

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ**

**Балог І.М., Головка-Камошенкова О.М., Король Н.І., Кривов'яз  
А.О., Кут М.М., Лендел В.Г., Онисько М.Ю., Русин І.Ф., Сливка  
М.В., Фаринюк Ю.І., Фізер М.М.**

## **Методичні вказівки**

**для лабораторного практикуму з навчальної дисципліни  
«Біоорганічна хімія» для студентів ДВНЗ «Ужгородський  
національний університет» в галузі знань 22 «Охорона  
здоров'я»**

Методичні вказівки містять теоретичний матеріал з курсу “Біоорганчна хімія” та методики лабораторних робіт по кожній темі для студентів медичного факультету (спеціальність 222 «Медицина») та стоматологічного факультету (спеціальність 221 «Стоматологія»).

**Автори: к.х.н., доц. Балог І.М.**

**к.х.н. Головка-Камошенкова О.М.**

**к.х.н. Король Н.І.**

**к.х.н., доц. Кривов'яз А.О.**

**к.х.н., Кут М.М.**

**к.х.н., доц. Лендєл В.Г.**

**к.х.н., доц. Онисько М.Ю.**

**к.х.н. Русин І.Ф.**

**к.х.н., доц. Сливка М.В.**

**к.х.н., доц. Фаринюк Ю.І.**

**к.х.н., доц. Фізер М.М.**

**Рецензенти:**

**к.х.н., доц. кафедри екології та охорони навколишнього середовища Галла-Бобик С.В.,**

**к.х.н., доц. кафедри органічної хімії Маньо Н.П.**

**Рекомендовано Вченою Радою хімічного факультету ДВНЗ «Ужгородський національний університет»), протокол № 3 від «19» листопада 2020р.**

## **Правила роботи в лабораторії органічної хімії та техніка безпеки**

Успішне виконання лабораторного практикуму можливе лише при додержанні правил роботи в лабораторії, вимог техніки безпеки та гігієни праці.

1. При всіх роботах зберігати максимальну обережність, пам'ятаючи, що неакуратність, неуважність, недостатнє ознайомлення з приладами та властивостями речовин може викликати нещасний випадок.

2. Хімічні реакції проводити тільки з такими кількостями, в такому посуді і в таких умовах, як це вказано в методиці.

3. Під час роботи дотримуйтесь чистоти, тиші, порядку та правил техніки безпеки. Не займайтесь сторонніми розмовами. Категорично забороняється відвідування студентів, які працюють в лабораторії, сторонніми особами. Після закінчення роботи, приведіть робоче місце в порядок і здайте його черговому.

4. Категорично забороняється виливати в раковини залишки лугів, кислот, неприємних на запах і вогнебезпечних рідин. Не кидайте в раковини папір, вату, сірники, осадки та інші тверді речовини. Для цього використовуйте спеціально призначені склянки.

5. При нагріванні та кип'ятінні рідин у пробірці, отвір її спрямовуйте як від себе, так і від сусідів. Не заглядайте в пробірку. Не нагрівайте закупореними будь-які ємності.

6. Нагрівання легкогорючих рідин (етер, петролейний етер, ацетон, спирт та ін.) проводьте на водяній бані, а не на відкритому вогні. Не запалюйте вогонь у безпосередній близькості від них. Категорично забороняється ставити склянки з горючими та легкозаймистими речовинами поблизу запаленого пальника.

7. При роботі з кислотами пам'ятайте правила змішування сірчаної кислоти з водою: кислоту вливайте у воду невеликими порціями, а не навпаки. Концентровані кислоти та луги ні в якому разі не засмокуйте піпетками, для цього користуйтеся гумовими грушами. Слідкуйте за тим, щоб не облили

обличчя та одяг.

8. Щоб уникнути вибуху, залишки металічного натрію та калію не викидайте в раковини. Їх необхідно збирати в спеціальні склянки з гасом.

9. Жодні речовини в лабораторії не пробуйте на смак. При визначенні запаху, не вдихайте глибоко пари, які виділяються, а спрямовуйте їх до себе помахом руки.

10. Категорично забороняється працювати в лабораторії одному, без лаборанта або викладача.

### **Ліквідація наслідків нещасних випадків і надання першої допомоги**

При виникненні пожежі, негайно загасіть газові пальники, вимкніть електронагрівальні прилади, приберіть усі горючі речовини та склянки з ними. Швидко засипте піском або накрийте вовняною ковдрою осередок пожежі. Великі осередки пожежі гасіть вогнегасником. Водою можна гасити лабораторні меблі (столи, шафи, табуретки та ін.). Етер, бензен, металічний натрій заливати водою, в жодному випадку, не дозволяється.

Якщо на працюючому спалахне одяг, негайно накиньте на нього вовняну ковдру, пальто чи піджак, або сильно поливайте водою.

У випадках термічного опіку, до обпеченого місця негайно прикладіть вату, змочену етиловим спиртом, чи 5%-ним розчином таніну, або 5%-ним розчином калій перманганату, а потім накладіть мокру пов'язку з того ж розчину. При дуже сильних опіках, обпечене місце охолоджують проточною водою, обробляють спиртом, а потім накладають пов'язку з льняною олією чи маззю від опіків.

При опіках кислотами або їдкими лугами, спочатку добре промивають обпечене місце великою кількістю води, потім, у випадку кислоти промивають 3%-ним розчином соди, а у випадку лугу - 2%-ним розчином оцтової кислоти. При сильних опіках шкіри кислотами чи лугами, після промивання накладають пов'язку, змочену розчином таніну чи калій перманганату, або змазують маззю від опіків чи вазеліном.

При попаданні кислоти в очі, їх промивають великою кількістю води, а потім 3%-ним розчином соди. При попаданні лугу в очі, їх промивають великою кількістю води, а потім насиченим розчином борної кислоти та закачують в очі краплю касторової олії.

При опіках шкіри бромом, необхідно його змити великою кількістю води чи спирту, а потім змазати обпечене місце маззю від опіків. Фенол із шкіри змивають спиртом або бенzenом.

При отруєванні хлором чи бромом, необхідно вдихати пари етилового спирту або розчину амоніаку, а потім вийти на свіже повітря.

При порізах склом, обов'язково вийміть скло з рани, змажте це місце спиртовим розчином йоду та накладіть пов'язку.

У всіх нещасних випадках після надання першої допомоги, направте потерпілого в поліклініку.

У лабораторії повинна бути аптечка з бинтом, ватою, 3%-ним розчином йоду, 1%-ним розчином оцтової кислоти, 3%-ним розчином соди, насиченим розчином борної кислоти, розчином калій перманганату, етиловим спиртом, вазеліном, маззю від опіків та ін.

## Лабораторно-практичне заняття №1

*Тема заняття:* Теорія хімічної будови О.М. Бутлерова. Класифікація та номенклатура органічних сполук.

### Перелік питань для самопідготовки студентів:

1. Теорія хімічної будови О.М. Бутлерова.
2. Способи зображення органічних молекул.
3. Класифікація органічних сполук за природою функціональних груп і за будовою карбонового скелету.
4. Основні функціональні групи і відповідні їм класи органічних сполук.
5. Номенклатурні системи: тривіальна, раціональна, міжнародна (IUPAC).
6. Основні принципи побудови назв органічних сполук за номенклатурою IUPAC (замісникова і радикально-функціональна номенклатура IUPAC).
7. Поняття про ізомерію органічних сполук, просторова будова молекул.
8. Види структурної ізомерії: ізомерія карбонового скелету, ізомерія положення та ізомерія функціональної групи, таутомерія.

## Лабораторно-практичне заняття №2

*Тема заняття:* Взаємний вплив атомів у молекулі та реакційна здатність органічних сполук. Кислотно-основні властивості біоорганічних сполук.

### Перелік питань для самопідготовки студентів:

1. Типи хімічних зв'язків в органічних молекулах (ковалентний, координаційний, семіполярний, йонний, водневий).
2. Види гібридизацій атомів Карбону.  $\sigma$ - та  $\pi$ -зв'язки.
3. Електронна будова подвійних і потрійних карбон-карбовоних зв'язків та їх характеристики.
4. Взаємний вплив атомів у молекулах органічних сполук.
5. Індуктивний ефект. Електронодонорні та електроноакцепторні замісники. 6. Спряжені системи з відкритим (бутадієн, ізопрен) та закритим (бензен, нафтаден, антрацен) ланцюгом.
6. Види спряження:  $\pi, \pi$ -  $r, \pi$ - та  $\sigma, \pi$ -. Вплив делокалізації на підвищення

стабільності спряжених систем.

7. Мезомерний ефект. Сумісний вплив індуктивного та мезомерного ефектів.
8. Кисотно-основні властивості біоорганічних сполук.
9. Типи органічних кислот Фактори, які впливають на кислотність органічних сполук.
10. Типи органічних основ. Фактори, які впливають на основність органічних сполук.
11. Види розриву зв'язків (гомолітичний та гетеролітичний). Проміжні частинки (карбокатиони, карбаніони, вільні радикали).
12. Типи реагентів (електрофіли, нуклеофіли, вільні радикали).

### **Лабораторно-практичне заняття №3**

*Тема заняття:* Класифікація хімічних реакцій. Реакційна здатність алканів, алкенів.

#### **Перелік питань для самопідготовки студентів:**

1. Класифікація органічних реакцій за способом розриву та утворення зв'язків (гомолітичні – вільнорадикальні, гетеролітичні – нуклеофільні і електрофільні).
2. Класифікація органічних реакцій за характером хімічних перетворень: реакції приєднання, заміщення, відщеплення, ізомеризації, циклоприєднання, окиснення, відновлення.
3. Типи механізмів хімічних реакцій.
4. Алкани. Гомологічний ряд алканів. Номенклатура. Ізомерія.
5. Методи добування алканів.
6. Фізичні властивості алканів.
7. Хімічні властивості алканів. Реакції радикального заміщення ( $S_R$ ). Галогенування, нітрування, сульфохлорування, Сульфування. Окиснення алканів. Крекінг алканів.
8. Алкени. Гомологічний ряд алкенів. Номенклатура. Ізомерія.
9. Методи добування алкенів.
10. Фізичні властивості алкенів.

11. Хімічні властивості алкенів. Реакції приєднання та полімеризації. Реакції окиснення. Реакції галогенування за алільним положенням.

**Лабораторна робота:**

**Дослід 1.** Одержання метану та вивчення його властивостей.

В суху пробірку з газовідвідною трубкою наспають 3-4 г дрібно розтертої суміші ацетату натрію та натронного віпна у співвідношенні 1:2. Суміш прожарюють. Записати результат спостереження.

а) Одержаний метан пропускають в пробірку з водним розчином калій перманганату. Записати результат спостереження.

б) Добутий метан пропускають в пробірку з бромною водою. Записати результат спостереження.

в) Метан, що виділяється, запалюють біля відводу газовідвідної трубки та спостерігають за полум'ям. Записати результат спостереження.

**Дослід 2.** Одержання етилену та вивчення його властивостей.

В пробірку з газовивідною трубкою кидають кілька кипіло (для рівномірного кипіння) і наливають 3-4 мл суміші (1 об'єм етилового спирту та 3 об'єми концентрованої сульфатної кислоти). Суміш нагрівають. Записати результат спостереження.

а) Одержаний етилен пропускають в пробірку з водним розчином калій перманганату. Записати результат спостереження.

б) Добутий етилен пропускають в пробірку з бромною водою. Записати результат спостереження.

в) Етилен, що виділяється, запалюють біля відводу газовідвідної трубки та спостерігають за полум'ям. Записати результат спостереження.

**Лабораторно-практичне заняття №4**

*Тема заняття:* Класифікація хімічних реакцій. Реакційна здатність алкінів, аренів.

**Перелік питань для самопідготовки студентів:**

1. Алкіни. Гомологічний ряд алкінів. Номенклатура. Ізомерія.



2. Методи добування алкінів.
3. Фізичні властивості алкінів.
4. Хімічні властивості алкінів. Реакції приєднання. Реакції заміщення. Реакції олігомеризації. Реакції окиснення.
5. Арени. Номенклатура. Ізомерія.
6. Електронна будова молекули бензену.
7. Фізичні властивості аренів.
8. Методи добування аренів.
9. Хімічні властивості аренів. Реакції заміщення (нітрування, сульфування, галогенування, алкілування, ацилювання). Реакції приєднання (приєднання галогенів, гідрування). Реакції бічного ланцюга алкілбензенів. Реакції окиснення.
10. Окремі представники (бензен, толуен, ксилеми, стирен, нафтален, фенантрен, бензпірен).

### **Лабораторна робота:**

#### **Дослід 1.** Одержання ацетилену та вивчення його властивостей.

Перед добуванням ацетилену слід заздалегідь підготувати 4 пробірки з водними розчинами калій перманганату, бромної води, розчини діаміноаргентум (I) гідроксиду та діамінокупрум (I) хлориду.

В пробірку наливають 1-2 мл води, кидають кусок кальцій карбїду та швидко закривають її газовідвідною трубкою. Записати результат спостереження.

а) Одержаний ацетилен пропускають в пробірку з водним розчином калій перманганату. Записати результат спостереження.

б) Добутий ацетилен пропускають в пробірку з бромною водою. Записати результат спостереження.

в) У пробірку з одержаним розчином діаміноаргентум (I) гідроксиду пропускають ацетилен. Записати результат спостереження.

г) У пробірку з одержаним розчином діамінокупрум (I) хлориду пропускають ацетилен. Записати результати спостереження.

д) після проведених дослідів ацетилен запалюють біля відводу газовідвідної трубки та спостерігають за полум'ям. Записати результат спостереження.

**Дослід 2.** Одержання бензену та вивчення його властивостей.

У фарфоровій ступці розтирають 2-3 г натрій бензоату з 4-6 г завчасно прожареного натронного вапна. Пробурку обережно нагрівають. Кінець газовідвідної трубки опускають у приймач — пробірку, занурену у склянку з холодною водою. Бензен, що утворився, збирається в приймач. Його легко впізнають за характерним запахом.

Якщо одержаний продукт вилити в порцелянову чашку і підпалити, то бензен в атмосфері повітря горить кіптявим полум'ям. При достатньому доступі кисню відбувається повне згорання з утворенням вуглекислого газу і води. Записати результат спостереження.

а) У пробірці струшують 2 мл бензину, додають 1-2 мл розчину бром у тетрахлоретані і 0,5 г залізних ошурок (каталізатор). Суміш нагрівають на водяній бані і спостерігають за виділенням гідроген броміду, що вказує на бромовання бензену. Гідроген бромід можна виявити за зміною кольору вологого синього лакмусового папірця, піднесеного до отвору пробірки, а також по утворенню туману з парами води. Записати результат спостереження.

б) У пробірку наливають 2-3 мл бензену і додають 2 мл 0,5 %-вого розчину калій перманганату, 2-3 краплі 10%-вого розчину сульфатної кислоти і збовтують. Зміна забарвлення не спостерігається навіть при нагріванні, що вказує на стійкість бензенового ядра до окиснення. Записати результат спостереження.

в) Гомологи бензену мають властивість окиснюватись з утворенням ароматичних карбонових кислот.

Беруть дві пробірки. В одну наливають 2-3 мл толуену, у другу — стільки ж *o*-ксилену(*m*-, *n*-). У кожену пробірку додають по 2 мл 0,5 %-вого розчину калій перманганату і по 2-3 краплі 10%-вого розчину сульфатної кислоти і збовтують. При струшуванні і обережному нагріванні забарвлення калій

перманганату зникає. Кожен бічний ланцюг при цьому окиснюється в карбоксильну групу. Записати результат спостереження.

### **Лабораторно-практичне заняття №5**

*Тема заняття:* Будова та властивості гідроксилвмісних сполук.

#### **Перелік питань для самопідготовки студентів:**

1. Одноатомні спирти. Номенклатура. Ізомерія.
2. Фізичні властивості одноатомних спиртів.
3. Методи добування одноатомних спиртів.
4. Хімічні властивості одноатомних спиртів. Реакції за участю атома Гідрогену гідроксильної групи. Реакції за участю гідроксильної групи. Дегідратація спиртів. Реакції окиснення спиртів.
5. Окремі представники одноатомних спиртів (метанол, етанол, пропілові та бітилові спирти).
6. Двоатомні спирти. Номенклатура. Ізомерія.
7. Фізичні властивості двоатомних спиртів.
8. Методи добування двоатомних спиртів.
9. Хімічні властивості двоатомних спиртів.
10. Основні представники (етиленгліколь)
11. Трьохатомні спирти. Методи добування.
12. Хімічні властивості трьохатомних спиртів.
13. Основні представники (гліцерол). Багатоатомні спирти.
14. Етери. Номенклатура. Ізомерія.
15. Фізичні властивості етерів.
16. Методи добування етерів.
17. Хімічні властивості.
18. Основні представники (діетиловий етер).
19. Феноли. Номенклатура. Ізомерія.
20. Фізичні властивості фенолів.
21. Методи добування фенолів.

22. Хімічні властивості фенолів. Реакції за участю гідроксильної групи. Реакції електрофільного заміщення в ароматичному ядрі. Реакції окиснення.

23. Двоатомні феноли.

**Лабораторна робота:**

**Дослід 1.** Утворення алкоголятів натрію та їх гідроліз.

У пробірку наливають 2-3 мл метилового або етилового спирту і додають шматок очищеного металічного натрію, попередньо висушивши його від гасу між листками фільтрувального паперу. При цьому спостерігається взаємодія металічного натрію зі спиртом з утворенням алкоголяту натрію і водню. Реакція супроводжується виділенням тепла.

У пробірку з етилатом натрію доливають 2-3 мл води, а потім додають 1-2 краплі розчину фенолфталеїну. Записати результат спостереження.

**Дослід 2.** Окиснення етилового спирту.

У пробірку наливають 2-3 мл етилового спирту, додають 1 мл водного розчину калій перманганату і нагрівають. При цьому утворюється оцтовий альдегід, який можна виявити за характерним запахом, а калій перманганат знебарвлюється і випадає бурій осад манган (IV) оксиду. Записати результат спостереження.

**Дослід 3.** Окиснення спиртів.

У пробірку наливають 3-4 мл одного з таких спиртів: метилового, етилового, пропілового чи бутилового. Із мідної дротини виготовляють спіраль, які вносять у полум'я спиртівки і нагрівають до почервоніння. При цьому мідь окиснюється до купрум (II) оксиду. Розжарену окиснену спіраль опускають у пробірку зі спиртом. Спостерігається окиснення спирту і відновлення купрум (II) оксиду до вільної міді червоного кольору. Операцію проводять 2-3 рази. Утворення альдегідів виявляють шляхом додавання до охолодженого розчину декількох крапель безбарвної фексинсірчистої кислоти. У випадку присутності альдегідів з'являється червоно-фіалкове забарвлення. Записати результат спостереження.

**Дослід 4.** Утворення етилового естеру оцтової кислоти.

У пробірці змішують 2 мл концентрованої оцтової кислоти, 2 мл етилового спирту і 0,5 мл концентрованої сульфатної кислоти. До одержаного розчину додають 2-3 шматочки пемзи. Одержану суміш обережно кип'ятять декілька хвилин і після охолодження виливають у пробірку з насиченим розчином хлориду натрію. Утворений етиловий естер оцтової кислоти, малорозчинний у воді, спливає на поверхню, тоді як спирт і оцтова кислота. Що не вступили в реакцію, переходять у нижній водний шар. Естер має характерний приємний освіжаючий запах. Записати результат спостереження.

**Дослід 5.** Одержання купрум (II) гліцерату.

У пробірку наливають 1 мл 3%-вого купрум (II) сульфату і додають 2 мл 10%-вого розчину натрій гідроксиду. Випадає блакитний осад купрум (II) гідроксиду. До цієї суміші додають 5-10 крапель гліцерилу. Осад розчиняється, а рідина забарвлюється у синьо-фіалковий колір. Записати результат спостереження.

**Дослід 6.** Дегідратація гліцеролу.

У суху пробірку насипають 1 г калій або натрій гідросульфату і додають 2-3 краплі гліцерилу та сильно нагрівають. При цьому спостерігається виділення акролеїну, який має неприємний різкий запах. Записати результат спостереження.

**Дослід 7.** Реакції на ненасичені одноатомні спирти.

а) У пробірку наливають 2 мл бромної води і додають декілька крапель розведеного розчину алілового спирту і струшують. Проходить швидке знебарвлення бромної води внаслідок реакції приєднання броду до алілового спирту. Записати результат спостереження.

б) у пробірку наливають 2 мл 0,1%-вого розчину калі перманганату, додають декілька крапель розведеного розчину алілового спирту і струшують. Проходить швидке знебарвлення калій перманганату внаслідок окиснення алілового спирту за місцем подвійного зв'язку. Записати результат спостереження.

**Дослід 8.** Якісна реакція фенолу з ферум (III) хлоридом.

У пробірку наливають 2-3 мл 2%-вого водного розчину фенолу і додають 2-3 краплі 2%-вого розчину ферум (III) хлориду. При цьому з'являється фіалкове забарвлення внаслідок утворення сильно дисоційованих комплексних ферум (III) фенолятів. Записати результат спостереження.

**Дослід 9.** Реакції на резорцин.

а) До 2 мл 1%-вого розчину резорцину доливають рівний об'єм етанолу, 1 мл 5%-вого розчину кобальт (II) хлориду і 1-2 краплі аміаку. Записати результат спостереження.

б) При додаванні до 1%-вого розчину резорцину декількох крапель 2%-вого розчину ферум (III) хлориду з'являється фіалкове забарвлення. Записати результат спостереження.

## **Лабораторно-практичне заняття № 6**

*Тема заняття:* Будова та властивості альдегідів та кетонів.

**Перелік питань для самопідготовки студентів:**

1. Альдегіди та кетони. Номенклатура альдегідів та кетонів.
2. Гомологічний ряд альдегідів та кетонів. Ізомерія альдегідів та кетонів.
3. Фізичні властивості альдегідів і кетонів.
4. Методи добування альдегідів і кетонів.
5. Хімічні властивості альдегідів і кетонів. Реакції нуклеофільного приєднання. Реакції приєднання-відщеплення. Реакції конденсації. Реакції заміщення. Реакції окиснення та відновлення.
6. Окремі представники (формальдегід, оцтовий альдегід, ацетон).

**Лабораторна робота:**

**Дослід 1.** Одержання оцтового альдегіду окисненням етилового спирту.

У пробірку з пробкою наливають 2-3 мл етилового спирту. Мідну спіраль нагрівають до почервоніння у полум'ї спиртівки, потім швидко опускають її у пробірку зі спиртом і відразу закривають пробірку пробкою. Цю операцію проводять 2-3 рази. В результаті реакції відбувається відновлення купрум (II) оксиду до металічної міді і окиснення етилового спирту до оцтового альдегіду.

До реакційної суміші в пробірці додають кілька крапель фуксин сірчистої кислоти. Поява рожевого забарвлення свідчить про наявність альдегіду.

Написати рівняння реакції.

**Дослід 2.** Реакція “срібного дзеркала на альдегіди”.

У чисту пробірку наливають 3-4 мл розчину діаміноаргентум гідроксиду і додають 1 мл альдегіду (мурашиного, оцтового або валер'янового) і суміш обережно нагрівають на водяній бані. Через декілька хвилин поступово на стінках пробірки виділяється шар срібла у вигляді дзеркала або з'являється чорний осад металічного срібла.

Написати рівняння реакції.

**Дослід 3.** Реакція відновлення альдегідами купрум (II) гідроксиду.

У пробірку наливають 3-4 мл 10%-вого розчину натрій гідроксиду до якого по краплях додають 2%-ий розчин купрум (II) сульфату і 0,5 мл формаліну або оцтового альдегіду. Після чого нагрівають верхню частину пробірки. Спостерігається розчинення блакитного осаду купрум (II) гідроксиду і поява червоного осаду купрум (I) оксиду.

Написати рівняння реакції.

**Дослід 4.** Реакція відновлення альдегідами елінгової рідини.

У пробірку наливають 3-4 мл свіжо приготованого реактиву Фелінга і додають 0,5-1 мл формаліну або оцтового альдегіду. Реакційну суміш нагрівають на спиртівці. При цьому розчин спочатку забарвлюється в зелений, а потім у жовтий колір, після чого, випадає купрум (I) оксид червоного кольору.

Написати рівняння реакції.

**Дослід 5.** Кольорова реакція на альдегіди з фуксин сірчистою кислотою.

У пробірку до 1 мл фуксин сірчистої кислоти додають декілька крапель формаліну (оцтового або ізовалеріанового альдегіду). Спостерігається поступова поява червоно-фіалкового забарвлення. Якщо до суміші мурашиного альдегіду з фуксин сірчистою кислотою додати концентрованої сульфатної кислоти, то одержимо характерне синє забарвлення. У випадку

ізовалеріанового альдегіду під впливом соляної кислоти забарвлення порівняно швидко зникає.

Написати рівняння реакції.

**Дослід 6.** Одержання ацетону з кальцій ацетату.

В суху пробірку з газовідвідною трубкою насипають одну третю об'єму сухого кальцій ацетату і закріплюють її в лапці штативу майже горизонтально. Газовідвідну трубку занурюють в пробірку з водою (1,5-2 мл), нагрівають шар кальцій ацетату в пробірці полум'ям спиртівки, спочатку обережно, а потім сильніше і вкінці до червоного каління. Сіль при цьому частково обуглюється і чорніє. Леткі продукти термічного розкладу солі переходять у приймач, початковий об'єм рідини в якому за 5-7 хвилин збільшується майже вдвічі, після чого нагрівання закінчують.

Написати рівняння реакції.

**Дослід 7.** Йодоформна реакція.

В пробірку наливають 2-3 мл ацетону і додають розчин йоду в калій йодиді. До одержаної суміші доливають гідроксид натрію до знебарвлення. Утворюються світло-жовті кристали йодоформу з характерним запахом. Внаслідок незначної розчинності йодоформу у воді ця реакція дуже чутлива і дає змогу виявити у воді 0,04% ацетону.

Написати рівняння реакції.

**Дослід 8.** Взаємодія ацетону з натрій нітропрусидом.

У пробурку з 2-3 мл ацетону додають декілька крапель 10%-вого розчину луку 1-2 краплі розчину натрій нітропрусиду. Спостерігається поява розчину червоного забарвлення.

Написати рівняння реакції.

## **Лабораторно-практичне заняття № 7**

*Тема заняття:* Карбонові кислоти та їх функціональні похідні.

**Перелік питань для самопідготовки студентів:**

1. Карбонові кислоти. Класифікація. Номенклатура. Ізомерія.



2. Електронна будова карбоксильної групи та карбоксилат-аніона.
3. Методи одержання монокарбонових кислот.
4. Фізичні властивості моно карбонових кислот.
5. Монокарбонові кислоти. Гомологічний ряд насичених моно карбонових кислот.
6. Хімічні властивості моно карбонових кислот. Реакції по атому Гідрогену карбоксильної групи. Реакції за участю гідроксильної групи карбонових кислот. Реакції карбонового радикалу карбонових кислот.
7. Окремі представники моно карбонових кислот (мурашина кислота, оцтова кислота).
8. Дикарбонові кислоти. Гомологічний ряд дикарбонових кислот.
9. Фізичні властивості дикарбонових кислот.
10. Методи одержання дикарбонових кислот.
11. Хімічні властивості дикарбонових кислот.
12. Окремі представники дикарбонових кислот (щавелева кислота, малінова кислота, бурштинова кислота, адипінова кислота).
13. Ненасичені карбонові кислоти. Хімічні властивості, приєднання галогеноводнів проти правила Марковникова в ряді  $\alpha, \beta$ -ненасичених кислот.
14. Ненасичені дикарбонові кислоти. Властивості малеїнової та фумарової кислот.
15. Вищі жирні кислоти.
16. Карбонатна кислота та її похідні.

### **Лабораторна робота:**

#### **Дослід 1.** Розчинність карбонових кислот у воді.

У окремі пробірки поміщають по 0,2-0,5 г мурашиної, оцтової, масляної, трихлороцтової, пальмітинової (стеаринової) і щавлевої кислот. Потім доливають у кожну пробірку по 3-4 мл води і струшують. Якщо кислота нерозчинна в холодній воді, то вміст пробірки нагрівають. Відмічають, які з

кислот розчиняються у воді при кімнатній температурі, які при нагріванні і які зовсім нерозчинні. На індикаторний папір наносять краплі кожної з кислот і відмічають рН середовища і порівнюють силу кислоти. Охолоджуючи нагріті пробірки водою, зануривши їх у кристалізатор, спостерігають випадання осадів важкорозчинних кислот.

У пробірки з важкорозчинними кислотами додають небагато 10%-го розчину натрій гідроксиду і струшують. Спостерігають розчинення осаду завдяки утворенню солі.

Написати рівняння реакції.

**Дослід 2.** Виявлення карбонових кислот за допомогою індикаторів.

У пробірку поміщають невелику кількість однієї із таких кислот: мурашиної, оцтової, пропіонової, масляної, валеріанової або щавлевої і додають 4-5 мл води і струшують. До одержаної суміші доливають декілька краплин водного розчину лакмусу. Спостерігають зміну кольору лакмусу із синього на червоний, що вказує на дисоціацію карбонових кислот у водних розчинах.

Написати рівняння реакції.

**Дослід 3.** Добування метанової (мурашиної) кислоти.

У пробірку наливають 5-6 крапель хлороформу і 2-3 мл 10%-вого розчину натрій гідроксиду. Реакційну суміш постійно перемішують і нагрівають на водяній бані до повного зникнення шару хлороформу. Після цього вміст пробірки охолоджують і розділяють на дві частини для дослідження наявності аніонів форміату і хлору.

До розчину в першій пробірці додають 2 мл 10%-ного розчину нітратної кислоти і кілька крапель 1%-вого розчину аргентум нітрату. Спостерігають утворення білого осаду.

До розчину в другій пробірці додають 1-2 мл 5%-вого розчину калій перманганату і 1 мл 10%-ного розчину сульфатної кислоти. Пробірку закривають коркою з газовідвідною трубкою, кінець якої опускають у пробірку з 2 мл вапняної (баритової) води. Реакційну суміш нагрівають. Спостерігають зникнення забарвлення калій перманганату і помутніння вапняної води.

Написати рівняння реакції.

**Дослід 4.** Досліди з мурашиною кислотою.

а) Розклад мурашиної кислоти.

У пробірку з газовідвідною трубкою наливають 2-3 мл мурашиної кислоти і додають 1-2 мл концентрованої сірчаної кислоти та нагрівають на слабкому полум'ї спиртівки (кип'ятильники!). Мурашина кислота, при цьому, розкладається з виділенням карбон (II) оксиду. При підпалюванні карбон (II) оксид згоряє голубуватим полум'ям до вуглекислого газу (дослід проводити у витяжній шафі!).

Напишіть рівняння реакцій.

б) Окиснення мурашиної кислоти калій перманганатом.

У пробірку з газовідвідною трубкою наливають 1-2 мл мурашиної кислоти, 2 мл 10%-вого розчину сірчаної кислоти і 4-5 мл 5%-вого розчину калій перманганату. Газовідвідну трубку занурюють у пробірку з розчином вапняної води. Реакційну суміш обережно нагрівають. При цьому суміш спочатку буріє, потім знебарвлюється. Виділяється вуглекислий газ, який легко виявити при пропусканні його через вапняну воду.

Напишіть рівняння реакцій.

в) Відновлення розчину діамінаргентум гідроксиду.

До 2-3 мл свіжоприготовленого розчину діамінаргентум гідроксиду додають 2 мл мурашиної кислоти. При легкому нагріванні на стінках пробірки утворюється "срібне дзеркало" або випадає чорний осад металічного срібла.

Напишіть рівняння реакцій.

г) Взаємодія мурашиної кислоти з натрій карбонатом.

У пробірку наливають 2 мл 10%-вого розчину натрій карбонату і обережно краплями мурашину кислоту. Реакційну суміш закривають коркою з газовідвідною трубкою, кінець якої опускають у пробірку з 2 мл вапняної (баритової) води. Спостерігають виділення вуглекислого газу і помутніння вапняної води.

Напишіть рівняння реакції.

**Дослід 5.** Досліди з оцтовою кислотою.

а) Одержання оцтової кислоти із натрій ацетату.

У пробірку насипають 2-3 г кристалічного натрій ацетату і додають 2-3 мл концентрованої сульфатної кислоти. Суміш нагрівають над полум'ям спиртівки. При цьому виділяються пари оцтової кислоти, яка виявляється за зміною кольору синього лакмусового паперу.

Напишіть рівняння реакції.

б) Стійкість оцтової кислоти до окисників.

До 1 мл 5%-вого розчину оцтової кислоти додають 0,5 мл 1%-вого розчину калій перманганату та 1 мл 10%-го розчину сірчаної кислоти. Знебарвлення калій перманганату не спостерігається, що вказує на стійкість оцтової кислоти до окисників.

в) Розклад натрій ацетату до ацетону.

У пробірку поміщають 2-3 г безводного натрій ацетату і деякий час нагрівають над полум'ям спиртівки. Відбувається розклад натрій ацетату з утворенням ацетону і натрій карбонату. До охолодженого продукту реакції додають 1-2 мл 10%-ї соляної кислоти. Спостерігається закипання реакційної суміші внаслідок виділення вуглекислого газу.

Напишіть рівняння реакцій.

г) Взаємодія оцтової кислоти з натрій карбонатом.

У пробірку наливають 1 мл 10%-вого розчину натрій карбонату і обережно краплями додають льодяну оцтову кислоту. Реакційну суміш закривають коркою з газовідвідною трубкою, кінець якої опускають у пробірку з 2 мл вапняної (баритової) води. Спостерігають виділення вуглекислого газу і помутніння вапняної води.

Напишіть рівняння реакції.

**Дослід 6.** Утворення солей карбонових кислот.

а) Взаємодія кислот з металами.

У дві пробірки наливають по 2-3 мл 50%-ї оцтової кислоти. В одну додають стружку магнію, в другу – кусочки цинку. Спостерігають взаємодію

оцтової кислоти з магнієм і цинком. При цьому виділяється водень і утворюються солі. Якщо з цинком реакція проходить повільно, то реакційну суміш нагрівають.

Напишіть рівняння реакцій.

б) Взаємодія солей карбонових кислот із солями мінеральних кислот.

До 3 мл концентрованого розчину натрій ацетату додають 1 мл 5%-го розчину аргентум нітрату. При цьому випадає білий осад аргентум ацетату.

У другу пробірку до 3 мл 2%-го розчину натрій ацетату додають 2-3 мл 2%-го розчину ферум (III) хлориду. Утворюється середня сіль ферум (III) ацетату, забарвлена у червоно-бурий колір. Напишіть рівняння реакцій.

**Дослід 7.** Властивості ненасичених карбонових кислот.

а) Взаємодія олеїнової кислоти з бромом.

У пробірку наливають 1-2 мл олеїнової кислоти, додають 4-5 мл бромної води і сильно струшують. Спостерігається знебарвлення бромної води внаслідок утворення дибромостеаринової кислоти.

Напишіть рівняння реакції.

б) Окиснення олеїнової кислоти калій перманганатом.

У пробірку наливають 1-2 мл олеїнової кислоти, додають 2-3 мл 0,1%-го розчину калій перманганату, підлуженого розчином соди і сильно струшують. Проходить знебарвлення розчину калій перманганату і утворюється дигідроксистеаринова кислота.

Напишіть рівняння реакції.

в) Елаїдинова проба.

У пробірку наливають 1-2 мл олеїнової кислоти, додають стільки ж насиченого розчину натрій нітриту і 1 мл 20%-го розчину сірчаної кислоти. Суміш струшують. Утворюються нітроген оксиди. Під впливом нітроген оксидів, що виділяються, рідка олеїнова кислота ізомеризується у тверду елаїдинову, і тому при стоянні реакційна суміш твердне.

Напишіть рівняння реакції.

**Дослід 8.** Одержання натрій оксалату з натрій форміату.

В суху пробірку вносять декілька кристалів натрій формиату і нагрівають в полум'ї спиртівки до сплавлення. Пробірку підносять отвором до полум'я і спостерігають спалах, що супроводжується різким звуком, характерним для спалаху водню з повітрям.

Напишіть рівняння реакції.

**Дослід 9.** Властивості щавлевої кислоти.

а) Розклад щавлевої кислоти при нагріванні.

У пробірку з газовідвідною трубкою поміщають біля 2 г кристалічної щавлевої кислоти і нагрівають над полум'ям спиртівки. При цьому щавлева кислота втрачає кристалізаційну воду, а потім розкладається на карбон (IV) оксид і на мурашину кислоту, яка у свою чергу розкладається на карбон (II) оксид і воду. Наявність карбон (II) оксиду виявляють запалюючи біля отвору газовідвідної трубки газ, що виділяється. Газ горить голубим полум'ям. Вуглекислий газ визначають пропусканням його через баритову воду.

Напишіть рівняння реакцій.

б) Утворення солей щавлевої кислоти.

У пробірку наливають 3 мл 5%-го розчину калій оксалату, додають стільки ж 5%-го розчину кальцій хлориду. Випадає осад кальцій оксалату, нерозчинного при додаванні оцтової кислоти і розчинного в мінеральних кислотах.

У другу пробірку до 2 мл 2%-го розчину щавлевої кислоти додають 1 мл 2%-го розчину калій гідроксиду. Утворюється осад важкорозчинного калій гідрогеноксалату. При додаванні надлишку лугу осад розчиняється з утворенням розчинної солі калій оксалату.

Напишіть рівняння реакцій.

в) Окиснення щавлевої кислоти калій перманганатом.

У пробірку вносять 2-3 мл 5%-ного розчину калій перманганату і 2 мл 10%-ного розчину сульфатної кислоти. Пробірку закривають корком із газовідвідною трубкою, кінець якої занурюють у пробірку з вапняною водою. Суміш нагрівають.

Напишіть рівняння реакцій.

**Дослід 10.** Омилення жиру розчином лугу.

У пробірку наливають 1 мл рицинової олії, 1 мл етанолу та 1 мл 35% його розчину натрій гідроксиду. Суміш перемішують і нагрівають протягом 5-7 хв. Проведіть пробу на повноту омилення.

Напишіть рівняння реакцій.

**Дослід 11.** Розчинення мила у воді.

У пробірку поміщають кусок отриманого мила (20-30мг) і наливають 2-3 мл води. Пробірку нагрівають до розчинення мила. При струшуванні розчину спостерігається спізнення.

Напишіть рівняння реакцій.

**Дослід 12.** Виділення вільних жирних кислот з мила.

У пробірку наливають 5 крапель розчину мила і додають 1 краплину 10%-го розчину сульфатної кислоти. Випадає осад вільних жирних кислот.

Напишіть рівняння реакцій.

## **Лабораторно-практичне заняття № 8**

*Тема заняття:* Гетерофункціональні органічні сполуки, які приймають участь у процесах життєдіяльності.

### **Перелік питань для самопідготовки студентів:**

1. Просторова будова молекул біоорганічних сполук. Геометрична ізомерія. Оптична ізомерія органічних сполук. Повторна ізомерія.
2. Аміноспирти. Будова, властивості, біомедичне значення аміноспиртів. Окремі представники (коламін, холін, ацетилхолін).
3. Гідроксикислоти. Класифікація. Номанклатура та ізомерія гідроксикислот.
4. Методи добування гідроксикислот.
5. Фізичні властивості гідроксикислот.
6. Хімічні властивості гідроксикислот. Специфічні реакції гідроксикислот.

7. Оксокислоти. Класифікація. Номанклатура та ізомерія гідроксикислот.
8. Методи добування оксикислот.
9. Фізичні властивості оксикислот.
10. Хімічні властивості оксикислот.
11. Окремі представники (глюксалева кислота, піровиноградна кислота, щавелевооцтова кислота, ацетооцтова кислота).
12. Саліцилова кислота.
13. п-Амінобензенова кислота.
14. Сульфанілова кислота.
15. п-Амінофенол і його похідні.

**Лабораторна робота:**

**Дослід 1.** Якісне визначення сили гідроксикислот.

На смужку універсального індикаторного папірця наносять по 1 краплі 0.1 н розчинів молочної та пропіонової кислот. Визначають рН середовища і порівнюють силу кислот.

**Дослід 2.** Доказ будови молочної кислоти.

а) У пробірку з газовідвідною трубкою поміщають 2 краплі води, 1 краплю концентрованої сульфатної кислоти і 1 краплю молочної кислоти. Кінець трубки опускають у пробірку, що містить 1 краплю розчину йоду в калій йодиді і 3 краплі 2 н розчину лугу. Пробірку з молочною кислотою нагрівають. При цьому виділяється речовина, при пропусканні якої через розчин йоду, знебарвленого лугом, з'являється каламуть або блідо-жовтий осад.

Напишіть рівняння реакції.

б) У пробірку вносять по 1 мл молочної та розведеної сульфатної кислот. Пробірку закривають пробкою з газовідвідною трубкою, кінець якої опускають в охолоджений розчин фуксин сірчистої кислоти. Реакційну суміш нагрівають з кипілками. Спостерігають зміну забарвлення розчину приймача.

Напишіть рівняння реакцій.

**Дослід 3.** Властивості молочної кислоти.



а) У пробірку вносять 1 мл води і 0.5 мл молочної кислоти. До одержаного розчину обережно додають 0,5 мл розчину натрій карбонату. Напишіть рівняння реакції.

б) в пробірку вносять 1 мл 10%-ного розчину ацетаміду і 3-4 краплі 10%-ного розчину сульфатної кислоти. Суміш кип'ять. Напишіть рівняння реакції.

в) в пробірку вносять невелику кількість гідрохлориду гідроксиламіну, 10 крапель води і додають 3 краплі 10%-ного розчину ацетаміду. Суміш кип'ять протягом 3 хв. Напишіть рівняння реакції. Після охолодження розчину додають 2 краплі 1%-ного розчину ферум (III) хлориду. Що відбувається?

#### **Дослід 4.** Розщеплення амідів кислот (перегрупування Гофмана).

В пробірку на висоту 5-6 мм вносять ацетамід і 10 крапель води. Вміст пробірки струшують, додають 5 крапель бромної води і 10 крапель 10%-ного розчину натрій гідроксиду. Пробірку закривають пробкою з газовідвідною трубкою, кінець якої опускають в пробірку з 1 мл води і кип'ять протягом 3-5 хв. Напишіть рівняння реакцій і спостереження. Наявність аміну в реакційній суміші підтверджують за допомогою декількох крапель 2%-ного розчину купрум (II) сульфату.

#### **Дослід 5.** Якісні реакції на сечовину.

а) розчинність сечовини і її нітрату у воді.

В пробірку до 3-4 мл концентрованого розчину сечовини додають невелику кількість концентрованої нітратної кислоти. При цьому відбувається розігрівання суміші. При охолодженні реакційної суміші випадає в осад важко розчинна у воді сіль – нітрат сечовини. Напишіть рівняння реакції.

б) розклад сечовини нітритною кислотою.

До утворених кристалів нітрату сечовини, підкислених нітратною кислотою, додають 2 краплі 3%-ного розчину нітриту натрію. При струшуванні починається бурхливе виділення бульбашок газу. Напишіть рівняння реакцій.

в) гідроліз сечовини.

0.5-1 г сечовини поміщають у пробірку і розчиняють в 4-5 мл води. До розчину додають вапняну або баритову воду і нагрівають на водяній бані. Через

15-20 хв спостерігають утворення нерозчинного білого осаду кальцій або барій карбонату, а пари, що виділяються, мають характерний запах амоніаку. Напишіть рівняння реакцій.

г) розклад сечовини при нагріванні. Утворення біурету.

В пробірці обережно нагрівають 0.5 г сухої сечовини. При цьому спочатку відбувається бурхливе виділення амоніаку і затвердіння розплавленої маси. Нагрівання припиняють після того, як розплавлена маса знову затвердне. Пробірку охолоджують, додають 3-4 мл води і продукт реакції розчиняють при повільному нагріванні. До одержаного розчину додають 1-2 мл 10%-ного розчину натрій гідроксиду і 1-2 краплі 2%-ного розчину купрум (II) сульфату і струшують. Розчин забарвлюється в характерний яскраво-фіолетовий колір внаслідок утворення комплексної мідної сполуки біурету.

Напишіть рівняння реакцій.

## Лабораторно-практичне заняття № 9

*Тема заняття:* Вуглеводи. Будова та хімічні властивості моносахаридів.

### Перелік питань для самопідготовки студентів:

1. Моносахариди. Класифікація, будова і номенклатура (альдо-, кетопентози та гексози) вуглеводів. Стереοізомерія. D- і L-
2. Способи добування моносахаридів.
3. Фізичні властивості моносахаридів.
4. Хімічні властивості моносахаридів. Реакції оксоформ моносахаридів (оксинітрильний синтез, утворення озонів). Відновлення в поліоли. Окиснення; утворення гліконових, глікарових і глікуронових кислот. Реакції ацилування та алкілування.
5. Поняття про види бродіння моносахаридів.

### Лабораторна робота:

**Дослід 1.** Взаємодія моносахаридів з купрум (II) гідроксидом.

Дослід проводять у двох пробірках, у кожен з яких вносять по 1 мл 5%-го розчину купрум (II) сульфату і 1 мл 10%-го натрій гідроксиду. Після цього, до

одержаного осаду купрум (II) гідроксиду в одну пробірку додають 5%-ий розчин глюкози, а в другу – 5%-ий розчин фруктози. Спостерігають, як осад купрум (II) гідроксиду розчиняється в обидвох пробірках. Одержують прозорі сині розчини комплексних сполук глюкозату і фруктозату купруму (похідних даних моносахаридів типу алкоголятів). Аналогічну реакцію купрум (II) гідроксиду дають багатоатомні спирти, а, отже, глюкоза і фруктоза є багатоатомними спиртами.

Напишіть рівняння реакцій.

### **Дослід 2.** Відношення глюкози до фуксинсірчистої кислоти

Дослід проводять з розчинами глюкози і формальдегіду. У дві пробірки вносять по 1 мл розчину фуксинсірчистої кислоти і додають в одну 1 мл 10 %-го розчину глюкози, а в іншу – 1 мл 10%-го розчину формальдегіду. Через деякий час у пробірці з формальдегідом з'являється фіолетово-рожеве забарвлення (якісна реакція на альдегідну групу), а реакційна суміш з глюкозою залишається безбарвною, що свідчить про відсутність реакції між глюкозою і фуксинсірчистою кислотою.

Поясніть, чому глюкоза (та інші альдоза) не взаємодіє з фуксинсірчистою кислотою.

### **Дослід 3.** Окиснення глюкози купрум (II) гідроксидом.

У пробірці змішують 3 мл 2%-го розчину глюкози і 1,5 мл 10%-го розчину натрій гідроксиду. До суміші глюкози і лугу краплинами додають 5%-ий розчин купрум (II) сульфату до утворення невеликої кількості осаду купрум (II) гідроксиду. Після цього верхню частину реакційної суміші нагрівають у полум'ї спиртівки до початку кипіння, а нижню частину не нагрівають і залишають для контролю. Спостерігають, як у верхній частині реакційної суміші з'являється спочатку жовтий осад купрум (I) гідроксиду, який швидко перетворюється в червоний осад купрум (I) оксиду. Нижня частина реакційної суміші залишилася синьою. Отже, глюкоза має відновні властивості, що підтверджує наявність в її молекулі альдегідної групи.

Напишіть рівняння реакції.

**Дослід 4.** Окиснення моносахаридів розчином діамінаргентум гідроксиду (реакція «срібного дзеркала»)

Дослід проводять з розчинами глюкози і фруктози.

Спочатку знежирюють дві пробірки, в яких будуть проводити реакцію «срібного дзеркала».

У кожній із двох пробірок готують розчин діамінаргентум гідроксиду. Для цього до 2 мл 1%-го розчину аргентум нітрату краплями додають 5 %-ий розчин амоніаку. Після додавання перших крапель  $\text{NH}_4\text{OH}$  утворюється осад аргентум гідроксиду. Розчин амоніаку продовжують додавати краплями доти, поки осад аргентум гідроксиду не розчиниться. Надлишок амоніаку не потрібно додавати, оскільки він знижує чутливість реакції.

Потім до одержаного розчину  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$  в одну пробірку додають 2 мл 1%-го розчину глюкози, а в іншу – 2 мл 2%-го розчину фруктози. Обидві пробірки з реакційними сумішами нагрівають протягом 10 хв на гарячій водяній бані. В обидвох пробірках на стінках виділяється металічне срібло у вигляді дзеркала. Під час нагрівання на водяній бані реакційні суміші не можна струшувати, оскільки в такому випадку металічне срібло виділиться у вигляді темного осаду.

Отже, глюкоза, лужний розчин фруктози мають відновні властивості і відновлюють срібло з його гідроксиду.

Окиснення глюкози розчином  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$  відбувається у лужному середовищі, тому в процесі реакції утворюється, як і в попередніх дослідах, суміш гідроксикислот, серед них є глюконова.

Напишіть рівняння реакції.

**Дослід 5.** Реакція Панова на фруктозу.

Дослід проводять з розчинами фруктози і глюкози.

В одну пробірку вносять 0,5 мл 2 %-го розчину фруктози, а в іншу – 0,5 мл 2%-го розчину глюкози. Потім у кожну пробірку додають по 5 мл суміші етилового спирту з концентрованою сірчаною кислотою (4 мл етилового спирту і 1 мл концентрованої сірчаної кислоти) і по 2-3 краплини спиртового розчину

$\alpha$ -нафтолу. Одержані реакційні суміші перемішують скляними паличками і нагрівають протягом 2 - 3 хв на киплячій водяній бані. У пробірці з фруктозою з'являється інтенсивне фіолетове забарвлення.

Реакційна суміш з глюкозою в умовах досліду не забарвлюється.

Під дією сірчаної кислоти фруктоза легко перетворюється на гідроксиметилфурфурол, який вступає в реакцію конденсації з  $\alpha$ -нафтолом і утворює забарвлений продукт.

Кетози дають кольорову реакцію з  $\alpha$ -нафтолом набагато швидше, ніж альдози.

#### **Дослід 6. Реакція Селіванова на кетогексози**

У дві пробірки вносять по 2 мл свіжоприготовленого розчину реактиву Селіванова (розчин резорцину в соляній кислоті). Потім в одну пробірку додають 0,5-1 мл 2%-го розчину фруктози, а в іншу – 0,5-1 мл 2%-го розчину глюкози. Після цього обидві пробірки з реакційними сумішами ставлять у киплячу водяну баню. Розчин, який містить фруктозу, одразу забарвлюється в яскраво-червоний колір, а розчин, що містить глюкозу, лише трохи жовтіє. Зумовлено це тим, що гексози в процесі нагрівання з соляною кислотою перетворюються в гідроксиметилфурфурол, який з резорцином дає забарвлений продукт конденсації. Фруктоза в умовах досліду перетворюється на гідроксиметилфурфурол у 15-20 разів швидше, ніж глюкоза. Цим зумовлена різна швидкість утворення забарвлення з розчинами фруктози і глюкози і різна його інтенсивність.

### **Лабораторно-практичне заняття № 10**

*Тема заняття:* Оліго- та полісахариди. Властивості та Біологічне значення.

#### **Перелік питань для самопідготовки студентів:**

1. Олігосахариди. Будова.
2. Дисахариди: мальтоза, целобіоза, лактоза, сахароза.
3. Структура та біомедичне значення олігосахаридів.

4. Полісахариди. Гомополісахариди. Полісахариди: класифікація, структура.
5. Крохмаль, глікоген, целюлоза, декстрини.
6. Гетерополісахариди. Будова. Структура. Біомедисне значення.

### **Лабораторна робота:**

**Дослід 1.** Взаємодія дисахаридів з купрум (II) гідроксидом в лужному середовищі.

Дослід проводять у трьох пробірках. У першу з них вносять 1 мл 1%-го розчину сахарози, у другу – 1 мл 1%-го розчину мальтози, у третю – 1 мл 1%-го розчину лактози. Після цього у кожен пробірку спочатку додають по 1 мл 10%-го розчину натрій гідроксиду, а потім 5%-ий розчин купрум (II) сульфату. Спостерігають, як у всіх трьох пробірках осад купрум (II) гідроксиду спочатку утворюється, а при перемішуванні реакційної суміші розчиняється. При цьому, розчини сахарози, мальтози і лактози набувають голубого забарвлення внаслідок утворення комплексних сахаратів.

Отже, сахароза, мальтоза і лактоза є багатоатомними спиртами.

### **Дослід 2.** Взаємодія дисахаридів з реактивом Фелінга

Дослід проводять у трьох пробірках, у першу з яких вносять 1,5-2 мл 1%-го розчину мальтози, у другу – 1,5-2 мл 1%-го розчину лактози і в третю – 1,5-2 мл 1%-го розчину сахарози. Потім у кожен пробірку додають по 2 мл реактиву Фелінга і верхні частини одержаних реакційних сумішей нагрівають у полум'ї спиртівки до початку кипіння. Нижні частини розчинів не нагрівають і залишають для порівняння. Спостерігають, як у пробірках, які містять розчини мальтози і лактози, утворюється червоний осад купрум (I) оксиду, а реакційна суміш, яка містить розчин сахарози, свого кольору в процесі нагрівання не змінює (має як і до початку нагрівання синій колір). Отже, на відміну від сахарози, розчини мальтози і лактози мають відновні властивості.

### **Дослід 3.** Виявлення лактози в молоці

У невеликий хімічний стакан (місткістю 25-50 мл) наливають 5-10 мл молока, розведеного водою (1:1), і додають до нього кілька краплин концентрованої оцтової кислоти. Одержану суміш перемішують скляною

паличкою. У кислому середовищі білок молока зсідається і випадає в осад. Осад білка відфільтровують і викидають, а одержаний прозорий фільтрат нейтралізують 10%-им розчином натрій гідроксиду до слаболужного середовища (за фенолфталеїновим індикаторним папірцем).

У пробірку вносять 2 мл одержаного слаболужного розчину і 2 мл реактиву Фелінга. Одержану реакційну суміш нагрівають у полум'ї до кипіння. Спостерігають за утворенням червоного осаду купрум (I) оксиду, що свідчить про наявність у молоці відновлюючого дисахариду лактози.

#### **Дослід 4.** Реакція крохмалю з йодом.

У пробірку вносять 1 мл 1%-го розчину крохмального клейстеру і краплями – розведений розчин йоду в калій йодиді. Розчин крохмалю забарвлюється йодом у синій колір. Одержану забарвлену реакційну суміш нагрівають на полум'ї спиртівки. Забарвлення при цьому зникає. Пробірку з нагрітою реакційною сумішшю залишають для поступового охолодження. При охолодженні синє забарвлення з'являється знову.

Реакція з йодом є якісною на крохмаль. Вона дає можливість виявити 0,01-0,05 мг крохмалю в 1 мл розчину. Тому крохмаль використовують як індикатор в процесі йодометричного титрування.

**Дослід 5.** Розчинення целюлози в розчині діамінокупрум хлориді (у реактиві Швейцера)

У пробірку вносять 3-4 мл реактиву Швейцера і вміщують у нього фільтрувальний папір або вату. При перемішуванні одержаної суміші волокна целюлози швидко роз'єднуються і майже повністю розчиняються, утворюючи в'язку рідину яскраво-синього кольору.

Невелику кількість (~ 1 мл) одержаного густого прозорого розчину целюлози відливають в іншу пробірку і додають до нього 4-5 мл води. Целюлоза при цьому не виділяється, що свідчить про її розчинення в реактиві Швейцера.

У невеликий металічний шприц (місткістю 2 мл) набирають 1 мл розчину целюлози в реактиві Швейцера і повільно видавлюють його у чашку Петрі або

у фарфорову чашку, в яку попередньо наливають 5%-ий розчин сірчаної кислоти. Целюлоза виділяється з розчину у вигляді білої нитки.

Здатність целюлози розчинятись в реактиві Швейцера, а потім виділятися у розчині сірчаної кислоти у вигляді білої нитки, використовують у процесі виробництва мідноаміачного шовку.

### **Лабораторно-практичне заняття № 11**

*Тема заняття:* Біологічно активні гетерофункціональні сполуки гетероциклічного ряду.

#### **Перелік питань для самопідготовки студентів:**

1. Класифікація гетероциклів за розміром циклу, природою гетероатома, кількістю гетероатомів та ступенем насиченості. Основні принципи номенклатури гетероциклічних сполук.
2. П'ятичленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом.
3. Пірол, фуран, тіофен. Номенклатура. Будова, способи добування.
4. Хімічні властивості піролу, фурану, тіофену.
5. П'ятичленні гетероцикли з двома гетероатомами.
6. Піразол, піразолон: похідні піразолону-5 як лікарські засоби (антипірин, амідопірин, анальгін).
7. Імідазол та його похідні: гістидин, гістамін.
8. П'ятичленні гетероцикли з двома різними гетероатомами. Тіазол, оксазол. Тіазол, як структурний компонент молекули тіаміну (вітамін В<sub>1</sub>).
9. Шестичленні гетероцикли з одним гетероатомом. Піридин. Ароматичність піридину.
10. Хімічні властивості піридину.
11. Похідні піридину. Нікотинова кислота та її амід (вітамін РР). Піридоксин (Вітамін В<sub>6</sub>), його молекулярні форми (піридоксол, піридоксаль, піридоксамін).
12. Шестичленні гетероцикли з двома гетероатомами. Діазини: піримідин, піразин, піридазин.



13. Піримідин та його похідні (урацил, тимін, цитозин). Похідні піримідину як лікарські засоби: 5-фторурацил, оротат калію. Барбітал. Фенобарбітал. Піперазини.

14. Семичленні гетероцикли з двома гетероатомами. Діазепіни. Бензо1,4-діазепіни як найбільш поширені транквілізатори та анксіолітики.

15. Конденсовані системи гетероциклів. Пурин та його похідні. Амінопохідні пурину (аденін, гуанін). Гідроксипохідні пурину (гіпоксантин, ксантин, сечова кислота). Метильовані похідні ксантину (кофеїн, теофілін, теобромін).

### **Лабораторна робота:**

#### **Дослід 1.** Мурексидна проба на сечову кислоту.

Крупинку сечової кислоти поміщають у фарфорову чашку, додають декілька крапель концентрованої нітратної кислоти і нагрівають суміш на пісочній бані до висихання і появи рожевого забарвлення. Чашку охолоджують. Одержаний осад з одного боку за допомогою скляної палички змочують краплею аміаку, а з другого — 5%-им розчином калій гідроксиду. Від аміаку на місці зіткнення виникає пурпурно-червоне забарвлення, а розчин калій гідроксиду сприяє появі пурно-фіалкового забарвлення.

#### **Дослід 2.** Властивості індиго.

а) В пробірку наливають 2 мл розчину індигокарміну, 1 мл 5%-вого розчину солі і стільки ж 2%-вого розчину глюкози. Суміш нагрівають до кипіння. Повільно переливають розчин в стакан і спостерігають зміну забарвлення.

б) При окисненні індиго сильним окисником одержується ізатин, який має в розчині жовте забарвлення (твердий ізатин — червоного кольору).

В пробірку наливають 1 мл розчину індигокарміну, додають 5-10 крапель концентрованої нітратної кислоти.

#### **Дослід 3.** Виявлення піридину.

а) В пробірку наливають 2-3 мл водного розчину піридину і 5-10 крапель спиртового розчину фенолфталеїну.

б) В пробірку наливають 2-3 мл водного розчину піридину і 5-10 крапель

розчину ферум (III) хлориду.

## Лабораторно-практичне заняття № 12

*Тема заняття:* Протеїногенні амінокислоти. Пептиди. Білки.

### Перелік питань для самопідготовки студентів:

1. Амінокислоти. Номенклатура.
2. Способи добування амінокислот.
3. Stereoізомерія амінокислот.
4. Хімічні властивості амінокислот. Амфотерний характер амінокислот. Специфічні реакції  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -амінокислот. Лактами.
5. Основні представники амінокислот.
6. Поняття про пептиди та білки. Пептидний зв'язок. Дипептиди. Поліпептиди.
7. Уявлення про первинну, вторинну, третинну та четвертинну структуру білка.

### Лабораторна робота:

**Дослід 1.** Комплексоутворення з катіонами важких металів.

До 5 мл 2%-вого розчину купрум (II) сульфату додають 1-2 мл 10%-вого розчину натрій гідроксиду до утворення блакитного осаду купрум (II) гідроксиду. Потім додають 1-2%-вий водний розчин амінокислоти і спостерігають розчинення блакитного осаду й утворення комплексу яскраво-фіалкового кольору.

Напишіть рівняння реакції.

**Дослід 2.** Нінгідринна реакція на первинну аміногрупу.

До 0,1-0,2%-вого водного розчину амінокислоти додають кілька крапель 1%-вого розчину нінгідрину і нагрівають до кипіння. Спостерігають утворення продукту конденсації синього або фіалкового кольору.

Напишіть рівняння реакції.

**Дослід 3.** Нітритна реакція на первинну аміногрупу.

Амінокислоту розчиняють в 3 мл 0,1%-вому розчині хлоридної кислоти і

додають кілька кристалів натрій нітриту. Спостерігають бурхливе виділення газу.

Напишіть рівняння реакції.

#### **Дослід 4.** Коагуляція білків при нагріванні.

У пробірку наливають 3-4 мл свіжоприготованого розчину яєчного білка і обережно нагрівають над полум'ям спиртівки. Спостерігають поступове помутніння і утворення осаду білка. Коагуляція білків при нагріванні є незворотною.

Напишіть рівняння реакції.

#### **Дослід 5.** Осадження білків солями важких металів.

У три пробірки наливають 1-2 мл досліджуваного розчину білка і краплинами додають в одну пробірку 5%-ий розчин купрум (II) сульфату, у другу – 5%-ий розчин плюмбум (II) ацетату, у третю – 5%-ий розчин меркурій (II) хлориду. В усіх трьох пробірках спостерігають утворення пластівчастого осаду. При надлишку реактивів осад знову розчиняється.

Напишіть рівняння реакції.

#### **Дослід 6.** Осадження білків мінеральними кислотами.

У три пробірки наливають 1-2 мл концентрованих кислот — нітратної, хлоридної і сульфатної. В кожену із них обережно, по стінках наливають по 1 мл розчину білка. На межі кислота-білок спостерігають утворення білого осаду білка. При струшуванні сумішей, у випадку надлишку хлоридної і сульфатної кислот, осади білка розчиняються, тоді як у нітратній кислоті розчинення не спостерігається.

Напишіть рівняння реакції.

#### **Дослід 7.** Висолювання білків.

До розчину білка у пробірці додають насичений розчин амоній сульфату, спостерігається помутніння і випадання осаду. При додаванні води осад білка знову розчиняється.

Напишіть рівняння реакції.

#### **Дослід 8.** Кольорові реакції на білки.

а) Ксантопротеїнова реакція.

Розчин яєчного білка (3-5 мл) нагрівають з 1-2 мл концентрованої нітратної кислоти. При цьому випадає осад жовтого кольору. Жовте забарвлення зумовлене нітруванням ароматичних кілець білкових молекул. При додаванні амоніаку до охолодженого розчину жовтий колір переходить в оранжевий. Ксантопротеїнова реакція зумовлена наявністю в білкових залишках таких ароматичних амінокислот, як фенілаланін, тирозин, триптофан.

Напишіть рівняння реакції.

б) Біуретова реакція.

У пробірці 3 мл розчину яєчного білка нагрівають з 2 мл 10%-го розчину натрій гідроксиду і кількома краплями 2%-го розчину купрум (II) сульфату. При цьому рідина забарвлюється в характерний червоно-фіолетовий колір. Біуретова реакція зумовлена наявністю в молекулі білка пептидних груп -CO-NH-.

Напишіть рівняння реакції.

в) Реакція на наявність Сульфуру в білкові.

У пробірку наливають 0,5 мл 1%-го розчину плюмбум (II) ацетату і краплями додають 10%-ий розчин натрій гідроксиду до розчинення плюмбум (II) гідроксиду, що утворився. До розчину додають декілька краплин білка або 2-3 мл розчину білка. Суміш перемішують і обережно нагрівають до кипіння протягом 2-3 хвилин. Поява бурого, а під кінець реакції чорного забарвлення доводить утворення плюмбум (II) сульфідом, а отже на присутність Сульфуру в досліджуваній білковій речовині. Напишіть рівняння реакції.

Напишіть рівняння реакції.

### **Лабораторно-практичне заняття № 13**

*Тема заняття:* Нуклеїнові кислоти. Будова та біологічна роль нуклеїнових кислот.

#### **Перелік питань для самопідготовки студентів:**

1. Поняття про будову нуклеїнових кислот.

2. Утворення, будова і номенклатура нуклеозидів. Характер зв'язку нуклеїнової основи з вуглеводним залишком.
3. Нуклеотиди. Будова і номенклатура нуклеозидофосфатів. Відношення до гідролізу.
4. Кофермент АТФ. Рибонуклеїнові (РНК) і дезоксирибонуклеїнові (ДНК) кислоти та їх роль у біосинтезі.

### **Лабораторно-практичне заняття № 14**

*Тема заняття:* Омилювані та неомилювані ліпіди.

#### **Перелік питань для самопідготовки студентів:**

1. Ліпіди, їх функції та класифікація.
2. Прості омилювальні ліпіди. Воски, жири та олії, їх будова, одержання, роль та продукти гідролізу.
3. Класифікація терпенів за кількістю ізопренових фрагментів та природою вуглецевого скелету.
4. Номенклатура моно- і біциклічних терпенів.
5. Природні джерела ліпідів.
6. Ациклічні терпени: гераніол, цитраль.
7. Моноциклічні монотерпени: лимонен, ментан, ментол, терпін.
8. Хімічні властивості моноциклічних терпенів.
9. Біциклічні терпени:  $\alpha$ -пінен, борнеол, камфора.
10. Синтез камфори.
11. Оптична активність  $\alpha$ -пінену, борнеолу і камфори.
12. Дитерпени: ретинол (вітамін А), ретиналь.
13. Тетратерпени (каротиноїди):  $\beta$ -каротин (провітамін А).
14. Простагландини.
15. Стероїди. Будова стерану (циклопентанпергідрофенантрону).
16. Родоначальні вуглеводні стероїдів та їх похідні: естран (естрогени), андростан (андрогени), прегнан (кортикостероїди), холан (жовчні кислоти),

холестан (стерини).

17. Хімічні властивості стероїдів, зумовлені функціональними групами: утворення похідних по гідроксильній, карбоксильній групах.

18. Властивості ненасичених стероїдів.

**Лабораторна робота:**

**Дослід 1.** Виявлення ментолу в таблетках валідолу.

До 10-20 мл ментолу, який розчиняють в 1 мл сульфатної кислоти додають 1 мл свіжоприготовленого 1%-вого розчину ваніліну в кислоті сульфатній. Спостерігають появу жовтого забарвлення, яке при додаванні 1 мл води переходить в малиново-червоне.

Напишіть рівняння реакції.

**Дослід 2.** Естерифікація ментолу.

До розчину 50 мл ментолу в 2 мл безводного піридину додають 0,5 мл бензоїлхлориду. Вміст пробірки нагрівають протягом 10 хв на водяній бані і потім охолоджують. Спостерігають випадання білого осаду.

Напишіть рівняння реакції.

**Дослід 3.** Реакції на камфору.

а) До 3 мл розчину камфори в етиловому спирті додають 1 мл 10%-вого спиртового розчину фурфуролу. Вміст пробірки нагрівають і спостерігають появу осаду (опалесценції) синьо-фіалкового забарвлення.

Напишіть рівняння реакції.

б) До 3 мл розчину камфори в етиловому спирті додають 1 мл 10%-вого спиртового розчину бензальдегіду. Вміст пробірки нагрівають і спостерігають появу осаду (опалесценції) жовтого забарвлення.

Напишіть рівняння реакції.

в) До 3 мл розчину камфори в етиловому спирті додають 1 мл 10%-вого спиртового розчину диетиламінобензальдегіду. Вміст пробірки нагрівають і спостерігають появу осаду (опалесценції) жовтого забарвлення.

Напишіть рівняння реакції.

## Лабораторно-практичне заняття № 15

*Тема заняття:* Алкалоїди, вітаміни та антибіотики.

### **Перелік питань для самопідготовки студентів:**

1. Поняття про фізіологічно активні сполуки (ФАС). Рецепторні та метаболітні механізми дії ФАС на функціонування клітин.
2. Вітаміни: загальна характеристика, поняття про коферментну дію вітамінів.
3. Будова вітамінів В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, РР, С.
4. Гормони: поняття про гормони як біорегуляторів організму.
5. Загальна характеристика гормонів білково-пептидної групи, похідних амінокислот, стероїдів та ейкозаноїдів.
6. Алкалоїди: загальне визначення, значення алкалоїдів як діючих речовин лікарських засобів ( класів піридину та піперидину, хіноліну та ізохіноліну, тропану, індолу).
7. Антибіотики: поняття про антибіотики, характеристика антибіотиків власів пеніциліні, цефалоспоринів, стрептоміцинів.

### **Лабораторна робота:**

#### **Дослід 1.** Нітрування папаверину.

До 0,05 грам папаверину в порцеляновій чашці капають 2 краплі концентрованої нітратної кислоти. Спостерігають появу жовтого забарвлення, яке при нагріванні переходить в оранжеве.

Напишіть рівняння реакції.

#### **Дослід 2.** Реакція кофеїну з реактивом Люголя.

До 2 мл насиченого розчину кофеїну додають 0,5 мл реактиву Люголя. Після додавання 0,1 мл 10%-вого розчину хлоридної кислоти спостерігають випадання коричневого осаду.

Напишіть рівняння реакції.

#### **Дослід 3.** Осадження теоброміну.

До 0,05 грам теоброміну додають 3 мл дистильованої води, 6 мл 5%-вого розчину натрій гідроксиду і нагрівають до розчинення теоброміну. Утворений розчин охолоджують і додають 1 мл 10%-вого водного розчину аміаку, 2 мл

2%-вого водного розчину аргентум нітрату. Спостерігають появу густої желатиноподібної маси, що розріджується при нагріванні і знову твердішає при охолодженні.

Напишіть рівняння реакції.

**Дослід 4.** Реакції на вітамін С.

а) До 4 мл розчину вітаміну С у дистильованій воді додають 0,2 мл 10%-вого розчину нітратної кислоти і 0,2 мл 2%-вого розчину аргентум нітрату. Спостерігають появу сірого осаду металічного срібла на стінках пробірки.

Напишіть рівняння реакції.

б) До 4 мл розчину 20 мг вітаміну С у дистильованій воді додають 0,5 мл 5%-вого водного розчину ферум (III) хлориду і через 1 хвилину кілька крапель 2%-вого розчину червоної кров'яної солі. Спостерігають появу "берлінської лазурі".

Напишіть рівняння реакції.

в) До 1 мл розчину 20 мг вітаміну С у дистильованій воді додають 0,5 мл реактиву Фелінга і нагрівають. Спостерігають появу червоного осаду.

Напишіть рівняння реакції.

г) До 4 мл розчину 20 мг вітаміну С у дистильованій воді додають 5-7 крапель реактиву Люголя. Спостерігають знебарвлення реактиву.

Напишіть рівняння реакції.

**Дослід 5.** Виявлення фенольного гідроксилу у вітаміні В<sub>6</sub>.

До 1 мл розчину вітаміну В<sub>6</sub> додають 2 краплі 5%-вого розчину ферум (III) хлориду. Спостерігають появу червоного забарвлення, яке зникає при додаванні 5%-вого розчину сульфатної кислоти.

Напишіть рівняння реакції.

**Дослід 6.** Кислотні властивості В<sub>5</sub>.

У пробірку наливають 10-15 крапель 3%-вого розчину нікотинової кислоти і додають 10-15 краплин 2%-вого водного розчину купркм (II) ацетату. Нагрівають до кипіння і охолоджують. Спостерігають появу осаду синього кольору.



Напишіть рівняння реакції.

**Дослід 7.** Кислотність екстракту із природної сировини.

У пробірку наливають 4-5 мл екстракту листя чаю, додають 10 мл 10%-вого розчину натрій гідроксиду і легко нагрівають. Визначають рН середовища за допомогою лакмусового папірця.

Запишіть спостереження.

**Дослід 8.** Виявлення вітаміну В<sub>1</sub>.

До 1 мл розчину вітаміну В<sub>1</sub> додають 1 мл насиченого розчину соди та 10 крапель діазофенілсульфо кислоти і через 2-3 хвилини спостерігають появу червоного забарвлення утвореного азобарвника.

Напишіть рівняння реакції.

**Дослід 9.** Виявлення вітаміну В<sub>2</sub>.

У пробірку наливають 5-6 крапель 0,025%-вого розчину вітаміну В<sub>2</sub> після чого додають 2-3 краплі концентрованої хлоридної кислоти, 0,1 г цинкового пилу і через 2-3 хвилини спостерігають знебарвлення розчину.

Напишіть рівняння реакції.

**Дослід 10.** Гідроксаматна реакція пеніциліну (ампіциліну).

Декілька кристаликів натрієвої солі бензилпеніциліну(ампіциліну) поміщають у порцелянову чашку, додають 1 краплю розчину, що складається із 1 мл 1 М розчину гідроксиламіну гідроген хлориду і 0,3 мл 1 М розчину натрій гідроксиду. Через 3 хвилини до реакційної суміші додають 1 краплю 1 М розчину оцтової кислоти, ретельно перемішують, потім додають 1 краплю 2%-вого водного розчину купрум (II) ацетату. Спостерігають появу осаду зеленого кольору.

Напишіть рівняння реакції.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Черних В. П., Зименковський Б. С, Гриценко І. Є. Органічна хімія: Підруч. для фармац. вузів і фак. У 3 кн. — Харків: Основа, 1993-1997.
2. Степаненко Б. Н. Курс органической химии: Учеб. для студ. вузов: В 2 кн. - 6 изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1981.
3. Петров А. А., Бальян Х. В., Трощенко А. Т. Органическая химия: Учеб. для студ. вузов. / Под ред. А. А. Петрова. — 4-е изд., перераб. и доп. — М: Высшая школа, 1981. — 592 с.
4. Терней А. Современная органическая химия: В 2 кн. / Пер. с англ. под ред. Н. Н. Суворова. — М.: Мир, 1981.
5. Посібник до лабораторних та семінарських занять з органічної хімії /В. П. Черних, В. І. Гридасов, І. С. Гриценко та ін. — Харків: Основа, 1991. — 376 с.
6. Рево А. Я., Зеленкова В. В. Малый практикум по органической химии. — М.: Высшая школа, 1980. — 175 с.
7. Лабораторные работы по органической химии / Под ред. О. Ф. Гинзбурга, А. А. Петрова. — М.: Высшая школа, 1974. — 286 с.
8. Лендел В.Г., Балог І.М., Онисько М.Ю., Різак Г.В. Навчальний посібник «Біоорганічна хімія».- Ужгород. В-во «Патент», 2003.- 216 с.
9. Лендел В.Г., Балог І.М., Хрипак Н.П., Онисько М.Ю., Сливка М.В., Русин І.Ф. Навчальний посібник «Біоорганічна хімія».- Ужгород. В-во «Патент», 2014.- 360 с.

## ЗМІСТ

1. Правила роботи в лабораторії органічної хімії та техніка безпеки.	3
2. <b>Лабораторно-практичне заняття №1.</b> Теорія хімічної будови О.М. Бутлерова. Класифікація та номенклатура органічних сполук.	6
3. <b>Лабораторно-практичне заняття №2.</b> Взаємний вплив атомів у молекулі та реакційна здатність органічних сполук. Кислотно-основні властивості біоорганічних сполук.	6
4. <b>Лабораторно-практичне заняття №3.</b> Класифікація хімічних реакцій. Реакційна здатність алканів, алкенів.	7
5. <b>Лабораторно-практичне заняття №4.</b> Класифікація хімічних реакцій. Реакційна здатність алкінів, аренів.	8
6. <b>Лабораторно-практичне заняття № 5.</b> Будова та властивості гідроксилвмісних сполук.	11
7. <b>Лабораторно-практичне заняття № 6.</b> Будова та властивості альдегідів та кетонів.	14
8. <b>Лабораторно-практичне заняття № 7.</b> Карбонові кислоти та їх функціональні похідні.	16
9. <b>Лабораторно-практичне заняття №8.</b> Гетерофункціональні органічні сполуки, які приймають участь у процесах життєдіяльності.	23
10. <b>Лабораторно-практичне заняття № 9.</b> Вуглеводи. Будова та хімічні властивості моносахаридів.	26
11. <b>Лабораторно-практичне заняття № 10.</b> Оліго- та полісахариди. Властивості та Біологічне значення.	29
12. <b>Лабораторно-практичне заняття № 11.</b> Біологічно активні гетерофункціональні сполуки гетероциклічного ряду.	32
13. <b>Лабораторно-практичне заняття № 12.</b> Протеїногенні амінокислоти. Пептиди. Білки.	34
14. <b>Лабораторно-практичне заняття № 13.</b> Нуклеїнові кислоти. Будова та біологічна роль нуклеїнових кислот.	36
15. <b>Лабораторно-практичне заняття № 14.</b> Омилювані та неомилювані ліпіди.	37
16. <b>Лабораторно-практичне заняття № 15.</b> Алкалоїди, вітаміни та антибіотики.	40
17. Література.	42

Підписано до друку 20.11.2005.	Формат 60x84	Офсетний друк
Умовн. друк.арк. 3,87	Облік.-вид.арк.	<b>Замовлення</b>
Тираж 50	1,05	№

---

Видавництво Ужгородського національного університету

м. Ужгород, вул. Капітульна, 18