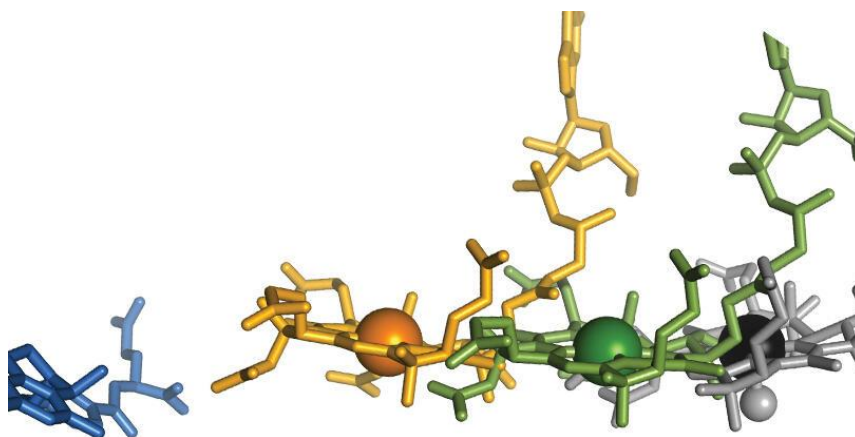


**Міністерство освіти і науки України
Запорізький національний університет**

В.І. Генчева

БІООРГАНІЧНА ХІМІЯ

**Методичні рекомендації
до лабораторних занять
для здобувачів ступеня вищої освіти магістра
спеціальності Хімія
освітньо-професійної програми Хімія**



**Запоріжжя
2025**

**Міністерство освіти і науки України
Запорізький національний університет**

В.І. Генчева

БІООРГАНІЧНА ХІМІЯ

**Методичні рекомендації
до лабораторних занять
для здобувачів ступеня вищої освіти магістра
спеціальності Хімія
освітньо-професійної програми Хімія**

Затверджено
вченою радою ЗНУ
Протокол №10 від 29.04.2025 р.

**Запоріжжя
2025**

УДК 577.1(076.5)
Г348

Генчева В.І. Біоорганічна хімія : методичні рекомендації до лабораторних занять для здобувачів ступеня вищої освіти магістра спеціальності Хімія освітньо-професійної програми Хімія. 2025. 39 с.

У виданні викладено основні вимоги й методичні рекомендації до проведення лабораторних занять із дисципліни Біоорганічна хімія.

Надано поради щодо виконання завдань до кожного завдання відповідної теми.

Методичні рекомендації адресуються здобувачам ступеня вищої освіти магістра спеціальності Хімія, які навчаються за освітньо-професійною програмою Хімія.

Рецензент

О.А. Бражко, д.б.н., професор кафедри хімії

Відповідальний за випуск

В.І. Генчева, к.б.н., доцент кафедри хімії, в.о завідувача кафедри хімії

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ У ХІМІЧНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ	5
Лабораторне заняття 1. КЛАСИФІКАЦІЯ І НОМЕНКЛАТУРА ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК	11
Лабораторне заняття 2. ОКСИГЕНОВМІСНІ ОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ (СПИРТИ, КАРБОНОВІ КИСЛОТИ, КЕТОНИ, ЕТЕРИ)	16
Лабораторне заняття 3. ГЕТЕРОФУНКЦІОНАЛЬНІ СПОЛУКИ (ГІДРОКСИ-, ОКСО- ТА АМІНОКИСЛОТИ) ЯКІ БЕРУТЬ УЧАСТЬ У ПРОЦЕСАХ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ	20
Лабораторне заняття №4. НУКЛЕЙНОВІ КИСЛОТИ, АЛКАЛОЇДИ, ВІТАМІНИ, ГОРМОНИ, АНТИБІОТИКИ.....	25
Лабораторне заняття 5.	35
Використана література	36
Рекомендована література.....	37
Інформаційні ресурси.....	38

ВСТУП

Метою вивчення навчальної дисципліни «Біоорганічна хімія» є формування системних знань про закономірності хімічної поведінки основних класів біологічних молекул у взаємозв'язку з їх будовою для використання набутих знань як основу під час вивчення процесів, що відбуваються у живому організмі. Біоорганічна хімія є галузь науки, що вивчає будову та механізм функціонування біологічно активних молекул відповідно до законів органічної хімії.

Ключовими завданнями є вивчення навчальної дисципліни «Біоорганічна хімія» є формування розуміння ролі біологічних молекул як структурно-функціональних учасників хімічних процесів, що відбуваються у живих організмах.

Міждисциплінарні зв'язки: «Біоорганічна хімія» базується на вивченні органічної хімії, біохімії, хімічних процесів в живих організмах, що вивчались студентами на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти.

У структурно-логічній схемі освітньої програми «Хімія» другого (магістерського) рівня вищої освіти навчальна дисципліна «Біоорганічна хімія» пов'язана з Етико-правовими засадами управлінської діяльності фахівця галузі природничих наук та Підготовкою кваліфікаційної роботи магістра.

Пререквізити. Вивчення дисципліни «Біоорганічна хімія» безпосередньо опирається на основи хімії, елементарної математики та фізики, що були вивчені на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти.

Постреквізити. Знання теоретичних основ біоорганічної хімії необхідні для глибшого вивчення біохімії, фармакології та токсикології.

Лабораторні заняття мають на меті поглибити теоретичні знання студентів шляхом виконання експериментальних досліджень, навчити користуватися сучасними методами аналізу, проводити спостереження, робити висновки та узагальнення на основі експериментальних даних.

Під час виконання робіт студенти набувають практичних навичок роботи з біоорганічними речовинами, вчать дотримуватися правил техніки безпеки та правильно оформлювати результати експериментів.

Методичні рекомендації призначені для полегшення самостійної підготовки студентів до лабораторних занять, правильного виконання експериментальних робіт і оформлення звітів. Вони містять короткі теоретичні відомості, опис методик проведення дослідів, інструкції з техніки безпеки, приклади оформлення результатів і контрольні запитання для самоперевірки.

ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ У ХІМІЧНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ

1.1 Загальні правила техніки безпеки в лабораторії при проведенні хімічного експерименту

Перед початком робіт в лабораторії всі студенти повинні ознайомитись із запобіжними засобами при роботі зі склом, токсичними, легкозаймистими і вогнєнебезпечними речовинами.

У кожній лабораторії на видному місці є інструкції з техніки безпеки та першої допомоги при опіках та інших нещасних випадках, інструкції про способи гасіння пожежі.

У лабораторії в доступному місці є засоби протипожежної безпеки (вогнегасник, ящик з піском, ковдра із вовни), захисні маски, окуляри, протигази і аптечка з медикаментами.

Необхідне дотримання всіх запобіжних заходів забезпечить безпеку виконання лабораторних робіт.

До роботи в лабораторії допускаються лише ті студенти, які пройшли інструктаж з техніки безпеки та ознайомлені з правилами поведінки з хімічними речовинами.

Перед початком занять студент повинен ознайомитися з методикою проведення досліду, правилами користування обладнанням та реактивами.

Під час роботи в лабораторії необхідно мати халат, який застібається спереду, закриті взуття, акуратно зібране волосся, за потреби – захисні окуляри та рукавички.

Забороняється приймати їжу, напої, палити, користуватися мобільним телефоном або виконувати сторонні дії у лабораторії.

Усі випадки травм, опіків, розливу або розсипання реактивів необхідно негайно повідомити викладача або старшого лаборанта.

1. У лабораторії категорично **забороняється**:

- 1) працювати одному в лабораторії;
- 2) залишати лабораторію без дозволу викладача;
- 3) пробувати на смак хімічні реактиви, допускати їх контакти зі шкірою;
- 4) залишати відкритими шкідливі хімічні речовини і зберігати на столі речовини без відповідного надпису;
- 5) брати для роботи хімічні реактиви невідомого походження, проводити синтези в забрудненому хімічному посуді;
- 6) нахилятися над посудом, у якому кипить рідина;
- 7) працювати у витяжній шафі з повністю піднятими дверцятами, просувати голову до витяжної шафи;
- 8) виливати в раковину концентровані розчини кислот і лугів, а також органічні розчинники, сильно пахучі й вогнєнебезпечні речовини та їх розчини;

- 9) затягувати ротом у піпетки органічні і неорганічні сполуки та їх розчини;
- 10) одному переносити бутилі з хімічними речовинами;
- 11) виносити з лабораторії посуд та хімічні реактиви;
- 12) залишати без нагляду ввімкнені прилади.

2. Студент повинен працювати на закріпленому за ним робочому місці.

3. Перед синтезом слід перевірити працездатність приладу (герметичність, наявність води в холодильнику, тощо). У процесі синтезу чітко виконувати методику. Обережно й акуратно працювати з хімічним посудом і реактивами.

4. Синтез треба проводити тільки в чистому хімічному посуді. Після закінчення роботи студент повинен помити посуд.

Пробірки миють скляною паличкою, на кінці якої є кусок гумової трубки; потім добре промивають водопровідною водою і обполіскують 2-3 рази дистильованою водою. Якщо при звичайному митті забруднення не будуть усунуті, посуд заповнюють хромовою сумішшю (розчин $K_2Cr_2O_7$ в концентрованій сульфатній кислоті) чи гарячим розчином соди і залишають на декілька хвилин. Потім хромову суміш чи розчин соди зливають в ту ж склянку, в якій вони зберігалися, а посуд миють водопровідною водою і обполіскують дистильованою водою, висушують в сушильній шафі, окрім мірного посуду, або на дошці з кілочками, яка розміщена на раковині для миття посуду.

✎ **Мити скляний посуд після його застосування, повинно бути правилом кожного, хто працює в лабораторії!**

5. Нюхати речовини можна лише у разі потреби з дозволу викладача, обережно легким рухом руки спрямувати на себе пару чи газу. Не можна нахилитися над посудом з реактивами і вдихати на повні груди.

6. Працювати слід так, щоб реактиви не потрапляли на шкіру. У разі потреби потрібно негайно змити реактив і при потребі надати першу домедичну допомогу.

7. При змішуванні двох рідин необхідно дотримуватися правила: рідину з більшою густиною вливають в рідину з меншою густиною.

1.1.1 Запобіжні заходи при роботі зі скляним хімічним посудом та лабораторним обладнанням

Більшість лабораторних робіт проводиться в скляному тонкостінному й крихкому хімічному посуді. Неправильна або необережна робота зі склом призводить до нещасних випадків: порізи склом, забруднення хімічними речовинами.

1. При складуваних роботах (наприклад, витягування капілярів тощо) слід оберігати очі від дрібних осколків, скляних ниток і плівок, які утворюються при роздуванні і розтягуванні скла.

2. При розрізуванні скляних паличок або трубок спочатку роблять надріз пилючкою або спеціальним ножом, а потім закривають місце надрізу рушником і переламують їх. При цьому паличку трохи розтягують і руки тримають якомога ближче до місця зламу.

3. Посуд з реактивами слід брати двома руками, причому однією за горловину, а другою підтримувати за дно.

4. Для з'єднання трубки з корком або шлангом кінці її треба оплавити на пальнику і після охолодження змастити гліцерином або змочити водою. При вставлянні трубки в корок або в шланг її слід тримати пальцями якомога ближче до кінця, який вставляється. Трубку треба вкручувати в корок. В іншому разі можна зламати трубку і порізати руки.

5. Для запобігання виведення з ладу приладу в процесі його підготовки до роботи (складання тощо) чи експлуатації необхідно дотримуватись **правил**:

- круглодонну колбу не можна тримати за горло; хімічний посуд і прилади треба тримати обережно, не стискаючи сильно в руках;

- корок повинен бути на відповідній трубці колби, а не в холодильнику;

- при з'єднанні частин приладу руки слід тримати якомога ближче до місць з'єднання;

- старанно оглянути прилад, перевірити хімічний посуд для приладу на наявність тріщин та інших дефектів, які можуть спричинити виведення його з ладу під час роботи чи викиду реакційної маси з посуду;

- перед роботою перевірити прилад у дії (герметичність, робота холодильника, мішалки тощо);

- внутрішній простір будь-якого приладу, який працює при атмосферному тиску, завжди повинен мати контакт з атмосферою, щоб уникнути вибуху;

- фарфорові «кипільки» необхідно додавати тільки до холодної реакційної суміші або до розчину;

- органічні рідини нагрівати тільки в круглодонних колбах на металевих сітках (нагрівання газовим пальником) або в банях;

- не можна нагрівати рідину в колбі, яка щільно закоркована;

- нагрівати леткі, легкозаймисті речовини треба в колбах зі зворотним холодильником;

- не можна нагрівати на сітці товстостінні хімічні стакани, колби Бунзена, фарфорові ступки;

- при перегонці у вакуумі застосовувати тільки круглодонні колби;

- не можна нагрівати тонкостінний хімічний посуд на відкритому вогні;

- при нагріванні хімічного посуду на металевій сітці необхідно стежити, щоб полум'я не виривалось з під сітки і рівномірно нагрівало хімічний посуд. В іншому випадку хімічний посуд буде нагріватися нерівномірно і може лопнути;

- не дозволяється працювати з несправними приладами, нагрівальними пристроями чи скляним посудом із тріщинами;

- ідигрівання рідин слід проводити обережно, спрямовуючи отвір пробірки від себе та інших осіб;

- забороняється нагрівати органічні розчинники на відкритому полум'ї
- необхідно використовувати водяні або піщані бані;
- під час роботи з приладами, що підключені до електромережі, не торкатися мокрими руками дротів, вилок, вимикачів;
- після закінчення роботи необхідно вимкнути всі електроприлади, закрити газові крани, прибрати робоче місце.

1.1.2 Запобіжні заходи при роботі з кислотами та лугами

Не можна змішувати реактиви, не знаючи їх властивостей і можливих реакцій.

Не можна торкатися реактивів руками або пробувати їх на смак.

Рідкі кислоти можуть спричинити тяжкі хімічні ураження, які погано загоюються.

Сульфатна, хлоридна і нітратна кислоти, а також сильні моно- і полігалогенкарбонові та нітрокарбонові органічні кислоти, луги викликають сильні опіки шкіри та слизової оболонки, призводять до ураження рогівки ока, що може зумовити втрату зору.

При роботі з кислотами і лугами необхідно виконувати **правила**:

1. Бутилі з кислотами і лугами треба зберігати в дерев'яних обрешітках або корзинах в дерев'яних або металевих стояках у складах хімічних матеріалів.

2. У лабораторіях можна зберігати 1-2 л концентрованих розчинів кислот і лугів.

3. Переливання та інші роботи з кислотами і лугами слід проводити в захисних окулярах, в гумових чоботях, рукавицях, у фартусі. Розливати кислоту необхідно тільки під тягою через хімічну лійку.

При переливанні кислот, які димлять (концентрована нітратна або хлоридна кислота) треба надягати протигаз або респіратор. При відсутності їх можна обмотати рот і ніс рушником, змоченим слабким розчином соди.

4. 🚫 **Категорично забороняється** затягувати ротом кислоти і луги через піпетку. Наповняти піпетки кислотами і лугами або їх розчинами треба тільки за допомогою гумової груші.

5. При розбавленні кислот і лугів слід повільно, невеликими порціями при перемішуванні **додавати кислоту, луги у воду**, а не навпаки. Розбавляти сульфатну кислоту, готувати суміші сульфатної і нітратної кислоти через виділення великої кількості теплоти можна тільки в жаростійкому тонкому скляному хімічному посуді або у фарфорових стаканах.

6. Подрібнювати тверді луги (NaOH, KOH) необхідно в рукавицях і окулярах у витяжній шафі в фарфоровій ступці, закритій зверху рушником. Тверді луги можна брати фарфоровою ложкою або щипцями, не можна брати руками.

7. При розчиненні у воді лугів, як і при розчиненні кислот відбувається сильне розігрівання суміші, що може привести до розтріскування скляного хімічного посуду, особливо товстостінного, тому розчиняти тверді їдкі луги можна тільки в фарфоровому посуді.

8. Відпрацьовані розчини лугів та кислот необхідно зливати **тільки в спеціальні склянки** (контейнери для відходів) з **відповідною етикеткою**, які знаходяться у витяжній шафі, під тягою, тобто у відповідний в злив.

✪ **Забороняється категорично** виливати розчини лугів та кислот у каналізацію **без попередньої нейтралізації**.

9. Підлогу, яка залита кислотою, слід засипати піском. Потім його збирають і виносять з приміщення. Промивають підлогу розчином натрій гідрокарбонатом (содою) (тобто проводять нейтралізацію) і в кінці промивають водою.

1.1.3 Запобіжні заходи при роботі з особливо небезпечними, токсичними, легкозаймистими і вогненебезпечними речовинами

Роботу з леткими, токсичними чи пахучими речовинами (ефір, амоніак, формальдегід, хлороформ, фенол тощо) проводити **тільки у витяжній шафі** з максимально закритими дверцятами.

Перед роботою необхідно перевірити ефективність дії витяжної шафи.

Працювати треба в гумових рукавичках і захисних окулярах під наглядом викладача.

При роботі з вогненебезпечними, легкозаймистими і вибухонебезпечними речовинами (прості та складні ефіри, спирти, ацетон, бензин, бензен, хлороформ, карбон (IV) хлорид, тетрагідрофуран) слід дотримуватись таких запобіжних заходів:

1. Забороняється зберігати на лабораторному столі посуд з вогненебезпечними, легкозаймистими і вибухонебезпечними рідинами.

2. Не можна тримати легкозаймисті речовини біля вогню, ввімкнутих електроплиток або в теплому місці.

3. Забороняється нагрівати легкозаймисті рідини у відкритому хімічному посуді на паяльниках або на електричних плитках. Легкозаймисті рідини нагрівають у колбах зі зворотним холодильником (водяним) на водяних банях, які попередньо нагріті, віддалі від місця роботи. Температуру водяної бані підтримують додаванням гарячої води. Колба, для перегонки, повинна бути герметично приєднана до холодильника.

4. Забороняється досуха проводити перегонку органічних рідин, оскільки багато речовин (диетиловий етер, діоксан) при цьому утворюють вогненебезпечні пероксиди.

5. Забороняється переганяти етер, який довгий час зберігали, без попередньої перевірки на присутність пероксидів, які є вибухонебезпечними.

6. Перед тим, як розібрати прилад в якому знаходиться легкозаймиста речовина, треба вимкнути всі паяльники, розташовані поблизу.

7. Слід пам'ятати, що пари етеру і сульфідної кислоти «стеляться» по поверхні стола і можуть зайнятися на значній відстані від місця їх утворення.

8. Щоб уникнути пожежі від випадково викинутого сірника, не можна виливати легкозаймисті речовини у раковину, відра та ящики для сміття.

1.1.4 Перша допомога при нещасних випадках

Термічні опіки

При термічних опіках I ступеня (почервоніння, незначна припухлість) уражене місце протирають ваткою, змоченою етиловим спиртом або слабким розчином калію перманганату.

При опіках II і III ступенів необхідно уражене місце закрити чистою тканиною, яку змочили в холодній воді.

Хімічні опіки

При потраплянні кислоти на шкіру уражене місце слід негайно обмити великою кількістю проточної води, потім 3-5%-им розчином натрію гідрокарбонату і знову водою.

При потраплянні кислот, кислотної пари чи газів в очі необхідно впродовж 3-5 хв. промивати їх проточною водою (18-22 °C). Потім промити 3-5%-им розчином натрію гідрокарбонату і знову водою.

При потраплянні кислот, кислотної пари чи газів до ротової порожнини треба багаторазово промивати рот водою, а потім 3-5%-им розчином натрію гідрокарбонату.

При потраплянні лугу на шкіру уражене місце слід промити проточною водою, потім 3-5%-им розчином оцтової кислоти і знов водою.

При потраплянні лугу в очі треба промивати їх струменем води впродовж 3-5 хв., потім 2%-им розчином борної кислоти.

При опіку фенолом, уражене місце багаторазово обробляють спиртом, потім на нього накладають компрес із вати або марлі, змочених гліцерином.

При опіку бромом, змити бром великою кількістю води або спирту, а потім 10%-им розчином гідро- або гіпосульфату.

1.1.5 Гасіння місцевої пожежі

У разі виникнення пожежі, займання реактивів чи обладнання необхідно негайно повідомити викладача, відключити електроживлення та використати вогнегасник або пісок, потім перекрити доступ повітря до вогню, для чого місце пожежі засипати піском, накрити ковдрою, зроблену з вовни або обробити карбон (IV) оксидом із вогнегасника.

Не слід заливати водою місце горіння натрію, калію або речовин, які змішуються з водою (бензен, етер), оскільки в багатьох випадках це може привести до розтікання полум'я і, відповідно, до розширення зони пожежі.

Розчинні у воді вогнебезпечні речовини можна гасити водою.

При загорянні органічної рідини в колбі необхідно перекрити доступ повітря в колбу, для чого закрити горловину колби керамічною плиткою, вовняною ковдрою.

При загоранні одягу необхідно негайно накинути ковдру, вироблену з вовни, халат або піджак і щільно притиснути, щоб перекрити доступ повітря до одягу, який горить.

У разі отруєння парами або газами – вивести потерпілого на свіже повітря і викликати медичну допомогу.

Лабораторне заняття №1 КЛАСИФІКАЦІЯ І НОМЕНКЛАТУРА ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК

Мета заняття: повторити класифікацію та особливості номенклатури органічних сполук.

✍ Виконайте домашнє завдання

1. Напишіть приклади радикалів, функціональних груп, ізомерів, гомологів, моно-, полі- та гетерофункціональних сполук.

2. Напишіть формули різних аліфатичних, карбоциклічних, гетероциклічних сполук.

3. Виберіть серед наведених 2 формули сполук, які є: насичені, ненасичені, аліциклічні, ароматичні, альдегіди, спирти, аміни, галогенопохідні вуглеводнів, кетони, карбонові кислоти, нітросполуки, вуглеводні.

4. Назвіть за систематичною номенклатурою такі сполуки: ізолейцин (входить до складу гормону окситоцину); яблучна кислота; молочна кислота (метаболіт анаеробного гліколізу у людини); акролеїн (проміжний продукт синтезу); цитраль (застосовується для лікування очей).

5. Напишіть структурні формули біологічно активних сполук, що беруть участь у процесах метаболізму:

№ з/п	Назва сполуки	Формула сполуки	Характеристика сполуки
1	2	3	4
1	Валін (2-аміно-3-метилбутанова кислота)		Протеїногенна незамінна амінокислота
2	Коламін (2-аміноетанол)		Біогенний амін, входить до складу фосфоліпідів, є метаболітом амінокислоти серину; із коламіну <i>in vivo</i> утворюється нейромедіатор

			ацетилхолін
3	Лимонна кислота (3-гідрокси-1,2,3-пропантрикарбонова кислота) –		В організмі бере участь у циклі трикарбонових кислот (цикл Кребса)

6. Напишіть структурні формули лікарських препаратів:

№ з/п	Назва сполуки	Формула сполуки	Характеристика сполуки
1	2	3	4
1	ПАСК (<i>n</i> -аміносаліцилова кислота або 4-аміно-2-гідроксибензойна кислота)		Застосовується для лікування туберкульозу
2	Ментол (2-ізопропіл-5-метилциклогексан-1-ол)		Застосовується як заспокійливий засіб, а також засіб проти нежиті
3	Нітрогліцерин (тринітрат пропан-1,2,3-тріол)		Застосовується при стенокардії

7. Напишіть рівняння реакцій синтезу ментолу з пінену.

8. Напишіть структурні формули всіх можливих ізомерів складу $C_5H_{10}O$ і назвіть їх. Укажіть клас органічних сполук цих ізомерів?

9. Напишіть приклади хіральних сполук.

10. Напишіть, використовуючи проекції Фішера, енантіомери молочної кислоти, тетрози (альдегідоспирту), що має 3-ОН групи. Укажіть енантіомери та діастереомери.

Лабораторна робота №1

Мета роботи: провести реакції на сполуки різної природи.

Дослід 1. Визначення валіну.

Валін ідентифікують за ІЧ-спектром поглинання субстанції; визначають питоме обертання розчину у водному розчині кислоти хлороводневої; методом хроматографії в тонкому шарі сорбенту (ТШХ) на пластинах силікагелю в присутності стандартного зразка валіну в системі: льодяна оцтова кислота – вода – бутанол (20:20:60), пластинки обробляють розчином нінгідрину (синьо-фіолетове забарвлення); із купрум (II) сульфатом утворюється комплекс темно-синього кольору (характерна реакція для α -амінокислот).

Кількісно валін визначають методом неводного титрування в присутності безводної мурашиної кислоти, індикатор – нафтолбензеїн, забарвлення змінюється від жовто-коричневого до зеленого.

Дослід 2. Визначення вмісту лимонної кислоти у лимоні та лаймі.

На аналітичних вагах у порцеляновій чашці зважують наважку подрібненої і відокремленої від кісточок досліджуваної сировини: лимону та лайму. Маса наважки має бути в інтервалі 50-100 г.

Пробу кількісно переносять у мірну колбу $V=500$ мл.

Залишки соку у чашці ретельно змивають дистильованою водою в мірну колбу, яку поміщають на 2 год. у термостат, нагрітий до $t=80 \pm 1^\circ\text{C}$.

Після охолодження до кімнатної температури розчин доводять дистильованою водою до мітки, перемішують і фільтрують.

Піпеткою відбирають 50 мл прозорого фільтрату, поміщають його в кондуктометричну комірку і при безперервному перемішуванні титрують 0,1 М розчином натрій гідроксиду.

Після додання кожної порції титранту, об'єм якого повинен знаходитися в інтервалі 0,1-0,5 мл, реєструють покази кондуктометра.

Далі будують криву кондуктометричного титрування в координатах « $W-V_{\text{NaOH}}$ ».

За згином на графіку знаходять об'єм NaOH, що був використаний на титрування лимонної кислоти (рис. 2).

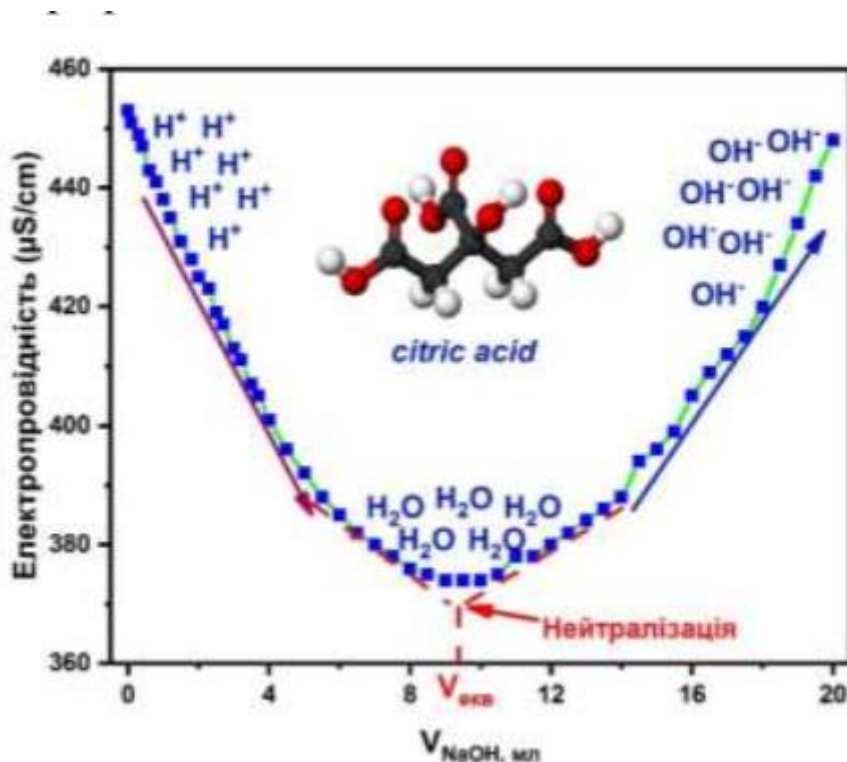


Рисунок 2 – Визначення точки еквівалентності під час кондуктометричного титрування кислоти розчином лугу

Вміст лимонної кислоти зразках рослинної сировини, що досліджували, розраховують за формулою:

$$\omega = \frac{0,007 \cdot V_1 \cdot V_2 \cdot 100}{V_3 \cdot m},$$

де ω – вміст лимонної кислоти у досліджуваній сировині, мас. %;

V_1 – об'єм мірної колби, мл;

V_2 – об'єм розчину NaOH, що пішов на титрування, мл;

V_3 – об'єм фільтрату, взятий для титрування, мл;

m – маса наважки сировини, г;

0,007 – титр розчину NaOH за лимонною кислотою, г/мл

Дослід 3. Виявлення ментолу.

Ментол – органічна сполука терпенового ряду, що міститься в ефірній олії м'яти перцевої (*Mentha piperita*). Він стимулює холодові рецептори шкіри і слизових, слабкий антисептик та місцевий анестетик, має характерний приємний запах.

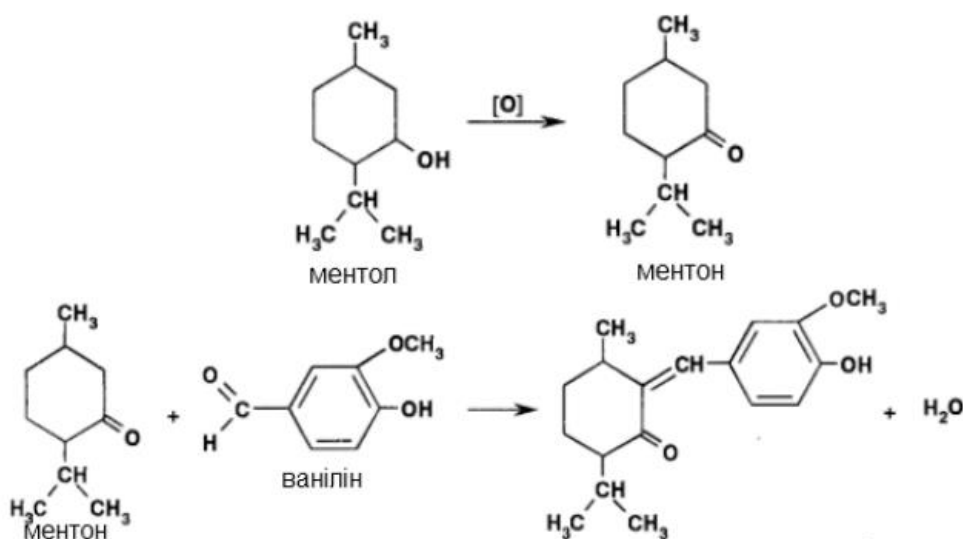
Ментол (l-ментол, $C_{10}H_{20}O$) – безбарвна кристалічна речовина з характерним запахом, є одноатомним вторинним циклічним спиртом.

Добре розчинний практично в усіх органічних розчинниках, частково розчинний у воді.

Ментол здатний до реакцій дегідрування, дегідратації, окиснення, естерифікації та конденсації.

В основі якісного визначення ментолу лежать його реакції з ваніліном, о-фталевим ангідридом, п-диметиламінобензальдегідом, саліциловим альдегідом та фурфуролом, з утворенням забарвлених сполук із системою спряжених подвійних зв'язків або сполук із хіноїдною структурою.

Реакція ментолу з ваніліном наведена нижче:



Дослід 4. Фармакопейна проба на ідентичність нітрогліцерину.

Таблетку нітрогліцерину розчинити в 3 мл розчину дифеніламіну в конц. H₂SO₄, з'являється синє забарвлення.

Зробити висновок до лабораторної роботи №1.

Лабораторне заняття №2 **ОКСИГЕНОВМІСНІ ОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ (СПИРТИ,** **КАРБОНОВІ КИСЛОТИ, КЕТОНИ, ЕТЕРИ)**

Мета заняття: повторити оксигеновмісні органічні сполуки.

✍ Виконайте домашнє завдання

1. Укажіть біологічну або фізіологічну активність гераніола, ментола, борнеола, склареола.
2. Значення диетилового етеру, десфлурану, севофлурану.
3. Застосування метанолу та етанолу.
4. Біологічна або фізіологічна активність бензальдегіда, ваніліна, цинамальдегіда, цитраля.
5. Барвники, лікарські засоби, консерванти, розчинники, що мають у своєму складі карбоксильну групу.
6. Роль метанової, лимонної, яблучної, щавлевої та саліцилової кислот.
7. Особливості електронної будови спиртів, альдегідів та карбонових кислот.

Лабораторна робота №2

Мета роботи: провести якісні реакції на оксигеновмісні органічні сполуки.

Дослід 1. Окислювальна дегідратація терпенів.

Реакція характерна для терпенів, що є вторинними спиртами.

До 0,5 мл спиртового розчину (2:1) терпену 5 краплин 5%-го розчину калію хромату та 5 краплин 30%-го розчину нітратної кислоти.

При охолодженні суміш синіє.

Дослід 2. Добування диетилового ефіру.

У суху пробірку вносять 1 мл етанолу і краплями, постійно перемішуючи, додавають 1 мл концентрованої сульфатної кислоти.

До суміші, що одержали, вкидають кип'ятильні камінці і обережно нагрівають її до початку кипіння. Після цього в гарячу суміш по стінці пробірки додавають 10 крапель етанолу.

Діетиловий ефір, який утворюється при цьому, виявляють за запахом.

Дослід 3. Окиснення етаналю.

У пробірку додають 5 крапель 10%-ого розчину натрій гідроксиду, дистильованої води, 1 краплю 2%-ого розчину купрум сульфату. Спостерігається утворення синього осаду купрум гідроксиду. Додають у пробірку 3 краплі 40%-ого розчину етаналю. Вміст пробірки збовтують та нагрівають до початку кипіння.

Етаналь у цих умовах не тільки окиснюється, але й в присутності каталізатору купрум (І) оксиду взаємодіє з натрій гідроксидом. Водень, що утворюється, відновлює сполуки Купруму до вільного металу. Спостерігається утворення червоно-коричневого осаду або мідного нальоту на стінках пробірки (мідне дзеркало).

Дослід 4. Якісні реакції на цитраль: нітропрусидна реакція.

5-10 крапель ефірної олії змішують з такою ж кількістю розчину натрію нітропрусиду і 3 краплями 5%-ого розчину лугу.

Наявність подвійного зв'язку, що розміщується поблизу карбонільної групи, сприяє реакції. Цитраль дає червоне забарвлення.

Дослід 5. Екстракція кетонами барвників.

Найкращими екстракційними характеристиками володіє ацетон – полярний розчинник з вираженою диференціюючою дією щодо багатьох сумішей електrolітів.

Хімічний вплив молекули ацетону полягає у високому дипольному моменті карбонільної групи та її поляризованості.

Екстракційні характеристики ацетону щодо поширених синтетичних харчових барвників (дослідження Я.І. Коренмана) знаходяться у такій залежності, а саме: зростання екстракційних характеристик в ряду барвників: $E102 < E124 < E110 < E129 < E122$.

Найбільш гідрофобний барвник E122 характеризується максимальною спорідненістю до органічної фази, і, як наслідок, найбільшим значенням коефіцієнта розподілу.

Найбільш гідрофільний барвник E102 володіє максимальною спорідненістю до води, тому екстракційні властивості ацетону в цьому випадку є найнижчими.

Окрім перелічених вище барвників ацетон практично повністю вилучає з водної фази харчові барвники E132 та E151, що часто використовують в аналітичній практиці.

Високу ефективність ацетону як екстрагента (наявність висолювача обов'язкова) можна пояснити утворенням певного роду асоціатів його протонованого гідрату з молекулою барвника.

Дослід 6. Експрес-метод визначення природи барвника.

В пробірку вносять 3 см³ розчину, що досліджується, додають 4 краплини 10%-ного розчину амоніаку чи 30-40%-ого розчину натрію гідрооксиду; пробірки нагрівають до початку закипання.

Якщо в пробірці міститься природний барвник, то розчин набуває темного забарвлення з зеленкуватим відтінком. Розчин, що містить синтетичний барвник, забарвлення не змінює.

За допомогою цього методу червоні синтетичні барвники можливо визначати в водних розчинах, безалкогольних напоях, сиропах, вершкових кремах та інших продуктах.

Для ідентифікації синтетичного барвника **амаранту**, який має виражені токсичні властивості і на сьогоднішній день його використання на Україні заборонено, використовуюється якісна реакція: до 5 см³ досліджуваного розчину додають 1 см³ 1%-ого розчину купрум сульфату.

При наявності амаранту розчин набуває жовтого забарвлення, яке переходить у рожеве при додаванні декількох краплин оцтової кислоти.

Експрес ідентифікація штучних барвників.

Для ідентифікації штучного барвника, який було введено до складу продукту необхідно попередньо провести його екстракцію із середовища і виділити окремі компоненти суміші, після чого проводиться безпосередня ідентифікація.

Кількісне визначення того чи іншого барвника зазвичай не потребується.

Дослід 7. Визначення саліцилової кислоти.

При нагріванні саліцилової кислоти виділяється карбон (IV) оксид, та утворюється фенол.

Взаємодія з реактивом Марки (розчин формальдегіду в концентрованій сульфатній кислоті) – утворюється червоне забарвлення, яке пов'язане з утворення ауринового барвника.

При прожарюванні з кальцій гідроксидом утворюється ацетон, пари якого забарвлюють папір, змочений о-нітробензальдегідом, у жовто-зелений, блакитно-зелений, а при змочуванні розчином кислоти хлороводневої – блакитний колір (ДФУ).

Нефармакопейна реакція: кислотний гідроліз.

При додаванні концентрованої сульфатної кислоти з'являється запах кислоти оцтової. Якщо потім додати до суміші розчин формальдегіду, виникає рожеве забарвлення (кислота саліцилова).

Зробити висновок до лабораторної роботи №2.

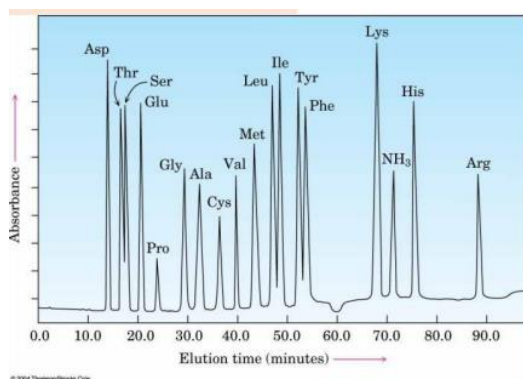
Лабораторне заняття 3

ГЕТЕРОФУНКЦІОНАЛЬНІ СПОЛУКИ (ГІДРОКСИ-, ОКСО- ТА АМІНОКИСЛОТИ) ЯКІ БЕРУТЬ УЧАСТЬ У ПРОЦЕСАХ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

Мета заняття: повторити гетерофункціональні сполуки (гідрокси- оксо- та амінокислоти) які беруть участь у процесах життєдіяльності.

✍ Виконайте домашнє завдання

1. Напишіть особливості якісних реакцій гідроксикислот (винної, молочної, саліцилової).
2. Поясніть особливості електрофорезу (розділення полярних сполук на основі різниці зарядів та молекулярних мас) амінокислот та особливості хроматографічної мобільності різних амінокислот у вигляді схем (див. нижче).



Різні амінокислоти мають різну хроматографічну мобільність (різний розподіл мас).

3. Складіть або схему, або таблицю, де представлено роль амінокислот у косметичі (див. нижче).

- **Аргінін.** Ця амінокислота вважається частково замінною. Вкрай корисна для загоєння клітин та їхнього ефективного захисту.
- **Гліцин.** Відповідає за регенерацію, загоєння ушкоджень.
- **Пролін.** Бере участь у складному ланцюжку процесів, результатом якого є вироблення колагену у власних тканинах. Також у цих процесах задіяний **гліцин**.
- **Серін.** Бере участь у формуванні клітинних мембран; також опосередковано сприяє виробленню колагену.
- **Тирозин.** Є провідником і бере активну участь у формуванні білків.

Будь-який вид амінокислот є важливим та позитивно впливає на регенерацію клітин, на зволоження шкіри. Під незамінним різновидом маються на увазі ті речовини, які потрібні організму, але не виробляються ним самим (або виробляються в незначній кількості).

До незамінних амінокислот відносять:

- **Гістидин.** Це найважливіший антиоксидант, який виконує функцію нейтралізації вільних радикалів, захищає від UV-випромінювання.
- **Лізін.** Важливий для підтримки краси, адже сприяє виробленню колагену, допомагає добре зволожувати шкіру.
- **Треонін.** Ще один «інгредієнт краси», який бере активну участь у виробленні еластину та колагену.
- **Метіонін.** Цей компонент уповільнює вікові зміни, бореться із вільними радикалами.
- **Фенілаланін.** Без нього не можна уявити синтез багатьох протеїнів.

4. Проаналізуйте інформацію підручника С. 33-51.

https://biology.univ.kiev.ua/images/stories/Kafedry/Biochimiya/Biblioteka/TE_XTBOOK_Bioorganic_chemistry_2021.pdf

Лабораторна робота №3

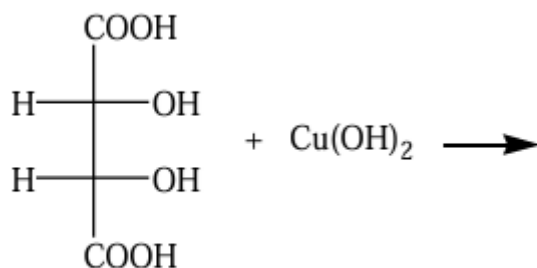
Мета роботи: провести якісні реакції на гетерофункціональні сполуки (гідрокси- оксо- та амінокислоти).

Дослід 1. Хімічні винної кислоти.

У дві пробірки налити по 2-3 краплі 15%-ого розчину винної кислоти.

У першу пробірку додати 3-5 крапель 10%-ого розчину натрій гідроксиду та 2-3 краплі 2% розчину CuSO_4 , спостерігати ознаки хімічної реакції.

У другу пробірку додати 1-2 краплі 5%-ого розчину калій гідроксиду, спостерігати ознаки хімічної реакції, а потім додати ще 5-6 крапель 5%-ого розчину калій гідроксиду. Збовтати пробірку і спостерігати за ознаками хімічної реакції.





Дослід 2. Визначення молочної кислоти в біологічному матеріалі.

Подрібнюють 2-3 г м'язової тканини у чашці Петрі ножицями та поміщають у фарфорову ступку, де розтирають з 5-6 мл дистильованої води.

Отриману м'язову кашицю фільтрують через два шари марлі.

Фільтрат кип'ятять протягом 1 хв та знову фільтрують.

У три пробірки, які містять по 5 мл 1%-го розчину фенолу, по краплях додають 1%-й розчин Ферум (III) хлориду до появи інтенсивного фіолетового забарвлення.

До вмісту першої пробірки приливають 1 мл 5%-го розчину молочної кислоти, другої пробірки – 1 мл витяжки з м'язової тканини, третьої пробірки – 1 мл води. Вміст усіх 3-х пробірок добре перемішують.

Результати дослідів фіксують, вказують колір.

Дослід 3. Хімічні властивості саліцилової кислоти.

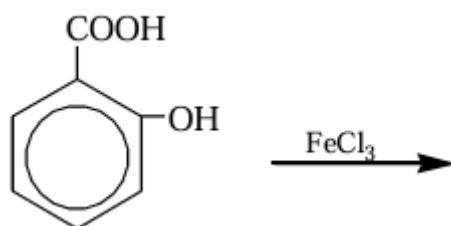
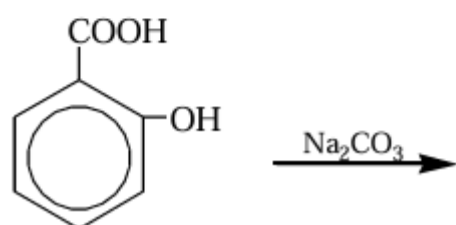
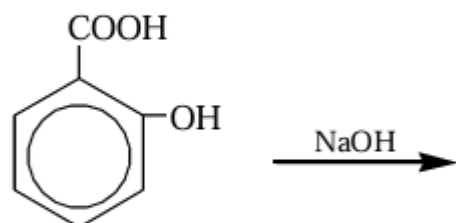
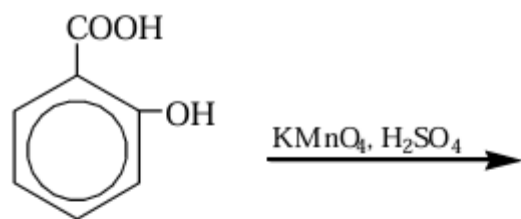
В чотири пробірки внести невеличку кількість саліцилової кислоти і додати:

у першу пробірку 1-2 краплі 2 н розчину H_2SO_4 та 1-2 краплі 0,1 н розчину KMnO_4 ;

у другу пробірку 3 краплі 1 н розчину натрій гідроксиду;

у третю пробірку 4-5 крапель 2 н розчину Na_2CO_3 ; збовтати пробірки і спостерігати за ознаками хімічних реакцій;

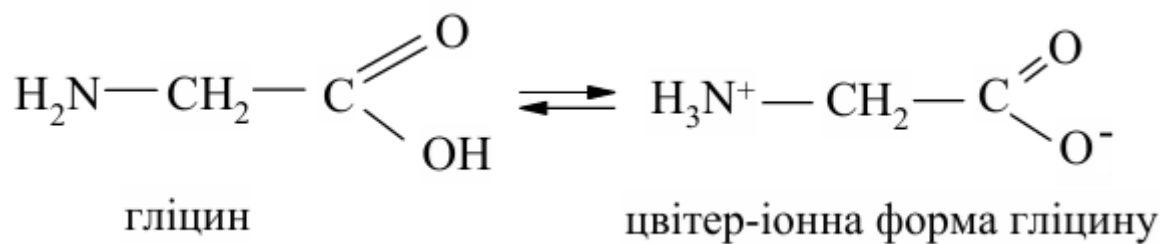
у четверту пробірку додати 1-2 краплі 0,1 н розчину ферумт(III) хлориду. Спостерігати за ознаками хімічної реакції.



Дослід 4. Визначення реакції середовища у водному розчині гліцину.

За допомогою смужки універсального індикаторного паперу визначають рН 1%-го розчину гліцину.

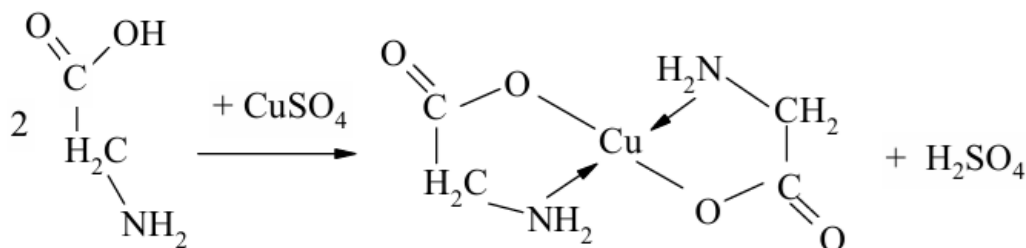
Відсутність кислої реакції розчину гліцину пояснюється утворенням внутрішньомолекулярної солі (цвітер-іона):



Дослід 5. Реакція гліцину з купрум (II) сульфатом.

У пробірку вносять по 0,5 мл 2%-го розчину купрум (II) сульфату та 1%-го розчину гліцину.

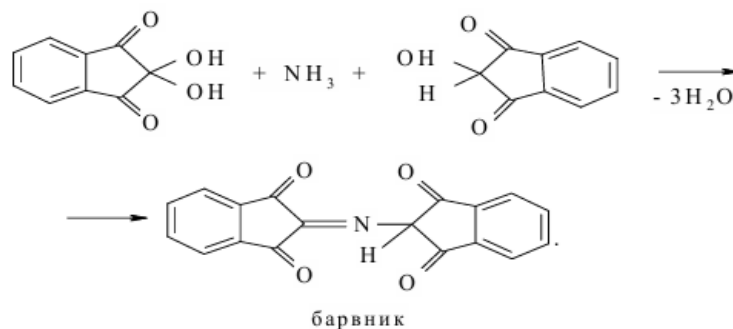
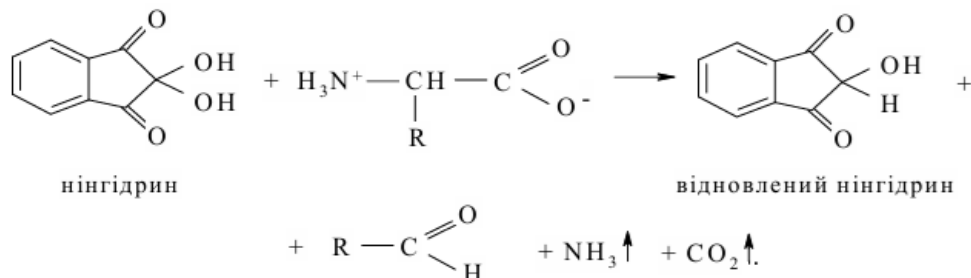
Утворюється стійка внутрішньомолекулярна комплексна сполука синього кольору:



Дослід 6. Взаємодія α -амінокислот з нінгідрином.

У пробірку вносять 2 краплі 0,1%-го розчину нінгідрину та 4 краплі 1%-го розчину α -амінокислоти.

Суміш нагрівають до кипіння і спостерігають появу синьо-фіолетового забарвлення розчину:



Зробити висновок до лабораторної роботи №3.

Лабораторне заняття №4 НУКЛЕЇНОВІ КИСЛОТИ, АЛКАЛОЇДИ, ВІТАМІНИ, ГОРМОНИ, АНТИБІОТИКИ

✍ Виконайте домашнє завдання

Відповіді на всі питання у вигляді фото-картинок, схем, таблиць (на англійській мові з поясненнями) з обов'язковим повиланням на сайт на англійській мові або на українській мові (дивіться нижче приклад посилань DNA, RNA та інше); також можливий пошук сучасних статей на дані питання.

1. Нуклеїнові кислоти: структура мономерних компонентів; вторинна структура ДНК А; конформації подвійних спіралей нуклеїнових кислот; рівні компактизації ДНК.

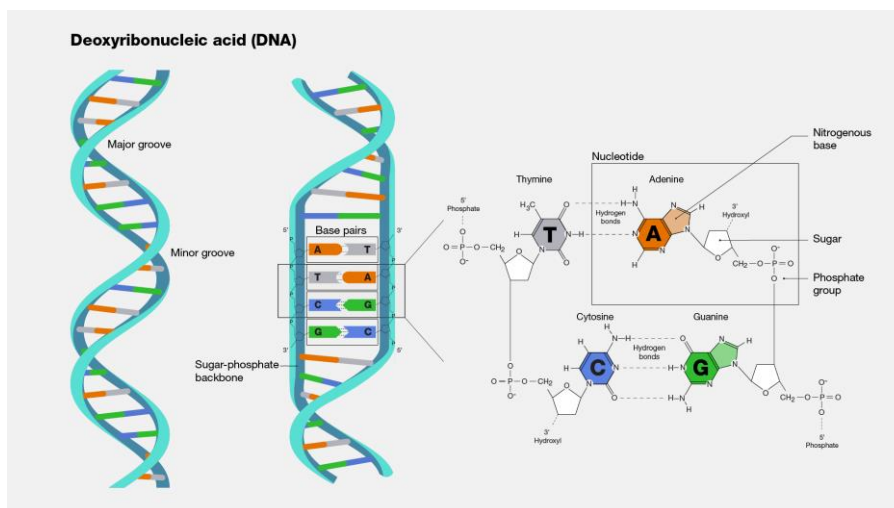
2. Структура тРНК.

3. Класифікація і роль алкалоїдів.

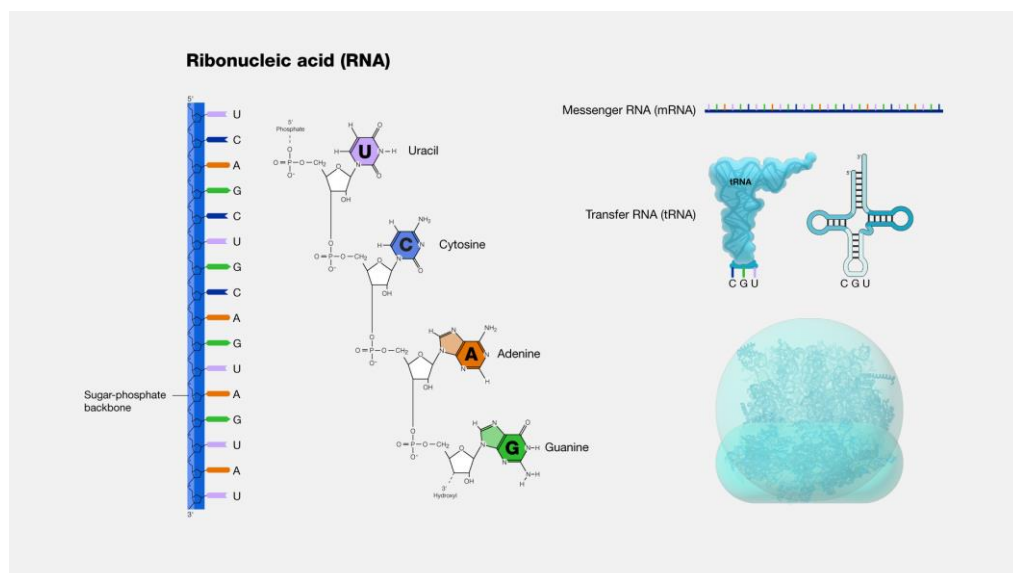
4. Класифікація і роль вітамінів Д.

5. Класифікація і роль, механізм дії гормонів С; класифікація і роль, механізм дії антибіотиків С.

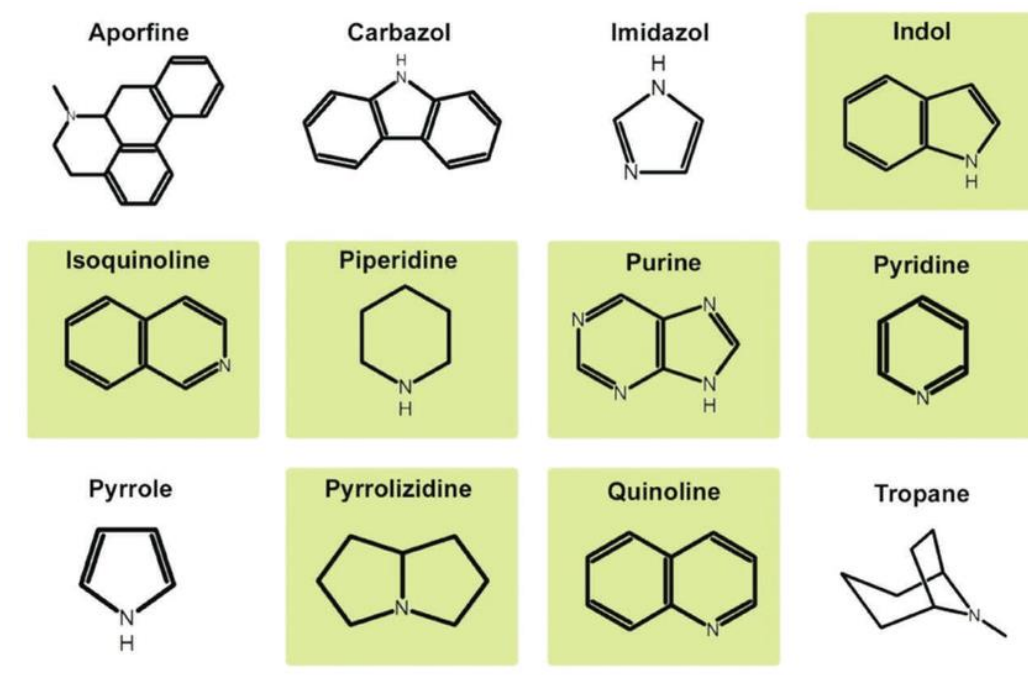
6. Роль нуклеїнових кислот, алкалоїдів, вітамінів, гормонів та антибіотиків проаналізувати презентації у Moodle (<https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=16880>)



URL: <https://www.genome.gov/genetics-glossary/Deoxyribonucleic-Acid>



URL: <https://www.genome.gov/genetics-glossary/RNA-Ribonucleic-Acid>



URL: https://www.researchgate.net/figure/Types-of-alkaloids-according-to-their-chemical-structure-Alkaloids-with-relevance-to_fig1_353024699

ROLE OF HORMONES

Prolactin

Pituitary gland

A hormone that enables the production of breast milk after birth.

FSH

Pituitary gland

Promotes the growth and development of ovarian follicles during the follicular phase of the menstrual cycle.

LH

Pituitary gland

Stimulates the release of an egg from the ovaries during the menstrual cycle.

Melatonin

Pineal gland

Essential for good sleep. It helps the body relax and lowers body temperature.

Thyroid Hormones

Thyroid gland

Responsible for regulating the body's metabolism. It regulates how the body uses energy, produces heat and consumes oxygen.

SHBG

Liver

Binds to oestrogen and testosterone to carry these hormones through the blood. SHBG controls how much testosterone the body tissues can use.

Insulin

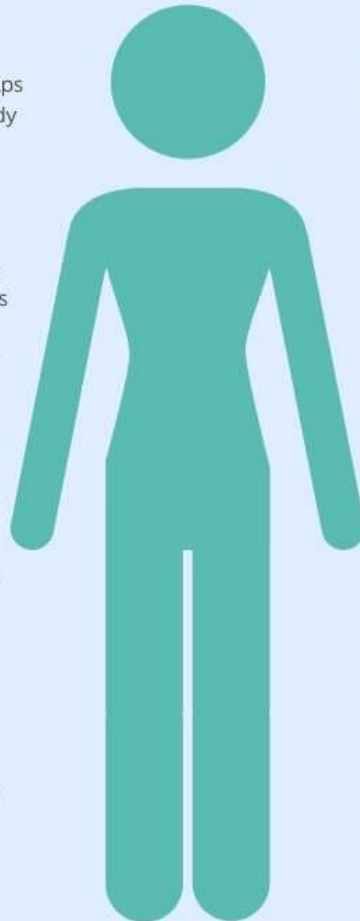
Pancreas

Helps to regulate blood sugar, and store excess glucose for energy.

Serotonin

Gut

Improves mood as well as digestion. Precursor to melatonin.



Progesterone

Ovaries

It is a steroid hormone released by the corpus luteum after ovulation has occurred. It prepares the body for a possible pregnancy and helps the body support a pregnancy.

Active Vit D (calcitriol)

Kidneys

Calcitriol is a steroid hormone produced when the kidneys convert vitamin D. It regulates the body's calcium and phosphorus levels crucial to bone health.

Cortisol

Adrenal gland

Prepares the 'fight or flight' response by stimulating rapid heart rate and breathing and can also influence mood.

Adrenaline

Adrenal gland

Also prepares the body's stress response by elevating the heart rate and stimulating glucose secretion.

Testosterone

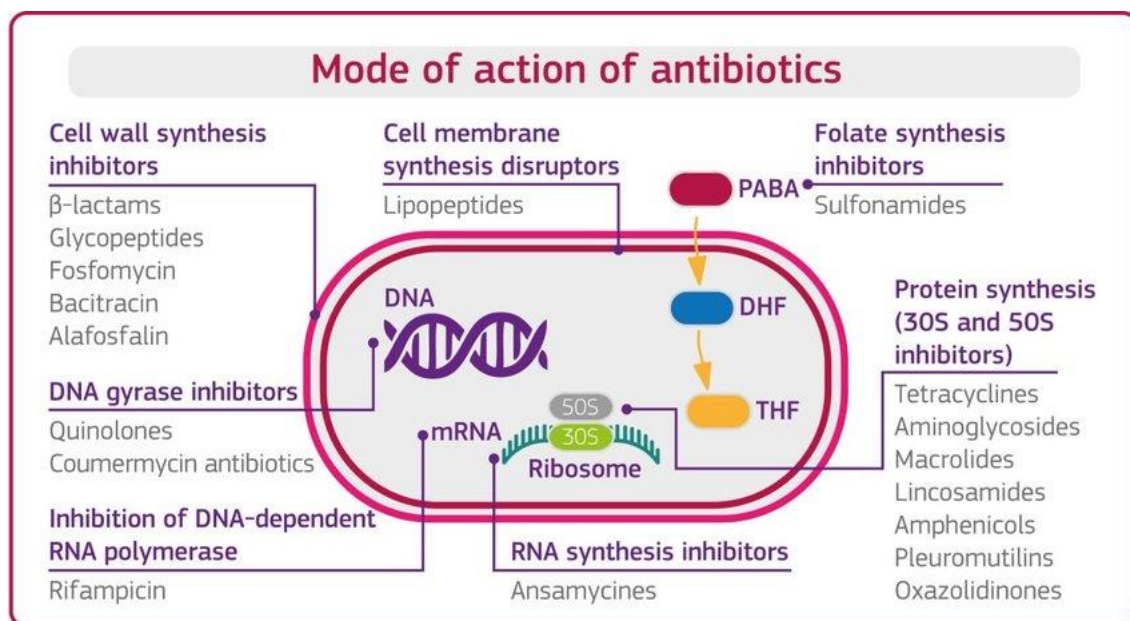
Ovaries and adrenal gland

Affects red blood cell production, menstruation, tissue and bone mass, sex drive, and fertility.

Oestrogen

Ovaries

Oestrogen affects the urinary tract, cardiovascular system, bones, muscles, breasts, skin, hair, mucous membranes, the brain, fertility, and reproduction.



URL: https://www.researchgate.net/figure/Mode-of-action-of-antibiotics-Antibiotics-can-inhibit-the-growth-of-bacteria-by_fig1_331703622

Лабораторна робота №4

Мета роботи: провести якісні реакції на складові компоненти нуклеїнових кислот, алкалоїди, вітаміни, гормони, антибіотики.

Дослід 1. Гідроліз нуклеопротейдів дріжджів (проводиться попередньо!).

У пробірку із пробкою та вставленою довгою скляною трубкою, що являє собою зворотний холодильник, вносять близько 1 г дріжджів та додають 10-15 мл 5%-го розчину сульфатної кислоти. Нагрівають на піщаній бані протягом 45 хв. Після охолодження гідролізат фільтрують. Отримують гідролізат дріжджів.

Дослід 2. Виявлення в гідролізаті дріжджів білка за допомогою біуретової реакції.

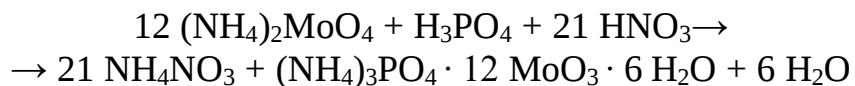
У пробірку до 5 крапель гідролізату дріжджів доливають 10 крапель 20%-го розчину натрій гідроксиду, потім 2 краплі 1%-го розчину купрум сульфату. Спостерігають появу рожевого або рожево-фіолетового забарвлення.

Дослід 3. Виявлення в гідролізаті дріжджів пуринових основ.

У пробірку до 10 крапель гідролізату дріжджів додають 10 крапель концентрованого розчину амоній гідроксиду, потім 10 крапель 2%-го амонійного розчину аргентум нітрату. Через 3-5 хв утворюється пухкий осад солей пуринових основ.

Дослід 4. Виявлення в гідролізаті дріжджів фосфорної кислоти.

Метод ґрунтується на взаємодії фосфорної кислоти з молібденовим реактивом. У результаті утворюється забарвлена сполука – фосфорна сіль амоній молібдату.



У пробірку до 3-5 крапель гідролізату дріжджів додають 20 крапель молібденового реактиву та кип'ятять на водяній бані протягом декількох хвилин. Розчин набуває жовтуватого забарвлення. При охолодженні утворюється осад жовтого кольору.

Дослід 5. Виявлення в гідролізаті дріжджів рибози та дезоксирибози.

У пробірку до 5 крапель гідролізату дріжджів додають 20 крапель 1%-го розчину дифеніламіну та кип'ятять на водяній бані протягом 15 хв. Спостерігають появу *синьо-зеленого забарвлення*.

Дослід 6. Утворення нерозчинних солей алкоїдів.

а) Реакція з таніном.

До пробірки з 0,5-1 мл розведеного (0,1 %) розчину нікотину краплями додають розчин таніну. Випадає білий осад. При цій реакції утворюється нерозчинна сіль алкалоїду (лужні властивості) та таніну (кислотні властивості).

Це має велике практичне значення. При отруєнні алкалоїдами потерпілому дають пити розчин таніну або міцний чай, що містить танін та інші дубильні речовини. У результаті в травному каналі утворюється нерозчинний і малотоксичний комплекс.

б) Реакція з пікриною кислотою .

До пробірки з 0,5-1 мл розбавленого розчину хініну гідрохлориду (ч.нікотину) додають насичений розчин пікринової кислоти. При їх змішуванні утворюється осад нерозчинної солі.

Дослід 7. Кольорова реакція на алкалоїди з сульфатною кислотою.

До 0,5-1 мл розчину хініну гідрохлориду додають розведений розчин сульфатної кислоти. Спостерігається флуоресценція синього кольору, яка особливо помітна на сонячному світлі.

Загальноосадові реакції.

Серед осадових реактивів, які найчастіше використовуються для визначення алкалоїдів є: 1) реактив Майєра (розчин меркурію дихлориду та

калію йодиду); 2) реактив Вагнера та Бушарда (калію трийодид); 3) реактив Драгендорфа (розчин вісмуту нітрату основного в калію йодиді); 4) реактив Марме (розчин кадмію йодиду та калію йодиду); 5) реактив Шейблера (розчин кислоти фосфорновольфрамової); 6) реактив Хагера (насичений розчин кислоти пікринової); 7) реактив Бертрана (розчин кислоти кремневольфрамової); 8) розчин таніну.

Кольорові реакції.

Реактивами для кольорових реакцій є: 1) реактив Фреде (розчин амонію молібдату в кислоті сульфатній); 2) реактив Маркі (формальдегід, кислота сульфатна); 3) реактив Манделіна (розчин амонію ванадату в кислоті сульфатній); 4) реактив Ердмана (кислота нітратна, кислота сульфатна); 5) реактив Мекке (кислота селениста, кислота сульфатна). Специфічні реакції. Деякі групи алкалоїдів дають характерні кольори з деякими специфічними реактивами.

У певних випадках при стандартних умовах інтенсивність кольору, що утворюється в лінійній пропорції може бути використана в кількісному визначенні цих груп алкалоїдів. Алкалоїди маткових ріжок з реактивом Ван Урка (реактив Ерліха, п-диметиламінобензальдегід у 65% кислоті сульфатній) забарвлюються у синій колір; алкалоїди беладонни дають позитивну кольорову реакцію з реактивом Віталі-Морена (з концентрованою кислотою нітратною і спиртовим розчином калію гідроксиду).

Якісні реакції на водорозчинні вітаміни

Дослід 8. Діазореакція на вітамін В₁

До діазореактиву, що складається з 5 крапель розчину сульфанілової кислоти та 5 крапель 5%-го розчину натрій нітриту, додають 1-2 краплі розчину тіаміну (вітаміну В₁), потім по стінці, нахиливши пробірку, обережно додають 5-7 крапель 10%-го розчину натрій карбонату. На межі двох рідин утворюється кільце оранжевого кольору.

Дослід 9. Реакція на вітамін В₂.

У пробірку наливають 10 крапель розчину вітаміну В₂, додають 5 крапель концентрованої хлоридної кислоти й опускають зернятко металевого цинку (Zn). Спостерігають виділення пухирців водню. Рідина поступово набуває рожевого кольору, а потім знебарвлюється.

Дослід 10. Реакція на вітамін РР.

Перед визначенням 3%-й розчин вітаміну РР обов'язково збовтують. Потім набирають у пробірку 20 крапель вітаміну РР і нагрівають до кипіння.

При цьому каламутний розчин стає прозорим. Збовтавши 5%-й розчин купрум ацетату, доливають 20 крапель до попередньо нагрітого розчину вітаміну РР. Потім вміст пробірки доводять до кипіння, відразу ж охолоджують під струменем холодної води. Спостерігають випадіння на дні пробірки синього осаду мідної солі нікотинової кислоти.

Дослід 11. Реакція на вітамін В₆.

До 5 крапель 1%-го розчину вітаміну В₆ доливають рівну кількість 1%-го розчину ферум (ІІІ) хлориду, перемішують. Спостерігають появу червоного забарвлення.

Дослід 12. Реакція на вітамін С.

У дві пробірки вносять по 1 краплі розчину метиленового синього і додають по 1 краплі 10 %-го розчину натрій карбонату. У 1-у пробірку додають 5 крапель розчину аскорбінової кислоти, у 2-у пробірку – 5 крапель води. Обидві пробірки ставлять у термостат при $t = 37-40^{\circ}\text{C}$. Через деякий час у пробірці з розчином аскорбінової кислоти спостерігають знебарвлення рідини.

Якісні реакції на жиророзчинні вітаміни

Дослід 31. Реакція на вітамін А.

У суху пробірку наливають 3 краплі ретинолу та додають 1 краплю концентрованої сульфатної кислоти. Спостерігають появу фіолетового забарвлення, яке переходить у червоно-буре.

Дослід 14. Реакція на вітамін D.

У суху пробірку вносять 2-3 краплі риб'ячого жиру та 2-4 краплі розчину броду у хлороформі (1:60). Про наявність вітаміну D свідчить поява зеленувато-блакитного забарвлення.

Дослід 15. Якісні реакції на адреналін

а) реакція з ферум (ІІІ) хлоридом

У пробірку вносять 0,5-1 мл розчину адреналіну (1 : 1000), додають 1-2 краплі 3%-го розчину ферум (ІІІ) хлориду, перемішують. Спостерігають появу смарагдово-зеленого забарвлення. Далі додають 1 краплю 10%-го розчину натрій гідроксиду – з'являється вишнево-червоне забарвлення, а потім коричневе.

б) реакція з діазореактивом

До 0,5 мл діазореактиву (або до 0,5 мл 1%-ої сульфанілової кислоти додають 0,5 мл 5%-го розчину натрій нітриту – утворюється діазореактив)

додають 0,5 мл розчину адреналіну (1 : 1000), 0,5 мл 10%-го розчину натрій карбонату, перемішують. Розчин забарвлюється у червоний колір.

Дослід 16. Якісні реакція на інсулін.

а) біуретова реакція на інсулін

До 5 крапель розчину інсуліну додають 5 крапель 10%-го розчину натрій гідроксиду та 1 краплю 1%-го розчину купрум сульфату. Перемішують, струшують. Спостерігають появу фіолетового забарвлення. Роблять висновки про пептидну природу інсуліну.

б) реакція на залишки сульфуровмісних амінокислот в інсуліні (реакція Фоля)

До 5 крапель розчину інсуліну додають 5 крапель 10%-го розчину натрій гідроксиду, нагрівають до кипіння. Потім додають 2-3 краплі 5%-го розчину плюмбум ацетату. Спостерігають появу коричневого або чорного забарвлення. Роблять висновок про вміст цистину, цистеїну в складі інсуліну, а також відмічають значення дисульфідних зв'язків у його структурі.

в) реакція на інсулін із сульфосаліциловою кислотою

До 1 мл розчину інсуліну, додають 5 крапель 20%-го розчину сульфосаліцилової кислоти. Спостерігають утворення білого осаду.

Дослід 17. Визначення біологічної активності та продуктивності антибіотиків.

Антибіотики – специфічні продукти життєдіяльності або їх модифікації, що мають високу фізіологічну активність по відношенню до певних груп організмів (вірусам, бактеріям, грибам, водоростям) або до злоякісних пухлин, вибірково затримуючи або повністю пригнічуючи розвиток.

Антибіотики на відміну від інших продуктів життєдіяльності характеризуються двома основними ознаками:

1. Антибіотики, на відміну від органічних кислот, спиртів та їм подібних сполук, мають високу фізіологічну активність по відношенню до чутливих до них організмів. Навіть в дуже низьких концентраціях виявляють високий фізіологічний ефект. Наприклад, пеніцилін в концентрації 0,000001 г/мл виявляє чітко виражену бактеріальну дію по відношенню до чутливих до нього бактерій.

2. Вибірковість дії антибіотиків. Кожен антибіотик виявляє свою біологічну дію лише по відношенню до окремих, цілком визначених організмів або груп організмів, не виявляючи при цьому помітного ефекту на інші форми живих організмів. Наприклад, бензилпеніцилін затримує розвиток представників тільки деяких Г+ бактерій (коків, стрептококів) і не виявляє дії на Г– бактерії, гриби та інші групи мікроорганізмів.

Антибіотична продуктивність організму – це кількість антибіотика в мкг або одиницях, яка утворилась 1 мг сухих клітин (міцелію) організму, що

вивчається, за визначений часовий інтервал (1 година). Виражається в мкг або од/мл/год. Продуктивність (П) організмів визначається за формулою:

$$P = \frac{A_2 - A_1}{\frac{M_2 - M_1}{2} \cdot (t_2 - t_1)}$$

де: A_2 , A_1 – кількість антибіотика, що визначена до часу t_1 та t_2 (мкг/мл, од/мл);

M_2 , M_1 – кількість біомаси (сухої), що утворилась в результаті розвитку організму до часу t_1 і t_2 ;

t_1 і t_2 – час відбору проб (години).

Для одного штаму актиноміцету були отримані дані по накопиченню біомаси та антибіотика (таблиця 7). Користуючись формулою (дивитися вище) і таблицею, знайти продуктивність міцелію *Streptomyces rimosus* в умовах даного досліджу.

Зробити висновок, на якій стадії розвитку актиноміцет виявляє максимальну біосинтетичну (утворення антибіотика) активність.

Таблиця – Ріст *Streptomyces rimosus* ЛС-Т-118 і утворення окситетрацикліну на синтетичному середовищі.

Показник	Час розвитку актиноміцету, %													
	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	48	72	96	120
Маса міцелію, мг%	50	52	53	139	262	369	374	402	552	590	620	757	760	741
Антибіотик, мкг/мл	30	30	31	32	32	32	53	140	260	430	750	1480	1700	1870

Одиниці біологічної активності антибіотиків. Величина біологічної активності антибіотиків звичайно виражається в умовних одиницях, що містяться в 1 мл розчину (од/мл) або в 1 мг препарату (од/мг).

За одиницю біологічної активності приймають мінімальну кількість антибіотика, яка здатна пригнітити розвиток або затримати ріст визначеного числа клітин стандартного штаму тест-мікроба в одиниці об'єму поживного середовища.

Одиницею біологічної активності пеніциліну є мінімальна кількість препарату, яка здатна затримувати ріст золотистого стафілокока штам 209 в 50 мл поживного бульйону. Для стрептоміцину одиниця активності буде іншою, а

саме: мінімальна кількість препарату, яка здатна затримувати ріст E.coli в 1 мл поживного бульйону. Після того, як антибіотики були отримані у хімічно чистому вигляді, з'явилась можливість для ряду з них виражати умовні одиниці біологічної активності в одиницях маси. Встановлено, що 1 мг чистої основи стрептоміцину еквівалентний 1000 одиниць біологічної активності. Отже, одна одиниця активності стрептоміцину еквівалентна 1 мкг чистої основи цього антибіотика. Кількість стрептоміцину виражають в мкг/мг або в мкг/мл. Чим ближче число мкг/мл в препаратах стрептоміцину до 1000, тим чистіший препарат, тим менше він містить баластних речовин. У таких препаратах, як карбоміцин, еритроміцин, новобіоцин, ністатин, тріхотецин, одна одиниця активності еквівалентна або приблизно еквівалентна 1 мкг речовини. Співвідношення одиниць біологічної дії (од.) деяких стандартних антибіотиків та одиниць їх маси наведено в таблиці (дивитися нижче).

Таблиця – Співвідношення одиниць біологічної дії та одиниць маси деяких антибіотиків

Антибіотик-стандарт	Од/мг	Одиниця маси
Еритроміцин (основа)	1000	1 мкг основи
Окситетрациклін (дигідрат)	925	1 мкг чистої безводної амфотерної форми
Пеніцилін (натрієва сіль)	1667	0,587 мкг чистої кристалічної калієвої солі
Ампіцилін	1000	1 мкг ампіциліну-кислоти
Поліміксин В (сульфат)	7200	0,1 мкг
Саркоміцин	12	0,1 мкг
Тетрациклін (тригідрат)	890	1 мкг чистої безводної амфотерної форми
Стрептоміцин (сульфат)	800	1 мкг чистої основи
Новобіоцин	1000	1 мкг новобіоцину

Зробити висновок до лабораторної роботи №4.

Лабораторне заняття №5 **ПОХІДНІ ХІНОЛІНУ, ПІРИДИНУ, АКРИДИНУ.**

✍ Виконайте домашнє завдання

1. Аналіз публікацій по похідним хіноліну, піридину, акридину. Встановлення залежності «хімічна структура – біологічна активність» (публікації з 2004 р. по 2024 р. авторів Бражко О.А., Омельянчик Л.О., Генчева В.І., Завгородній М.П., Корнет М.М., Лабенська І.Б., Петруша Ю.Ю.).

Лабораторна робота №5

Мета роботи: провести якісні реакції на хінолін, піридин, акридин.

Дослід 1. Основні властивості хіноліну.

У пробірку поміщають 2 краплі хіноліну, 3-4 краплі води і по каплі до повного розчинення хіноліну приливають НСІ конц.

Вміст пробірки при цьому нагрівається.

До солянокислого хіноліну добавляють 2-3 краплі натрій гідроксиду – виділяється важка крапля вільного хіноліну.

Дослід 2. Ідентифікація піридину.

До 1-2 крапель розчину піридину додати 3 краплі насиченого водного розчину пікринової кислоти.

При струшуванні випадають білі кристали солі. Кристали розглянути під мікроскопом.

Дослід 3. Якісна реакція на піридин.

До 2 см³ 1%-ного розчину піридину прилити 2 краплі 10%-ого розчину купрум (II) сульфату і після струшування додати 2 краплі 20%-ого розчину калій роданіду або амонію.

Спостерігати за утворенням комплексної солі складу: $[\text{Cu}(\text{C}_6\text{H}_5\text{N})_2](\text{SCN})_2$.

Дослід 4. Взаємодія піридину з хлоридною кислотою.

До 1-2 крапель піридину (ОБЕРЕЖНО !) краплями, прилити конц. НСІ.

Реакційна суміш дуже нагрівається.

Спостерігати за утворенням осаду білого кольору.

Зробити висновок до лабораторної роботи №5.

Використана література

1. Генчева В.І., Бражко О.А., Омелянчик Л.О. Техніка експерименту : навчально-методичний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності «Хімія» освітньо-професійної програми «Хімія». Запоріжжя : Запорізький національний університет, 2024. 118 с.
2. Кравченко А.А., Макеев С.Ю. Якісний аналіз ментолу у харчових продуктах. *І Міжнародна конференція молодих учених. Хірківський природничий форум.* 2018. С. 97-98.
3. Коваленко С.І. та ін. Органічна хімія. Гетероциклічні та природні сполуки : навчальний посібник для самостійної підготовки до практичних занять студентів ІІ курсу фармацевтичних факультетів, спеціальності «Фармація, промислова фармація». Запоріжжя: ЗДМУ, 2020. 139 с.
4. Валін. URL: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/1663/valin>
5. Визначення концентрації лимонної кислоти у цитрусовій сировині. Івано-Франківськ. 2020. URL: <https://kc.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/11/2020/09/Lab-5-Citric-acid-lemone.pdf>
6. Ранський А.П., Сакалова Г.В. Лабораторний практикум з органічної та біоорганічної хімії : Навчальний посібник для закладів вищої освіти ІІІ-ІV рівнів акредитації із хімічних спеціальностей. Вінниця : ТОВ «Твори», 2019. 155 с.
7. Фармакогнозія. Методи фармакогностичного аналізу. ЛР, сировина рослинного і тваринного походження, яка містить вуглеводи, глікозиди, ліпіди, білки, вітаміни, органічні кислоти та ізопреноїди : практикум з фармакогнозії для лабораторної роботи студентів ІІІ курсу фармацевтичного факультету спеціальність «Фармація» / уклад. : С.Д. Тржецинський, В.І. Мозуль, О.М. Денисенко, В.В. Головкін, В.М. Одинцова, І.М. Шевченко. Запоріжжя : ЗДМУ. 168 с.
8. Лабораторна робота №4. Лікарські засоби органічної природи. / Хацевич О.М. Івано-Франківськ, 2017 р. URL: <https://kc.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/11/2021/03/LR-4ChMP-n.pdf>
9. Журнал для лабораторних робіт з біоорганічної хімії студента І курсу медичного університету. Суми. 2020. URL: https://chem.teset.sumdu.edu.ua/images/Yanovska/Biological_and_bioorganic_chemistry_Lab_Journ_2020_.pdf
10. Омелянчик Л.О., Генчева В.І. Біохімія: навчально-методичний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності «Хімія» освітньо- професійної програми «Хімія» денної форми навчання. Запоріжжя : Запорізький національний університет, 2022. 115 с.
11. Розділ 20. Алкалоїди. URL: https://cnc.nuph.edu.ua/wp-content/uploads/2020/03/Pharmacognosy_3-17-22.pdf
12. Методичні вказівки до лабораторних занять з дисципліни «Технологія антибіотиків та лікарських препаратів» освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» усіх форм навчання / Укладач: Головей О.П.

Кам'янське: ДДТУ, 2017. 65 с. URL: <https://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/5/8/5-8-lb3.pdf>

Рекомендована література

Основна:

1. Зіменковський Б.С. та ін Біологічна і біоорганічна хімія : підручник Кн. 1 : Біоорганічна хімія / Ред.: Б.С. Зіменковський, І.В. Ніженковська. 3-те вид., випр. Київ : Медицина, 2022. 272 с.
2. Губський Ю.І., Ніженковська І.В., Корда М.М. та ін Біологічна хімія : підручник / За ред. І.В. Ніженковської. Вінниця : Нова Книга, 2021. 648 с.
3. Губський Ю.І., Ніженковська І.В., Корда М.М. та ін. Біологічна і біоорганічна хімія: у 2 кн.: підручник. Кн. 2 Біологічна хімія / За ред. Ю.І. Губського. 3-те вид., випр. Київ : Медицина, 2021. 544 с.
4. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія: навч. посіб. Вінниц. нац. мед. ун-т ім. М. І. Пирогова. Вінниця : Твори, 2019. 371 с.

Додаткова:

1. Романенко М.І., Долгих О.П., Іванченко Д.Г., Самура І.Б., Голобородько О.О., Генчева В.І. Synthesis, Physicochemical Properties, and Diuretic Activity of 8-Amino-Substituted 7-Ethyltheophyllines. *Chemistry of Natural Compounds*. 2021. №57. С. 133-135. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10600-021-03297-y>. Категорія Scopus
2. Gencheva V. Molecular modelling in search of the biological activity of 4-thioquinoline derivatives. *ZESZYTY NAUKOWE MANS w Łomży*. 2024. Vol. 94. P. 37-49. URL: <https://ojs.mans.edu.pl/index.php/sjaas/article/view/315/35>. Категорія AGRO
3. Завгородній М.П., Дерев'янка Н.П., Шкопинська Т.Є., Бражко О.А., Корнет М.М., Генчева В.І., Лучкевич Є.Р., Шупенюк В.І. Вивчення впливу дії S-гетерилсукцинатів на мікроклональне розмноження декоративних рослин. *Фармацевтичний часопис*. 2024. №3. С. 21-34. URL: <https://ojs.tdmu.edu.ua/index.php/pharm-chas/article/view/14838/13703>. Категорія Б.
4. Bobrova M., Gencheva V., Holodaieva O., Myhal I., Tsviakh O. Effect of storage time on antioxidant content in seeds of agricultural plants. *Amazonia Investiga*. 2024. T. 13. №81. С. 142-156. URL: <https://amazoniainvestiga.info/index.php/amazonia/article/view/2858/4513>. Категорія Web of Science.
5. Біологічна та біоорганічна хімія (збірник тестових завдань) навч. посіб. для здобувачів вищої освіти зі спеціальностей «Медицина», «Педіатрія», «Стоматологія»/ [Непорада К.С., Тарасенко Л.М., Нетюхайло Л.Г. та ін.]. Полтава, 2020. 180 с.

6. Скоробогатова З.М. Атлас метаболічних шляхів. Навчальний посібник / З.М. Скоробогатова : НАН України, Ін-т фіз.-орган. хімії та вуглехімії ім. Л. М. Литвиненка. . НАН України. Київ : Академперіодика, 2017. 76 с.

7. Скоробогатова З.М., Сташкевич М.А., Матвієнко А.Г. Біохімія : короткий курс. Частина 1. : навч. посіб. Київ, Біокомполіт, 2021. 148 с.

8. Bioorganic Chemistry: Deoxysugars, Polyketides and Related Classes: Synthesis, Biosynthesis, Enzymes / J. Rohr (ed.). Berlin : Springer, 2000. 195 p.

Інформаційні ресурси:

1. Коваленко С.В. та ін. Біологічно важливі класи біоорганічних сполук : навчальний посібник для самостійної підготовки до практичних занять студентів I курсу, медичних факультетів, спеціальності «Стоматологія. Запоріжжя: [ЗДМУ], 2021. 235 с. URL: <https://is.gd/CncbXU>

2. Synelnyk T.B. Kostiuk O.S. Ostapchenko L.I. Bioorganic chemistry. Kyiv, 2021. 367 p. URL: https://biology.univ.kiev.ua/images/stories/Kafedry/Biochimiya/Biblioteka/TEXTBOOK_Bioorganic_chemistry_2021.pdf

3. Highlights in Bioorganic Chemistry: Methods and Applications. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/3527603727>

4. Bioorganic chemistry. URL: <https://www.sciencedirect.com/journal/bioorganic-chemistry>

5. Bioorganic chemistry (Set of lectures). URL: https://www.chgf.vu.lt/files/doc/set-of-lectures_bioorganic-chemistry.pdf

Навчально-методичне видання
(українською мовою)

Генчева Вікторія Іванівна

БІООРГАНІЧНА ХІМІЯ

**Методичні рекомендації
до лабораторних занять
для здобувачів ступеня вищої освіти магістра
спеціальності Хімія
освітньо-професійної програми Хімія**

Рецензент *О.А. Бражко*
Відповідальний за випуск *В.І. Генчева*
Коректор *В.І. Генчева*