

Міністерство освіти і науки України

Львівський національний університет
ветеринарної медицини та біотехнологій
імені С.З. Гжицького
Кафедра біохімії

НЕОРГАНІЧНА ТА ОРГАНІЧНА ХІМІЯ

Методичні вказівки
для самостійної роботи з теми
“Гетероциклічні сполуки.
Нуклеїнові кислоти”
для здобувачів вищої освіти
першого (бакалаврського) рівня
спеціальності G13 Харчові технології
ОПП “Харчові технології”

Львів – 2026 рік

УДК 546+547(076.5)

Рецензент:

Гринчишин Н. М. – кандидат хімічних наук, доцент кафедри фармації та біології (Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького)

Неорганічна та органічна хімія. Методичні вказівки для самостійної роботи з теми “Гетероциклічні сполуки. Нуклеїнові кислоти” для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності G13 Харчові технології ОПП “Харчові технології” / Укладач : О. О. Коритко. Львів, 2026. - 30 с.

Рекомендовано навчально-методичною комісією факультету харчових технологій та біотехнології (протокол № 3 від 6 березня 2026 р.)

ПЕРЕДМОВА

Органічна хімія як фундаментальна хімічна дисципліна забезпечує знання та вміння для засвоєння спеціальних навчальних дисциплін і відіграє важливу роль у професійній підготовці здобувачів освітнього рівня фахового бакалавра. Органічна хімія лежить в основі вивчення методів технологічного контролю виробництва та якості продукції, є інструментом створення нових продуктів харчування високої біологічної та харчової цінності, засобом екологічного виховання майбутніх фахівців харчових технологій.

Важливе місце серед органічних сполук займають гетероциклічні сполуки. Гетероцикли широко розповсюджені у природі, відіграють фундаментальну роль у життєдіяльності організмів, входять до складу нуклеїнових кислот (ДНК і РНК), вітамінів, гормонів, деяких амінокислот, пігментів, ферментів. Ці речовини є природними компонентами їжі, впливають на її колір, смак та аромат, біологічну цінність та термін придатності. Їм належить критична роль у харчовій промисловості, оскільки ці сполуки можуть утворюватися під час кулінарної обробки або служити ароматизаторами. Вивчення властивостей, методів одержання гетероциклічних сполук, їх практичне застосування, вплив на довкілля, здоров'я людей є важливим та актуальним.

Мета методичних вказівок – допомогти студентам освоїти основи знань про властивості та способи одержання гетероциклів (в т.ч. і під час виготовлення харчової продукції), що дозволить

майбутньому технологу грамотно застосовувати ці речовини, які включають барвники, консерванти, ароматизатори, емульгатори, вітаміни, антибіотики, піноутворювачі, поліпшувачі смаку, антиоксиданти, стабілізатори, стимулятори росту, у виробництві продуктів харчування за новітніми технологіями, цілеспрямовано регулювати виробничі процеси. Модернізація харчової промисловості у сучасних умовах, зміна характеру праці фахівців, введення нових конкурентоздатних технологій харчової продукції, вдосконалення і розширення її асортименту, розвиток індустрії інноваційних продуктів для здорового харчування, нові напрямки кулінарії ("фьюжн", молекулярна кухня), перехід на маловідходні, енерго- та ресурсоощадні технології з акцентом на екологізацію, дотримання вимог до якості харчових продуктів за європейськими стандартами вимагає трансформації змісту фундаментальних дисциплін, осучаснення та вдосконалення форм і методів навчання, застосування інноваційних технологій, що сприяє формуванню професійних знань та вмінь, особистісних рис та якостей фахівців.

Розроблені методичні вказівки містять стислий матеріал з теми "Гетероциклічні сполуки. Нуклеїнові кислоти", винесений на самостійне вивчення, інструкції до лабораторної роботи, питання для самостійної роботи, завдання і тести для контрольного опитування. Їх студент повинен виконувати під час самостійної підготовки до лабораторних робіт. Завдання охоплюють розв'язання задач на номенклатуру, написання рівнянь реакцій та синтезів,

ідентифікацію сполук, частину з яких можна використати для написання рефератів, доповідей.

Обов'язковим для здобувачів вищої освіти є виконання лабораторних робіт відповідно до викладених методик, що стимулює підготовку студентів до експерименту. Лабораторні роботи, які проводяться в умовах лабораторії під наглядом викладача з дотриманням техніки безпеки, кожний студент може виконувати індивідуально в межах часу, відведеного для даної дисципліни. Цей вид робіт необхідний для набуття практичних навичок під час одержання органічних речовин, вивчення їх взаємних перетворень, для розвитку вміння обробляти результати експериментальних досліджень, робити узагальнення і відповідні теоретичні висновки. Вивчення теоретичного матеріалу слід пов'язати з практичним застосуванням набутих знань, умінь і навичок у майбутній роботі фахівця харчових технологій.

Львів, 2026 р.

Самостійна робота з теми

“ГЕТЕРОЦИКЛІЧНІ СПОЛУКИ. НУКЛЕЇНОВІ КИСЛОТИ”

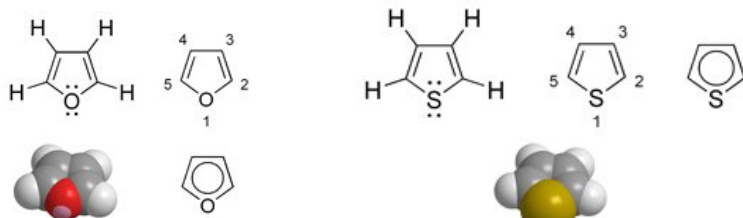
Мета заняття: сформувати знання про будову, класифікацію гетероциклів, їх хімічні властивості (реакції електрофільного та нуклеофільного заміщення, приєднання, окиснення /відновлення), практичне та біологічне значення.

Гетероциклічні сполуки – це циклічні органічні сполуки, цикли яких містять, крім атомів Карбону, атоми інших хімічних елементів, так звані *гетероатоми* (найчастіше Нітроген, Сульфур й Оксиген). Гетероцикли класифікують за природою і числом гетероатомів у циклі, розміром циклів (три-, чотири-, п'ятичленні), числом циклів у молекулі (моно- і багатоциклічні), взаємним розташуванням циклів (вільні гетероцикли і гетероцикли з конденсованими ядрами). Більшість гетероциклів мають тривіальні назви. Локалізацію замісника у гетероциклі позначають літерами грецького алфавіту – α -, β -, γ - або цифрами, починаючи нумерацію від гетероатома (за номенклатурою IUPAC).

Гетероцикли широко розповсюджені в природі, входять до складу хлорофілу рослин і геміну крові, природних барвників, ферментів, пуринових та піримідинових основ нуклеїнових кислот, деяких амінокислот (триптофан, гістидин, пролін), які містять гетероциклічні фрагменти й необхідні для синтезу білків, вітамінів групи В (B_1 , B_2 , B_3 , B_5 , B_6 , B_{12}), коферментів (НАД, ФАД), гормонів, алкалоїдів, антибіотиків та інших медичних препаратів,

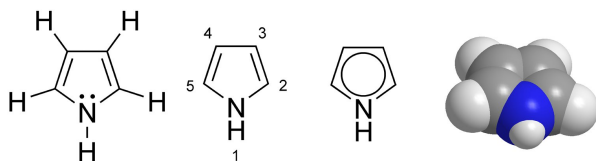
органічних розчинників. Гетероциклічні сполуки одержують з природної сировини та синтетично. Властивості цих сполук залежать від природи гетероатому та характеру зв'язків в циклі. Більшість гетероциклів мають ароматичні властивості.

Найбільш важливі – п'яти- та шестичленні ароматичні гетероцикли; вони мають високу стійкість, яка зберігається в багатьох хімічних реакціях та перетвореннях. Найпростіші п'ятичленні гетероцикли з одним гетероатомом - **фуран, тіофен і пірол**, - за будовою нагадують бензен, мають ароматичний характер, вступають у реакції електрофільного заміщення, насамперед у ті, де заміщується водень у α -положенні.



Фуран

Тіофен



Пірол

Ароматичний характер гетероциклів зумовлений єдиною електронною хмарою, яка утворена за участю двох пар π -електронів від атомів Карбону й однієї неподіленої електронної пари від гетероатому. Це зумовлює пониженою активність ненасичених п'ятичленних гетероциклів у реакціях приєднання і підвищеною схильністю до реакцій заміщення. Фуран, тіофен і пірол містять спряжені (кон'юговані) подвійні зв'язки, їх реакційна здатність доволі висока. Вони можуть взаємно перетворюватися за реакцією Юр'єва. На відміну від п'ятичленних гетероциклів, близьких за реакційною здатністю до ароматичних сполук із замісниками I роду, шестичленні гетероцикли є аналогами ароматичних похідних із замісниками II роду (піридин – нітробензен). Найпростіші шестичленні гетероцикли – це піран, тіопіран і піридин. Останній можна розглядати як бензен, в молекулі якого одна група $\equiv\text{CN}$ заміщена на атом Нітрогену).

Гетероциклам належить ключова роль у харчових технологіях при формуванні унікального смакового профілю, запаху, кольору харчових продуктів. Ці сполуки, є природними компонентами або утворюються внаслідок теплової обробки. Поширені у харчовій промисловості гетероцикли, що надають продуктам **запаху** (смаженої кави, м'яса, горіхів, випічки) і **смаку**. Тіазоли та тіофени (містять сірку) відповідають за м'ясні та овочеві запахи; фурани та фуранони – за солодкі, карамельні та фруктові нотки. Гідроксиметилфурфурол (ГМФ) – важливий індикатор термічної обробки меду та соків. Природні барвники (пігменти) містять систему

пірольних кілець: хлорофіл надає зеленого кольору рослинам і харчовим продуктам, гемоглобін та міоглобін відповідають за червоний колір м'яса; антоціани (похідні бензопірану) забарвлюють ягоди та овочі у кольори від рожевого до темно-синього. Багато вітамінів є гетероциклами: В₁ (тіамін) та РР (нікотинова кислота) містять піримідинове та тіазольне кільця, В₆ (піридоксин) – похідні піридину. Вітамін В₂ (рибофлавін) має жовте забарвлення, часто використовують як харчовий барвник (Е101), беталаїни – барвники буряка (похідні піридину). Гетероциклічний компонент є більшості алкалоїдів. Так, алкалоїд пуринового ряду кофеїн міститься в каві, чаї, какао та енергетиках.

Однак деякі гетероцикли (зокрема піразини) потребують контролю, якщо присутні в харчовому продукті у надмірній кількості (утворюються при смаженні, запіканні та сушінні білків і вуглеводів, відповідають за приємний запах, золотистий колір).

Отже, при вивченні даного розділу важливий акцент слід на їхній функціональності у виробництві, екології.

ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ

Вивчення властивостей піридину

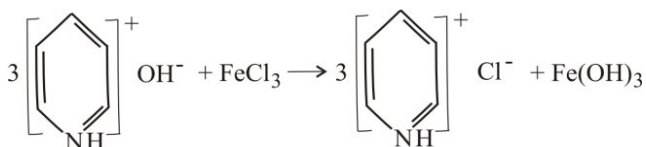
Піридин – шестичленний гетероцикл, містить гетероатом Нітроген. Безбарвна рідина з неприємним запахом, отруйний. Одержують з кам'яновугільної смоли, продуктів сухої перегонки деревини, торфу, кісток, синтетично - з ацетилену і ціанідної кислоти або з амоніаку та ацетальдегіду.

За хімічними властивостями піридин нагадує бензен, стійкий до дії окисників. Легше за бензен вступає в реакції нуклеофільного заміщення, важче – електрофільного, в яких у першу чергу заміщується Гідроген у β -положенні відносно гетероатома. Ароматичний характер піридину пов'язаний з утворенням у циклі секстету електронів за участю атомів Карбону й одного p -електрону від атома Нітрогену, що зумовлює слабкі основні властивості піридину і його гомологів (із сильними кислотами вони утворюють солі).

Піридин – сировина для виробництва лікарських та агрохімічних засобів, гербіцидів, інсектицидів розчинників, консервантів, стимуляторів росту. Піридинове ядро мають алкалоїди (нікотин, анабазин), вітаміни групи В, лікарські речовини. Важливі похідні – β -піридинкарбонова (нікотинова) кислота та її амід (нікотинамід), відомі як дві форми вітаміну РР (його нестача в організмі викликає

гідроксиду, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ при змішуванні водного розчину піридину та ферум(III) хлориду, FeCl_3 ,

Схема реакції:



Матеріали, посуд, реактиви: розчин піридину, 1%-ний розчин ферум(III) хлориду, FeCl_3 , (1 г FeCl_3 розчинити у 100 мл води, якщо розчин не прозорий, до нього додають по краплях концентровану HCl), пробірка – 1 шт.

Хід роботи. У пробірку додати по 2-3 краплі водного розчину піридину та 1%-го розчину FeCl_3 . Утворюється бурий (червоний) осад $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

Утворення пікрату піридинію

При струшуванні розчину піридину і пікринової кислоти утворюється жовтий кристалічний пікрат піридинію. При охолодженні кількість осаду зростає, а при надлишку піридину – розчиняється.

Матеріали, посуд, реактиви: розчин піридину, насичений розчин пікринової кислоти, склянка з кубиками льоду, пробірка – 1 шт.

Хід роботи. У пробірку додати 2 мл насиченого водного розчину пікринової кислоти і 1 краплю розчину піридину. Струшувати до утворення золотисто-жовтих голчатих кристалів. Пробірку вставити в склянку з льодом. Спостерігати за збільшенням кількості осаду. До суміші додати ще 1–2 мл розчину піридину. Відбувається розчинення осаду.

Відношення піридину до окиснення

Піридин стійкий до окиснення. Розчин піридину не змінює забарвлення під дією KMnO_4

Матеріали, посуд, реактиви: розчин піридину, розчин перманганату калію, KMnO_4 , пробірка – 1 шт.

Хід роботи. У пробірку налити рівні об'єми розчинів піридину та перманганату калію, KMnO_4 . Старанно перемішати. Обережно кип'ятити. Спостерігати за забарвленням розчину.

Одержання фурфуролу та дослідження його властивостей

Фурфурол (2-фуральдегід) – гетероциклічний альдегід фуранового ряду. Масляниста безбарвна рідина з приємним запахом свіжоспеченого житнього хліба, яка важко розчиняється у воді, добре – в ацетоні, діетиловому етері, на повітрі швидко окиснюється, стає блідо-жовтою, а з часом - темно-коричневою. Застосовують в органічному синтезі для добування фурану, фуранових смол, при переробці нафти як селективний розчинник для очищення продуктів від смолистих речовин, для синтезу багатьох медичних засобів (таких як фурацилін, фуразолідон), створення екологічно чистих регуляторів росту рослин. Фурфурол – важлива промислова речовина, яка зв'язує сільськогосподарські відходи з високою хімією (найбільш складними, наукомісткими та дорогими сегментами хімічної промисловості). Одержують з відновлюваної сировини – побічних сільськогосподарських

продуктів: кукурудзяних качанів, рисового та вівсяного лушпиння, пшеничних висівок, злаків, волокон конопель, деревної тирси. Це приклад “зеленої хімії” і безвідходного виробництва.

Фурфурол утворюється при термічній обробці цукровмісних продуктів. У харчовій промисловості вміст фурфуролу та гідроксиметилфурфуролу (ГМФ) є маркером сильної термічної обробки і терміну зберігання продуктів. ГМФ миттєво переходить у водну фазу, накопичується в соках, меді, варенні при випаровуванні води. ГМФ - головний показник якості та віку меду, утворюється у кислому середовищі меду при розпаді цукрів (фруктози). Підвищений вміст ГМФ – показник довготривалого зберігання меду (навіть за кімнатної температури вміст ГМФ у меді щороку зростає на 2–3 мг/кг) або перегріву меду, коли його розпускали при температурі, вищій за 40°C, щоб мед став рідким.

Фурфурол у міцних напоях (коньяк, віскі) – важливий компонент «букету», що надає їм житніх, карамельних та пряних ванілінових ноток (формується внаслідок взаємодії спирту з обпаленою дубовою бочкою.) За концентрацією фурфуролу технологи відрізняють справжній витриманий напій від підробки: високий вміст ваніліну і відсутність фурфуролу вказує на використання ароматизаторів.

У м'ясній промисловості фурфурол і ГМФ – індикатори термічної обробки та тривалого зберігання м'ясної продукції. Фурфурол відсутній у сирому м'ясі, але з'являється під час приготування внаслідок взаємодії амінокислот з цукрами при нагріванні (реакція Майяра).

Завдяки фурфуролу та піразинам утворюється золотиста скоринка, запах смаженого та хлібні нотки запеченого м'яса. При копченні фурфурол потрапляє у м'ясо разом із димом, який утворюється при розпаді деревини тирси, діє як слабкий консервант та має специфічний солодкуватий аромат. Високий вміст фурфуролу в м'ясних консервах – показник «жорсткого» режиму стерилізації або тривалого зберігання при високих температурах.

Вміст ГМФ – показник якості для молочної галузі. У свіжому пастеризованому молоці його майже нема. Рівень ГМФ зростає при перегріві молока («варений» смак) під час пастеризації та стерилізації внаслідок нагрівання лактози. ГМФ утворюється при тривалому кип'ятінні молока з цукром при одержанні згущеного молока і надає йому легкого кремового відтінку та карамельного присмаку. Високий вміст ГМФ у сухому молоці – наслідок сушіння продукту при високій температурі. Дитячий організм чутливий до продуктів глибокої термічної деградації цукрів, тому рівень ГМФ у дитячому харчуванні ретельно контролюється.

Фурфурол – хімічно активний. Вступає в характерні для альдегідів реакції. У лабораторії для роботи використовують лише щойно отриманий фурфурол. Пентозани рослинної сировини під впливом гарячої хлоридної кислоти (HCl) гідролізують до пентоз (найчастіше це альдопентози)

$$(C_5H_8O_4)_n + nH_2O = nC_5H_{10}O_5$$

Пентозани

Вода

Пентози

ксілоза й арабіноза). Далі утворюється фурфурол як результат внутрішньомолекулярної дегідратації цих альдопентоз :

Альдопентоза Фурфурол

Фурфурол можна швидко виявити реакцією з **аніліном** у присутності хлоридної кислоти.

Матеріали, посуд, реактиви: свіжа деревна тирса, розчин хлоридної кислоти (1 : 1), анілін, пробірка – 1шт.

Хід роботи. Суху пробірку наповнити свіжою деревною тирсою ~ 1 г, додати 4 мл водного розчину хлоридної кислоти (1:1), щоб покрити тирсу. Суміш кип'ятити впродовж 5-7 хв. Охолодити. Додати декілька крапель аніліну. Слідкувати за появою фіолетово-червоного забарвлення продукту конденсації фурфуролу та аніліну, що є результатом розкриття фуранового циклу.

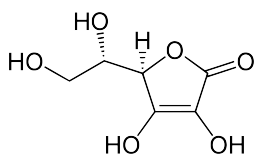
Якісна реакція на вітамін С (реакція “срібного дзеркала”)

Вітамін С (аскорбінова кислота) у харчовій промисловості зареєстрований як добавка Е 300. У м'ясній промисловості зменшує залишки нітритів у ковбасних виробках, забезпечує стабільний рожевий колір м'ясних виробів. Вітамін С – похідне фурану

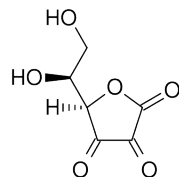
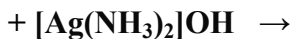
проявляє сильну антиоксидантну дію (запобігає окисненню жирів, завдяки чому продукти довше зберігають свіжість і натуральний смак). Відновні властивості молекули аскорбінової кислоти пов'язані з ендіольним угрупованням, у складі якого є дві гідроксильні групи (-ОН) біля подвійного карбон-карбонового зв'язку -C(OH)=C(OH)-, що легко окиснюється. При взаємодії з амоніачним розчином аргентум(I) нітрату (реактив Толленса) утворюється дегідроаскорбінова кислота. При цьому йони срібла Ag^+ відновлюються до металічного срібла Ag^0 , утворюючи тонкий наліт (“срібне дзеркало”) на стінках пробірки.

Матеріали, посуд, реактиви: розчину вітаміну С, розчин аргентум нітрату $AgNO_3$, розчин аміаку NH_4OH , пробірки – 2 шт.

Хід роботи. У пробірку 1 додати 1-2 мл розчину аргентум(I) нітрату, тоді по краплях – розчин амоніаку, поки утворений осад Ag_2O знову не розчиниться. Утворюється комплекс $[Ag(NH_3)_2]OH$. У пробірку 2 додати 5–6 крапель розчину вітаміну С, тоді 1–2 краплі амоніакового розчину аргентум



Аскорбінова кислота



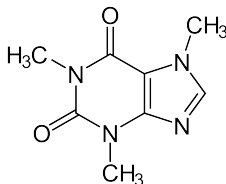
Дегідроаскорбінова
кислота



оксиду. Перемішати. Спостерігають за появою тонкого нальоту металічного срібла на стінках пробірки.

Одержання кофеїну з чаю

Кофеїн (1,3,7-триметилгексантин) – алкалоїд кави, чаю, енергетиків. Стимулятор ЦНС. Похідне пурину містить два з'єднані між собою цикли: піримідиновий та імідазольний. В лабораторних умовах кофеїн отримують з чаю в процесі сублимації.



Хід роботи. На скляну пластину помістити приблизно 2-3 г чаю, накрити іншим скельцем. Обережно нагрівати. Спостерігати за виділенням водяної пари, потім – за утворенням білих безбарвних кристалів кофеїну.

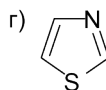
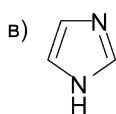
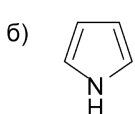
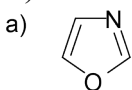
Питання для підготовки до письмового (ПК) та екзаменаційного контролю (ЕК)

Контрольні питання

1. Пояснити, які сполуки є гетероциклічними. Класифікація гетероциклів. Навести приклади.
2. Поняття про “гетероатом”. Перелічити гетероатоми, які найчастіше містяться у складі гетероциклів.
3. Написати формули представників гетероциклів:
а) п’ятичленних з одним гетероатомом;

- б) п'ятичленних з двома гетероатомами;
 - в) шестичленних з одним гетероатомом;
 - г) шестичленних з двома гетероатомами;
4. Пояснити, чому пірол та піридин мають основні Підтвердити це рівняннями реакцій.
 5. Довести на прикладах подібність піролу до фенолу.
 6. Навести схеми реакцій, які ілюструють амфотерний характер піролу.
 7. Запропонувати якісні реакції на пірол, фурфурол та піридин.
 8. Пояснити властивості, які проявляють нітрогеномісні гетероциклічні сполуки.
 9. Написати структурні формули гетероциклів:
 - а) фуран; пірол; тіофен;
 - б) порфін; індол; скатол;
 - в) пурин; піримідин; піразол; піридин.

10. а) Назвати такі сполуки:



б) як їх класифікують?




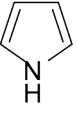

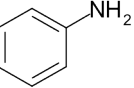


11. Написати реакції : а) нітрування фурану, б) сульфонування піролу, в) ацилювання тіофену. Вказати реагенти, які потрібно для цього використати, та умови реакцій.
12. Пояснити, чому пірол більш реакційноздатний ніж фуран. Написати характерні реакції для цих сполук.
13. Написати рівняння взаємодії розчину піридину з розчином ферум(III) хлориду.
14. Для фурфуролу написати реакції:
 - а) окиснення;
 - б) відновлення;

- б) нітрування; г) реакцію Канніцаро.
15. Перераховані сполуки написати у порядку зменшення їх основності: піридин, пірол, анілін, амоніак, метиламін. Пояснити висновки.
 16. Написати у порядку зростання реакційної здатності в умовах електрофільного заміщення такі речовини : бензен, нафтален, тіофен, піридин.
 17. Написати реакції бромовання сполук із завдання 16. Вказати умови проведення цих реакцій.
 18. Написати такі реакції піридину :
 - а) бромовання, б) нітрування, в) сульфування.
 19. Написати структурну формулу порфіну; назвати органічні сполуки, які містять порфін. Яка їх біологічна роль?
 20. Яким чином п'ятичленні гетероцикли можна перетворити один в одного (за реакцією Юрьєва)?
 21. Написати формули: а) піримідину та б) пурину.
 22. Піримідинові і пуринові основи у складі нуклеїнових кислот ДНК і РНК.
 23. Нуклеїнові кислоти ДНК та РНК. Будова, біологічна роль.
 24. А. Пояснити значення термінів:
 - а) нуклеотид; б) нуклеозид.Б. Перелічити компоненти, які входять до їх складу
 25. Назвати у складі ДНК і РНК :
 - а) вуглеводи (пентози) й азотовмісні основи;
 - б) нуклеотиди та нуклеозиди.
 26. Пояснити принцип компліментарності ДНК.
 27. Поширення гетероциклічних сполук у природі. Практичне значення гетероциклів.
 28. Назвати біологічно важливі системи, які мають пірольний цикл. Роль цих систем у життєдіяльності

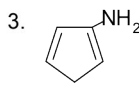
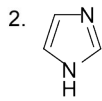
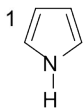
29. Гетероциклічні сполуки, які :
- а) використовують у харчових технологіях;
 - б) утворюються при термічній обробці харчових продуктів.
30. Фурфурол, будова, властивості і роль як хімічного маркера термічного пошкодження та якості харчової продукції.
31. Тіазол. Будова. Властивості. Роль тіазолу і його похідних у медицині, сільському господарстві та харчовій промисловості.
32. Написати формули і назви представників органічних сполук, які містять гетероцикли у складі молекул і мають важливе практичне застосування.
33. Кофеїн – алкалоїд, у складі якого є система, яка складається з двох гетероциклів. Напишіть структурну формулу кофеїну і назвіть гетероцикли у його складі.
34. Тіамін (вітамін В1) міститься у складі бобових, висівок, м'яса тварин і птиці. Молекула тіаміну має два гетероцикли. Напишіть структурну формулу тіаміну та наведіть приклади декількох природних джерел з високим вмістом тіаміну.
35. При смаженні м'яса утворюються ароматні гетероциклічні сполуки – тіазоли та піразини. При пересмажуванні м'яса утворюються шкідливі гетероциклічні аміни (запобігає цьому попереднє маринування м'яса у лимонній кислоті чи оцті, використання чебрецю, розмарину). Опрацюйте доступну інформацію і вкажіть ці сполуки
36. Зелений пігмент рослин, водоростей– хлорофіл, містить циклічну систему з чотирьох пірольних

кілець з йонами Mg^{2+} у центрі (комплексна сполука). Назвіть органічні сполуки, які містять таку ж пірольну систему, у центрі якої є йон:
а) Co^{2+} , б) Fe^{2+} ? Яка роль цих сполук в організмі?

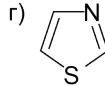
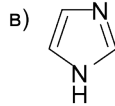
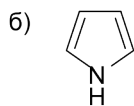
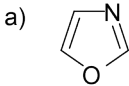
Тестові питання

1. Поняття “гетероциклічні сполуки” означає сполуки, у циклі яких є:
а) лише атоми карбону;
в) один атом карбону і декілька гетероатомів;
б) два ненасичені карбон-карбонів зв'язки;
г) крім атомів карбону один чи більше гетероатомів.
2. Позначити найбільш поширені гетероатоми у складі гетероциклів:
а) N, S, O; в) N, S, Ca;
б) P, S, Mg г) O, P, C.
3. а) Позначити ароматичні гетероциклічні сполуки:
1.  2.  3.  4. 
5.  6.  7.  8. 
б) Назвати всі сполуки, формули яких наведені.
4. Найбільш поширені гетероциклічні сполуки містять таке число гетероатомів:
а) один; б) два; в) п'ять; г) шість
5. Позначити п'ятичленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом:
а) пірол, фуран, імідазол; в) пірол, піразол, тіофен
б) пірол, фуран, тіофен; г) піразол, імідазол, оксазол

6. а) Позначити гетероцикли з двома гетероатомами;
б) Назвати всі гетероциклічні сполуки:



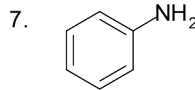
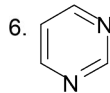
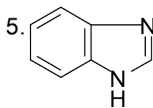
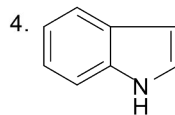
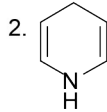
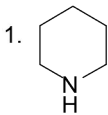
7. Назвати гетероцикли:



8. Представлено формули органічних циклічних сполук. Назвати усі сполуки і вказати гетероцикли:

- а) шестичленний з двома гетероатомами;

- б) гетероцикли з конденсованими ядрами;



9. Позначити сполуки, з якими реагує піридин:

- а) б) $\text{H}_2\text{SO}_4, (0^\circ \text{C})$; в) $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$; д) HBr ;

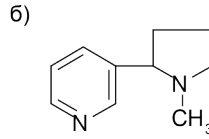
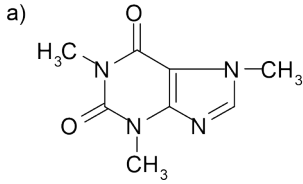
- б) $\text{H}_2\text{SO}_4, \text{SO}_3 (350^\circ \text{C})$; г) $\text{Br}_2, \text{CCl}_4$;

Написати можливі реакції.

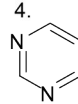
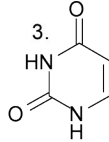
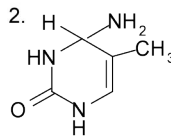
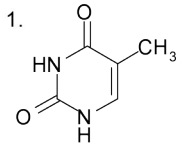
10. Гетероциклічні сполуки проявляють фізіологічний вплив на організм.

- а) Пояснити вплив кофеїну і нікотину на організм.

- б) Позначити препарат, за допомогою якого лікують тютюнову залежність:



12. Назвати такі гетероцикли:



13. Позначити компоненти індолу – конденсованої системи:

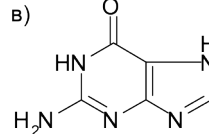
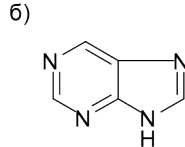
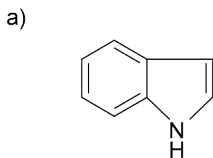
а) фуран і бензол;

в) пірол і бензол;

б) циклогексан і пірол;

г) бензол і тіофен.

14. Назвати сполуки і позначити пуринові основи:



15. Позначити 5-членний гетероцикл з двома гетероатомами:

а) пірол;

б) піразол;

в) імідазол;

г) піримідин.

16. Позначити шестичленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом:

а) піридин; б) піримідин; в) піран; г) пурін.

17. Позначити компонент нікотину, вітаміну РР:

а) шестичленний гетероцикл з одним гетероатомом;

б) п'ятичленний гетероцикл з одним гетероатомом;

в) шестичленний гетероцикл з двома гетероатомами;

г) п'ятичленний гетероцикл з двома гетероатомами.

18. Позначити шестичленні гетероциклічні сполуки з двома гетероатомами:

- а) піридин; в) пурин;
б) піримідин; г) піридазин.

19. Позначити сполуки, які відповідають за збереження, відтворення і перенесення спадкової інформації:

- а) білки; в) вуглеводи;
б) нуклеїнові кислоти; г) жири.

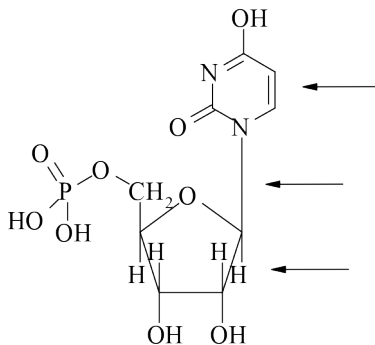
20. Позначити мономерні одиниці нуклеїнових кислот:

- а) нуклеотиди; в) амінокислоти;
б) нуклеозиди; г) моносахариди.

21. Позначити пентозу у складі РНК та ДНК:

- а) рибоза; в) глюкоза;
б) дезоксирибоза; г) фруктоаз.

22. Назвати нуклеотид і пояснити, що відмічено стрілками:



23. Нуклеїнові кислоти містять ланцюги:

- а) поліпептидні; б) полінуклеотидні;
в) поліглікозидні; г) поліфенольні.

24. Фурфурол — гетероциклічний альдегід, похідний:

- а) піролу; в) фурану;
б) фурациліну; г) тіофену.

25. Позначити реакцію, за допомогою якої можна виявити альдегідну групу у фурфуролі:

- а) реакція Кучерова; в) реакція Вагнера;
б) реакція срібного дзеркала; г) реакція Вюрца.

26. Позначити реагент для підтвердження основних властивостей піридину:

- а) $\text{Fe}(\text{OH})_3$; в) FeCl_3 ,
б) I_2 ; г) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$.

27. Позначити правильне твердження : піридин

- а) розчиняється у воді; в) не розчиняється у воді.
б) розчиняється в органічних розчинниках;

Рекомендована і використана література

1. Березан В. О. Органічна хімія: навчальний посібник Вид. 3-є зі змінами і доповненнями. Тернопіль : Підручники і посібники, 2020. 208 с.
2. Грабовський С.С., Коритко О.О., Мотько Н.Р. Робочий зошит з органічної хімії. – Львів, 2024. 76 с.
3. Іващенко О. Д., Копанцева. Л. І. Органічна хімія. Навч. посібник. Полтава : ПДМУ, 2023. 192 с.
4. Коритко О. О., Обушак М.Д. Посібник з органічної хімії. Ч.9. Амінокислоти. Білки. Гетероциклічні сполуки. Нуклеїнові кислоти. Алкалоїди Львів, 2020. 123 с.
5. Коритко О.О. Конспект лекцій з органічної хімії : навч. посібник / О. О. Коритко. Львів, 2023. 176 с.
6. Мітрясова О. П. Органічна хімія. Навч. посібник. К. : Кондор, 2018. 412 с.
7. Сирова Г.О. Основи біоорганічної хімії (навч. посібник). /Г. О. Сирова, В. М. Петюніна, В. О. Макаров, Л. В. Лук'янова. Харків: ХНМУ. 2018. 238 с.
8. Смірнова О. В., Заїчко Н. В., Мельник А. В. Поліфункціональні, гетерофункціональні та гетероциклічні біологічно активні сполуки : навч. посібник з біоорганічної та біологічної хімії для студентів медичних, стоматологічних та медико-психологічних ф-тів вищих медич. навч. закладів. Вінниця : ВНМУ ім. М.І. Пирогова, 2016. 100 с

9. Черно Н. К., Денісюк Н.О., Озоліна С. О., Антіпіна О.О. Органічна хімія. Навчальний посібник Одеса : ОНАХТ, 2017. 155 с.
10. Ранський А. П., Сакалова Г. В. Лабораторний практикум з органічної і біоорганічної хімії : Навчальний посібник для закладів вищої освіти III-IV рівнів акредитації з хімічних спеціальностей. Вінниця : ТОВ "Твори". 2019. 155.
11. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Ігриценко І. С. Органічна хімія : підручник для студентів вищих навчальних закладів. 3-є видан., випрал. і доповн.. Х. : В-во НфаУ; Оригінал. 2017. 752.

З М І С Т

Передмова.....	3
Самостійна робота з теми “Гетероциклічні сполуки. Нуклеїнові кислоти”.....	6
Лабораторні роботи.....	10
Питання для підготовки до письмового (ПК) та екзаменаційного контролю (ЕК).....	18
Контрольні питання	18
Тестові питання.....	21
Рекомендована та використана література.....	27
Зміст.....	29

Міністерство освіти і науки України

Львівський національний університет
ветеринарної медицини та біотехнологій
імені С.З. Гжицького
Кафедра біохімії

НЕОРГАНІЧНА ТА ОРГАНІЧНА ХІМІЯ

Методичні вказівки
для самостійної роботи з теми
“Гетероциклічні сполуки.
Нуклеїнові кислоти”
для здобувачів вищої освіти
першого (бакалаврського) рівня
спеціальності G13 Харчові технології
ОПП “Харчові технології”

Львів – 2026 рік