

Сакалова Г.В., Дабіжук Т.М., Ходаніцька О.О.

ХІМІЯ ПРИРОДНИХ СПОЛУК

ВІННИЦЯ – 2023

Сакалова Г.В., Дабіжук Т.М., Ходаніцька О.О. ХІМІЯ ПРИРОДНИХ СПОЛУК. Навчально-методичний посібник. – Вінниця, 2023 р. – 145 с.

Рецензенти:

професор кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля Вінницького національного технічного університету, доктор хімічних наук **Ранський А.П.**;

доцент кафедри фармацевтичної хімії Вінницького національного медичного університету імені М.І. Пирогова, кандидат хімічних наук **Діденко Н.О.**

Рекомендовано до друку на засіданні кафедри хімії та методики навчання хімії (протокол №1 від «16» серпня 2023р.) та на засіданні кафедри біології (протокол №1 від «16» серпня 2023р.).

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського, Міністерства освіти і науки України (протокол №2 від 20.09.2023 р.).

ВСТУП

Хімія природних сполук – це розділ органічної хімії, предметом вивчення якого є сполуки, які входять до складу живих організмів, їхні природні шляхи перетворення та штучні методи отримання.

Хімія природних сполук як наука виникла одночасно з органічною хімією. Потреба відокремити галузь від класичної органічної хімії і створити самостійну дисципліну виникла лише після того, як було накопичено велику кількість даних завдяки виділенню та вивченню структур і властивостей хімічних речовин, знайдених у живих організмах.

Перше успішне виділення та очищення природних сполук здійснив К.Шеєле (1769-1785); у 30-х роках 19 століття роботами Ю. Лібіха було встановлено, що продукти харчування містять білки, жири та вуглеводи; на початку XX століття М. Бертоло, Л. Пастер, Е. Фішер, О.М. Бутлеров, О.Я. Данилевський, М.В. Ненцький, І.І. Лунін зробили значний внесок у вивчення природних сполук. Пізніше з'явилися нові методи виділення, очищення та структурного аналізу складних речовин (хроматографія, електрофорез, спектроскопія, рентгеноструктурний аналіз), що призвело до бурхливого розвитку різних напрямів досліджень у галузі хімічної технології, вивченні структури та механізму дії ферментів, антибіотиків і вітамінів.

Межі між суміжними галузями хімії та біології не є чіткими. Так, класична органічна хімія вивчає властивості сполук, що належать до певного класу, часто визначається як хімія вуглеводнів та їхніх похідних. Проте природні органічні речовини характеризуються широким розмаїттям молекулярних структур, деякі з них є простими молекулами з однією або двома функціональними групами, але більшість з них мають кілька функціональних груп і складні вуглецеві скелети. Тому хімію природних сполук можна охарактеризувати як хімію багатфункціональних речовин. Аналогічно і хімічні реакції, що вивчаються. Органічна хімія здебільшого пов'язана з реакціями за участю одного реакційного центру або одного хімічного зв'язку в молекулі. У реакціях, що відбуваються в природних умовах, задіяні одночасно кілька реакційних центрів, і за один крок утворюється або розривається кілька хімічних зв'язків. Біосинтетичні реакції відрізняються від лабораторних і промислових органічних синтетичних реакцій своєю високою селективністю, переважно енантіоселективністю.

Сукупність хімічних реакцій в живих організмах називається основним обміном речовин і є предметом біохімії. Біохімія вивчає як органічні (біонеорганічна хімія), так і неорганічні (біоорганічна хімія) речовини живих організмів, їх перетворення та функції. В організмі синтезуються структурні та енергозберігаючі речовини, які називаються первинними метаболітами (цукри, амінокислоти, жири та нуклеїнові кислоти). Деякі первинні метаболіти не катаболізуються і використовуються для подальшого біосинтезу вторинних метаболітів, які відрізняються надзвичайно різноманітною хімічною структурою та виконують різні функції в організмі. Хімія природних сполук вивчає

структуру і синтез вторинних метаболітів і може бути описана як наука про вторинний метаболізм.

Теоретичний апарат хімії природних сполук повністю узгоджується з поняттями теоретичної органічної хімії. Результати, отримані при вивченні природних сполук, збагачують теорію органічної хімії і сприяють її розвитку. Виділення біологічно активних речовин з природних сполук може мати важливе практичне значення і дати можливість удосконалити методологію класичного органічного синтезу.

Експериментальні методи хімії природних сполук теж відрізняються від класичних. Це пов'язано з тим, що багато природних речовин чутливі до незначного підвищення температури, а деякі з них мають короткий час життя навіть при кімнатній температурі. Крім того, речовини, що містяться в біологічних зразках, є слідовими кількостями, іноді менше кількох тисячних часток відсотка. Тому доводиться переробляти великі обсяги сировини, а виділені чисті речовини вивчати за допомогою спеціальних методів, що дозволяють працювати з мізерними кількостями.

Найважливішими завданнями хімії природних сполук як галузі природничої науки є:

- виділення сполук у незв'язаному стані та їх дослідження фізичними, фізико-хімічними та хімічними методами;
- визначення просторової структури на основі органічних та фізико-хімічних методів з використанням мас-спектрометрії, різних оптичних спектроскопій (ІЧ, УФ, лазерної), рентгеноструктурного аналізу, електронного парамагнітного резонансу, оптичної обертальної дисперсії та методів швидкої динаміки визначення тощо;
- синтез та хімічна модифікація досліджуваних сполук, включаючи синтез аналогів та похідних для підтвердження структури і встановлення зв'язку між структурою та біологічною функцією;
- підготовка речовин до фармацевтичного виробництва;
- біологічне тестування отриманих сполук *in vitro* та *in vivo*.

Мета навчальної дисципліни полягає у вивченні особливостей хімічної будови, реакцій та біологічних функцій природних органічних сполук, які є основними компонентами живих клітин, а також формування у системи знань для планування синтезу різних класів природних сполук та прогнозування їх властивостей. Крім того, важливим є питання взаємозв'язку між будовою та хімічними властивостями природних речовин, їх біологічною роллю та сферами практичного застосування.

Сьогодні хімія природних сполук отримала надзвичайне поширення і набула важливого значення у підготовці студентів природничих та хіміко-біологічних факультетів. В системі підготовки хіміків та біологів «Хімія природних сполук» має значення базової фундаментально-прикладної дисципліни для формування у здобувачів знань про хімічну будову, методи біосинтезу, біологічну дію на організми та окремі біохімічні процеси речовин рослинного і тваринного походження.

ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС РОБОТИ В ЛАБОРАТОРІЇ

1. В лабораторії дозволяється виконувати лише досліди, вказані викладачем. Перед початком роботи студент повинен ознайомитися з умовами техніки безпеки проведення експерименту та властивостями речовин, з якими доведеться працювати.
2. Забороняється тримати рюкзаки, сумки та інші сторонні речі на лабораторних столах.
3. Забороняється пити з лабораторного посуду, а також вживати їжу в лабораторії.
4. Не проводити ніяких дослідів в брудному посуді. Посуд мити одразу після проведення дослідів.
5. Виявивши будь-яку несправність у приладах або неякісність лабораторного посуду, негайно припинити роботу і повідомити викладача.
6. Усі досліди з леткими, отруйними, горючими речовинами та тими, що мають неприємний запах, потрібно проводити у витяжних шафах з включеною тягою.
7. Під час роботи з горючими речовинами треба бути особливо обережними. З ними слід працювати подалі від вогню у витяжній шафі.
8. Хімічні речовини для дослідів беруть в кількостях передбачених методикою проведення дослідів. Не можна брати хімічні речовини руками.
9. Концентрованим розчином кислот, лугів та солей треба користуватись лише тоді, коли це зазначено в описі дослідів.
10. Розбавляючи концентровані кислоти, особливо сульфатну, їх слід вливати тонким струменем у воду (а не навпаки), постійно помішуючи. Розчин цих кислот виготовляють у фарфоровому чи скляному термостійкому хімічному посуді.
11. Наливаючи реактиви, не можна нахилитися над посудом. Пробірку з розчином при нагріванні слід тримати отвором вбік від себе і товаришів.
12. Забороняється нахилитися над посудом, в якому кипить рідина.
13. Забороняється нюхати гази, що виділяються, безпосередньо з посуду. Щоб розпізнати газ, струмінь його направляють рухом руки від посуду до себе.
14. Якщо реактиви потрапили на тіло, їх треба добре змити водою, а потім нейтралізувати. Кислоти нейтралізують розчином соди, а луги – слабким розчином оцтової кислоти.
15. Якщо в лабораторії спалахнув бензин, спирт, ефір або інші легкозаймисті речовини, то полум'я треба засипати піском.
16. Якщо кислота або луг потрапляють в очі, слід негайно промити їх великою кількістю води, а потім розбавленим розчином питної соди (при попаданні кислоти) або 1% розчином борної кислоти (при попаданні лугу).

17. Якщо випадково проллється горюча рідина, потрібно погасити всі пальники і вимкнути електронагрівальні прилади. Закрити двері, відчинити вікна і квартирки.

18. Горючі рідини не можна виливати в каналізацію. Відпрацьовані речовини слід збирати в окремий посуд для знищення спалюванням, яке потрібно проводити в витяжній шафі.

19. Посуд, в якому проводились роботи з горючими рідинами, після закінчення дослідів необхідно негайно промити.

20. Після роботи з хімічними речовинами старанно помити руки з милом, перевірити, чи закриті крани з водою, вимкнені електронагрівачі та освітлювальні прилади.

21. Після закінчення занять слід ретельно провітрити та перевірити лабораторію. Студенти повинні прибрати свої робочі місця.

З правилами техніки безпеки
ознайомлений/ознайомлена

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Біохімія / [за ред. Л. І. Остапченко]; Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка. – Київ : Київський університет, 2015. – 796 с.
2. Боєчко Ф. Ф. Біологічна хімія / Боєчко Ф. Ф., Боєчко Л. О., Чепчуренко Н. В. ; Черкас. нац. ун-т ім. Б. Хмельницького. Боєчко Ф. Ф. Черкаси : Вид. від. ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2015. – 252 с.
3. Боєчко Ф.Ф. Лабораторний практикум з біохімії: Навчально-методичний посібник / Ф.Ф.Боєчко, Л.О.Боєчко, І.В. Шмиголь – Черкаси: Вид. від. ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2012. – 196 с.
4. Гонський Я.І. Біохімія людини / Я.І.Гонський, Т.І. Максимчук. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2001. – 725 с.
5. Губський Ю.І. Біологічна хімія / Ю.І. Губський – Київ – Вінниця: Нова книга, 2007. – 656 с.
6. Губський Ю.І. Біологічна і біоорганічна хімія: підручник. / Ю.І. Губський, І.В Ніженковська, М.М. Корда та ін. – К.: ВСВ “Медицина”, 2016. – 544с.
7. Державна Фармакопея України / Держ. п-во —Науково-експертний фармакопейний центр. – 1-е вид., 2 допов. – Х. : Держ. п-во —Науково-експертний фармакопейний центр, 2008. – 620 с.
8. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 1-е вид. – Доповнення 4. – Харків: «Державне підприємство Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2011. — 540 с.
9. Державний формуляр лікарських засобів / МОЗ України, Державний фармакологічний центр ; за ред. В.Т.Чумака. – К.: Моріон, 2009. – вип.1. – 1160с.
- 10.Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В., Сирова Г.О Біологічна і біоорганічна хімія. – Київ: Медицина, 2014. – Кн. 1. Біоорганічна хімія. – 271с.
- 11.Кобзар А.Я. Фармакогнозія в медицині. – К.:б.в., 2004. – 476 с.
- 12.Ковалев В.Н., Попова Н.В., Кисличенко В.С.и др. Практикум по фармакогнозии: Учеб.пособие для студентов вузов – Х.: Изд-во НФаУ; Золотые страницы, 2003. – 512 с.
- 13.Ковальов В.М., Павлій О.І., Ісакова Т.І. Фармакогнозія з основами біохімії рослин / За ред. проф. В.М. Ковальова. – Харків: Прапор, вид-во НФАУ, 2000.-704 с.
- 14.Кучменко О.Б. Біохімія вітамінів / Кучменко О. Б. - К. : Ун-т "Україна", 2012. – 527 с.
- 15.Ластухін Ю.О. Хімія природних органічних сполук: Навч. посібник. – Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 2005. – 560с.
- 16.Лікарські рослини / Лихочвор В.В., Борисюк В.С., Дубковецький С.В. та ін. – Львів: Українські технології, 2003. – 265с.

17. Лікарські рослини. Енциклопедичний довідник / За ред. А.М.Гродзінського. - Київ: вид. Українська енциклопедія, 1992.- 544с.
18. Практикум по фармакогнозии: Учеб.пособие для студентов вузов / В.Н.Ковалев, Н.В.Попова, В.С.Кисличенко и др. – Х.: Изд-во НФаУ; Золотые страницы, 2003. – 512 с.
19. Ранський А. П. Органічна хімія і екологія. Теоретичні основи органічної хімії. Аліфатичні вуглеводні. – Вінниця: ВНТУ, 2012. Ч.I. – 119 с.
20. Ранський А. П., Сакалова Г. В. Лабораторний практикум з органічної та біоорганічної хімії: Навчальний посібник. – Вінниця: ТОВ «Твори», 2019. – 155 с.
21. Фармакогнозія: підручник/І.А. Бобкова, Л.В. Валахова 3-є вид., переробл. і доповн. – К.: ВСВ «Медицина», 2018. – 504с.
22. Фармакопея України / Держ. п-во —Науково-експертний фармакопейний центр. – 1-е вид., 3 допов. – Х. : Держ. п-во —Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів, 2009. – 280 с.

ЗМІСТ

Вступ.....	3
РОЗДІЛ 1. АЛКАЛОЇДИ.....	5
Лабораторна робота 1. Властивості алкалоїдів.....	23
Лабораторна робота 2. Одержання кофеїну та вивчення його властивостей.....	26
Питання для самоконтролю і практичні завдання до розділу 1.....	28
РОЗДІЛ 2. ІЗОПРЕНОЇДИ.....	29
2.1. Терпени.....	30
2.2. Каротиноїди.....	42
2.3. Стероїди.....	44
Лабораторна робота 3. Властивості терпенів і терпеноїдів.....	47
Лабораторна робота 4. Одержання ефірної олії та вивчення її складу.....	49
Питання для самоконтролю і практичні завдання до розділу 2.....	54
РОЗДІЛ 3. ГЛІКОЗИДИ.....	55
Лабораторна робота 5. Виділення серцевих глікозидів з рослинної лікарської сировини.....	73
Лабораторна робота 6. Якісні реакції для визначення серцевих глікозидів.....	73
Питання для самоконтролю і практичні завдання до розділу 3.....	75
РОЗДІЛ 4. САПОНІНИ.....	76
Лабораторна робота 7. Виділення сапонінів з лікарської рослинної сировини.....	99
Лабораторна робота 8. Визначення хімічної природи сапонінів. Метод Фонтан – Кандела (Реакція піноутворення).....	99
Лабораторна робота 9. Визначення пінного числа водної витяжки, що містить сапоніни.....	100
Лабораторна робота 10. Визначення гемолітичного індексу рослинної сировини, що містить сапоніни.....	101
Лабораторна робота 11. Кількісне визначення сапонінів у стічних водах методом гемолізу.....	103
Лабораторна робота 12. Проведення якісних реакцій на сапоніни в екстрактах лікарських рослин.....	105
Лабораторна робота 13. Хроматографічне виявлення сапонінів	107
Питання для самоконтролю і практичні завдання до розділу 4.....	109
РОЗДІЛ 5. ВІТАМІНИ.....	110
Лабораторна робота 14. Виявлення деяких вітамінів групи В у продуктах харчування.....	133
Лабораторна робота 15. Якісне визначення вітаміну С	135
Лабораторна робота 16. Якісні реакції на жиророзчинні вітаміни.....	136
Лабораторна робота 17. Кількісне визначення вітаміну Р в чаї (за Левенталем).....	138
Лабораторна робота 18. Кількісне визначення вітаміну С (аскорбінової кислоти) за методом Тильманса.....	139
Питання для самоконтролю і практичні завдання до розділу 5.....	140
Правила техніки безпеки під час роботи в лабораторії.....	141
Список використаних джерел.....	143