Приведіть структурну формулу еллагової кислоти
26. Зв'язок будови кумаринів із біологічною активністю.
27. Виділення кумаринів із лікарської рослинної сировини.
28. Реакції виявлення кумаринів.
29. Охарактеризуйте методи кількісного визначення кумаринів.
30. Які сполуки називаються вітамінами?
31. Буквена класифікація вітамінів. Недоліки.
32. Хімічна класифікація вітамінів.
33. Методи кількісного визначення аскорбінової кислоти. Приведіть схему реакції Тільманса.
34. Методи кількісного визначення пантотенової кислоти.
35. Охарактеризуйте реакцію Карра-Прайса визначення вітаміну А. Приведіть схему реакції.
36. Методи визначення вітаміну В₁₅.

Рекомендована література

Основна

1. Кисиленко В. С., Журавель О. І., Марчишин С. М., Мінарченко В. М., Хворост О. П. *Фармакогнозія: базовий підруч. для студ. вищ. фармац. навч. закл.* Харків: НФаУ, Золоті сторінки, 2015. 736 с.
2. Бобкова І. А., Варлахова Л. В., Маньковська М. М. *Фармакогнозія*. 3-є вид., переробл. і доповн. К.: Медицина, 2018. 504 с.
3. Тржецинський С. Д., Доля В. С., Мозуль В. І., Денисенко О. М., Головкін В. В., Одинцова В. М. *Методи фармакогностичного аналізу. ЛР, сировина рослинного і тваринного походження, яка містить вуглеводи, глікозиди, ліпіди, білки, вітаміни, органічні кислоти та ізопреноїди. Модуль 1 : навчально-методичний посібник з фармакогнозії для лабораторної роботи студентів III курсу фармацевтичного факультету спеціальність «Фармація» Запоріжжя: ЗДМУ, 2015. 154 с.*
4. Державна Фармакопея України: в 3 т. ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». 2-е вид. Харків, 2015. Т.1. 1135 с.

Додаткова

1. Кичкирук О. Ю., Шляніна А. В., Кусяк Н. В. *Аналітична хімія: навчальний посібник*. Житомир : ЖДУ імені Івана Франка, ПП «Євро-Волинь», 2022. 240 с.
2. Іщенко М. В. *Забезпечення і контроль якості аналізу*. Навчальний посібник для студентів хімічного факультету. Київ, 2023. 73 с.
3. Зуй М. Ф. *Аналітична хімія еко- та біотоксикантів*. Навчальний посібник. Київ, 2022. 97 с.
4. Новоселов Є. Ф., Примаченко С. В. *Екологічна хімія*. Навчальний посібник. Київ: НАУ, 2017. 111 с.
5. Хацевич О. М., Складанюк М. Б. *Хімія та аналіз харчових продуктів: Лабораторний практикум*. Навчальний посібник. Івано-Франківськ: Вид. Супрун В. П., 2019. 105 с.
6. Гринь Г. І., Мохонько В. І., Суворін О. В. та ін. *Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища: підручник*. Сєверодонецьк : вид-во СНУ ім. В. Даля, 2019. 420 с.
7. Коваленко Ю. Л. *Моніторинг довкілля: конспект лекцій*. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. 144 с.
8. Мінаєва В. О., Нінова Т. С. *Аналіз об'єктів навколишнього середовища: навчально-методичний посібник для студентів вищих навчальних закладів*

- за спеціальністю 102 – Хімія. Черкаси: Вид. від. Чабаненко Ю. А., 2020. 266 с.
9. Зуй М. Ф., Лелюшок С. О., Запорожець О. А., Желіба О. М., Тітова Л. О. *Хімічний аналіз природних вод та ґрунтів*. Навчальний посібник. Київ : «ЛІТ&К», 2017. 196 с.
 10. Тимошук О. С., Тимошук С. В., Врублевська Т. Я., Пацай І. О. *Основи електроаналітичної хімії*. Львів.: Видавн. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2018. 436 с.
 11. Mabbott G. A. *Electroanalytical Chemistry: Principles, Best Practices, and Case Studies*. Wiley, 2020. 333 p.
 12. Кучеренко Л. І., Мазур І. А., Портна О. О., Хромильова О. В., Німенко Г. Р., Борсук С. О. *Загальні методи аналізу якості лікарських препаратів: навч.-метод. посіб. для студентів 3,4,5 курсів фармац. ф-ту спеціальності «Фармація»*. Запоріжжя: ЗДМУ, 2017. 115 с.
 13. Баула О. П., Деркач Т. М. *Забезпечення якості лікарських засобів рослинного походження: стан та перспективи*. *Pharmaceutical review*. 2017. № 2. С. 79-86. DOI: 10.11603/2312-0967.2017.2.7816

Електронні інформаційні ресурси

1. Національна бібліотека ім. В. І. Вернадського. URL: <http://nbuv.gov.ua>
2. Наукова бібліотека ОНУ <http://library.onu.edu.ua/>
3. Спеціальності та освітні програми факультету хімії та фармації. URL: <http://chempharm.onu.edu.ua/pro-fakultet/spetsialnosti-ta-osvitni-prohramy>
4. Офіційний сайт Міністерства охорони здоров'я України. URL: www.moz.gov.ua
5. Офіційний сайт Державної служби України з лікарських засобів та контролю наркотиками. URL: www.dls.gov.ua
6. Сайт журналу «Фармацевт практик». URL: <http://fp.com.ua>
7. Офіційний сайт журналу «Аптека». URL: <https://www.apteka.ua/>
8. Офіційний сайт Компендіум — лікарські препарати. URL: <https://compendium.com.ua/uk/>
9. Інформаційний ресурс Scopus – www.elsevier.com/scopus
10. Інформаційний ресурс Web of Science - <https://mjl.clarivate.com/home>

Навчальне видання

ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН

ЕЛЕКТРОННІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
біологічного факультету

Електронне практичне видання

Укладачі:

Хома Руслан Євгенійович
Топоров Сергій Васильович
Рахлицька Олена Михайлівна

В авторській редакції

Затвердж. авт. 09.06.2025. Шрифт Times New Roman.
Системні вимоги: операційна система сумісна з програмним забезпеченням
для читання файлів формату PDF.
Обсяг 1,2 МБ. Зам. № 2967.

Видавець і виготовлювач
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4215 від 22.11.2011 р.
вул. Університетська, 12, м. Одеса, 65082, Україна
Тел.: (048) 723 28 39, e-mail: druk@onu.edu.ua