

**Р. Є. Хома, Т. М. Щербакова,  
С. В. Топоров, О. М. Рахлицька**

**ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ  
ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН**



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА  
ФАКУЛЬТЕТ ХІМІЇ ТА ФАРМАЦІЇ

Р. Є. Хома, Т. М. Щербакова,  
С. В. Топоров, О. М. Рахлицька

# **ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН**

*МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ*  
до лабораторних робіт для студентів  
факультету хімії та фармації

ОДЕСА  
ОНУ  
2022

УДК 543:615

X343

Рекомендовано вченою радою  
факультету хімії та фармації ОНУ імені І. І. Мечникова.  
Протокол № 2 від 19.10.2021 р.

**Рецензенти:**

**Марцинко О. Е.** доктор хімічних наук, професор, завідувач кафедри неорганічної хімії та хімічної освіти Одеського національного університету імені І. І. Мечникова;

**Федько Н. Ф.** кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри органічної та фармацевтичної хімії Одеського національного університету імені І. І. Мечникова.

**Хома Р. Є.**

X343

Хімічний аналіз лікарських рослин : метод. вказівки до лабораторних робіт для студентів ф-ту хімії та фармації / Р. Є. Хома, Т. М. Щербакова, С. В. Топоров, О. М. Рахлицька. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2022. – 62 с.

*Методичні вказівки складено відповідно до програми спецкурсу «Хімічний аналіз лікарських рослин». Вони містять структуру, зміст навчальної дисципліни та методики виконання лабораторних робіт, призначені студентам факультету хімії та фармації ОНУ імені І.І. Мечникова.*

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

**УДК 543.504**

© Хома Р. Є., Щербакова Т. М., Топоров С. В. та ін., 2022

© Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, 2022

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	5
<b>I. СТРУКТУРА ТА ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ “ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН” ..</b>	7
1.1 Програма спецкурсу “Хімічний аналіз лікарських рослин”	7
1.2 Завдання спецкурсу.....	11
1.3 Структура та зміст навчальної дисципліни .....	14
1.4. Теми семінарських занять .....	15
1.5. Теми практичних занять .....	15
1.6. Теми лабораторних занять .....	15
1.7. Самостійна робота .....	16
1.8. Індивідуальна робота студента.....	16
1.9. Методи навчання .....	17
1.10. Методи контролю знань та вмінь.....	17
<b>II. МЕТОДИКИ ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ .</b>	19
2.1. Правила оформлення лабораторних робіт .....	19
2.2. Опрацювання результатів хімічного аналізу .....	19
<i>Лабораторна робота № 1</i>	
<b>Визначення екстрактивних речовин.....</b>	22
<i>Лабораторна робота № 2</i>	
<b>Визначення вологи в лікарській рослинній сировині.....</b>	24
<i>Лабораторна робота № 3</i>	
<b>Визначення золи в лікарській рослинній сировині .....</b>	26
<i>Лабораторна робота № 4</i>	
<b>Визначення вмісту Na в рослинній сировині за допомогою скляного електроду.....</b>	31
<i>Лабораторна робота № 5</i>	

<b>Визначення вмісту К в рослинній сировині за допомогою мембранного електроду .....</b>	<b>33</b>
<i>Лабораторна робота № 6</i>	
<b>Визначення вмісту Са в рослинній сировині за допомогою плівкового електроду.....</b>	<b>35</b>
<i>Лабораторна робота № 7</i>	
<b>Кількісне визначення дубильних речовин.....</b>	<b>37</b>
<i>Лабораторна робота № 8</i>	
<b>Кількісне визначення аскорбінової кислоти в плодах шипшини (<i>Fructus Rosae</i>) .....</b>	<b>39</b>
<i>Лабораторна робота № 9</i>	
<b>Кількісне визначення антоціанів в квітках волошки синьої .....</b>	<b>43</b>
<i>Лабораторна робота № 10</i>	
<b>Спектрофотометричне визначення флавоноїдів в лікарській рослинній сировині .....</b>	<b>45</b>
<i>Лабораторна робота № 11</i>	
<b>Редоксметричне визначення антиоксидантної активності .....</b>	<b>47</b>
<i>Лабораторна робота № 12</i>	
<b>Спектрофотометричне визначення поліфенольних сполук у рослинній сировині.....</b>	<b>51</b>
<i>Лабораторна робота № 13</i>	
<b>Кількісне визначення арбутину в лікарській рослинній сировині .....</b>	<b>53</b>
<i>Питання для підсумкового контролю .....</i>	<b>56</b>
<i>Рекомендована література .....</i>	<b>58</b>

## 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 студентам вищих навчальних закладів у процесі навчання хімії й подальшій їхній

практичній діяльності. На сьогодні фітохімічний аналіз займає значне місце у курсі фармакогнозії.

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** ознайомлення студентів зі станом та перспективами розвитку хімічного аналізу лікарських рослин, правилами відбору проб, збору лікарських рослин, методами та способами попередніх випробувань, визначення складу й структури, проведення ідентифікації індивідуальних речовин. 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*

#### **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. Сте-

роїдні 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.

### **Змістовий модуль 2. Стероїдні глікозиди та сапоніни, тритерпенові сапоніни**

#### **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

## **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 хімічна будова. Аналіз тритерпенових сапонінів. Біологічна дія й застосування тритерпенових сапонінів.

## **Заліковий модуль II**

### **Змістовий модуль 1. Флавоноїди. Полімерні фенольні сполуки.**

#### ***Антрохінони, кумарини і хропони. Вітаміни***

## **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.

вості. 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.

### **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 спецкурсу

Для досягнення вказаної мети слід вирішити наступні завдання:

- формування у студентів уявлення про методи хімічного аналізу лікарських рослин, навчити студентів вірно відносити аналізовані речовини до певного класу органічних сполук, розділяти суміші й ідентифікувати речовини, які містять певні сполуки;
- ознайомлення з методами, способами та правилами збору лікарських рослин;
- визначення основних хімічних, фізико-хімічних й деяких фізичних методів, широко застосованих для цілей хімічного аналізу лікарських рослин;
- вивчення методів виявлення, ідентифікації та визначення в аналізованих об'єктах слідових кількостей сполук, які володіють лікарськими властивостями.

Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів наступних **компетентностей**:

а) загальних (ЗК):

- КЗ 4. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, вчитися і бути сучасно навченим.
- КЗ 7. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.
- КЗ 10. Здатність до вибору стратегії спілкування, здатність працювати в команді.
- КЗ 12. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

б) фахових (КФ), вмінь, навичок та фахових спеціальних (РН):

- КФ 1. Здатність використовувати у професійній діяльності знання нормативно-правових, законодавчих актів України та рекомендацій належних фармацевтичних практик.
- КФ 12. Здатність організувати, забезпечувати і проводити аналіз лікарських засобів та лікарської рослинної сировини в аптечних закладах і контрольно-аналітичних лабораторіях фармацевтичних підприємств відповідно до вимог Державної фармакопеї та інших нормативно-правових актів.
- РН 2. Застосовувати знання з загальних та фахових дисциплін у професійній діяльності.
- РН 12. Аналізувати інформацію, отриману в результаті наукових досліджень, узагальнювати, систематизувати й використовувати її у професійній діяльності.
- РН 24. Застосовувати у професійній діяльності сучасні методи контролю якості лікарських засобів та лікарської рослинної сировини.
- РН 25. Здійснювати всі види контролю якості лікарських засобів, складати сертифікати якості, враховуючи результати проведеного контролю.
- РН 26. Визначати основні органолептичні, фізико-хімічні, хімічні та фармакотехнологічні показники лікарських засобів, обґрунтовувати та обирати методи для стандартизації, здійснювати статистичну обробку результатів згідно з вимогами Державної фармакопеї України.

## Очікувані результати навчання

Кінцеві програмні результати навчання, формуванню яких сприяє навчальна дисципліна “Хімічний аналіз лікарських рослин”:

**знати:** класифікацію сполук, що входять до складу лікарських рослин, їх фізико-хімічні та фізіологічні властивості, а також 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 180 години, що становить 6 кредитів ЄКТС.

### 1.3. Структура та зміст навчальної дисципліни

<b>Назви змістових модулів і тем</b>
<b>Заліковий модуль 1</b>
<b>Змістовий модуль I. Алкалоїди. Органічні кислоти. Ліпіди. Терпеноїди</b>
Тема 1. Вступ
Тема 2. Лікарські рослини і їхні препарати
Тема 3. Алкалоїди
Тема 4. Органічні кислоти
Тема 5. Ліпіди
Тема 6. Терпеноїди
<b>Змістовий модуль 2. Стероїдні глікозиди та сапоніни, тритерпенові сапоніни</b>
Тема 7. Стероїдні (серцеві) глікозиди
Тема 8. Стероїдні сапоніни
Тема 9. Тритерпенові сапоніни
<b>Заліковий модуль II</b>
<b>Змістовий модуль 1. Флавоноїди. Полімерні фенольні сполуки. Антрохінони, кумарини і хромони. Вітаміни</b>
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

Не передбачено

#### 1.6. Теми лабораторних 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
----	---

### 1.7. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми
1	Біологічно-активні речовини
2	Поліуглеводи. Фізико-хімічні методи визначення
3	Фітогормони та гормоноподібні сполуки
4	Мікроелементи. Методи визначення у рослинній сировині
5	Нейромедіатори
6	Білки

### 1.8. Індивідуальна робота студента

№ 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 кума-

	ринів 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**

Студенти приймають участь в обговоренні певних питань на лабораторних заняттях і лекціях, які читаються в діалоговому режимі. Під час викладання дисципліни використовуються словесні та наочні методи навчання: лекція з демонстраціями в Power Point, бесіда, пояснення; лабораторні заняття; практичні методи навчання – розв’язання хіміко-екологічних задач.

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

### **1.10. Методи контролю знань та вмінь**

- Поточне опитуванням (ПО) на лабораторних заняттях та лекціях;
- контрольні роботи (КР);
- модульні контрольні роботи (МКР);
- підсумковий залік.

Якість засвоєння студентом дисципліни оцінюється за 100-бальною шкалою. З них: 100 рейтингових балів становить максимальна оцінка навчальної роботи студента протягом семестру, 15 рейтингових балів – максимальна оцінка на підсумковому тестуванні.

Мінімальна сума балів з предмету за семестр становить 60 балів для заліку.

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

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

## II. МЕТОДИКИ ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

### 2.1. Правила оформлення лабораторних робіт

Після ознайомлення з теоретичними основами методу та правилами техніки безпеки виконання лабораторної роботи в робочий зошит записують методику 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 пропорційні 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 <i>n</i> 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	$x - x_{3\tilde{n}\delta} = \pm \frac{t_{P,f} s}{\sqrt{n}}$

де  $t_{P,f}$  – розподіл Стьюдента;  $s$  – стандартне відхилення вимірюваної величини, яке розраховано для вибіркової сукупності з  $n$  значень ( $f = n - 1$ );  $P$  – довірча вірогідність (звичайно приймають рівної 0,95);  $x_{ист}$  – 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
<b>0,90</b>	6,31	2,92	2,35	2,13	2,02	1,94	1,90	1,86	1,83	1,81
<b>0,95</b>	12,7	4,30	3,18	2,78	2,57	2,45	2,37	2,31	2,26	2,23
<b>0,99</b>	63,6	9,93	5,84	4,60	4,03	3,71	3,50	3,36	3,25	3,17
<b>0,999</b>	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 визначаються кількісно у вигляді сухого залишку.

Вміст екстрактивних речовин в лікарській рослинній сировині – важливий числовий показник, що визначає його 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.

### **Лабораторна 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 отворами діаметром 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 із зворотним холодильником, нагрівають до кипіння і підтримують слабе кипіння рідини протягом 2 год. Після охолодження колбу з вмістом знову закривають тієї 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 перено-

сять 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:

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

$T$  – маса сухого залишку в чашці, г;  $m_1$  – маса сировини, г;  $\omega$  – втрата в масі сировини при висушуванні, %.

## **Лабораторна 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 його доброякісність. Лікарська рослинна сировина не повинна містити вологи вище допустимих норм, оскільки при підвищеній вологості при зберіганні створюються умови, що сприяють зниженню його якості. Для більшості

видів лікарської рослинної сировини допустима межа вологості зазвичай 12-15 %.

### **Реактиви та обладнання**

1. Ексикатор
2. Терези лабораторні аналітичні
3. Терези ручні
4. Бані водяні лабораторні
5. Сита з діаметром отворів 1 см
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 ексикаторі 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 описаним вище 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.

### **Лабораторна 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 сировині при зборі і сушці.

Кількість золи в рослинній сировині коливається в певних межах і залежить як від специфіки самої сировини, так і способу його 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: K, Na, Mg, Ca, Fe, C, 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 вмісту 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 ще частинки сировини, що не згоріли, в результаті чого озолення проходить не повністю. На результат аналізу впливають також тривалість і температура прожарювання залишку, отриманого після згорання 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 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>
3. Концентрований розчин HNO<sub>3</sub> або 10 %-вий розчин нітрату амонію
4. Терези лабораторні аналітичні
5. Сито 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<sub>3</sub>
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 °C) 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<sub>3</sub> 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  $\text{AgNO}_3$ . Тиглі і фільтри висушують, фільтри обережно спалюють у тиглях, після чого прожарюють до постійної маси.

Процентний вміст загальної золи  $X_1$  в абсолютно сухому сировину 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;  $\omega$  – втрата в масі сировини при висушуванні, %.

Процентний вміст золи, нерозчинної в 10 %-вій  $\text{HCl}$   $X_2$ , 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;  $\omega$  – втрата в масі сировини при висушуванні, %.

## Лабораторна 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 хлорсрібляним допоміжним електродом.

#### Реактиви та обладнання

1. 10 %-вий розчин HCl
2. Іономір ЭВ-74
3. рNa скляний (вимірювальний) електрод
4. Хлорсрібляний (допоміжний) електрод
5. Мірні колби місткістю 50 мл (5 шт.)
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 графіку.** В мірних колбах місткістю 50 мл готують серію стандартних розчинів хлориду натрію з концентраціями, вказаними в табл. 1.

Таблиця 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 градуовальному 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 озонення.

## Лабораторна робота № 5

### ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ К В РОСЛИННІЙ СИРОВИНІ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕМБРАННОГО ЕЛЕКТРОДУ

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

#### Реактиви та обладнання

1. 10 %-вий розчин HCl
2. Іономір ЭВ-74
3. рК мембранний (вимірювальний) електрод
4. Хлорсрібляний (допоміжний) електрод
5. Мірні колби місткістю 50 мл (5 шт.)
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 градуювального графіку.** В мірних колбах місткістю 50 мл готують серію стандартних розчинів нітрату калію з концентраціями, вказаними в табл. 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 градуовальному 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.

## Лабораторна робота № 6

### ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ Са В РОСЛИННІЙ СИРОВИНІ ЗА ДОПОМОГОЮ ПЛІВКОВОГО ЕЛЕКТРОДУ

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

#### Реактиви та обладнання

1. 10 %-вий розчин HCl
2. Іономір ЭВ-74
3. рСа плівковий (вимірювальний) електрод
4. Хлорсрібляний (допоміжний) електрод
5. Мірні колби місткістю 50 мл (5 шт.)
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 графіку.** В мірних колбах місткістю 50 мл готують серію стандартних розчинів хлориду кальцію з концентраціями, вказаними в табл. 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 градувальному 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 озонення.

## Лабораторна 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 індигосульфокислоти
8. Розчин перманганату калію, 0,1 н
9. Штативи лабораторні
10. Бюретки місткістю 25 мл
11. Піпетки вимірвальні 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 кол-

бі 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 фарбування.

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:

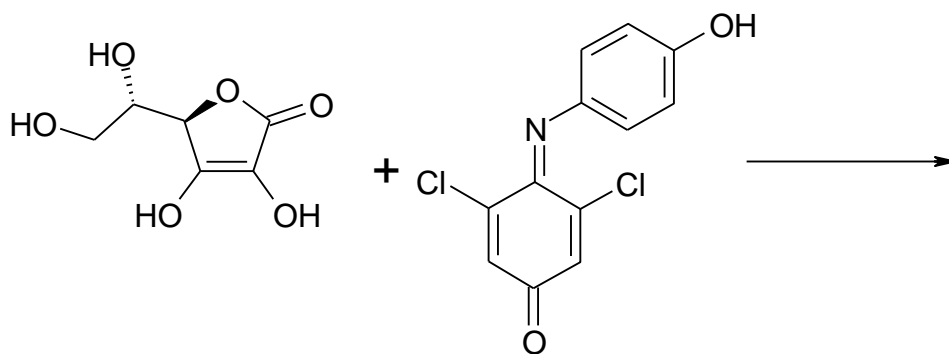
$$X = \frac{(V_1 - V_2) \cdot K \cdot D \cdot V \cdot 100 \cdot 100}{m \cdot V_3 \cdot (100 - \varpi)},$$

де  $V_1$  – об'єм 0,1 н  $\text{KMnO}_4$ , який пішов па титрування, мл;  $V_2$  – об'єм 0,1 н розчину  $\text{KMnO}_4$ , який пішов на контрольний дослід, мл;  $K$  – поправка на титр (за щавлевої кислоти);  $D$  – коефіцієнт перерахунку на танін: для гідролізуємих 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.

## Лабораторна робота № 8

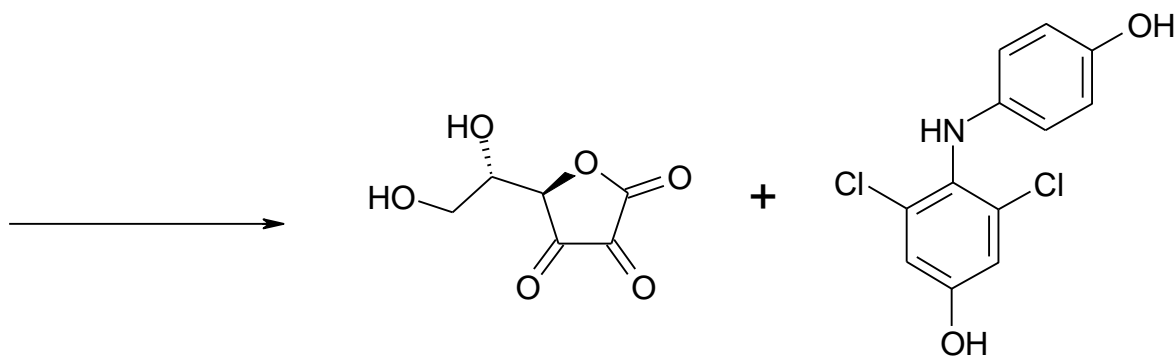
### КІЛЬКІСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ АСКОРБІНОВОЇ КИСЛОТИ В ПЛОДАХ ШИПШИНИ (*FRUCTUS ROSAE*)

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



аскорбінова кислота

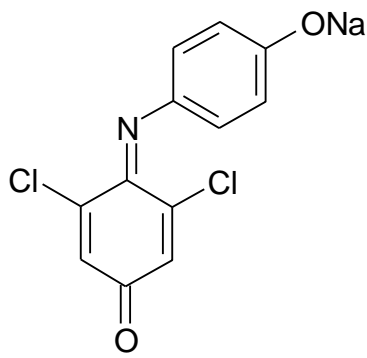
2,6-дихлорфеноліндофенол



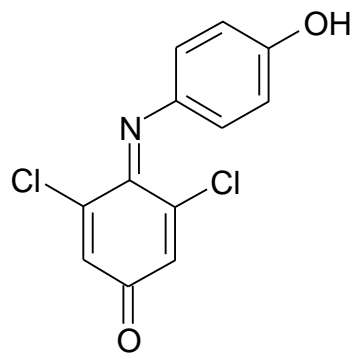
дегідроаскорбінова

кислота

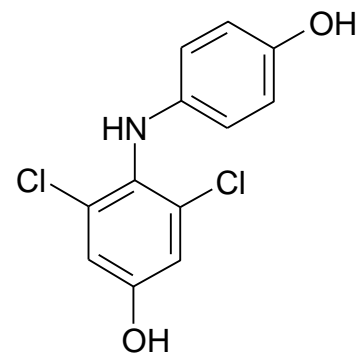
2,6-дихлорфеноліндофенол в лужному середовищі має синє забарвлення, в кислому – червоне, а при відновленні знебарвлюється:



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 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
6. Калій йодид
7. Калій йодат
8. Крохмаль (2 %-вий розчин)
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 300 мл
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-дихлорфеноліндофеноляту.** 0,22 г 2,6-дихлорфеноліндофенолу розчиняють в 500 мл свіжо-прокип'яченій та охолодженій 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  $H_2SO_4$ . Отриманий розчин в кількості 5 мл титрують з мікробюретки робочим розчином 2,6-дихлорфеноліндофенолу до появи рожевого забарвлення, зникаючого протягом 1-2 хв. Інші 5 мл цього ж розчину аскорбінової кислоти титрують точно 0,001 н йодиту 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-дихлорфеноліндофенолу, 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-діхлорфенолілдофеноляту 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-діхлорфенолілдофеноляту 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-діхлорфенолілдофеноляту 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-діхлорфенолілдофеноляту натрію, що пішов на титрування, мл;  $F$  – поправка на титр 0,001 н розчину 2,6-діхлорфенолілдофеноляту 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 цілісного сировини має бути не менше 1 %.

**Лабораторна робота № 9**  
**КІЛЬКІСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ**  
**АНТОЦІАНІВ У 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 рази 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;  $\omega$  – втрата в масі при висушуванні, %.

## Лабораторна 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 C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH
8. 2 %-вий розчину AlCl<sub>3</sub> в 95 % C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH
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 вимірні 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 % 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 густину 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.

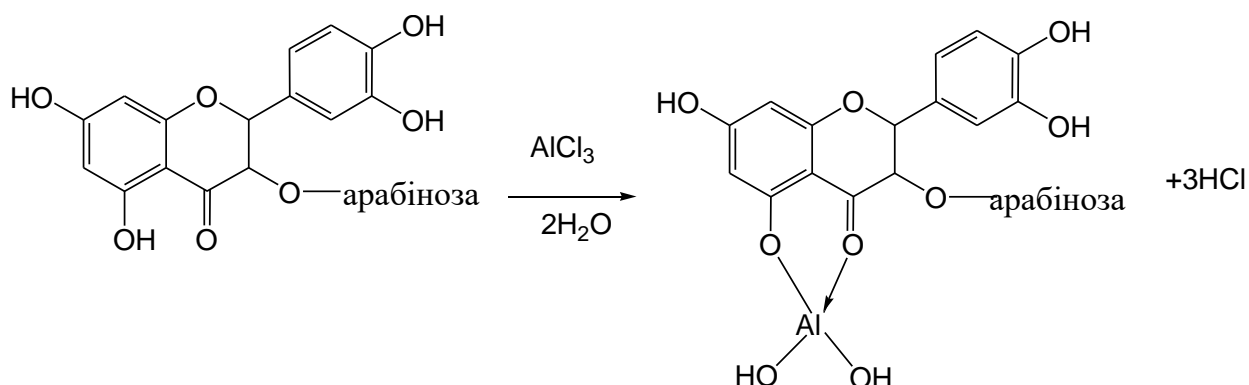
$$X = \frac{D \cdot 100 \cdot 100 \cdot 25}{330 \cdot m \cdot (100 - \omega)},$$

де  $D$  – оптична густина досліджуваного розчину;

330 – питомий показник поглинання комплексу авікуляріну з хлоридом алюмінію при 410 нм.

$m$  – маса сировини в грамах;

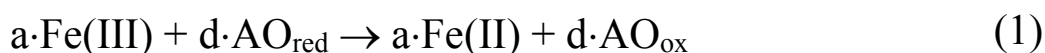
$\omega$  – втрата в масі при висушуванні у відсотках



## Лабораторна робота № 11

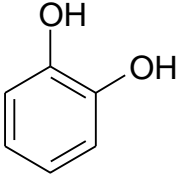
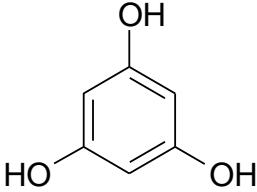
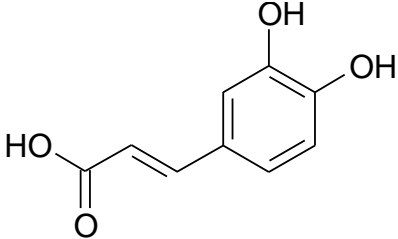
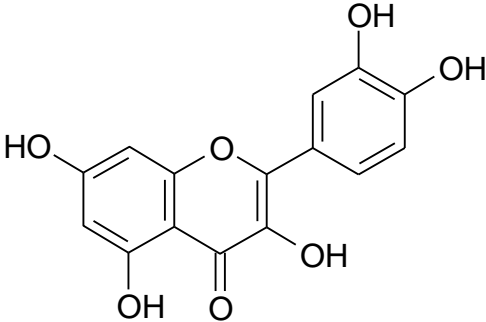
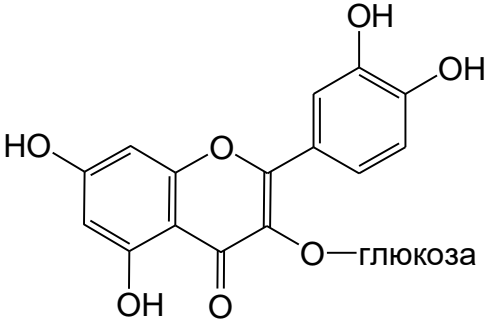
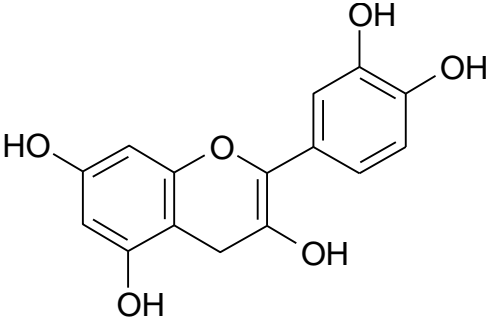
### РЕДОКСМЕТРИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ АНТИОКСИДАНТНОЇ АКТИВНОСТІ

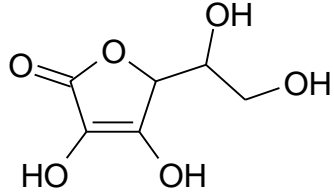
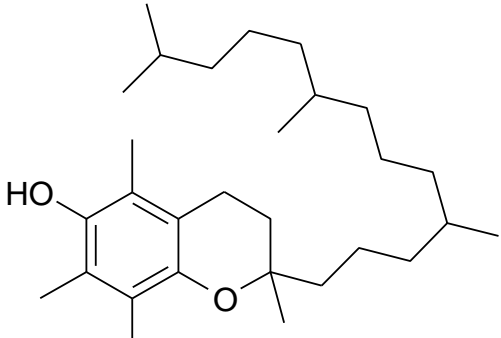
Для визначення антиоксидантної активності потенціометричним методом в даній роботі використовувалась хімічна взаємодія антиоксидантів з  $\text{Fe(III)}$ , яке призводило до зміни співвідношення  $\text{Fe(III)}/\text{Fe(II)}$ , що викликало зміну окислювально-відновного потенціалу медіаторної системи:



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)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## Реактиви та обладнання

1. Скляна електрохімічна комірка
2. 0,015 М К-На фосфатного буферного розчину
3. 1,0 М розчину  $K_3[Fe(CN)_6]$
4. 0,01 М розчину  $K_4[Fe(CN)_6]$
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 і 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.

## Лабораторна робота № 12

# СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ПОЛІФЕНОЛЬ- НИХ 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 бром, після чого, кип'ятять ще 15 хвилин. Охолоджують до кімнатної температури та додають 100 мл води. Фосфорномолібденова /фосфорновальфурмова 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 густину 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) у екстрактах розраховують в кількості еквівалентів 3,4,5-тригідроксобензойної кислоти, що містяться в 1 л екстракту (ммоль/л).

## Лабораторна 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. Мірні піпетки 1, 50 мл

18. Мірний стакан 200 мл
19. Напівмікробюретка
20. 0,1 моль/л розчин I<sub>2</sub>

### Хід роботи

0,5 г (точна наважка) листя, подрібнених і просіяних 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 годин, підтримуючи рівномірне і слабке 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 хинонів, 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;  $\omega$  – втрата в масі при висушуванні, %.

## Перелік питань для підсумкового контролю

1. Які документи складають законодавчу базу використання та реєстрації лікарських засобів в Україні?
2. Назвіть основні правила збору лікарських рослин.
3. На чому ґрунтується фармакологічна дія лікарських рослин?
4. Що називається вологою в лікарських рослинах?
5. Як визначається вологість у лікарських рослинах?
6. Які речовини називаються алкалоїдами?
7. Які методи використовують для виявлення алкалоїдів?
8. Як здійснюють виділення алкалоїдів у вигляді вільних основ?
9. Назвіть основні способи розподілу суми алкалоїдів.
10. Які органічні кислоти відносяться до летючих?
11. Який процес називається ліофілізацією?
12. Які методи використовують для осадження органічних кислот?
13. Який клас сполук називають жирами?
14. Як відрізняються за складом тверді та рідкі жири?
15. Що називається йодним числом?
16. Який хімічний процес лежить в основі прогоркання жирів?
17. Які масла називаються невисихаючими?
18. Які речовини називаються терпеноїдами?
19. Назвіть реакцію для якісного визначення стероїдних глікозидів.
20. Назвіть біологічні методи для стандартизації лікарської сировини.
21. Де забороняється проводити збір лікарських рослин?
22. Основні способи приготування простих лікарських препаратів.
23. Які сполуки називають екстративними?
24. Назвіть основні елементи, що входять до складу золи.

25. Як визначається зольність в лікарських рослинах?
26. У якому вигляді виявляють алкалоїди в лікарських рослинах?
27. Які реагенти використовують для осадження алкалоїдів з метою їх визначення?
28. Як виготовляють виділення алкалоїдів у вигляді солей?
29. Назвіть основні реактиви для якісного визначення алкалоїдів.
30. Які органічні кислоти відносяться до нелетючих?

## Список рекомендованої літератури

### Основна

1. Химический анализ лекарственных растений. Под ред. Гринкевича Н. И., Сафронич Л. Н. М: Высшая школа, 1983. 176 с. (електронний варіант)
2. Георгиевский В. П., Комиссаренко Н. Ф., Дмитрук С. Е. "Биологически активные вещества лекарственных растений" Новосибирск: Наука, 1990. 333 с. (електронний варіант)
3. Чеботарьов О. М., Хома Р. Є. Хімічний аналіз лікарських рослин: Методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів IV курсу (денного відділення) та V курсу (заочного відділення) хімічного факультету. Одеса, 2009. 44 с.
4. Бобкова І. А., Варлахова Л. В., Маньковська М. М. Фармакогнозія. 2-ге вид., переробл. та доповн. К.: Медицина, 2010. 512 с.
5. 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.
6. Тржецинський С. Д., Доля В. С. Денисенко О. М., Мозуль В. І., Головкін В. В., Одинцова В. М., Гречана О. В., Шевченко І. М. Методи фармакогностичного аналізу. Первинні метаболіти. Терпеноїди. Тритерпеноїди. Кардіостероїди. Модуль 1: навчально-

методичний посібник для підготовки до підсумкового модулю 1 з фармакогнозії з основами фіто косметики для студентів 3 курсу фармацевтичного факультету спеціальності 7.12020104 «Технології парфумерно-косметичних засобів». Запоріжжя: ЗДМУ, 2014. 228 с.

### Додаткова

1. Растительные лекарственные средства. Под ред. Максютинной Н. П. К.: Здоров'я, 1985. 279 с.
2. Солдатенков А. Т., Колядина Н. М., Шендрик И. В. Основы органической химии лекарственных веществ. М. 2001. 192 с.
3. Машковский М. Д. Лекарства XX века М.: Новая волна, 1998. 320 с.
4. Машковский М. Д. Лекарственные средства 12-е изд. т.1 М.: Медицина, 1998. 688 с.
5. Машковский М. Д. Лекарственные средства 12-е изд. т.2 М.: Медицина, 1998. 736 с.
6. Перцев И. М., Зупанец И. А., Шевченко Л. Д. и др. Фармацевтические и медико-биологические аспекты лекарств т.1, Харьков: УкрФА, 1999. 464 с.
7. Перцев И. М., Зупанец И. А., Шевченко Л. Д. и др. Фармацевтические и медико-биологические аспекты лекарств т.2, Харьков: НФАУ, 1999. 442 с.

## Інформаційні ресурси

1. Навчальна платформа факультету хімії та фармацевції ОНУ імені І. І. Мечникова. URL: <http://fcfmoodle.onu.edu.ua>
2. Учбові та методичні матеріали факультету хімії та фармацевції.  
URL: <http://lib.onu.edu.ua/himicheskij-fakultet/>
3. Основні підручники, практикуми та довідники з хімії.  
URL: <http://chemistry-chemists.com/Uchebniki.html>
4. Національна бібліотека ім. В. І. Вернадського.  
URL: <http://nbuv.gov.ua>
5. Електронно-бібліотечна система “Лань”.  
URL: <https://e.lanbook.com>
6. Pharmacognosy.  
URL: <https://www.sciencedirect.com/topics/pharmacology-toxicology-and-pharmaceutical-science/pharmacognosy>
7. Офіційний сайт компанії “Укрхіманаліз”.  
URL: <http://himanaliz.ua/uk>

Навчальне видання

**Хома Руслан Євгенійович**  
**Щербакова Тетяна Михайлівна**  
**Топоров Сергій Васильович**  
**Рахлицька Олена Михайлівна**

## **ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН**

Методичні вказівки  
до лабораторних робіт для студентів  
факультету хімії та фармації

*В авторській редакції*

Підп. до друку 18.04.2022. Формат 60x84/16.  
Ум. друк. арк. 3,47. Тираж 14 пр.  
Зам. № 2449.

**Видавець і виготовлювач**  
**Одеський національний університет**  
**імені І.І. Мечникова**

Україна, 65982, м. Одеса, вул. Єлісаветинська, 12  
Тел.: (048)723 28 39, E-mail: [druk@onu.edu.ua](mailto:druk@onu.edu.ua)