

УДК 615.9:54(075.8)

## СХЕМАТИЗАЦІЯ ЯК ОДИН З ПРИЙОМІВ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ТЕОРЕТИЧНИХ ПОСТУЛАТІВ ХІМІЧНОЇ НАУКИ ПРИ ВИВЧЕННІ “ЛЕТКИХ” ОТРУТ В КУРСІ “ТОКСИКОЛОГІЧНА ХІМІЯ”

О. В. Вельчинська

*Національний медичний університет імені О. О. Богомольця*

## SCHEMATIZATION AS ONE OF THE WAY OF VIZUALISATION OF THEORETICAL BASES OF CHEMICAL SCIENCE IN THE STUDY OF “VOLATILE” POISONS AT “TOXICOLOGICAL CHEMISTRY” COURSE

O. V. Velchynska

*National Medical University by O. O. Bohomolets*

У статті наведено досвід викладання “Токсикологічної хімії”, на прикладі класу “леткі” отрути в умовах кредитно-модульної системи навчання. Викладено основні методики вивчення отруйних речовин та їх хімічних перетворень за допомогою схематизації хімічного матеріалу.

The article presents the experience of teaching of «Toxicological Chemistry», «volatile» poisons as example, in the conditions of the credit-modular system. Main methods of learning of poisons substances and its transformations under helping of schematization of chemical materials are described.

**Вступ.** Розвиток медицини, науки та сучасних технологій спонукає до змін у системі медичної освіти, яка повинна виконувати своє основне завдання – підготовку спеціалістів високого рівня [1]. Для підготовки сучасних фармацевтів-провізорів, які можуть, також, стати конкурентоспроможними науковцями фармацевтичної галузі, необхідно задіяти всі можливі медико-психологічні, педагогічні, методичні прийоми з метою оволодіння знаннями ряду хімічних дисциплін, які, як показує практика, засвоюються студентами з труднощами. Одним з методичних прийомів, який допомагає зрозуміти та добре запам’ятати теоретичний хімічний матеріал, і є його схематизація, яка дозволяє відтворити візуалізацію хімічних процесів як *in vivo*, так й *in vitro*.

**Основна частина.** “Токсикологічна хімія” є однією серед фармацевтичних дисциплін, яка вивчає властивості отруйних і сильнодіючих речовин, їх поведінку в організмі і трупному матеріалі, способи виділення, методи якісного виявлення та кількісного визначення отруту та їх метаболітів. Велике значення має токсикологічна хімія в діагностиці отруєнь, у боротьбі зі злочинністю. Висновки хіміків-токсикологів про наявність і кількість отруту в досліджуваних об’єктах надають велику допомогу судово-медич-

ним експертам (для встановлення причин отруєнь), судово-слідчим органам у розкритті злочинів. Висновки хіміків-токсикологів, гігієністів, фармакологів про високу токсичність окремих фармацевтичних препаратів і речовин, що застосовуються в народному господарстві, є підставою для постановки питання про зняття цих речовин з використання або про заміну умов зберігання і порядку відпуску їх населенню. Результати хіміко-токсикологічних і санітарно-гігієнічних досліджень повітря і стічних вод промислових підприємств, які містять токсичні речовини, використовуються органами санітарної охорони для порушення клопотання про необхідність будівництва або реконструкції очисних споруд [2–4].

Одним із важливіших класів отруйних речовин є “леткі” отрути (аліфатичні спирти, альдегіди і кетони, синильна кислота, феноли, карбонові кислоти тощо).

Кожний представник класу “летких” отруту вивчається за встановленим порядком: загальна характеристика отруту як представника вищевказаного класу, об’єкти дослідження, спосіб ізолювання із досліджуваного матеріалу, загальні закономірності токсикодинаміки і токсикокінетики, загальні методи якісного виявлення і кількісного визначення, узагальнена схема метаболізму на I та II фазах; специфічні характеристики отруту, за якими вона відрізняється

від інших представників класу. Теоретичний матеріал щодо опису хімічних та біохімічних перетворень отруйних речовин засвоюється складніше, ніж схематичне відображення вищевказаних процесів, що допомагає студенту краще запам'ятовувати схеми та візуально спостерігати ланцюги хімічних перетворень. Схематизація матеріалу під час вивчення токсикологічної хімії активізує роботу зорової пам'яті та розвиває логічне мислення у студентів.

Яскравими представниками класу “леткі” отрути є синильна кислота та її солі – ціаніди.

Ціаніди належать до найсильніших отрут. Дія ціанідів була відома ще п'ять тисяч років тому в Давньому Єгипті. Перший опис отруєння екстрактом мигдалю з'явився лише в 1679 р., а розчином лікарської лавровишні – у 1731 р. Шведський хімік Карл Вільгельм Шеєле вперше виділив синильну кислоту з пігменту берлінської блакиті в 1782 р. Через чотири роки після свого відкриття він загинув, випадково впустивши склянку із синильною кислотою собі на одяг.

У 1811 р. Ж. Л. Гей-Люссак вперше отримав синильну кислоту в рідкому стані. Синильна кислота у вільному і зв'язаному стані (у вигляді глікозидів — амігдалін, пруназин, дурин) міститься в горіхах, ягодах, фруктах. Амігдалін міститься в горіхах гіркої мигдалю (2,5–3,6 %), кісточках персиків (2–3 %), абрикосів і слив (1–1,8 %), вишень (0,8 %). Цей глікозид під дією кислот розщеплюється в організмі на глюкозу, бензальдегід і синильну кислоту [5–9].

Токсичними є сама синильна кислота та її солі: натрій ціанід, калій ціанід, ацетонітрил та ін. Їх використовують для синтезу органічних сполук, при дез-

інфекції і дезінсекції, як пестициди, у металургії. Комплексні ціанідні солі Аргентуму, Ауруму використовують у гальванопластиці. В судово-хімічній практиці найчастіше мають справу із ціанідами натрію і калію.

У разі отруєння ціанідами в організмі людини створюється “кисневе голодування”, що призводить до зупинки синтезу АТФ. Кров набуває яскраво-червоного забарвлення, оскільки гемоглобін перенасичений киснем, який не може використовуватися. Доведено, що ціаніди інгібують ферменти, однак найбільше вивчено вплив ціанідів на цитохромоксидазу. У мітохондріях ціанід зв'язується із цитохромом  $\alpha_3$  (компонент цитохромоксидази), порушуючи процес окисного фосфорилування і утворення АТФ. Клітина переходить на анаеробний шлях метаболізму, у процесі якого в крові зростає вміст молочної кислоти, що призводить до кислотної інтоксикації (метаболічного ацидозу), особливо в мозку. Внаслідок нездатності тканин до утилізації кисню підвищується насиченість киснем венозної крові. Виникає клітинне кисневе голодування, незважаючи на те, що кров насичена киснем. Смертельна доза синильної кислоти для дорослої людини становить 50 мг, ціаніду – 200–375 мг.

Метаболізм синильної кислоти та її солей відбувається за двома основними напрямками: 1) гідроліз із утворенням амонію форміату під впливом ферменту амідази; 2) кон'югація ціаніду з сульфуром з утворенням тиоціанату (роданіду) під впливом ферменту роданази.

З метою полегшення вивчення процесів біотрансформації синильної кислоти та її солей в організмі можна використовувати таку схему (схема 1).

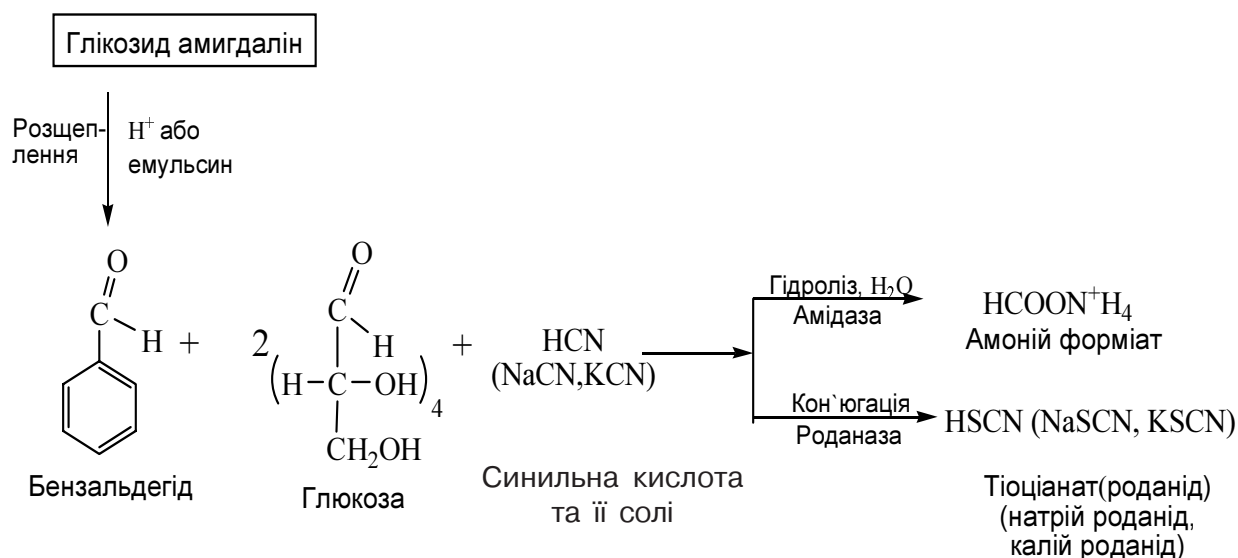


Схема 1. Біотрансформація синильної кислоти і її солей.

Згідно з навчальною програмою якісне виявлення синильної кислоти вивчають за хімічними реакціями: *попередня проба* – реакція утворення “берлінської блакиті” (найбільш специфічна, високочутлива); *підтверджувальні (допоміжні) реакції*:

- 1) утворення феруму роданіду — неспецифічна, високочутлива;
- 2) утворення бензидинової сині — неспецифічна, чутлива;

3) з пікриною кислотою — неспецифічна, високочутлива;

4) утворення поліметину — неспецифічна, високочутлива.

З метою візуалізації окремих хімічних процесів та узагальнення хімічних даних щодо якісного виявлення синильної кислоти та її солей пропонується така схема (схема 2).

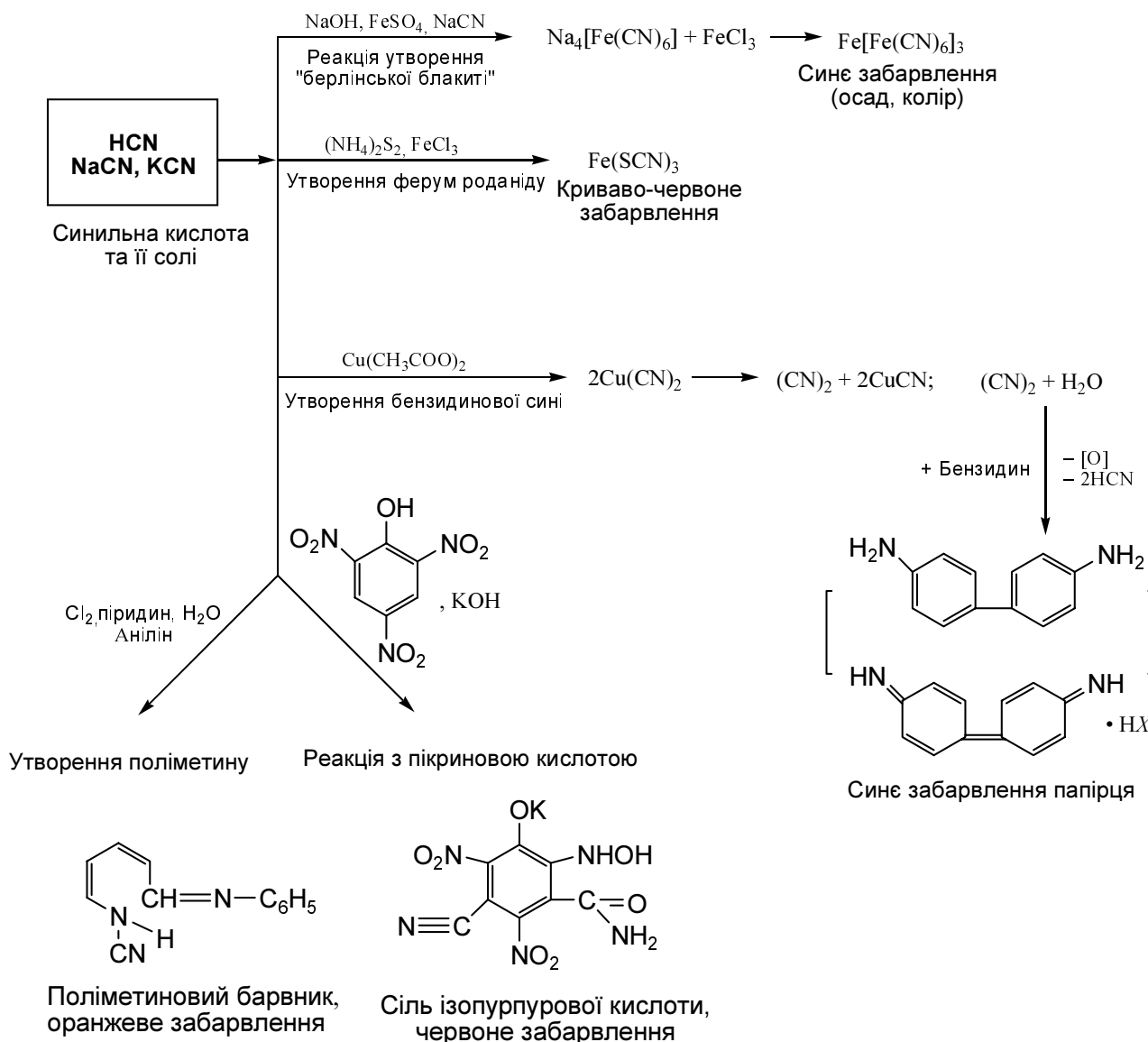


Схема 2. Якісне виявлення синильної кислоти і її солей.

**Висновок.** Таким чином, схематизація хімічного матеріалу, на прикладі вивчення представників класу “леткі” отрути – синильної кислоти та її солей – ціанідів в курсі “Токсикологічна хімія”, допомагає

студентам розвивати логічне мислення, уявляти процеси та бачити взаємозв’язок та взаємовплив хімічних речовин та хімічних процесів під час хімічних перетворень *in vivo* та *in vitro*.

**Література**

1. Підаєв А. В. Болонський процес в Європі / А. В. Підаєв. – К., 2004. – 191 с.
2. Белова А. В. Руководство к практическим занятиям по токсикологической химии / А. В. Белова. – М. : Медицина, 1976. – 232 с.
3. Буцкус П. Ф. Книга для чтения по органической химии : пособие для учащихся / П. Ф. Буцкус. – 2-е изд. перераб. – М. : Просвещение, 1985. – 256 с.
4. Крамаренко В. П. Токсикологічна хімія / В. П. Крамаренко. – К. : Вища шк., 1995. — 423 с.
5. Секреты токсикологии / [Линг Луис Дж., Кларк Ричард Ф., Эриксон Тимоти Б. и др.]; пер. с англ. – М. : СПб. : Из-тво БИНОМ–Из-тво Диалект, 2006. – 376 с.
6. Парк Д. Биохимия чужеродных соединений / Д. Парк. – М. : Медицина, 1973. – 288 с.
7. Химическая энциклопедия : в 5-т. Т. 1: А-Дарзана / под ред. И. Л. Кнунянца и др. – М. : Сов. энцикл., 1988. – 623 с.
8. Штрубе В. Пути развития химии : в 2-х т. Т. 1 / В. Штрубе; пер. с нем. – М. : Мир, 1984. – 239 с.
9. Элленхорн М. Дж. Медицинская токсикология: Диагностика и лечение отравлений у человека : в 2 т. Т. 2 / М. Дж. Элленхорн; пер. с англ. – М. : Медицина, 2003. – С. 161–203.