

Міністерство освіти і науки України  
Чернівецький національний університет  
імені Юрія Федьковича

# БІООРГАНІЧНА ХІМІЯ

Навчально-методичний посібник

Харків  
2020

**УДК 577.1(076.5)**  
**Б635**

**В686**

**Волощук О.М., Николайчук І.М.** Біоорганічна хімія: навч.-метод. посібник. Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2020. 128 с.

У посібнику подані лабораторні роботи і тестові завдання для формування комплексних знань студентів з особливостей хімічної структури та властивостей біологічних молекул, задіяних у ключових процесах життєдіяльності організмів.

Для студентів біологічних спеціальностей закладів вищої освіти.

©Волощук О.М., 2020

©Николайчук І.М., 2020

## Лабораторна робота 1

### ВСТАНОВЛЕННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ МІЖ СТРУКТУРОЮ ТА ВЛАСТИВОСТЯМИ БІООРГАНІЧНИХ СПОЛУК

#### Функціональні групи

Властивості біоорганічних сполук визначаються наявністю певних груп атомів, які називаються *функціональними групами*. Одна і та ж функціональна група ідентично реагує у хімічних реакціях незалежно від розміру молекули, частиною якої є ця функціональна група. Проте її хімічну активність можуть змінити поруч розташовані функціональні групи.

Водночас існує взаємозв'язок між структурою сполуки та механізмом її біологічної активності, тобто взаємозв'язок «структура–функція».

Хімічні властивості біоорганічних сполук визначаються характером хімічних зв'язків, природою атомів, які їх утворюють, а також їхнім взаємним впливом у молекулі.

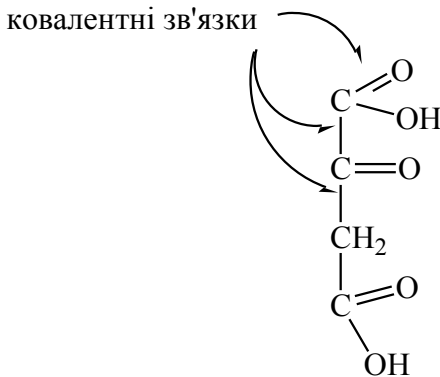
| <i>Атом</i> | <i>Валентність</i> | <i>Графічне зображення</i> | <i>назва (префікс)</i> |
|-------------|--------------------|----------------------------|------------------------|
| С           | 4                  | —CH <sub>3</sub>           | метил-                 |
|             |                    | —CH <sub>2</sub> —         | метилен-               |
|             |                    | —CH=                       | метен-                 |
| N           | 3                  | —NH <sub>2</sub>           | амін-                  |
|             |                    | —NH—                       | імін-                  |
|             |                    | —N=                        | третинний азот         |
| O           | 2                  | —OH                        | гідроксо-              |
|             |                    | =O                         | оксо-                  |
| H           | 1                  | —H                         | гідро-                 |

| <i>Функціональна група</i>   |                       | <i>Назва класу</i>           | <i>Загальна формула</i>  | <i>Природний представник</i> |
|--|-----------------------|------------------------------|--|------------------------------|
| —OH  | гідроксильна          | спирти, феноли               | R—OH   | метанол, фенол               |
| —OR  | алкоксильна           | етери                        | R—OR   | діетиловий ефір              |
| —SH  | тіольна               | тіоли, тіоспітри, меркаптани | R—SH   | кофермент А                  |
| —SR  | алкілтіольна          | тіоефіри (сульфіди)          | R—SR   | ацетил-КоА                   |
| —SO <sub>3</sub> H   | сульфонева            | сульфо-кислоти               | R—SO <sub>3</sub> H  | таурин                       |
| —NH <sub>2</sub>   | амінна                | аміни                        | R—NH <sub>2</sub>  | серотонін, норадреналін      |
| =NH  | імінна                |                              | R=NH   | пролін                       |
| —NO <sub>2</sub>   | нітрогрупа            | нітро-сполуки                | R—NO <sub>2</sub>  | азоміцин                     |
| $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C} \\   \\ \text{H} \end{array}$       | альдегідна            | альдегіди                    | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R—C} \\   \\ \text{H} \end{array}$                              | ацетальдегід, ванілін        |
| $\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C} \\ \diagdown \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$ | кетонна або оксогрупа | кетони                       | $\begin{array}{c} \text{R} \\ \diagdown \\ \text{C} \\ \diagup \\ \text{R} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$ | ацетон                       |
| $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C} \\   \\ \text{OH} \end{array}$      | карбо-кисильна        | карбонові кислоти            | R—COOH   | пальмітинова кислота         |
| $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$    | карбокс-амідна        | аміди                        | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R—C} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$                           | глутамін                     |
| $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C} \\   \\ \text{OR} \end{array}$      | алкокси-карбонільна   | естери                       | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R—C} \\   \\ \text{OR}' \end{array}$                            | нітрогліцерол                |
| $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—P} \\   \\ \text{OH} \end{array}$      | фосфатна              | фосфати                      | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R—P} \\   \\ \text{OH} \end{array}$                             | глюкозо-6-фосфат             |

Сполуки, які містять лише одну функціональну групу, називаються *монофункціональними*; сполуки, які містять кілька функціональних груп, називаються *поліфункціональними* (аміноспирти, амінокислоти, гідроксикислоти, оксокислоти).

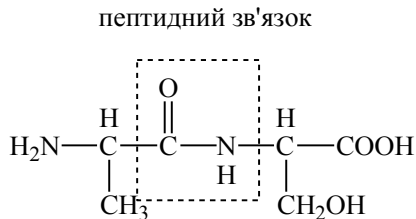
### Хімічні зв'язки

**Ковалентним** називається хімічний зв'язок, виниклий за рахунок пари електронів, які належать одночасно обом атомам. До ковалентних зв'язків належать внутрішньомолекулярні зв'язки у біоорганічних сполуках:



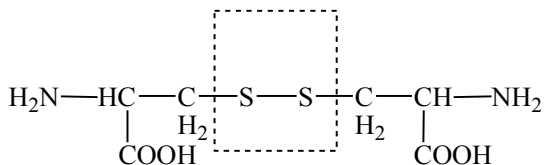
а також міжмолекулярні зв'язки, до яких належать:

- **пептидний** зв'язок, який виникає між карбоксильною групою однієї амінокислоти та амінною групою іншої:



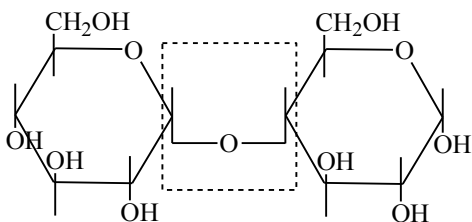
- **дисульфідний** зв'язок, котрий виникає між –SH групами цистеїну:

дисульфідний зв'язок

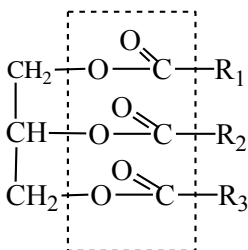


- **глікозидний** зв'язок, який виникає між напівацетальним (глікозидним) гідроксилом одного моносахариду та гідроксильною групою іншого:

глікозидний зв'язок



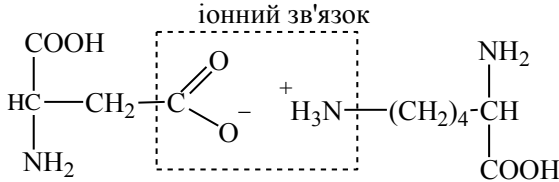
- **складноєфірний** зв'язок, який виникає між карбоксильною групою однієї сполуки та гідроксильною іншої:  
складноєфірний зв'язок



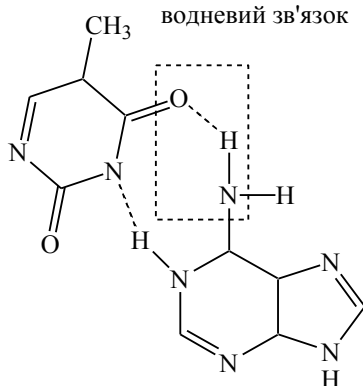
### Найпоширеніші нековалентні зв'язки та взаємодії

Нековалентні зв'язки та взаємодії визначають просторову структуру макромолекул та короточасну взаємодію біомолекул між собою. До найпоширеніших нековалентних зв'язків належить:

- **іонний** зв'язок, який виникає між протилежно зарядженими групами:

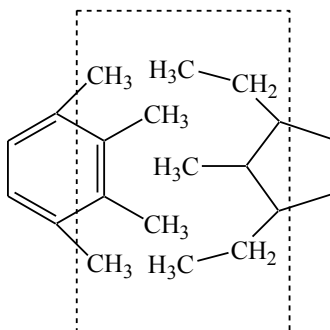


- **водневий** зв'язок, який виникає між атомами водню й іншим електронегативним атомом (N, O, F). Може бути *внутрішньомолекулярним* або *міжмолекулярним*, позначається трьома крапками:



- **гідрофобні взаємодії** – нековалентні взаємодії між кількома неполярними групами та угрупованнями:

### гідрофобні взаємодії



Здатність біоорганічних сполук проявляти гідрофобні (неполярні) чи гідрофільні (полярні) властивості напряму залежить від якісного та кількісного співвідношення функціональних груп у структурі молекул. За полярністю всі групи можна поділити на:

- полярні незаряджені ( $-\text{OH}$ ,  $-\text{NH}_2$ ,  $-\text{C}=\text{O}$ ,  $-\text{COOH}$ ) та заряджені ( $-\text{O}^-$ ,  $-\text{NH}_3^+$ ) **гідрофільні** групи; заряджені групи більш гідрофільні, ніж незаряджені.
- неполярні ( $-\text{CH}_2-$ ,  $-\text{CH}_3$ ) **гідрофобні** групи.

Гідрофільні групи надають молекулі більшої гідрофільності, ніж гідрофобні групи – гідрофобності.

### *Лабораторна робота*

Використання комп'ютерної програми *Java Molecular Editor* (JME) дає змогу кількісно визначити міру гідрофобності/гідрофільності сполуки, аналізуючи елементи її структури. Міра гідрофобності кожної молекули виражається як логарифм її розчинності у двох фазах октанол:вода ( $\log P_{\text{O/W}}$  чи  $\log P$ ). Існує прямий зв'язок між гідрофобністю і величиною  $\log P$ : гідрофобні молекули, які будуть основною частиною молекули розміщуватися в октанольній фазі, мають позитивні значення  $\log P$ ; гідрофільні молекули, більша частина яких розташовується у водній фазі, мають негативні значення  $\log P$ . Чим більше значення  $\log P$ , тим гідрофобніша молекула.



Зростання гідрофобності

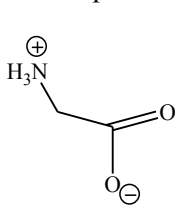
дуже гідрофільна  
 $\log P = -6$

проміжна  
 $\log P = 0$

дуже гідрофобна  
 $\log P = +6$

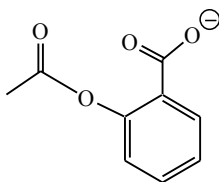
Зростання  $\log P$

Наприклад:



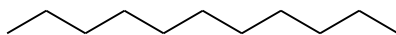
**Гліцин**

ДУЖЕ гідрофільний  
 $\log P = -3,9$



**Аспірин**

гідрофільний  
 $\log P = -2,8$



**Декан**

ДУЖЕ гідрофобний  
 $\log P = 5,9$

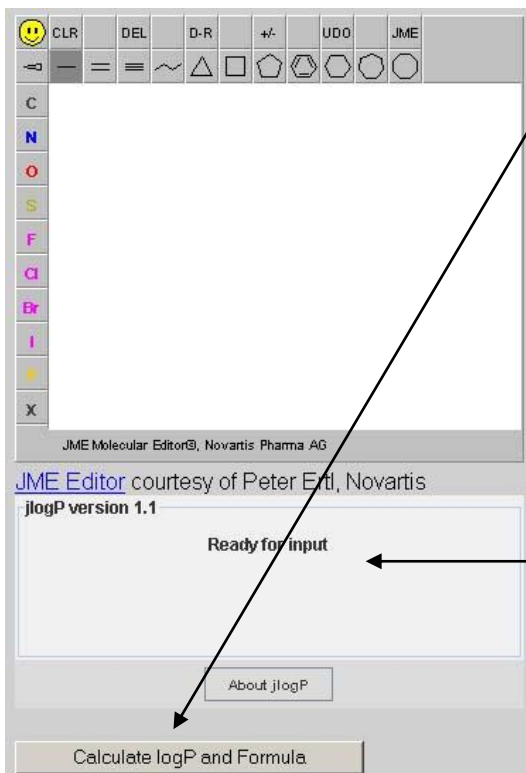
### **Робота з програмою:**

Намалюйте вуглецевий скелет молекули, використовуючи кнопку горизонтальної лінії, яку ви знайдете зразу під кнопкою «CLR» на верхній панелі. Ви можете використовувати також готові циклічні структури для моделювання вашої молекули.

Запам'ятайте:

- будь-який атом карбону може бути замінений на будь-який інший атом; щоб змінити C на інший атом, натисніть на символ елемента у лівій колонці, потім натисніть на атом, який ви бажаєте замінити;
- щоб змінити зв'язок з подвійного на одинарний і навпаки натисніть на горизонтальну лінію, а потім на зв'язок, який ви бажаєте змінити;
- щоб стерти атом, натисніть кнопку «DEL», а потім натисніть на атом, який ви хочете стерти;
- щоб виправити зроблену помилку, натисніть кнопку «UDO»;

- щоб змінити заряд атома, натисніть кнопку «+/-», а потім натисніть на атом, заряд якого ви бажаєте змінити;
- щоб стерти всю молекулу та почати все спочатку, натисніть кнопку «CLR».

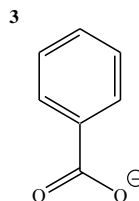
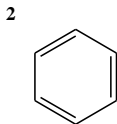
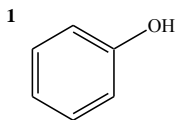


Коли все готово, натисніть кнопку «Calculate logP and Formula», щоб розрахувати logP зображеної вами молекули. Ви можете вносити зміни у структуру вашої молекули, після чого знову необхідно натиснути кнопку «Calculate logP and Formula», щоб розрахувати logP зміненої молекули.

Ваш результат щоразу з'являтиметься у вікні під панеллю, де ви малювали формулу.

### Тренувальні вправи

1. Розмістіть зображені сполуки в порядку від найгідрофобнішої до найгідрофільнішої, враховуючи ваші знання про хімічні властивості.



2. Розрахуйте  $\log P$ , щоб перевірити ваші відповіді:

| Молекула | $\log P$ |
|----------|----------|
| 1        |          |
| 2        |          |
| 3        |          |

3. Зобразіть молекулу більше гідрофобну, ніж найгідрофобніша молекула. Перевірте вашу роботу, використовуючи  $\log P$ .

$\log P$  \_\_\_\_\_

4. Зобразіть молекулу більше гідрофільну, ніж найгідрофільніша молекула. Перевірте вашу роботу, використовуючи  $\log P$ .

$\log P$  \_\_\_\_\_

5. Зобразіть молекулу, проміжну за гідрофільністю між створеними вами молекулами. Перевірте вашу роботу, використовуючи  $\log P$ .

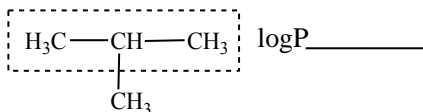
$\log P$  \_\_\_\_\_

### Завдання для самотійного опрацювання

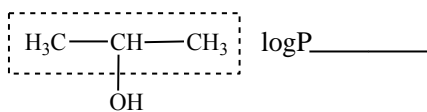
**1. Запам'ятайте, що різні групи мають різний ступінь гідрофобності та гідрофільності.**

Розрахуйте показники  $\log P$  для зображених сполук. Порівняйте, чи однаковими будуть показники  $\log P$  для зображених сполук? Зазначте, які із зображених молекул матимуть високі значення  $\log P$ , а які – низькі.

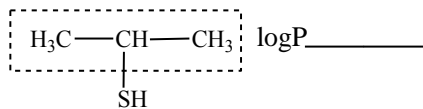
1



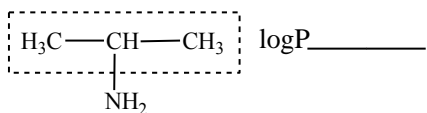
2



3



4



Змініть радикал молекули за власним бажанням. Зобразіть формули створених вами сполук та розрахуйте показник  $\log P$  для них.

| Сполука | logP  | сполука | logP  |
|---------|-------|---------|-------|
|         | _____ |         | _____ |
|         | _____ |         | _____ |

**2. Запам'ятайте, що іонізація функціональної групи підвищує гідрофільність молекули.**

Зобразіть формули створених вами неіонізованих молекул та розрахуйте їх logP. Зобразіть функціональні групи створених вами сполук в іонізованому вигляді. У скільки разів змінюється гідрофільність сполук (на основі показника logP) з іонізованими групами порівняно з їх неіонізованими аналогами?

| Неіонізована сполука | logP  | Іонізована сполука | logP  | різниця |
|----------------------|-------|--------------------|-------|---------|
|                      | _____ |                    | _____ |         |
|                      | _____ |                    | _____ |         |
|                      | _____ |                    | _____ |         |

**3. Запам'ятайте, що внесок полярної та/або іонізованої групи у гідрофільність молекули нееквівалентний внеску неполярної групи у гідрофобність.**

3.1. Поява гідроксильних груп (-ОН) у структурі молекули робить її гідрофільнішою; поява метильних груп (-СН<sub>3</sub>) робить молекулу гідрофобнішою. Скільки метильних (або інших гідрофобних) груп необхідно додати до структури молекули, щоб врівноважити ефект гідроксильних (або інших гідрофільних) груп? Врахуйте, що це залежить від багатьох факторів та не буде однаковим для всіх молекул.

Розпочніть з будь-якої молекули на ваш вибір. Зобразіть її графічно та визначте logP: \_\_\_\_\_

Додайте гідрофільну групу до структури молекули. Зобразіть графічно та визначте її logP: \_\_\_\_\_

Додавайте гідрофобні групи до структури молекули доти, доки величина її logP не досягне приблизно однакових значень вашої початкової молекули. Зобразіть отриману сполуку графічно.

Необхідно \_\_\_\_\_ додаткових груп

logP: \_\_\_\_\_

3.2. Поява заряджених груп (-O<sup>-</sup> чи -NH<sub>3</sub><sup>+</sup>) у структурі молекули робить її гідрофільнішою; поява метильних груп (-СН<sub>3</sub>) робить молекулу гідрофобнішою. Скільки метильних

(або інших гідрофобних) груп необхідно додати до структури молекули, щоб врівноважити ефект заряджених груп? Врахуйте, що це залежить від багатьох факторів та не буде однаковим для всіх молекул.

Розпочніть з будь-якої молекули на ваш вибір. Зобразіть графічно та визначте її  $\log P$ : \_\_\_\_\_

Додайте заряджену групу до структури молекули. Зобразіть графічно та визначте її  $\log P$ : \_\_\_\_\_

Додавайте гідрофобні групи до структури молекули доти, доки величина її  $\log P$  не досягне приблизно однакових значень вашої початкової молекули. Зобразіть графічно.

Необхідно \_\_\_\_\_ додаткових груп

$\log P$ : \_\_\_\_\_

**4. Запам'ятайте, що полярні групи можуть взаємодіяти між собою та формувати водневі зв'язки.**

Вкажіть пари молекул, між якими можуть виникати водневі зв'язки. Зобразіть формули цих молекул та вкажіть можливі місця утворення водневих зв'язків.

**5. Запам'ятайте, що іонізовані групи можуть взаємодіяти між собою та іонами металів і утворювати іонні зв'язки.**

Створіть пари молекул, між якими можуть виникати іонні зв'язки. Зобразіть формули цих молекул та вкажіть можливі місця утворення іонних зв'язків.

**6. Запам'ятайте, що гідрофобні групи можуть взаємодіяти між собою та формувати гідрофобні взаємодії.**

При просторовому зближенні гідрофобних груп між ними виникають гідрофобні взаємодії.

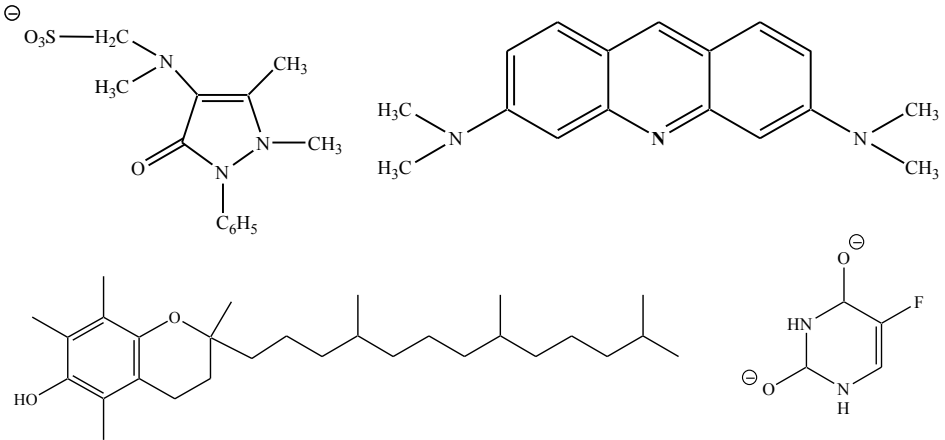
Створіть пари молекул, між якими можуть виникати гідрофобні взаємодії. Зобразіть ці формули та вкажіть можливі місця утворення гідрофобних взаємодій.



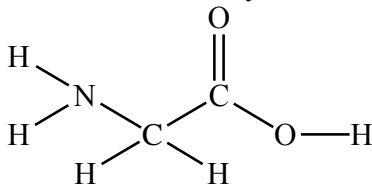
### Контрольні завдання

1. Для кожної нижчевказаної молекули теоретично визначте, яка частина – гідрофобна (ГБ), а яка – гідрофільна (ГЛ).

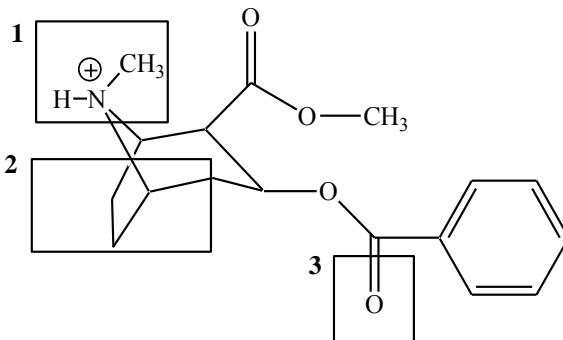
Передбачте, які з цих сполук розчинні у воді, а які – ні.



2. Зобразіть кілька молекул води, які утворюватимуть водневі зв'язки з відповідними атомами молекули гліцину:



3. На малюнку зображена молекула кокаїну. Для кожної з виділених ділянок вкажіть, які типи нековалентних зв'язків та взаємодій можуть утворюватися між цими частинами молекули кокаїну та іншими молекулами.



Заповніть таблицю, вказавши «так», якщо цей тип зв'язку можливий, та «ні», якщо цей тип зв'язку неможливий.

| Частина молекули | Чи може ця частина молекули утворювати водневі зв'язки з іншою молекулою | Чи може ця частина молекули утворювати іонні зв'язки з іншою молекулою | Чи здатна ця частина молекули до гідрофобних взаємодій з іншою молекулою |
|------------------|--|--|--|
| <b>1</b>         |  |  |  |
| <b>2</b>         |  |  |  |
| <b>3</b>         |  |  |  |

**Висновки:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (підпис викладача)

## ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

### 1. Продовжіть речення. Функціональна група – це...

- а) структурний фрагмент молекули, який зумовлює її належність до певного класу біоорганічних сполук
- б) специфічні групи атомів всередині молекул, які відповідають за властивості цих молекул у хімічних реакціях
- в) специфічні групи атомів, які з'єднуються між собою лише подвійними зв'язками
- г) неспецифічні групи атомів, які з'єднуються між собою залежно від розміру молекули

### 2. Чи може одна і та ж функціональна група ідентично реагувати у хімічних реакціях незалежно від розміру молекули, частиною якої є ця функціональна група?

- а) так
- б) ні

### 3. Чи впливають на хімічну активність певної функціональної групи розташовані поруч інші функціональні групи?

- а) так
- б) ні

### 4. Хімічні властивості біоорганічних сполук визначаються...

- а) природою хімічних зв'язків
- б) природою атомів, які їх утворюють
- в) взаємним впливом атомів у молекулі
- г) кількістю атомів Карбону
- в) кількістю атомів Нітрогену

### 5. До біоорганічних сполук із функціональною гідроксильною групою належать...

- а) метанол
- б) діетиловий ефір
- в) ацетил-КоА
- г) пролін
- д) фенол
- е) ацетон

**6. До біоорганічних сполук із функціональною алкоксильною групою належать...**

- а) метанол
- б) діетиловий ефір
- в) ацетил-КоА
- г) кофермент А
- д) фенол
- е) таурин

**7. До біоорганічних сполук із функціональною тіольною групою належать...**

- а) серотонін
- б) глюкозо-6-фосфат
- в) ацетил-КоА
- г) кофермент А
- д) глутатіон
- е) таурин

**8. До біоорганічних сполук із функціональною алкілтіольною групою належать...**

- а) азоміцин
- б) глюкозо-6-фосфат
- в) ацетил-КоА
- г) кофермент А
- д) ацетальдегід
- е) таурин

**9. До біоорганічних сполук із функціональною сульфопоною групою належать...**

- а) пальмітинова кислота
- б) глюкозо-6-фосфат
- в) ацетил-КоА
- г) нітрогліцерол
- д) ацетальдегід
- е) таурин

**10. До біоорганічних сполук із функціональною амінною групою належать...**

- а) серотонін
- б) глюкозо-6-фосфат

- в) ацетил-КоА
- г) норадреналін
- д) глутатіон
- е) таурин

**11. До біоорганічних сполук із функціональною імінною групою належать...**

- а) метанол
- б) діетиловий ефір
- в) ацетил-КоА
- г) пролін
- д) фенол
- е) ацетон

**12. Нітрогрупа входить до складу...**

- а) ацетальдегіду
- б) пальмітинової кислоти
- в) азоміцину
- г) проліну
- д) фенолу
- е) ацетону

**13. Альдегідну групу містять...**

- а) ацетальдегід
- б) ванілін
- в) азоміцин
- г) пролін
- д) фенол
- е) ацетон

**14. Кетогрупу містить...**

- а) пальмітинова кислота
- б) глюкозо-6-фосфат
- в) ацетил-КоА
- г) нітрогліцерол
- д) ацетальдегід
- е) ацетон

**15. У складі яких біоорганічних сполук міститься функціональна карбоксильна група?**

- а) пальмітинова кислота

- б) глюкозо-6-фосфат
- в) ацетил-КоА
- г) олеїнова кислота
- д) ацетальдегід
- е) бурштинова кислота

**16. У складі яких біоорганічних сполук міститься функціональна карбоксамідна група?**

- а) пальмітинова кислота
- б) глютамін
- в) ацетил-КоА
- г) олеїнова кислота
- д) аспарагін
- е) бурштинова кислота

**17. У складі якої біоорганічної сполуки міститься функціональна алкоксикарбонільна група?**

- а) ацетон
- б) нітрогліцерол
- в) глюкозо-6-фосфат
- г) олеїнова кислота
- д) аспарагін
- е) бурштинова кислота

**18. Функціональну фосфатну групу містять...**

- а) ацетон
- б) нітрогліцерол
- в) глюкозо-6-фосфат
- г) олеїнова кислота
- д) фруктозо-6-фосфат
- е) гліцеральдегід-3-фосфат

**19. Біоорганічні сполуки, які містять функціональну –ОН-групу, називаються ...**

- а) спиртами
- б) тіоефірами
- в) фенолами
- г) сульфокислотами
- д) альдегідами
- е) нітросполуками

**20. Біоорганічні сполуки, які містять функціональну алкоксильну групу, називаються ...**

- а) спиртами
- б) тіоефірами
- в) фенолами
- г) етерами
- д) альдегідами
- е) естерами
- є) кетокислотами

**21. Біоорганічні сполуки, які містять функціональну тіольну групу, називаються ...**

- а) спиртами
- б) меркаптанами
- в) фенолами
- г) етерами
- д) тіолами
- е) естерами

**22. Біоорганічні сполуки, які містять функціональну алкілтіольну групу, називаються ...**

- а) спиртами
- б) тіоефірами
- в) фенолами
- г) етерами
- д) тіолами
- е) амінами

**23. Біоорганічні сполуки, які містять функціональну сульфонову групу, називаються ...**

- а) спиртами
- б) тіоефірами
- в) фенолами
- г) сульфофосфатами
- д) тіолами
- е) амінами

**24. Біоорганічні сполуки, які містять функціональну амінну групу, називаються ...**

- а) спиртами

- б) тіоефірами
- в) фенолами
- г) сульфокислотами
- д) тіолами
- е) амінами

**25. Біоорганічні сполуки, які містять функціональну нітрогрупу, називаються ...**

- а) амінами
- б) нітросполуками
- в) фенолами
- г) сульфокислотами
- д) тіолами
- е) альдегідами

**26. Біоорганічні сполуки, які містять функціональну оксогрупу, називаються ...**

- а) амінами
- б) нітросполуками
- в) кетонами
- г) сульфокислотами
- д) тіолами
- е) амідами

**27. Біоорганічні сполуки, які містять функціональну карбоксильну групу, називаються ...**

- а) фосфатами
- б) нітросполуками
- в) карбоновими кислотами
- г) спиртами
- д) тіолами
- е) амідами

**28. Біоорганічні сполуки, які містять функціональну карбоксамідну групу, називаються ...**

- а) фосфатами
- б) нітросполуками
- в) карбоновими кислотами
- г) спиртами
- д) тіолами



е) амідами

**29. Біоорганічні сполуки, які містять функціональну алкоксикарбонільну групу, називаються ...**

а) спиртами

б) меркаптанами

в) фенолами

г) етерами

д) тіолами

е) естерами

**30. Біоорганічні сполуки, які містять функціональну фосфатну групу, називаються ...**

а) фосфатами

б) нітросполуками

в) карбоновими кислотами

г) спиртами

д) тіолами

е) амідами

**31. Як називаються сполуки, які містять лише одну функціональну групу?**

а) монофункціональними

б) поліфункціональними

**32. Як називаються сполуки, які містять кілька функціональних груп?**

а) монофункціональними

б) поліфункціональними

**33. До поліфункціональних біоорганічних сполук належать...**

а) аміноспирти

б) амінокислоти

в) феноли

г) гідроксикислоти

д) оксикислоти

е) тіоли

є) етери

**34. До монофункціональних біоорганічних сполук належать...**

- а) аміноспирти
- б) амінокислоти
- в) феноли
- г) гідроксикислоти
- д) оксикислоти
- е) тіоли
- є) аміни
- ж) нітросполуки

**35. Хімічний зв'язок, в утворенні якого задіяні пари електронів, котрі належать одночасно обом атомам називається ...**

- а) ковалентним
- б) нековалентним

**36. До ковалентних зв'язків належать ...**

- а) лише внутрішньомолекулярні зв'язки у біоорганічних сполуках
- б) лише міжмолекулярні зв'язки
- в) внутрішньомолекулярні зв'язки у біоорганічних сполуках та окремі міжмолекулярні зв'язки

**37. До міжмолекулярних ковалентних зв'язків належать**

...

- а) пептидний
- б) іонний
- в) дисульфідний
- г) глікозидний
- д) водневий
- е) складноефірний

**38. До міжмолекулярних нековалентних зв'язків належать...**

- а) пептидний
- б) іонний
- в) дисульфідний
- г) глікозидний
- д) водневий
- е) складноефірний
- є) гідрофобні взаємодії

**39. Пептидний зв'язок виникає між ...**

а) карбоксильною групою однієї амінокислоти та амінною групою іншої

б) –SH групами цистеїну

в) напівацетальним (глікозидним) гідроксилом одного моносахариду та гідроксильною групою іншого

г) між карбоксильною групою однієї сполуки та гідроксильною іншої

**40. Дисульфідний зв'язок виникає між ...**

а) карбоксильною групою однієї амінокислоти та амінною групою іншої

б) –SH групами цистеїну

в) напівацетальним (глікозидним) гідроксилом одного моносахариду та гідроксильною групою іншого

г) між карбоксильною групою однієї сполуки та гідроксильною іншої

**41. Глікозидний зв'язок виникає між ...**

а) карбоксильною групою однієї амінокислоти та амінною групою іншої

б) –SH групами цистеїну

в) напівацетальним (глікозидним) гідроксилом одного моносахариду та гідроксильною групою іншого

г) між карбоксильною групою однієї сполуки та гідроксильною іншої

**42. Складноефірний зв'язок виникає між ...**

а) карбоксильною групою однієї амінокислоти та амінною групою іншої

б) –SH групами цистеїну

в) напівацетальним (глікозидним) гідроксилом одного моносахариду та гідроксильною групою іншого

г) між карбоксильною групою однієї сполуки та гідроксильною іншої

**43. Зв'язки, які визначають просторову структуру макромолекул і короткочасну взаємодію біомолекул між собою, називають...**

а) ковалентними

б) нековалентними

**44. Іонний зв'язок виникає між ...**

а) протилежно зарядженими функціональними групами

б) позитивно зарядженими функціональними групами

в) негативно зарядженими функціональними групами

**45. Водневий зв'язок виникає між ...**

а) атомами гідрогену й іншим електронегативним атомом

б) протилежно зарядженими функціональними групами

в) кількома неполярними групами та угрупованнями

**46. Водневий зв'язок може бути ...**

а) лише внутрішньомолекулярним

б) лише міжмолекулярним

в) внутрішньомолекулярним або міжмолекулярним

**47. Гідрофобні взаємодії – це...**

а) нековалентні взаємодії, які виникають між кількома неполярними групами та угрупованнями

б) зв'язок, виниклий між протилежно зарядженими функціональними групами

в) зв'язок між напівацетальним (глікозидним) гідроксилем одного моносахариду та гідроксильною групою іншого

**48. Здатність біоорганічних сполук проявляти гідрофобні (неполярні) чи гідрофільні (полярні) властивості напряму залежить ...**

а) від якісного та кількісного співвідношення функціональних груп у структурі молекул

б) лише від якісного співвідношення функціональних груп у структурі молекул

в) лише від кількісного співвідношення функціональних груп у структурі молекул

**49. Використання якої комп'ютерної програми дає змогу кількісно визначити міру гідрофобності/гідрофільності сполуки, аналізуючи елементи її структури?**

а) Java Molecular Editor

б) PASS Inet

в) MathCast

**50. Міра гідрофобності кожної молекули виражається як**

**логарифм її розчинності у двох фазах...**

- а) октанол:вода
- б) бутанол:вода
- в) фенол:вода
- г) пролін:вода

**51. Гідрофобні угруповання, які є основною частиною молекули ...**

- а) розташовуються в октанольній фазі
- б) мають позитивні значення  $\log P$
- в) розташовуються у водній фазі
- г) мають негативні значення  $\log P$

**52. Гідрофільні угруповання молекули ...**

- а) розміщуються в октанольній фазі
- б) мають позитивні значення  $\log P$
- в) розташовуються у водній фазі
- г) мають негативні значення  $\log P$

**53. Чи мають різні групи різний ступінь гідрофобності та гідрофільності?**

- а) так
- б) ні

**54. Як впливає іонізація функціональної групи на гідрофільність молекули?**

- а) підвищує
- б) знижує
- в) не змінює

**55. Чи можна вважати внесок полярної та/або іонізованої групи у гідрофільність молекули еквівалентним внеску неполярної групи у гідрофобність?**

- а) так
- б) ні

**56. Поява гідроксильних груп (-ОН) у структурі молекули робить її ...**

- а) гідрофільнішою
- б) гідрофобнішою

**57. Поява метильних груп робить молекулу ...**

- а) гідрофільнішою

б) гідрофобнішою

**58. Поява заряджених груп у структурі молекули робить її ще ...**

а) гідрофільнішою

б) гідрофобнішою

**59. Полярні групи можуть взаємодіяти між собою з формуванням ...**

а) водневих зв'язків

б) гідрофобних взаємодій

в) глікозидних зв'язків

**60. Іонізовані групи можуть взаємодіяти між собою та іонами металів з утворенням ...**

а) водневих зв'язків

б) гідрофобних взаємодій

в) глікозидних зв'язків

г) іонних зв'язків

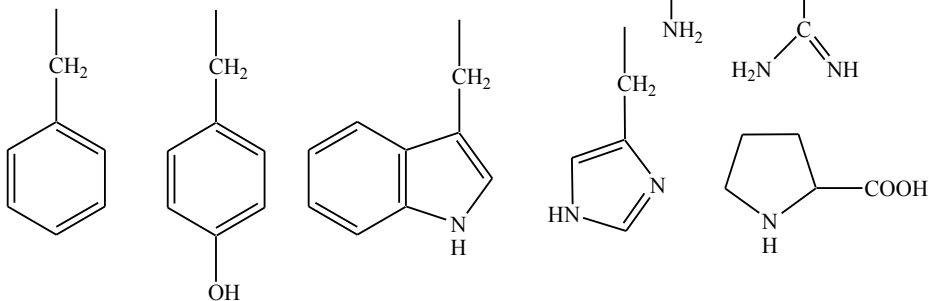
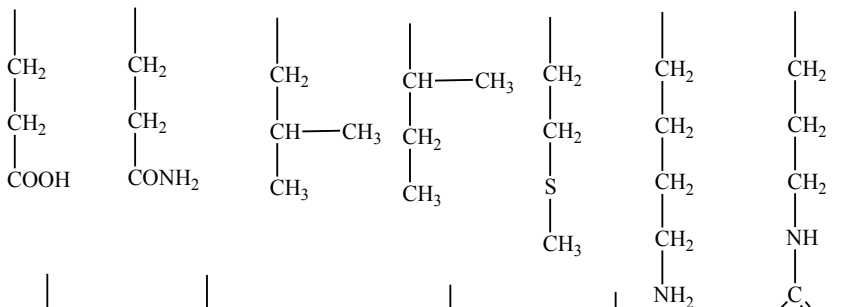
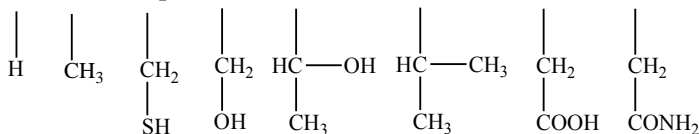
## Лабораторна робота 2

### ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ АМІНОКИСЛОТ

#### Завдання для самопідготовки

1. Зобразіть загальну формулу амінокислот та вкажіть на спільні та відмінні функціональні угруповання у структурі різних амінокислот:

2. Наведіть назви та буквене позначення амінокислот, радикали яких зображені нижче.



3. Заповніть таблицю, вказавши назви амінокислот, які належать до відповідних груп:

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| неполярні<br>аліфатичні        |  |
| полярні незаряджені            |  |
| ароматичні                     |  |
| полярні позитивно<br>заряджені |  |
| полярні негативно<br>заряджені |  |

### ***Практична частина***

Фізико-хімічні властивості амінокислот визначаються наявністю у їх складі амінної та карбоксильної груп, а також природою радикала.

### ***Якісні реакції на $\alpha$ -аміну групу***

***Завдання 1. Нінгідринова реакція – загальна якісна реакція на всі  $\alpha$ -амінокислоти***

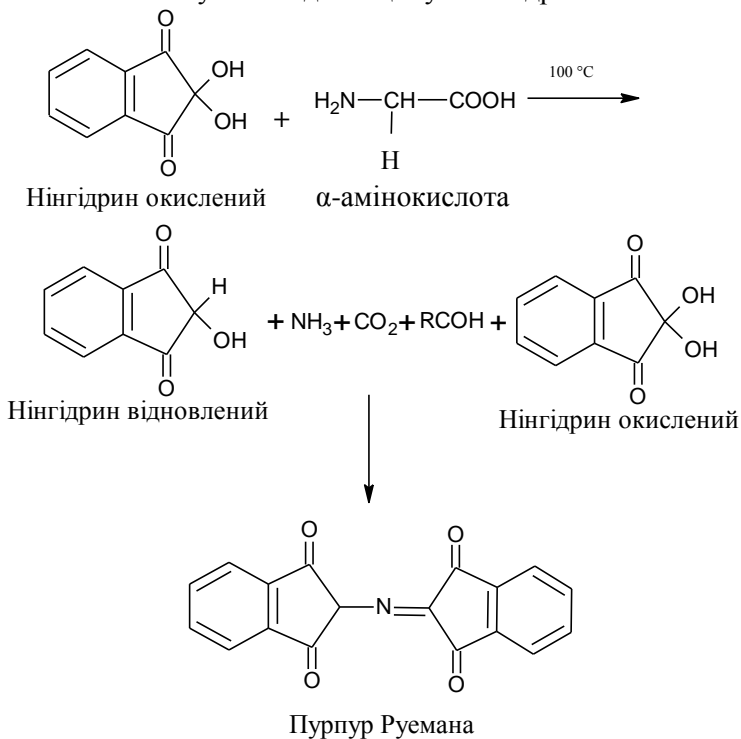
Реакція зумовлена наявністю в амінокислотах аміногруп в  $\alpha$ -положенні. Принцип реакції полягає в тому, що  $\alpha$ -амінокислоти під час нагрівання з розчином нінгідрину зазнають окислювального дезамінування, декарбоксілювання з



утворенням аміаку, альдегиду та двоокису карбону. Нінгідрин при цьому відновлюється. Останній конденсується з аміаком і молекулою окисленого нінгідрину, утворюючи сполуку синьо-фіолетового кольору (комплекс Руемана).

Нінгідринову реакцію використовують для якісного та кількісного виявлення амінокислот під час хроматографічного аналізу.

Розгляньте схему взаємодії гліцину з нінгідрином.



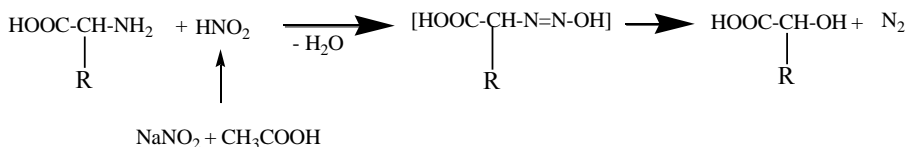
1.1. У пробірку помістіть 4 краплі 1 %-го розчину гліцину та 2 краплі 0,1 %-го розчину нінгідрину. Вміст пробірки обережно нагрійте до появи синьо-фіолетового забарвлення.

Занотуйте спостереження та пояснення.



утворенням гідроксикислот. Ця реакція (реакція Ван-Слайка) використовується для кількісного визначення аміногруп.

Розгляньте схему взаємодії амінокислоти з  $\text{HNO}_2$ .



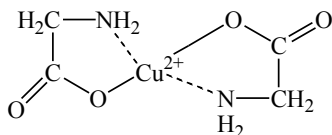
3.1. У пробірку помістіть 5 крапель 1 %-го розчину гліцину та рівний об'єм 5 %-го розчину нітриту натрію. Додайте 2 краплі концентрованої оцтової кислоти та обережно збовтайте суміш. Спостерігається виділення газу. Занотуйте спостереження та пояснення.

| <i>Досліджувана сполука</i> | <i>Спостереження</i> | <i>Пояснення</i> |
|-----------------------------|----------------------|------------------|
|                             |                      |                  |

### ***Якісні реакції на $\alpha$ -амінну та карбоксильну групи***

***Завдання 1. Реакція комплексоутворення амінокислот з іонами металів завдяки наявності амінної та карбоксильної груп***

1.1. У пробірку помістіть 5 крапель 1 %-го розчину гліцину. Додайте на кінчику шпателя сухого карбонату міді та нагрійте суміш. Розчин зафарбовується в синій колір унаслідок утворення комплексної мідної солі гліцину.



Занотуйте спостереження та пояснення.

| <i>Досліджувана сполука</i> | <i>Спостереження</i> | <i>Пояснення</i> |
|-----------------------------|----------------------|------------------|
|                             |                      |                  |

### ***Завдання 2. Амфотерні властивості амінокислот***

2.1. У першу пробірку помістіть 5 крапель 1 %-го розчину  $\alpha$ -аланіну та додайте по краплинах 0,1 %-й розчин хлоридної кислоти, підфарбований індикатором конго в синій колір, до появи рожево-червоного забарвлення.

2.2. У другу пробірку помістіть 5 крапель 1 %-го розчину  $\alpha$ -аланіну та по краплинах додайте 0,1 %-й розчин гідроксиду натрію, підфарбований фенолфталеїном, до зміни забарвлення. Занотуйте спостереження та пояснення.

| <i>Досліджувана сполука</i> | <i>Спостереження</i> | <i>Пояснення</i> |
|-----------------------------|----------------------|------------------|
|                             |                      |                  |
|                             |                      |                  |

### ***Специфічні якісні реакції на радикали амінокислоти***

#### ***Завдання 1. Якісна реакція на ароматичні амінокислоти (ксантопротеїнова реакція)***

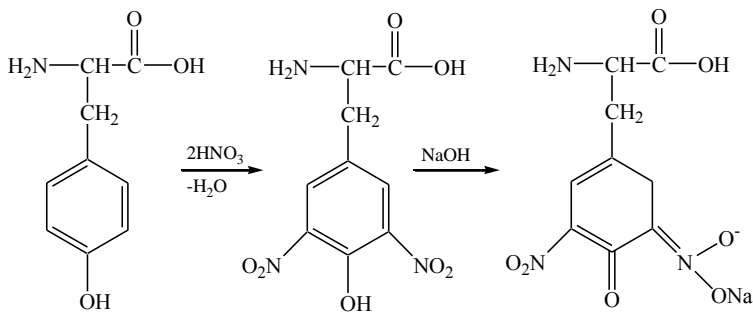
Ксантопротеїнова реакція – це якісна реакція на ароматичні амінокислоти – *фенілаланін, тирозин і триптофан*.

Ксантопротеїнова реакція – це якісна реакція на ароматичні амінокислоти – *фенілаланін, тирозин і триптофан*. Розчини білків, які містять ароматичні амінокислоти, під час нагрівання з

концентрованою нітратною кислотою забарвлюються у жовтий колір, який у лужному середовищі змінюється на помаранчевий.

Реакція зумовлена нітруванням бензольного кільця циклічних амінокислот з утворенням нітросполук жовтого кольору, а в лужному середовищі – солей хіноїдної природи, забарвлених у помаранчевий колір.

Наприклад, в реакції з тирозином утворюється динітротирозин; додавання розчину NaOH призводить до утворення натрієвої солі хіноїдної структури динітротирозину.



*тирозин динітротирозин натрієва сіль динітротирозину*

1.1. У пробірку помістіть 5 крапель 1 %-го розчину тирозину і додайте 3 краплі концентрованої нітратної кислоти. Суміш нагрійте до появи жовтого забарвлення.

1.2. Охолодіть пробірку і додайте по краплинах 30 %-й розчин NaOH до появи помаранчевого забарвлення.

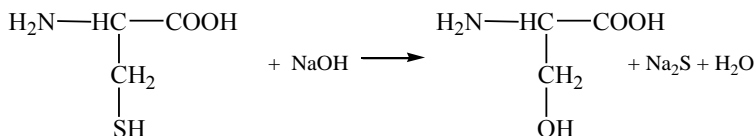
Занотуйте спостереження та пояснення.

| <i>Досліджувана сполука</i> | <i>Спостереження</i> | <i>Пояснення</i> |
|-----------------------------|----------------------|------------------|
|                             |                      |                  |

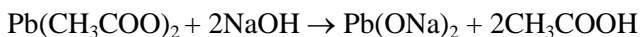
### **Завдання 2. Якісна реакція на цистеїн (реакція Фоля)**

Реакція Фоля виявляє в протеїнах цистеїн і цистин (сульфуровмісні амінокислоти), які містять слабкозв'язаний Сульфур, але не виявляє метіонін, у якому Сульфур зв'язаний ковалентно.

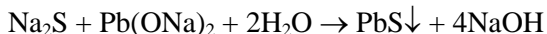
Реакція базується на тому, що під час кип'ятіння білка з основами, останні руйнують цистеїн, відщеплюючи сульфур у вигляді дигідрогену сульфїду ( $H_2S$ ), який у лужному середовищі утворює сульфїд натрію ( $Na_2S$ ):



Для виявлення сульфїду натрію використовується ацетат плумбуму ( $Pb(CH_3COO)_2$ ), який, взаємодіючи з гідроксидом натрію ( $NaOH$ ), перетворюється на плумбіт ( $Pb(ONa)_2$ ):



У результаті взаємодії іонів сульфору і плумбуму утворюється сульфїд плумбуму ( $PbS$ ) чорного або бурого (залежно від вмісту цистеїну) кольору:



2.1. У пробірку помістіть 5 крапель 1 %-го розчину цистеїну. Додайте 2 краплі 10 %-го розчину гідроксиду натрію.

2.2. Нагрійте вміст пробірки до кипіння, після чого додайте 2 краплі ацетату свинцю.

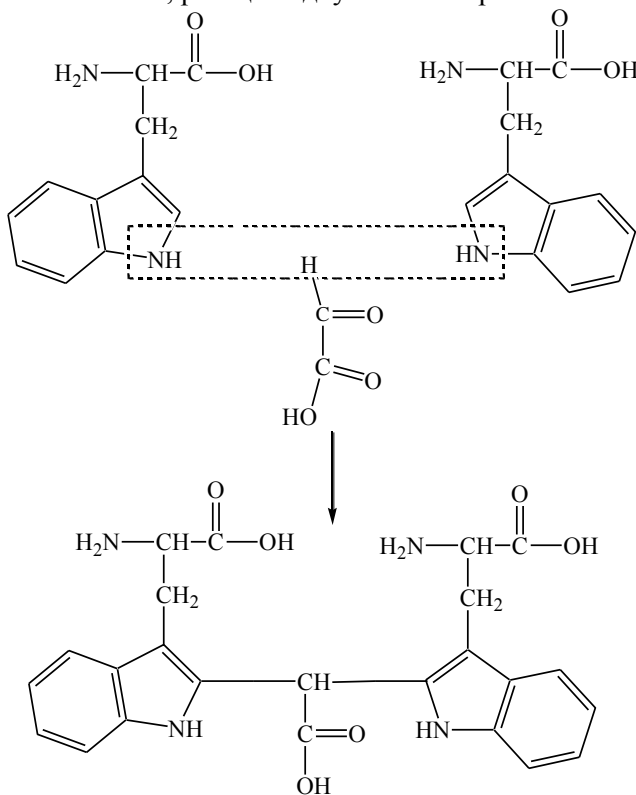
2.3. Спостерігайте випадання осаду меркаптіду плумбуму сіро-чорного кольору. Занотуйте спостереження та пояснення.

| <i>Досліджувана сполука</i> | <i>Спостереження</i> | <i>Пояснення</i> |
|-----------------------------|----------------------|------------------|
|                             |                      |                  |

### Завдання 3. Якісна реакція на триптофан (реакція Адамкевича)

Реакція Адамкевича зумовлена наявністю в молекулі білка амінокислоти *триптофану*, яка реагує з ацетатом і утворює забарвлені сполуки. Інтенсивність забарвлення залежить від кількості триптофану в білках.

Триптофан у кислому середовищі вступає в реакцію з альдегідами та альдегідокислотами, утворюючи при цьому забарвлені в червоно-фіолетовий колір продукти конденсації. Реакція відбувається внаслідок взаємодії індольного кільця триптофану з альдегідом. Наприклад, з гліоксиловою кислотою (альдегідокислота), яка є домішкою концентрованої льодяної оцтової кислоти, реакція відбувається за рівнянням:



При додаванні до розчину триптофану незначної кількості ацетату й наявності концентрованої сульфатної кислоти на межі рідин утворюється червоно-фіолетове кільце.

3.1. У пробірку помістіть 5 крапель 1 %-го розчину триптофану. Додайте 5 крапель концентрованої  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

3.2. Вміст пробірки підігрійте на водяній бані, потім охолодіть її по стінці обережно долийте 5 крапель концентрованої  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

3.3. Пробірки помістіть в киплячу водяну баню на 10 хв. Занотуйте спостереження та пояснення.

| <i>Досліджувана сполука</i> | <i>Спостереження</i> | <i>Пояснення</i> |
|-----------------------------|----------------------|------------------|
|                             |                      |                  |

### ***Якісна реакція на пептиди та білки***

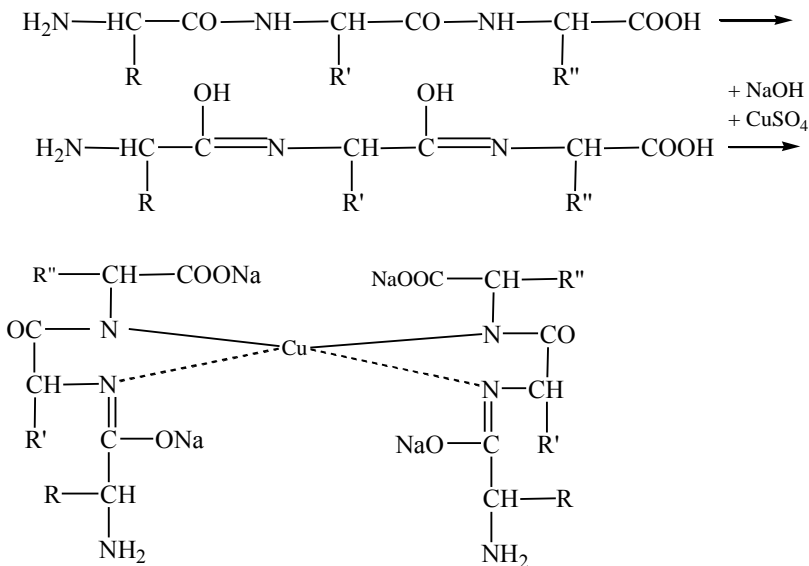
#### ***Завдання 1. Біуретова реакція (Піотровського)***

Пептидний зв'язок – основа первинної структури протеїнів за хімічною природою – це *ковалентний полярний зв'язок*.

У лужному середовищі купрум сульфат із білками та пептидами утворює комплексні солі міді червоно-фіолетового або синьо-фіолетового забарвлення. Реакція відбувається за наявності не менш ніж двох пептидних зв'язків. Колір комплексу залежить від довжини пептидного ланцюга. Синьо-фіолетове забарвлення утворюють розчини білків, а продукти їх неповного гідролізу – рожеве забарвлення.

При наявності у розчині пептидів (щонайменше трипептидів) та білків іони  $\text{Cu}^{2+}$  утворюють хелатний комплекс фіолетового кольору: координація та зв'язування відбуваються за аміногрупами пептидних зв'язків:





*біуретовий комплекс*

- 1.1. У пробірку налейте 0,5 мл 1 %-го розчину яєчного білка.
- 1.2. Додайте 1 мл 1 %-го розчину NaOH і по 3 краплі 1 % розчину CuSO<sub>4</sub>.

Занотуйте спостереження та пояснення.

| <i>Досліджувана сполука</i> | <i>Спостереження</i> | <i>Пояснення</i> |
|-----------------------------|----------------------|------------------|
|                             |                      |                  |

**Висновки:** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



## ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

**1. Продовжіть речення. До особливостей протеїногенних амінокислот належать...**

а) наявність карбоксильної та амінної груп біля альфа-карбону

б) наявність карбоксильної та амінної груп біля бета-карбону

в) ідентичність радикалів

г) різноманітність радикалів

д) L-конфігурація

D-конфігурація

**2. Протеїногенні амінокислоти належать до...**

а) L-ряду

б) D-ряду

**3. Символи L і D визначають...**

а) абсолютну конфігурацію амінокислот

б) напрям обертання площини поляризації світла

**4. Скільки стереоізомерів має треонін?**

а) 1

б) 2

в) 4

г) 8

**5. Які із нижчезазначених амінокислот у розчині мають кислу реакцію?**

а) аланін

б) валін

в) глутамат

г) лейцин

д) аспартат

**6. Які амінокислоти в розчині мають лужну реакцію?**

а) лейцин

б) треонін

в) гістидин

г) лізин

д) метіонін

е) аргінін

**7. Які з наведених амінокислот ароматичні?**

- а) фенілаланін
- б) аланін
- в) триптофан
- г) тирозин
- д) метіонін

**8. Які амінокислоти належать до гідроксилонісних?**

- а) аланін
- б) тирозин
- в) треонін
- г) метіонін
- д) серин

**9. Доберіть до кожної амінокислоти (Тре, Асп, Цис, Лей, Арг, Сер) відповідний радикал:**

- а) гідрофільний позитивно заряджений
- б) гідрофільний негативно заряджений
- в) гідрофільний незаряджений
- г) гідрофобний

**10. Які амінокислоти належать до сульфуронісних?**

- а) гліцин
- б) метіонін
- в) аланін
- г) цистеїн
- д) лейцин
- е) цистин

**11. Які амінокислоти мають незаряджені полярні радикали?**

- а) глутамат
- б) серин
- в) треонін
- г) гліцин
- д) аспарагін
- е) глутамін
- ж) цистеїн

**12. Які амінокислоти мають неполярні радикали?**

- а) аланін

- б) лізин
- в) лейцин
- г) ізолейцин
- д) серин
- е) валін
- ж) пролін

**13. Які амінокислоти мають негативно заряджені R-групи?**

- а) гліцин
- б) аспартат
- в) глютамін
- г) глютамат
- д) аргінін

**14. Які амінокислоти мають позитивно заряджені R-групи?**

- а) валін
- б) лізин
- в) метіонін
- г) аргінін
- д) гліцин
- е) гістидин

**15. Які з амінокислот гідрофобні?**

- а) лейцин
- б) триптофан
- в) пролін
- г) треонін
- д) тирозин

**16. Оптичної активності не має ...**

- а) лейцин
- б) аланін
- в) гліцин
- г) цистеїн
- д) аргінін

**17. До кожної із нижчезазначених амінокислот доберіть функціональні групи, наявні у її радикалі:**

- а) *Arg*, б) *Cys*, в) *Asp*, г) *Tyr*

- 1) карбоксильна група
- 2) гідроксильна група
- 3) гуанідинова група
- 4) тіольна група

**18. До кожної із нижчезазначених амінокислот доберіть функціональні групи, наявні у її радикалі:**

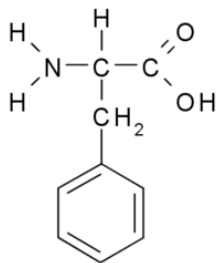
*а) Ліз, б) Цис, в) Глу, г) Тре*

- 1) карбоксильна група
- 2) гідроксильна група
- 3) аміногрупа
- 4) тіольна група

**19. Біполярний іон моноаміномонокарбонової амінокислоти...**

- а) заряджений негативно
- б) заряджений позитивно
- г) електронейральный

**20. Дана амінокислота належить до...**



- а) гідрофобних
- б) полярних, незаряджених
- в) заряджених позитивно
- г) заряджених негативно

**21. Імінокислотою є...**

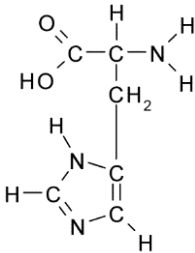
- а) серин
- б) гістидин
- в) пролін
- г) гліцин
- д) лізин

**22. Протеїногенні амінокислоти – це...**

- а)  $\alpha$ -амінопохідні карбонових кислот
- б)  $\beta$ -амінопохідні карбонових кислот

в)  $\alpha$ -амінопохідні ненасичених карбонових кислот

**23. Дайте назву амінокислоті...**



- а) тирозин
- б) треонін
- в) триптофан
- г) гістидин
- д) глютамін

**24. До складу білків не входять амінокислоти...**

- а) треонін
- б) орнітин
- в)  $\beta$ -аланін
- г) цитрулін
- д) аргінін

**25. Які з пептидів містять  $\beta$ -аланін...**

- а) глутатіон
- б) карнозин
- в) ансерин
- г) вазопресин

**26. Полярність Ser, Thr, Tyr зумовлена наявністю у радикалі групи...**

- а) гідроксильної
- б) аміної
- в) тіольної
- г) амідної

**27. Полярність Asn, Gln зумовлена наявністю у радикалі групи...**

- а) гідроксильної
- б) амідної
- в) тіольної
- г) карбоксильної

**28. Полярність Cys зумовлена наявністю групи...**

- а) гідроксильної
- б) амідної
- в) тіольної
- г) карбоксильної и

**29. Полярність Gly зумовлена наявністю:**

- а) гідроксильної групи
- б) амідної групи
- в) тіольної групи
- г) карбоксильної групи

**30. До неполярних амінокислот належать...**

- а) Gly, Ser, Thr
- б) Ala, Val, Leu
- в) His, Arg, Asp
- г) Ile, Phe, Pro

**31. До нейтральних амінокислот належать...**

- а) Gly, Ala, Val, Leu, Ile
- б) Met, Phe, Ser, Thr, Asn
- в) Asp, Glu, Cys, Tyr
- г) Lys, Arg, His

**32. До фізико-хімічних властивостей амінокислот належать...**

- а) стереоізомерія
- б) цис-/трансізомерія
- в) амфотерні властивості
- г) тільки кислотні властивості
- д) тільки основні властивості
- е) відсутність здатності поглинати світло у видимій області спектра (крім Trp, Tyr, Phe)
- е) здатність поглинати світло у видимій ділянці спектра

**33. Запис L-аланін вказує, що...**

- а) аміногрупа розміщується ліворуч від хірального центра
- б) аміногрупа розміщується праворуч від хірального центра
- в) обертання площини поляризації вліво
- г) обертання площини поляризації вправо

**34. У ізоелектричній точці...**

- а) амінна і карбоксильна групи повністю заряджені



- б) амінокислота має нейтральний заряд
- в) позначається pI
- г) позначається pK

**35. До реакцій амінної групи амінокислот належать...**

- а) утворення ефірів
- б) утворення основ Шиффа
- в) утворення галогенангідридів
- г) утворення N-ацильних похідних
- д) утворення ДНФ-похідних

**36. Реакцію утворення галогенангідридів амінокислот використовують для...**

- а) активації карбоксильної групи
- б) активації амінної групи
- в) захисту карбоксильної групи
- г) захисту амінної групи
- д) кількісного визначення аміногруп
- е) розділення амінокислот методами хроматографії

**37. Реакцію утворення N-ацильних похідних амінокислот використовують для...**

- а) активації карбоксильної групи
- б) активації амінної групи
- в) захисту карбоксильної групи
- г) захисту амінної групи
- д) кількісного визначення аміногруп
- е) розділення амінокислот методами хроматографії

**38. Реакцію утворення ефірів амінокислот використовують для...**

- а) активації карбоксильної групи
- б) активації амінної групи
- в) захисту карбоксильної групи
- г) захисту амінної групи
- д) кількісного визначення аміногруп
- е) розділення амінокислот методами хроматографії

**39. Реакцію утворення основ Шиффа амінокислот використовують для...**

- а) активації карбоксильної групи

- б) активації амінної групи
- в) захисту карбоксильної групи
- г) захисту амінної групи
- д) кількісного визначення аміногруп
- е) розділення амінокислот методами хроматографії

**40. Реакцію утворення ДНФ-похідних амінокислот використовують для...**

- а) активації карбоксильної групи
- б) активації амінної групи
- в) захисту карбоксильної групи
- г) захисту амінної групи
- д) кількісного визначення аміногруп
- е) розділення амінокислот методами хроматографії

**41. Пептид Phe-Lys-Gly-Gln-Tyr правильно назвати так...**

- а) фенілаланіл-лізіл-гліцил-глутаміл-тирозин
- б) фенілаланін-лізін-гліцин-глутамін-тирозин
- в) тирозил-глутаміл-гліцил-лізіл-фенілаланін
- г) глутаміл-гліцил-лізіл-фенілаланіл-тирозин

**42. Пептид Cys-Pe-Ala-Arg-Val правильно назвати так...**

- а) цистеїл-ізолейцил-аланіл-аргініл-валін
- б) цистеїн-ізолейцин-аланін-аргінін-валін
- в) валіл-аргініл-аланіл-ізолейцил-цистеїн
- г) валін-аргінін-аланін-ізолейцин-цистеїн

**43. До особливостей пептидів належить те, що**

- а) вони можуть містити амінокислоти D-ряду
- б) усі пептиди без винятку складаються з L-амінокислот
- в) вони можуть містити циклічні фрагменти
- г) вони можуть містити розгалужені ланцюги
- д) вони мають тільки лінійну структуру

**44. До дипептидів належать...**

- а) карнозин
- б) ансерин
- в) глутатіон
- г) граміцидин
- д) окситоцин
- е) желатин

**45. До пептидних антибіотиків належать...**

- а) граміцидин
- б) пеніцилін
- в) цефалоспорин
- г) тетрациклін

**46. Основою біологічної дії граміцидину є його здатність бути...**

- а) іонофором
- б) інгібітором синтезу клітинної стінки
- в) інгібітором синтезу ДНК
- г) блокатором транспорту глюкози

**47. До складу пеніцилінів входять амінокислоти...**

- а) D-валін
- б) D-цистеїн
- в) L-цистеїн
- г) L-валін
- д) D-аланін
- е) D-гліцин

**48. Окситоцин і вазопресин за будовою – це...**

- а) октапептиди
- б) дипептиди
- в) нонапептиди
- г) тетрапептиди

**49. До складу глутатіону входять залишки...**

- а) гліцину
- б) гістидину
- в) глютаміну
- г) глютамату
- д) серину
- е) цистеїну

**50. Чим визначаються фізико-хімічні властивості амінокислот?**

- а) наявністю амінної групи
- б) наявністю карбоксильної групи
- в) природою радикала
- г) довжиною карбонового ланцюга

д) наявністю альдегідної групи

**51. До якісних реакцій на альфа-амінну групу амінокислот належать...**

- а) нінгідринова
- б) утворення основ Шиффа
- в) Ван-Слайка
- г) біуретова
- д) Адамкевича

**52. Які типи кольорових реакцій використовують для виявлення білків та амінокислот?**

- а) загальні
- б) специфічні
- в) кількісні
- г) окисно-відновні

**53. Які типи кольорових реакцій використовують для виявлення окремих амінокислот?**

- а) загальні
- б) специфічні
- в) кількісні
- г) окисно-відновні

**54. До загальних якісних реакцій на білки належать...**

- а) ксантопротейнова
- б) Фоля
- в) біуретова
- г) нінгідринова

**55. До загальних якісних реакцій на амінокислоти належать...**

- а) ксантопротейнова
- б) Фоля
- в) біуретова
- г) нінгідринова

**56. До специфічних якісних реакцій на амінокислоти належать...**

- а) ксантопротейнова
- б) Фоля
- в) біуретова

г) нінгідрінова

д) Адамкевича

**57. За допомогою біуретової реакції можна ідентифікувати...**

а) наявність білка

б) наявність  $\alpha$ -амінокислот

в) наявність сульфуровмісних амінокислот

г) наявність ароматичних амінокислот

**58. За допомогою якої якісної реакції можна виявити  $\alpha$ -амінокислоти?**

а) ксантопротейнової

б) Фоля

в) біуретової

г) нінгідрінової

**59. Наявністю яких функціональних груп зумовлена нінгідрінова реакція в амінокислотах?**

а) аміногруп в  $\alpha$ -положенні

б) аміногруп в  $\beta$ -положенні

в) аміногруп в  $\gamma$ -положенні

**60. З якою метою на практиці використовують нінгідрінову реакцію?**

а) для якісного та кількісного виявлення амінокислот під час хроматографічного аналізу

б) для якісного та кількісного виявлення білків під час електрофорезу

в) для якісного та кількісного виявлення білків під час діалізу

**61. Проходження нінгідрінової реакції супроводжується утворенням забарвленого комплексу Руемана. Якого кольору набуватиме розчин з  $\alpha$ -амінокислотами після кип'ятіння з нінгідрином?**

а) синього

б) жовтого

в) чорного

г) зеленого

**62. Які з названих сполук утворюють забарвлені продукти реакції при взаємодії з нінгідрином?**

- а) полісахариди
- б) нуклеїнові кислоти
- в)  $\alpha$ -амінокислоти
- г) ліпіди
- д) білки

**63. При взаємодії амінних груп амінокислот з альдегідами в лабораторних умовах відбувається утворення...**

- а) комплексних солей амінокислот із металами
- б) основ Шиффа
- в) пептидів
- г) білків

**64. При взаємодії  $\alpha$ -амінокислот з нітритною кислотою у лабораторних умовах відбувається утворення...**

- а) вільного азоту
- б) гідроксикислот
- в) аміаку
- г) етерів
- д) альдегідів

**65. Реакцію Ван-Слайка у лабораторних умовах використовують для кількісного визначення...**

- а) аміногруп
- б) карбоксильних груп
- в) аліфатичних радикалів
- г) ароматичних радикалів

**66. При додаванні до розчину гліцину рівного об'єму нітриту натрію та концентрованої оцтової кислоти під час проведення реакції Ван-Слайка відбувається...**

- а) виділення газу
- б) поява синього забарвлення
- в) поява білого кільця на межі розподілу рідин

**67. Завдяки наявності амінної та карбоксильної груп амінокислоти можуть вступати в реакції з іонами металів з утворенням ...**

- а) комплексних сполук
- б) оксидів металів
- в) основ Шиффа

**68. При додаванні до розчину гліцину сухого карбонату міді з подальшим нагріванням суміші розчин забарвлюється у колір...**

- а) синій
- б) жовтий
- в) червоний
- г) зелений

**69. Утворення комплексної мідної солі гліцину відбувається внаслідок...**

- а) взаємодії іонів металів із амінокислотами завдяки наявності аміної та карбоксильної груп
- б) взаємодії іонів металів із амінокислотами завдяки наявності тіольної групи цистеїну
- в) взаємодії іонів металів із амінокислотами завдяки наявності карбоксамідної групи глутаміну та аспарагіну

**70. Амфотерні властивості амінокислот зумовлені наявністю у їх структурі...**

- а) лише аміної групи
- б) лише карбоксильної групи
- в) аміної та карбоксильної груп

**71. При додаванні до аланіну розчину хлоридної кислоти, підфарбованого індикатором конго в синій колір, спостерігається...**

- а) поява рожево-червоного забарвлення
- б) знебарвлення розчину
- в) поява синього забарвлення
- г) виділення газу

**72. При додаванні до аланіну розчину гідроксиду натрію, підфарбованого фенолфталеїном, спостерігається...**

- а) поява рожево-червоного забарвлення
- б) знебарвлення розчину
- в) поява синього забарвлення
- г) виділення газу

**73. Основні властивості амінокислот проявляються в реакціях із...**

- а) кислотами

- б) лугами
- в) альдегідами
- г) фосфатами

**74. Кислотні властивості амінокислот проявляються в реакціях із...**

- а) кислотами
- б) лугами
- в) альдегідами
- г) фосфатами

**75. За допомогою якої якісної реакції можна виявити ароматичні амінокислоти?**

- а) біуретової
- б) ксантопротеїнової
- в) нінгідринової
- г) Адамкевича
- д) Фоля

**76. Які амінокислоти можна виявити за допомогою ксантопротеїнової реакції?**

- а) тирозин, триптофан і фенілаланін
- б) цистеїн і метіонін
- в) аргінін і лізин
- г) аспартат і глутамат

**77. На чому ґрунтується ксантопротеїнова реакція?**

а) здатності амінокислот та амінокислотних залишків білків, які містять ароматичне кільце, під час нагрівання з концентрованою нітратною кислотою забарвлюватися у жовтий колір, який у лужному середовищі змінюється на помаранчевий

б) здатності амінокислот та амінокислотних залишків білків, які містять ароматичне кільце, під час нагрівання з концентрованою нітратною кислотою забарвлюватися у синій колір

в) здатності амінокислот та амінокислотних залишків білків, які містять ароматичне кільце, під час нагрівання з концентрованою нітратною кислотою забарвлюватися у чорний колір

**78. Чим зумовлена ксантопротеїнова реакція?**



а) нітруванням бензольного кільця циклічних амінокислот з утворенням нітросполук жовтого кольору

б) сульфурванням бензольного кільця циклічних амінокислот з утворенням нітросполук жовтого кольору

в) фосфорилуванням бензольного кільця циклічних амінокислот з утворенням нітросполук жовтого кольору

**79. Які амінокислоти в білках можна виявити за допомогою реакції Фоля?**

а) цистеїн та цистин

б) метіонін

в) фенілаланін, тирозин і триптофан

**80. На чому ґрунтується метод якісного виявлення сульфуровмісних амінокислот?**

а) при взаємодії іонів сульфуру, які утворюються під час кип'ятіння білка з основами, та плюмбуму утворюється сульфід плюмбуму чорного або бурого кольору

б) при взаємодії іонів сульфуру, які утворюються під час кип'ятіння білка з основами, та феруму утворюється сульфід феруму червоного кольору

в) при взаємодії іонів сульфуру, які утворюються під час кип'ятіння білка з кислотами, та купрум утворюється сульфід купрум синього кольору

**81. Реакція Адамкевича зумовлена наявністю в молекулі білка амінокислоти...**

а) триптофану

б) лізину

в) проліну

г) фенілаланіну

**82. Реакція Адамкевича ґрунтується на здатності триптофану в кислому середовищі вступає в реакцію з...**

а) альдегідами та альдегідокислотами, утворюючи при цьому забарвлені в червоно-фіолетовий колір продукти конденсації

б) кетонами та кетокислотами, утворюючи при цьому забарвлені в синій колір продукти конденсації

в) тіоефірами, утворюючи при цьому забарвлені в жовтий колір продукти конденсації

**83. Реакція Адамкевича відбувається внаслідок взаємодії...**

- а) індольного кільця триптофану з альдегідом
- б) карбоксильної групи триптофану з альдегідом
- в) аміногрупи триптофану з альдегідом

**84. При додаванні до розчину триптофану незначної кількості ацетату та наявності концентрованої сульфатної кислоти на межі рідин утворюється...**

- а) червоно-фіолетове кільце
- б) біле кільце
- в) чорне кільце

**85. Реакція Піотровського ґрунтується на здатності...**

а) пептидного зв'язку в білках і поліпептидах утворювати в лужному середовищі з іонами купруму комплексну сполуку фіолетового кольору

б) аміногрупи в білках і поліпептидах утворювати в кислому середовищі з іонами купруму комплексну сполуку фіолетового кольору

в) карбоксильної групи в білках і поліпептидах утворювати в лужному середовищі з іонами магнію комплексну сполуку фіолетового кольору

г) пептидного зв'язку в білках і поліпептидах утворювати в лужному середовищі з іонами купруму комплексну сполуку жовтого кольору

**86. Під час проведення біуретової реакції розчини білків утворюють ... забарвлення, а продукти їх неповного гідролізу – ... забарвлення**

- а) фіолетове, рожеве
- б) фіолетове, жовте
- в) синє, чорне
- г) жовте, помаранчеве

**87. Біуретова реакція позитивна з пептидами, які мають у своєму складі...**

- а) два пептидні зв'язки
- б) один пептидний зв'язок

**88. Які речовини дають позитивну біуретову реакцію?**

- а) амінокислоти
- б) дипептиди
- в) трипептиди
- г) білки

**89. Наявність білка в розчині можна виявити за допомогою кольорових реакцій. Яка реакція буде негативною при повному гідролізі білка?**

- а) нінгідринова
- б) біуретова
- в) ксантопротейнова
- г) Фоля
- д) Адамкевича

**90. У дослідних тварин, які тривалий час перебували на безбілковій дієті, розвинулася жирова дистрофія печінки внаслідок дефіциту метилювальних агентів. Назвіть амінокислоту, яка є донором метильних радикалів.**

- а) фенілаланін
- б) метіонін
- в) лізин
- г) цистеїн
- д) аргінін

**91. Оптична активність амінокислот визначається за...**

- а) наявністю в  $\alpha$ -положенні асиметричного атома карбону
- б) належністю до L- або D-ряду
- в) значенням рН розчину
- г) природою радикалів амінокислот
- д) здатністю розчинятися у воді

**92. Яким речовинам у розчині властива позитивна біуретова реакція?**

- а) глутатіон, білки
- б) окситоцин, валін
- в) дипептиди, гліцин
- г) трипептиди, аспарагін
- д) білки, цистеїн

**93. Які із зазначених сполук є амінокислотами?**

- а) серин

- б) гліцин
- в) креатин
- г) карнозин
- д) лізин
- е) ансерин
- є) гістидин
- ж) етаноламін
- з) тирозин

**94. Взаємодія з концентрованою нітратною кислотою з появою жовтого забарвлення є якісною реакцією на...**

- а) триптофан
- б) цистеїн
- в) ароматичні амінокислоти
- г) аргінін
- д) гістидин і тирозин

**95. Взаємодія з ацетатом свинцю з появою чорного забарвлення є якісною реакцією на амінокислоту...**

- а) триптофан
- б) цистеїн
- в) ароматичні та гетероциклічні амінокислоти
- г) аргінін
- д) гістидин і тирозин

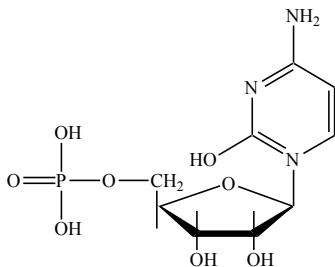
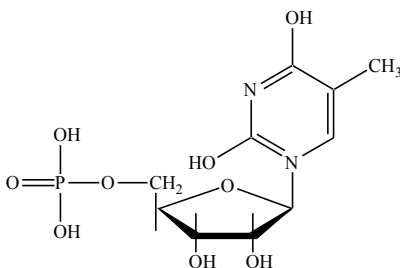
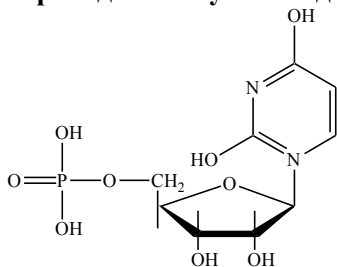
### Лабораторна робота 3

## ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПОНЕНТНОГО СКЛАДУ НУКЛЕОЗИДІВ ТА НУКЛЕОТИДІВ

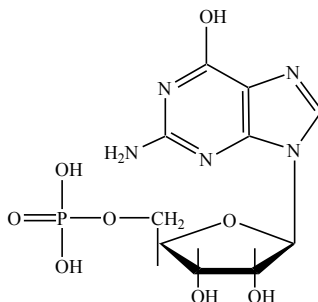
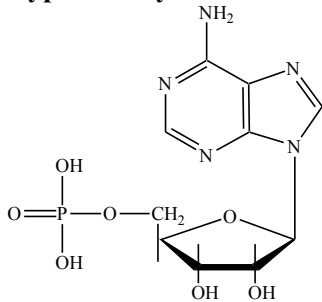
### Завдання для самопідготовки

1. Вкажіть назви наведених нуклеотидів та зазначте типи хімічних зв'язків, які поєднують компоненти нуклеотидів

#### Піримідинові нуклеотиди:



#### Пуринові нуклеотиди



2. Зобразіть графічно формули сполук відповідно до їх назви:

|                         |                            |                    |
|-------------------------|----------------------------|--------------------|
| 3'-гуанілат             | цитидин                    | аденозин-5'-фосфат |
| дезоксцитидин-3'-фосфат | 5'-тимідилова кислота      | урацил             |
| цитидин-5'-фосфат       | аденозин-3',5'-циклофосфат | 3'-тимідилат       |
| уридинтрифосфат         | дезоксигуанозин-5'-фосфат  | дезоксиаденозин    |

### **Практична частина**

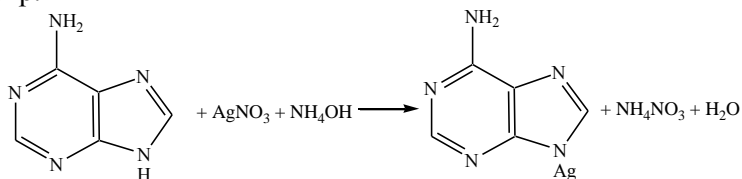
Окремі складові компоненти нуклеозидів та нуклеотидів визначають за допомогою якісних реакцій. Реакції на компоненти нуклеїнових кислот можуть використовуватися для їх ідентифікації та кількісного аналізу в біохімічних дослідженнях.

#### **Якісна реакція на азотисті основи**

Перед початком виконання завдань проведіть нейтралізацію кислотного гідролізату дріжджів (джерело нуклеотидів), додаючи до 1 мл гідролізату 10 %-й розчин NaOH (до появи рожевого забарвлення за фенолфталеїном).

**Завдання 1. Доведення наявності азотистих основ у складі нуклеотидів (срібна проба на пурини)**

Метод базується на здатності пуринових основ з аміачним розчином  $\text{AgNO}_3$  утворювати осад срібних солей пуринових основ (аденіну, гуаніну), забарвлених у світло-коричневий колір.



1.1. До 1 мл гідролізату додайте 1 краплю концентрованого  $\text{NH}_3$ , 5 крапель  $\text{AgNO}_3$  та залишіть на 3–5 хв. Спостерігайте появу бурого осаду срібних похідних пуринових основ.

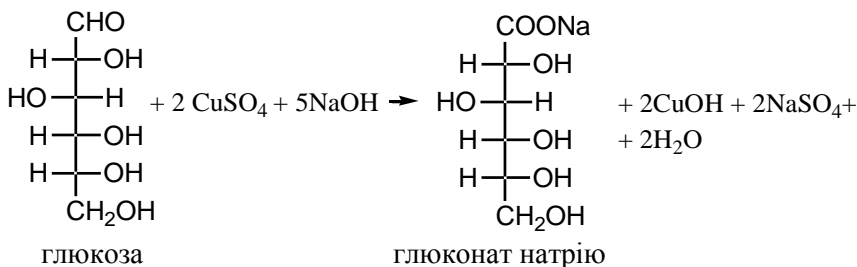
Занотуйте спостереження та пояснення.

| <i>Досліджувана сполука</i> | <i>Спостереження</i> | <i>Пояснення</i> |
|-----------------------------|----------------------|------------------|
|                             |                      |                  |

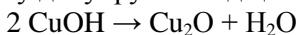
### Якісні реакції на вуглеводний компонент

#### Завдання 2. Доведення наявності пентоз у складі нуклеотидів (проба Тромера на рибозу та дезоксирибозу)

Принцип реакції Тромера ґрунтується на здатності моноцукрів і редуруючих дисахаридів вступати в реакції окислення та відновлення. При цьому цукри окислюються до відповідних альдонових кислот, а купрум сульфат відновлюється до купрум гідрату зі зміною забарвлення розчину з синього на жовтий. Під час реакції відбувається відновлення іонів двовалентної міді  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  (блакитний колір) до одновалентної  $\text{Cu}_2\text{O}$  (цегляний колір).



Купрум гідрат жовтого кольору під час подальшого нагрівання переходить у дикупрум оксид цегляного кольору:



2.1. До 0,5 мл нейтралізованого гідролізату додайте 1 мл 30 %-го  $\text{NaOH}$  та 3 краплі  $\text{CuSO}_4$ . Пробірки помістіть на водяну баню та нагрійте до утворення забарвленого осаду.

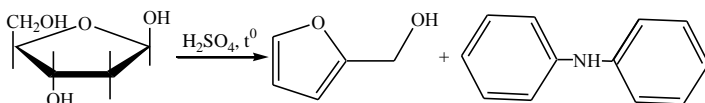
Занотуйте спостереження та пояснення.

| Досліджувана сполука | Спостереження | Пояснення |
|----------------------|---------------|-----------|
|                      |               |           |



**Завдання 3. Доведення наявності пентоз у складі нуклеотидів (якісна реакція на рибозу та дезоксирибозу з дифеніламіном)**

Метод базується на здатності дезоксирибози при нагріванні з сульфатною кислотою утворювати фурфуроловий спирт, який конденсується з дифеніламіном з утворенням сполуки синього кольору. З рибозою аналогічна реакція дає зелене забарвлення.



продукти конденсації синього кольору

3.1. До 1 мл гідролізату додайте 1 мл дифеніламінового реактиву, перемішайте та нагрійте на водяній бані.

Занотуйте спостереження та пояснення.

| <i>Досліджувана сполука</i> | <i>Спостереження</i> | <i>Пояснення</i> |
|-----------------------------|----------------------|------------------|
|                             |                      |                  |

**Якісна реакція на фосфатну кислоту**

**Завдання 4. Доведення наявності фосфатної кислоти у складі нуклеотидів (молібденова проба)**

4.1. До 0,5 мл гідролізату додайте 1,5 мл молібденового реактиву та прокип'ятіть. За наявності фосфатної кислоти рідина забарвлюється у лимонний колір.

4.2. При охолодженні пробірки випадає кристалічний осад комплексної сполуки фосфорно-молібденового амонію. Занотуйте спостереження та пояснення.



## ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

**1. Який із вказаних вуглеводів входить до складу ДНК?**

- а)  $\beta$ -D-дезоксирибофураноза
- б) рамноза
- в)  $\beta$ -D-фруктофураноза
- г)  $\beta$ -D-глюкофураноза
- д)  $\beta$ -D-галактопіраноза

**2. Який із вказаних вуглеводів входить до складу РНК?**

- а)  $\beta$ -D-рибофураноза
- б) рамноза
- в)  $\beta$ -D-фруктофураноза
- г)  $\beta$ -D-глюкофураноза
- д)  $\beta$ -D-галактопіраноза

**3. Назвіть азотисті основи, які входять до складу ДНК (1)**

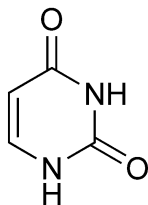
**та РНК (2):**

- а) аденін
- б) цитозин
- в) гуанін
- г) тимін
- д) урацил

**4. Встановіть відповідність:**

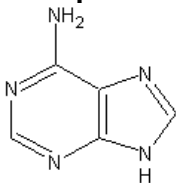
*азотиста основа*

*назва*



- а) цитозин
- б) урацил
- в) тимін
- г) гуанін
- д) аденін

**5. Зображена азотиста основа входить до складу...**



- а) лише ДНК
- б) лише РНК
- в) ДНК і РНК

**6. 2-аміно-6-оксипурин – це...**

- а) ксантин
- б) гіпоксантин
- в) аденін
- г) гуанін

**7. 1,3-диметилксантин – це...**

- а) кофеїн
- б) теофілін
- в) теобромін

**8. Як ще інакше називаються хімічні сполуки:**

*а) 6-амінопурин, б) 5-метил-2,4-діоксипіримідин, в) 2,4-діоксипіримідин, г) 5-метил-урацил?*

- 1) урацил
- 2) аденін
- 3) тимін

**9. Які піримідинові азотисті основи із нижчезазначених мінорні?**

- а) цитозин
- б) урацил
- в) 5-метилцитозин
- г) тимін
- д) 4-тіоурацил

**10. Які пуринові основи із нижчезазначених мінорні?**

- а) аденін
- б) гуанін
- в) 2-метиладенін
- г) 1-метилгуанін
- д) пурин

**11. Ксантин і гіпоксантин – це похідні...**

- а) пурину
- б) піримідину

**12. Які із із нижчезазначених сполук нуклеозиди?**

- а) аденозин
- б) аденінрибонуклеозидмонофосфат
- в) аденілат
- г) цитидин

д) ксантин

**13. Які із із нижчезазначених сполук нуклеотиди?**

а) дезоксигуанозин

б) тимідин

в) уридинмонофосфат

г) дезоксицитидилова кислота

д) аденілова кислота

**14. Вкажіть, до якої групи сполук належить...**

*а) аденін б) аденозин в) аденозинмонофосфат.*

1) нуклеотид

2) нуклеозид

3) азотиста основа

**15. Метильовані основи беруть участь у...**

а) регуляції реплікації ДНК

б) регуляції активності геному

в) захисті полінуклеотидних ланцюгів від дії нуклеаз

г) захисті від вірусних геномів

**16. До найпоширеніших пошкоджень ДНК належать...**

а) депуринізація

б) дезамінування

в) окислення

г) метилювання

д) гідроксиметилювання

е) утворення циклобутанових димерів

є) утворення одно- та двониткових розривів

**17. Основними компонентами нуклеотиду є...**

а) гексоза

б) пентоза

в) лактат

г) азотисті основи

д) піровиноградна кислота

е) фосфатна кислота.

**18. Основними компонентами нуклеозиду є...**

а) гексоза

б) пентоза

в) лактат

- г) азотисті основи
- д) пірвіноградна кислота
- е) фосфатна кислота

**19. Складові нуклеозиду поєднуються зв'язками...**

- а) фосфодієфірними
- б) водневими
- в) глікозидними
- г) гідрофобними
- д) пептидними

**20. Компонент, який визначає заряд молекули ДНК...**

- а) пентоза
- б) залишок фосфатної кислоти
- в) азотиста основа

**21. До складу нуклеозидів та нуклеотидів входять...**

- а) бета-D-рибофураноз
- б) альфа-D-рибофураноза
- в) бета-L-рибофураноза
- г) альфа-L-рибофураноза

**22. Правильною назвою для нуклеозиду, утвореного залишками аденіну та рибози, є...**

- а) альфа-аденінрибофуранозид
- б) аденозин
- в) дезоксиаденозин
- г) пуринозид

**23. Правильними назвами для нуклеозиду, утвореного залишками цитозину та дезоксирибози, є...**

- а) бета-цитозинрибофуранозид
- б) бета-цитозиндезоксирибофуранозид
- в) цитидин
- г) цитозинозин
- д) дезоксицитидин

**24. Правильною назвою для нуклеозиду, утвореного залишками тиміну та дезоксирибози, є...**

- а) дезокситимідин
- б) тимідин
- в) тимінозин

г) дезоксириботимінозин

**25. Правильною назвою для нуклеозиду, утвореного залишками урацилу та рибози через С-глікозидний зв'язок, є...**

- а) уридин
- б) псевдоуридин
- в) дигідроуридин
- г) інозин

**26. Які символи використовують для позначення аденіну?**

- а) A
- б) Ade
- в) dAdo
- г) Ado
- д) dA
- е) pA
- є) Ap

**27. Які символи використовують для позначення аденозину?**

- а) A
- б) Ade
- в) dAdo
- г) Ado
- д) dA
- е) pA
- є) Ap

**28. Які символи використовують для позначення дезоксиаденозину?**

- а) A
- б) Ade
- в) dAdo
- г) Ado
- д) dA
- е) pA
- є) Ap

**29. Для встановлення належності нуклеотиду до син- чи антиконформера необхідно враховувати...**

- а) розташування кетогрупи в піримідинах при C<sub>2</sub>
- б) розташування N<sub>3</sub> пуринового циклу
- в) розташування N<sub>3</sub> в піримідиновому циклі
- г) розташування кетогрупи в піримідинах при C<sub>3</sub>
- д) розташування N<sub>7</sub> пуринового циклу
- е) розташування аміногрупи в пуринах при C<sub>6</sub>

**30. Для пентоз, які є компонентами природних нуклеозидів, характерно те, що...**

- а) перебувають у фуранозній формі
- б) перебувають у піранозній формі
- в) гідроксильна група при аномерному атомі карбону в бета-положенні
- г) гідроксильна група при аномерному атомі карбонувуглецю в альфа-положенні

**31. За механізмом дії фторурацил та меркаптопурин належать до...**

- а) інгібіторів синтезу нуклеїнових кислот
- б) інгібіторів синтезу білка
- в) інгібіторів синтезу клітинної стінки

**32. Нуклеотиди можна розглядати як...**

- а) ефіри нуклеозидів
- б) кислоти
- в) основи
- г) ефіри азотистих основ

**33. Повна іонізація нуклеотидів відбувається при рН...**

- а) кислому
- б) лужному
- в) нейтральному

**34. Найпоширенішими поліфосфатами в організмі є похідні...**

- а) гуанозину
- б) уридину
- в) аденозину
- г) тимідину
- д) цитидину



**35. Біологічна роль cAMP та cGMP полягає в тому, що вони...**

- а) внутрішньоклітинні посередники при передачі сигналу
- б) антиметаболіти для аденозину та гуанозину
- в) мають протимікробну активність
- г) стимулюють синтез адреналіну

**36. Явище зменшення оптичної густини нативних зразків ДНК щодо оптичної густини мононуклеотидів називається...**

- а) гіпохромним ефектом
- б) гіперхромним ефектом
- в) дихроїзмом

**37. До складу ФАД входять...**

- а) D-рибітол
- б) D-сорбіт
- в) ізоалоксазин
- г) аденілова кислота
- д) гуанілова кислота

**38. До складу НАД входять...**

- а) піридин
- б) нікотин
- в) нікотинамід
- г) АМФ
- д) АТФ

**39. У пуринах до дії вільних радикалів чутливі зв'язки:**

- а)  $C_8=N_7$
- б)  $C_8=N_9$
- в)  $C_6=C_5$
- г)  $C_2=N_3$
- д)  $C_4=C_5$

**40. Найнебезпечніше окислення...**

- а) гуаніну
- б) аденіну
- в) тиміну
- г) урацилу
- д) цитозину

**41. «Срібна проба» на пурини ґрунтується на здатності...**

а) аденіну та гуаніну з аміачним розчином  $\text{AgNO}_3$  утворювати осад срібних солей пуринових основ, забарвлених у світло-коричневий колір

б) тиміну та гуаніну з аміачним розчином  $\text{AgNO}_3$  утворювати осад срібних солей пуринових основ, забарвлених у світло-коричневий колір

в) урацилу та цитозину з аміачним розчином  $\text{AgNO}_3$  утворювати осад срібних солей пуринових основ, забарвлених у світло-коричневий колір

г) аденіну та гуаніну з аміачним розчином  $\text{AgNO}_3$  утворювати осад срібних солей пуринових основ, забарвлених у блакитний колір

**42. Довести наявність пентоз у складі нуклеотидів можна за допомогою...**

а) проби Тромера

б) реакції Фоля

в) реакції Ван-Слайка

г) біуретової реакції

д) реакції з дифеніламіном

**43. Принцип реакції Тромера ґрунтується на здатності...**

а) моноцукрів і редукуючих дисахаридів вступати в реакції окислення та відновлення

б) нередукуючих вуглеводів вступати в реакції окислення та відновлення

в) рибози окислюватися до дезоксирибози

**44. Під час реакції Тромера відбувається...**

а) відновлення іонів двовалентної міді (блакитний колір) до одновалентної (цегляний колір)

б) окислення моноцукрів до відповідних альдонових кислот

в) відновлення іонів двовалентної міді (жовтий колір) до одновалентної (синій колір)

г) окислення моноцукрів до відповідних спиртів

**45. У реакції доведення наявності пентоз у складі нуклеотидів дезоксирибоза при взаємодії з дифеніламіном дає забарвлення...**

а) синє

б) червоне

в) зелене

г) чорне

**46. У реакції доведення наявності пентоз у складі нуклеотидів рибоза при взаємодії з дифеніламіном дає забарвлення...**

а) синє

б) червоне

в) зелене

г) чорне

**47. Доведення наявності фосфатної кислоти у складі нуклеотидів проводять за допомогою...**

а) молібденової проби

б) проби Тромера

в) реакції Фоля

г) реакції Ван-Слайка

д) біуретової реакції

**48. Про наявність фосфатної кислоти у гідролізаті дріжджів (джерело нуклеотидів) при проведенні молібденової реакції свідчить поява...**

а) лимонного забарвлення розчину

б) червоного забарвлення розчину

в) синього забарвлення розчину

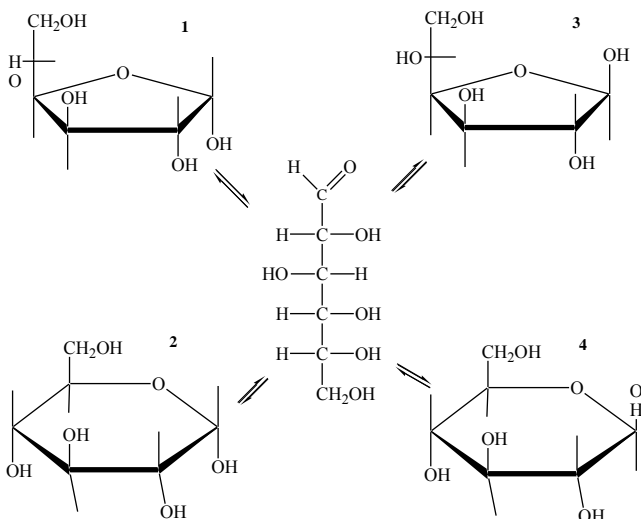
г) чорного забарвлення розчину

## Лабораторна робота 4

### ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВУГЛЕВОДІВ

#### Завдання для самопідготовки

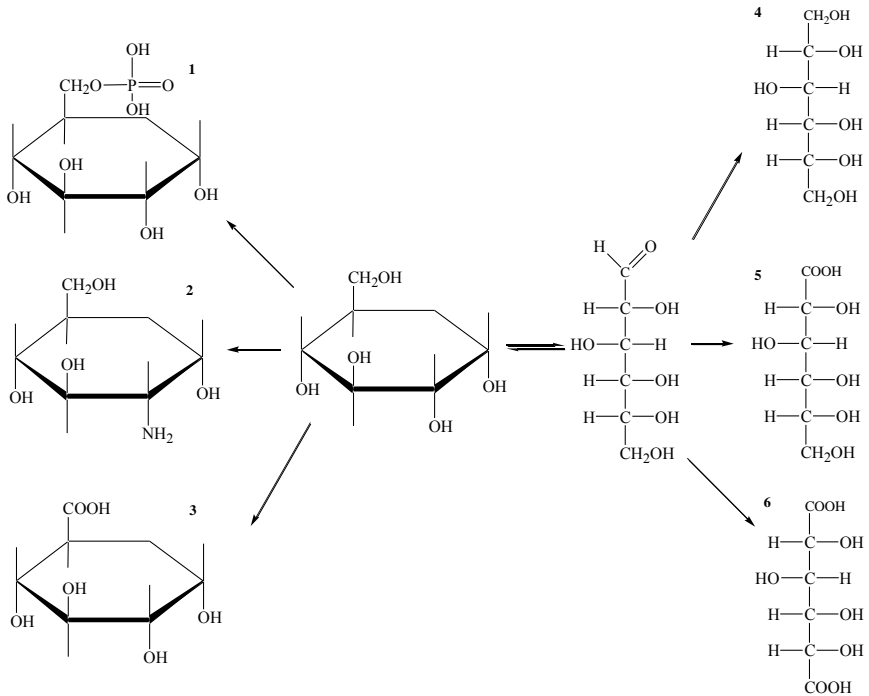
1. Розгляньте формули можливих ізомерів глюкози, наведіть систематичні назви поданих сполук.



- 1 – \_\_\_\_\_  
2 – \_\_\_\_\_  
3 – \_\_\_\_\_  
4 – \_\_\_\_\_

2. Розгляньте формули можливих похідних глюкози, наведіть систематичні назви поданих сполук та зазначте їх біологічне значення.

- 1 – \_\_\_\_\_  
2 – \_\_\_\_\_  
3 – \_\_\_\_\_  
4 – \_\_\_\_\_  
5 – \_\_\_\_\_  
6 – \_\_\_\_\_



3. Зобразіть формули найпоширеніших дисахаридів, наведіть їх систематичні назви.

|         |  |
|---------|--|
| лактоза |  |
|---------|--|

|          |  |
|----------|--|
| мальтоза |  |
| сахароза |  |

### ***Практична частина***

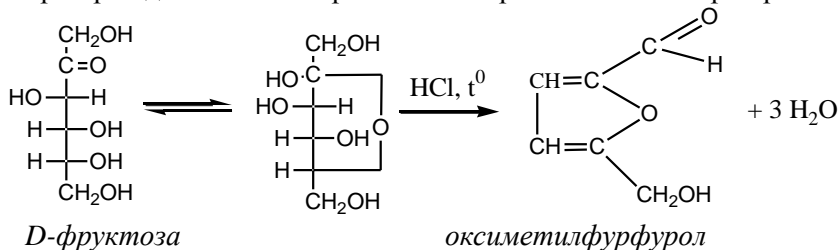
#### ***Якісна реакція на кетози***

##### ***Завдання 1. Реакція Селіванова на кетогексози (якісна реакція на фруктозу)***

При нагріванні із хлоридною кислотою фруктоза перетворюється на оксиметилфурфурол, який із резорцином дає сполуку червоного кольору. Альдози також можуть утворювати оксиметилфурфурол при нагріванні з кислотами, проте реакція з альдозами відбувається повільно, чим і зумовлюється специфічність реакції Селіванова.

1.1. У дві пробірки помістіть по 2 мл реактиву Селіванова, у першу додайте 1–2 краплі розчину 1 %-го розчину глюкози, у

другу – 1–2 краплі 1 %-го розчину фруктози. Нагрійте обидві пробірки до кипіння. Порівняйте забарвлення в обох пробірках.



Занотуйте спостереження та пояснення.

| <i>Досліджувана<br/>сполука</i> | <i>Спостереження</i> | <i>Пояснення</i> |
|---------------------------------|----------------------|------------------|
|                                 |                      |                  |
|                                 |                      |                  |

### ***Дослідження відновних властивостей вуглеводів***

Відновні властивості притаманні моносахаридам і дисахаридам, які мають вільну напівацетальну гідроксильну групу, та у яких зберігається здатність до розкриття циклу. В молекулі сахарози немає вільних напівацетальних гідроксильних груп, тому їй не властива здатність до цикло-оксо-таутомерії та, відповідно, відновні властивості.

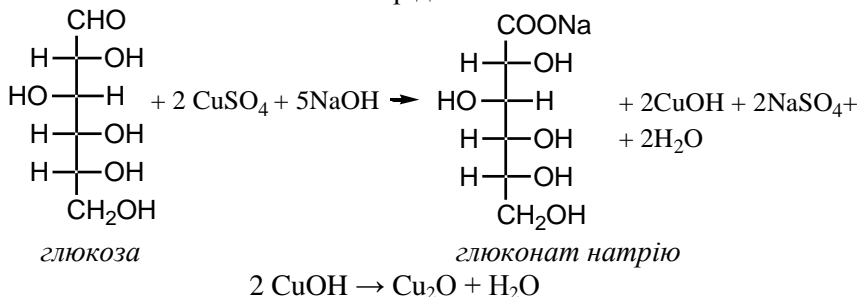
У лужному середовищі альдози здатні відновлювати катіони металів (Аргентум, Купрум). Приклад таких реакцій – реакція Фелінга, Бенедикта, Тромера. Принцип дії реактивів однаковий і оснований на відновленні купрум (II) синього забарвлення до оксиду міді (I) червоно-цегляного кольору. Реактиви Бенедикта, Фелінга використовують для якісного виявлення альдоз.

Моносахариди та їх похідні, які вступають у реакції з цими реагентами, називають *відновними (редуючими)*.

**Завдання 1. Вивчення відновних властивостей глюкози (реакція Тромера)**

1.1. У пробірку помістіть 6 краплин 10 %-го розчину гідроксиду натрію та дайте одну краплину 2 %-го розчину сульфату купруму (II). До прозорого розчину синього кольору додайте води до висоти шару рідини в пробірці 18-20 мм.

1.2. Додайте одну краплину 0,5 %-го розчину глюкози та нагрійте над полум'ям пальника, тримаючи пробірку так, щоб нагрівалася лише верхня частина розчину, а нижня залишалася для контролю (без нагрівання). Нагрійте лише до кип'ятіння, але не кип'ятіть. При нагріванні колір верхньої частини розчину змінюється від синього до жовто-червоного. Ця реакція називається пробою Тромера та використовується для виявлення глюкози в біологічних рідинах.



Занотуйте спостереження та пояснення.

| <i>Досліджувана сполука</i> | <i>Спостереження</i> | <i>Пояснення</i> |
|-----------------------------|----------------------|------------------|
|                             |                      |                  |



**Завдання 2. Вивчення відновних властивостей лактози.**

2.1. У пробірку помістіть 1 краплину 1 %-го розчину лактози та 4 краплин 10 %-го розчину гідроксиду натрію. Додайте 1 краплину 2 %-го розчину сульфату купруму (II). Утворюється прозорий синій розчин комплексної солі купруму з лактозою.

2.2. До прозорого розчину синього кольору додайте води до висоти шару рідини в пробірці 18–20 мм.

2.3. Нагрійте пробірку над полум'ям пальника, тримаючи її так, щоб нагрівалася лише верхня частина розчину, а нижня залишалася для контролю (без нагрівання). При нагріванні колір верхньої частини розчину змінюється від синього до жовто-червоного. Занотуйте спостереження та пояснення.

| <i>Досліджувана сполука</i> | <i>Спостереження</i> | <i>Пояснення</i> |
|-----------------------------|----------------------|------------------|
|                             |                      |                  |

**Завдання 3. Вивчення відсутності відновної здатності в сахарози**

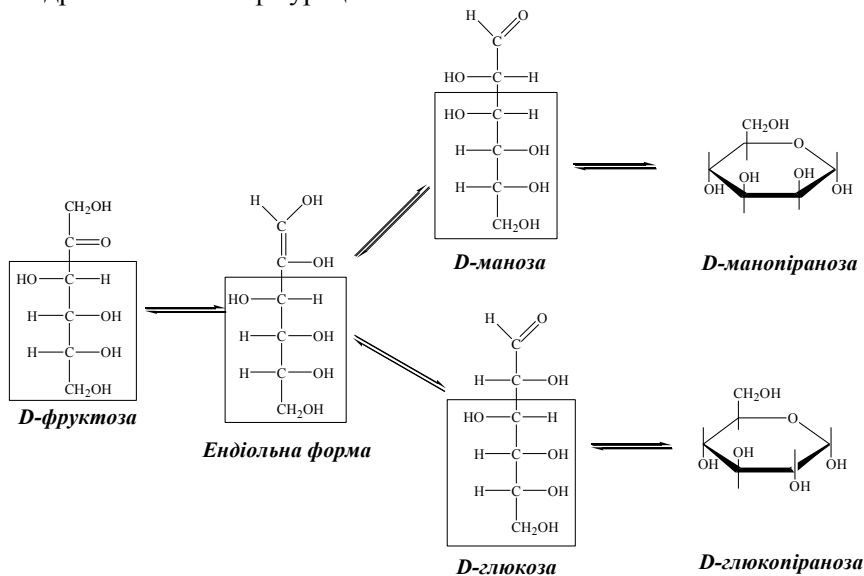
3.1. У пробірку помістіть 1 краплину 1 %-го розчину сахарози та 6 краплин 10 %-го розчину гідроксиду натрію. Додайте для розведення 5–6 краплин води. Додайте 1 краплину 2 %-го розчину сульфату купруму (II). Утворюється прозорий синій розчин комплексної солі купруму із сахарозою.

3.2. Нагрійте пробірку над полум'ям пальника, тримаючи її так, щоб нагрівалася лише верхня частина розчину. Нагрійте лише до кип'ятіння, але не кип'ятіть. Зміни забарвлення не відбувається. Занотуйте спостереження та пояснення.

| <i>Досліджувана сполука</i> | <i>Спостереження</i> | <i>Пояснення</i> |
|-----------------------------|----------------------|------------------|
|                             |                      |                  |

## Дослідження здатності моносахаридів до ізомеризації

У лужному середовищі моносахариди здатні до ізомеризації з утворенням рівноважної суміші моносахаридів, які відрізняються конфігураціями атомів С-1 та С-2.



### Завдання 1. Дослідження ізомеризації фруктози

При нагріванні фруктози у лужному середовищі відбувається її ізомеризація з утворенням глюкози та манози у результаті кето-енольної таутомерії. Окрім того, при нагріванні фруктози в лужному середовищі відбувається руйнування вуглецевого скелету з утворенням продуктів, які мають відновні властивості.

1.1. У пробірку помістіть 6 краплин 10 %-го розчину гідроксиду натрію та дайте одну краплину 2 %-го розчину сульфату купруму (II). До прозорого розчину синього кольору додайте води до висоти шару рідини в пробірці 18–20 мм.

1.2. Додайте одну краплину 1 %-го розчину фруктози та нагрійте над полум'ям пальника, тримаючи пробірку так, щоб нагрівалася лише верхня частина розчину, а нижня залишалася для контролю (без нагрівання). Нагрійте лише до кип'ятіння, але

не кип'ятить. При нагріванні колір верхньої частини розчину змінюється від синього до жовто-червоного.

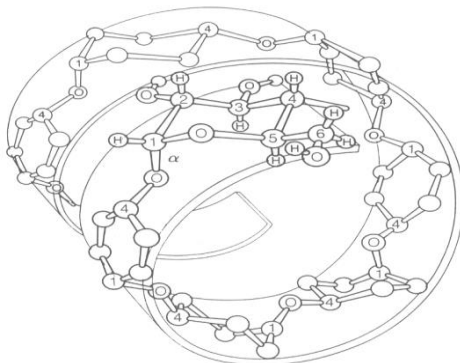
Занотуйте спостереження та пояснення.

| <i>Досліджувана сполука</i> | <i>Спостереження</i> | <i>Пояснення</i> |
|-----------------------------|----------------------|------------------|
|                             |                      |                  |

### ***Якісна реакція на амілозу у крохмалі***

Крохмаль – це суміш лінійного (амілози, 10–30 %) та розгалуженого (амілопектину, 70–90 %) гомополісахаридів. Ланцюг амілози включає 200–1000 залишків  $\alpha$ -D-глюкози і має нерозгалужену будову.

Макромолекула амілози являє собою спіраль, кожен виток якої складається із шести мономерних ланок глюкози. Це зменшує ймовірність утворення міжланцюгових водневих зв'язків, але збільшує можливість виникнення таких зв'язків із молекулами води. Тому амілоза розчиняється у воді.



Під час взаємодії амілози з йодом у водному розчині молекули йоду надходять у внутрішню порожнину спіралі,

утворюючи так звану сполуку включення. Ця сполука має характерний синій колір, інтенсивність якого прямо пропорційна кількості амілози у розчині. Дана реакція використовується для виявлення як крохмалю, так і йоду (йодокрохмальна проба).

***Завдання 1. Виявлення амілози у крохмалі***

1.1. Помістіть у 2 стакани по 1 г досліджуваної речовини (використайте різні речовини як джерела крохмалю, наприклад рис і вермішель), залийте водою та прокип'ятіть на водяній бані. Охолодіть розчини та розведіть у 10 разів. Візьміть по 2 мл отриманих розчинів та додайте кілька крапель розчину Люголя. Занотуйте спостереження та пояснення.

| <i>Досліджувана сполука</i> | <i>Спостереження</i> | <i>Пояснення</i> |
|-----------------------------|----------------------|------------------|
|                             |                      |                  |

**Висновки:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

(підпис викладача)

### ***Контрольні запитання***

1. Які якісні реакції на вуглеводи вам відомі?
2. Які вуглеводи володіють відновними властивостями та за допомогою яких якісних реакцій можна виявити відновні властивості у вуглеводів?
3. Наведіть приклади якісних реакцій на альдози.
4. Наведіть приклади якісних реакцій на кетози.
5. Що спільного та відмінного у реакції Тромера, Фелінга та Банедикта?
6. Поясніть принцип якісної реакції на амілозу крохмалю.

## ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

- 1. Які із зазначених дисахаридів містять  $\beta$ -D-глюкозу?**
  - а) целобіоза
  - б) лактоза
  - в) сахароза
- 2. Які з перерахованих дисахаридів містять залишки  $\beta$ -фруктози?**
  - а) сахароза
  - б) лактоза
  - в) целюлоза
- 3. До складу якого полісахариду входить залишок фруктози?**
  - а) глікоген
  - б) крохмаль
  - в) інулін
  - г) целюлоза
- 4. Які моносахариди утворюються під час кислотного гідролізу лактози?**
  - а) два залишки D-глюкози
  - б) D-глюкоза та D-галактоза
  - в) D-глюкоза та D-фруктоза
  - г) D-глюкоза та D-маноза
  - д) два залишки D-манози
- 5. Який моносахариди – продукт повного гідролізу глікогену?**
  - а) D-фруктоза
  - б) глюкозо-1-фосфат
  - в) глюкозо-6-фосфат
  - г)  $\alpha$ -D-глюкоза
- 6. Який моносахарид утворюється внаслідок повного гідролізу крохмалю?**
  - а) D-галактоза
  - б)  $\alpha$ -D-глюкоза
  - в) D-фруктоза

**7. Який моносахарид утворюється під час повного гідролізу целюлози?**

- а)  $\beta$ -D-глюкоза
- б) D-фруктоза
- в)  $\alpha$ -D-глюкоза
- г) D-галактоза

**8. Які вуглеводи належать до гетерополісахаридів?**

- а) гепарин
- б) арабіноза
- в) арабан
- г) глікоген
- д) гіалуронова кислота

**9. Які речовини – структурні компоненти гіалуронової кислоти?**

- а) дві молекули мальтози
- б) дві молекули глюкози
- в) глюкозамін, глюкуронат і ацетат
- г) галактозамін, глюкуронат та сірчана кислота
- д) глюкозамін, глюкуронат

**10. Які вуглеводи належать до гомополісахаридів?**

- а) крохмаль
- б) глікоген
- в) гіалуронова кислота
- г) целюлоза
- д) гепарин

**11. Які сполуки утворюються внаслідок відновлення альдегідної групи D-глюкози?**

- а) спирт
- б) глюконова кислота
- в) фруктоза

**12. Які сполуки утворюються під час окислення альдегідної групи D-галактози**

- а) галактонова кислота
- б) глюконова кислота
- г) глюкуронова кислота

**13. Природні моносахариди належать до...**

а) L-ряду

б) D-ряду

**14. Встановіть відповідність (запишіть пари: букву і цифру):**

а) альдози

б) кетози

1) рибоза

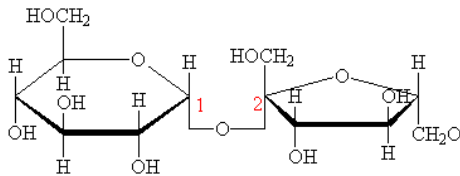
2) ксилулоза

3) фруктоза

4) еритроза

5) галактоза

**15. Який дисахарид зображено на рисунку?**

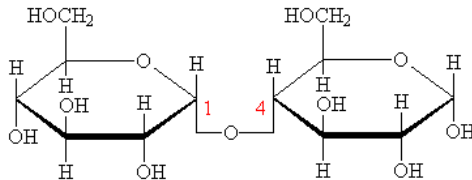


а) сахароза

б) лактоза

в) мальтоза

**16. Який дисахарид зображено на рисунку?**

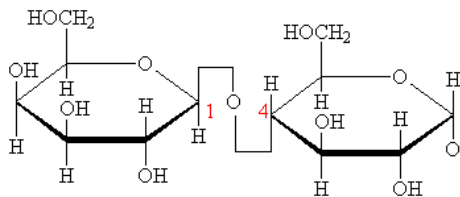


а) сахароза

б) лактоза

в) мальтоза

**17. Який дисахарид зображено на рисунку?**



а) сахароза

б) лактоза

в) мальтоза

**18.  $\alpha$ - і  $\beta$ -аномери моносахаридів відрізняються конфігурацією біля:**

а) останнього хірального атома карбону

б) напівацетального атома карбону



в) другого атому карбона, рахуючи від альдегідної або кетогрупи

**19. Встановіть відповідність (запишіть пари: букву і цифру):**

*дисахарид*

*властивості*

а) мальтоза

1) редукуючі

б) сахароза

2) нередукуючі

в) целобіоза

г) лактоза

д) трегалоза

**20. До лінійних полісахаридів належить:**

а) глікоген

б) амілоза

в) амілопектин

**21. У похідних моносахаридів гідроксильна група заміщена на:**

а) атом гідрогену

б) амінну групу

в) карбоксильну групу

г) тіольну групу

д) нітрогрупу

е) альдегідну групу

**22. До дезоксисахаридів належать...**

а) рибоза

б) дезоксирибоза

в) фукоза

г) фруктоза

д) ксилоза

**23. Амінна група в аміносахаридах розміщується при...**

а) C<sub>1</sub>

б) C<sub>2</sub>

в) C<sub>3</sub>

г) C<sub>4</sub>

д) C<sub>5</sub>

**24. Найпоширеніші представники аміносахаридів – це 2-аміноаналоги...**

- а) глюкози
- б) галактози
- в) фруктози
- г) рибози
- д) манози
- е) ксилози

**25. Амінна група в аміносахаридах може містити як замісник залишок:**

- а) оцтової кислоти
- б) лимонної кислоти
- в) піровиноградної кислоти
- г) фосфатної кислоти
- д) сірчаної кислоти
- е) гліколевої кислоти
- є) гліоксилової кислоти

**26. Виберіть характеристики, які стосуються нейрамінової кислоти:**

- а) похідне нонулозонової кислоти
- б) містить кетогрупу біля карбоксильної
- в) складається з 9 атомів карбону
- г) містить кетогрупу біля первинної спиртової
- д) належить до аміносахаридів
- е) існує виключно в лінійній формі

**27. Ацилювання в сіалових кислотах відбувається залишками:**

- а) оцтової кислоти
- б) бурштинової кислоти
- в) піровиноградної кислоти
- г) фосфатної кислоти
- д) сірчаної кислоти
- е) гліколевої кислоти
- є) гліоксилової кислоти

**28. N-ацетилнейрамінова кислота утворюється...**

- а) при гідролізі крохмалю
- б) при гідролізі хондроїтиносірчаної кислоти
- в) при альдольному розщепленні фруктозо-1,6-дифосфату

- г) альдольній конденсації N-ацетил-D-манозаміну та пірувату
- д) альдольній конденсації N-ацетил-D-галактозаміну та пірувату

**29. До похідних моносахаридів належать...**

- а) сіалова кислота
- б) аскорбінова кислота
- в) фолієва кислота
- г) пантотенова кислота

**30. Систематичною назвою нейрамінової кислоти є...**

- а) гамма-лактон 2-оксо-L-гулонової кислоти
- б) 2,3-дидезокси-5-амінононулозонова кислота
- в) 2-дезоксигалактоза

**31. До O-глікозидів належать...**

- а) мальтоза
- б) сахароза
- в) аденін
- г) аденозин
- д) тимідин
- е) синігрин

**32. До N-глікозидів належать...**

- а) мальтоза
- б) сахароза
- в) аденін
- г) аденозин
- д) тимідин
- е) синігрин

**33. До S-глікозидів належить...**

- а) мальтоза
- б) сахароза
- в) аденін
- г) аденозин
- д) тимідин
- е) синігрин

**34. В утворенні глікозидів бере участь...**

- а) тільки гідроксильна група при C1
- б) тільки гідроксильна група при C6

в) усі без винятку гідроксильні групи

г) кетогрупа

д) альдегідна група

**35. Підготовча стадія для дослідження моносахаридів методами газово-рідинної хроматографії – це...**

а) утворення глікозидів

б) утворення простих ефірів

в) утворення складних ефірів

г) окислення

д) відновлення

**36. Прості ефіри моносахаридів гідролізуються...**

а) лише в лужному середовищі

б) стійкі до гідролізу в лужному, але розщеплюються в кислому

в) лише в кислому

г) як у лужному, так і в кислому

**37. Складні ефіри моносахаридів гідролізуються...**

а) лише в лужному середовищі

б) стійкі до гідролізу в лужному, але розщеплюються в кислому

в) лише в кислому

г) як у лужному, так і в кислому

**38. Глікозиди гідролізуються...**

а) лише в лужному середовищі

б) стійкі до гідролізу в лужному, але розщеплюються в кислому

в) лише в кислому

г) як у лужному, так і в кислому

**39. Важливе значення у метаболізмі вуглеводів належить складним ефірам...**

а) фосфатної кислоти

б) азотної кислоти

в) соляної кислоти

г) лимонної кислоти

д) оцтової кислоти

е) бурштинової кислоти

**40. При відновленні галактози отримують...**

- а) глюкозит
- б) дульцит
- в) маніт

**41. При відновленні фруктози отримують...**

- а) глюкозит
- б) дульцит
- в) маніт

**42. Реакцію відновлення глюкози використовують...**

- а) для промислового одержання аскорбінової кислоти
- б) для її виявлення у біологічних рідинах
- в) для її досліджень методами газОВО-рідинної хроматографії

**42. Реакцію окислення глюкози використовують...**

- а) для промислового одержання аскорбінової кислоти
- б) для її виявлення у біологічних рідинах
- в) для її досліджень методами газОВО-рідинної хроматографії

**43. Глікарові кислоти утворюються...**

- а) при одночасному окисленні альдегідної та первинної спиртової груп
- б) при окисленні лише альдегідної групи
- в) при окисленні лише первинної спиртової групи

**44. Гліконові кислоти утворюються...**

- а) при одночасному окисленні альдегідної та первинної спиртової груп
- б) при окисленні лише альдегідної групи
- в) при окисленні лише первинної спиртової групи

**45. Глікуронові кислоти утворюються...**

- а) при одночасному окисленні альдегідної та первинної спиртової груп
- б) при окисленні лише альдегідної групи
- в) при окисленні лише первинної спиртової групи

**46. Отримати пентози можна при нагріванні солей...**

- а) глікарових кислот
- б) гліконових кислот
- в) глікуронових кислот

**47. Пектинові речовини – це продукти поліконденсації:**

- а) D-глюкуронової кислоти
- б) D-галактуринової кислоти
- в) D-глюкарової кислоти
- г) D-глюконової кислоти
- д) D-галактарової кислоти
- е) D-галактонової кислоти

**48. Структурними одиницями гепарину є...**

- а) D-глюкуронова кислота
- б) D-галактуринонова кислота
- в) L-ідуринонова кислота
- г) D-ідуринонова кислота
- д) L-галактуринонова кислота
- е) L-галактарова кислота

**49. До тетроз належать...**

- а) гліцериновий альдегід
- б) еритроза
- в) треоза
- г) рибоза
- д) ксилоза
- е) ликсоза
- є) ідоза
- ж) талоза

**50. До пентоз належить...**

- а) гліцериновий альдегід
- б) еритроза
- в) треоза
- г) рибоза
- д) ксилоза
- е) ликсоза
- є) ідоза
- ж) талоза

**51. Виберіть із вказаних речовин епімери.**

- а) еритроза
- б) арабіноза
- в) глюкоза
- г) маноза

д) талоза

**52. Виберіть із вказаних речовин епімери.**

а) еритроза

б) арабіноза

в) глюкоза

г) маноза

д) талоза

**53. Виберіть із вказаних речовин епімери.**

а) еритроза

б) арабіноза

в) глюкоза

г) маноза

д) талоза

**54. До альдоз належать...**

а) гліцериновий альдегід

б) треоза

в) тетрулоза

г) ксилоза

д) ксилулоза

е) талоза

є) галактоза

ж) сорбоза

**55. До кетоз належать...**

а) гліцериновий альдегід

б) треоза

в) тетрулоза

г) ксилоза

д) ксилулоза

е) талоза

є) галактоза

ж) сорбоза

**56. Здатність зв'язувати та виводити з організму токсичні речовини мають...**

а) глікарові кислоти

б) гліконові кислоти

в) глікуронові кислоти

**57. Вкажіть систематичну назву мальтози.**

- а)  $\alpha$ -D-глюкопіранозил(1-4)- $\alpha$ -D-глюкопіраноза
- б)  $\beta$ -D-глюкопіранозил(1-4)- $\beta$ -D-глюкопіраноза
- в)  $\beta$ -D-галакопіранозил(1-4)- $\alpha$ -D-глюкопіраноза
- г)  $\alpha$ -D-галакопіранозил(1-4)- $\beta$ -D-глюкопіраноза

**58. Вкажіть систематичну назву целобіози.**

- а)  $\alpha$ -D-глюкопіранозил(1-4)- $\alpha$ -D-глюкопіраноза
- б)  $\beta$ -D-глюкопіранозил(1-4)- $\beta$ -D-глюкопіраноза
- в)  $\beta$ -D-галакопіранозил(1-4)- $\alpha$ -D-глюкопіраноза
- г)  $\alpha$ -D-галакопіранозил(1-4)- $\beta$ -D-глюкопіраноза

**59. Вкажіть систематичну назву лактози.**

- а)  $\alpha$ -D-глюкопіранозил(1-4)- $\alpha$ -D-глюкопіраноза
- б)  $\beta$ -D-глюкопіранозил(1-4)- $\beta$ -D-глюкопіраноза
- в)  $\beta$ -D-галакопіранозил(1-4)- $\alpha$ -D-глюкопіраноза
- г)  $\alpha$ -D-галакопіранозил(1-4)- $\beta$ -D-глюкопіраноза

**60. Якісна реакція на редукуючі вуглеводи – це...**

- а) реакція з реактивом Бенедикта
- б) реакція з реактивом Фелінга
- в) реакція з реактивом Фоля
- г) нінгідринова реакція
- д) мурексидна проба

**61. За допомогою якої якісної реакції можна виявити у розчині фруктозу?**

- а) Ван-Слайка
- б) Адамкевича
- в) Селіванова
- г) Тромера
- д) Фоля

**62. Принцип реакції Селіванова на кетогексози ґрунтується на...**

а) здатності глюкози при нагріванні із хлоридною кислотою перетворюватися на оксиметилфурфурол, який із резорцином утворює сполуку червоного кольору

б) здатності фруктози при нагріванні із хлоридною кислотою перетворюватися в оксиметилфурфурол, який з резорцином утворює сполуку червоного кольору



в) здатності глюкози при нагріванні із оцтовою кислотою перетворюватися в ацетилфурфурол, який із резорцином утворює сполуку зеленого кольору

г) здатності фруктози при нагріванні із сульфатною кислотою перетворюватися в сульфометилфурфурол, який із резорцином утворює сполуку жовтого кольору

**63. Чи можуть альдозы утворювати оксиметилфурфурол при нагріванні з кислотами?**

а) ні

б) так, проте реакція з альдозами відбувається повільно

в) лише за наявності іонів металів у розчині

**64. Яка функціональна група в молекулі глюкози задіяна в реакції утворення цегляно-червоного осаду при нагріванні з іонами купрум(II) в лужному середовищі?**

а) спиртових гідроксилів

б) альдегідної групи

в) кетової

г) складноефірної

**65. Відновні властивості мають моносахариди і дисахариди...**

а) з вільною напівацетальною гідроксильною групою

б) які зберігають здатність до розкриття циклу

в) котрі не містять вільних напівацетальних гідроксильних груп

г) яким не властива здатність до цикло-оксо-таутомерії

**66. За допомогою яких якісних реакцій альдозы у лужному середовищі здатні відновлювати катіони металів?**

а) Фелінга

б) Бенедикта

в) Тромера

г) Адамкевича

д) Фоля

**67. На чому оснований принцип дії реакцій Фелінга, Тромера та Бенедикта?**

а) відновленні купрум(II) синього забарвлення до оксиду міді(I) червоно-цегляного кольору

б) окисленні купрум (II) жовтого забарвлення до оксиду міді (I) чорного кольору

в) відновленні купрум (II) зеленого забарвлення до оксиду міді (I) зі знебарвленням розчину

**68. Проба Тромера використовується для...**

а) виявлення глюкози в біологічних рідинах

б) виявлення фруктози в біологічних рідинах

г) виявлення сахарози в біологічних рідинах

**69. Відновлення  $\text{Cu}(\text{II})$  до  $\text{Cu}(\text{I})$  з одночасним окисненням вільної альдегідної групи в молекулі лактози супроводжується...**

а) утворенням червоного-бурого осаду

б) утворенням білого осаду

в) утворенням чорного осаду

**70. Якісне виявлення лактози в реакції з реактивом Фелінга ґрунтується на наявності у дисахариді...**

а) редукуючих властивостей

б) нередукуючих властивостей

**71. При дослідженні відновної здатності в сахарози при взаємодії з реактивом Фелінга розчин набуває...**

а) червоно-цегляного забарвлення

б) синього забарвлення

в) чорного забарвлення

**72. Чи здатні моносахариди до ізомеризації у лужному середовищі з утворенням рівноважної суміші моносахаридів?**

а) так

б) ні

**73. Внаслідок ізомеризації моносахаридів у лужному середовищі відбувається утворення рівноважної суміші моносахаридів, які відрізняються конфігураціями атомів...**

а) C-1 та C-2

б) C-3 та C-4

в) C-1 та C-3

г) C-5 та C-6

**74. При нагріванні фруктози у лужному середовищі відбувається її ізомеризація з утворенням...**

- а) глюкози та галактози
- б) глюкози та фукози
- в) рибози та манози
- г) глюкози та манози

**75. При додаванні розчину йоду до продуктів, які містять крохмаль, утворюються забарвлені сполуки...**

- а) синього кольору
- б) червоно-бурого кольору
- в) зеленого кольору
- г) безбарвні

**76. Крохмаль – це суміш...**

- а) лінійного (амілози) та розгалуженого (амілопектину) гомополісахаридів
- б) лінійного (амілози) та розгалуженого (амілопектину) гетерополісахаридів
- в) лінійного (амілопектину) та розгалуженого (амілози) гомополісахаридів

**77. Макромолекула амілози являє собою спіраль, кожен виток якої складається із...**

- а) 6 мономерних ланок глюкози
- б) 2 мономерних ланок глюкози
- в) 10 мономерних ланок глюкози

**78. Чому кожен виток у спіралі макромолекули амілози складається лише з 6 мономерних ланок глюкози?**

- а) це зменшує ймовірність утворення міжланцюгових водневих зв'язків
- б) це збільшує можливість виникнення міжланцюгових зв'язків з молекулами води
- в) це забезпечує зв'язок амілози з амілопектином

**79. Чи може амілоза розчинятися у воді?**

- а) так
- б) ні

**80. Під час взаємодії амілози з йодом у водному розчині молекули йоду надходять у внутрішню порожнину спіралі,**

**утворюючи так звану...**

- а) сполуку включення
- б) субстанцію розчинення
- в) межу внутрішньомолекулярного зв'язку

**81. Інтенсивність синього кольору при додаванні йоду до крохмалю прямо пропорційна кількості ...?... у розчині.**

- а) амілози
- б) глюкози
- в) амілопектину
- г) фруктози

**84. При мікроскопічному дослідженні препарату вермішелі спостерігають включення, які під дією розчину йоду забарвлюються у синьо-фіолетовий колір. Що це за включення?**

- а) крохмальні
- б) алейронові зерна
- в) краплі олії
- г) кристали інуліну

**85. Фруктозу відрізняють від глюкози за допомогою реакції ...**

- а) Кучерова
- б) Селіванова
- в) Фелінга
- г) Дюма
- д) Фоля

**86. Лактоза може відновлювати...**

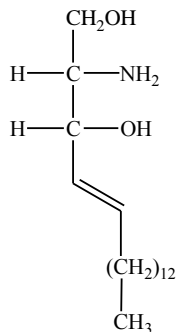
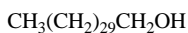
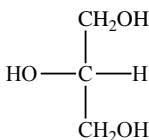
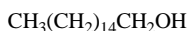
- а)  $\text{Fe}^{3+}$  та  $\text{Cu}^{2+}$
- б)  $\text{Cu}^{2+}$  та  $\text{Ag}^{1+}$
- в)  $\text{Fe}^{3+}$  та  $\text{Al}^{3+}$
- г)  $\text{Cu}^{1+}$  та  $\text{Al}^{3+}$

## Лабораторна робота 5

### ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЛІПІДІВ ТА НИЗЬКОМОЛЕКУЛЯРНИХ БІОРЕГУЛЯТОРІВ

#### Завдання для самопідготовки

1. Розгляньте формули найважливіших спиртів, які входять до складу ліпідів, наведіть систематичні назви поданих сполук.



2. Напишіть формули найпоширеніших жирних кислот.

| Назва                     | Кількість атомів вуглецю і подвійних зв'язків | Формула |
|---------------------------|---|---------|
| <b>Насичені кислоти</b>   |   |         |
| Пальмітинова              | $\text{C}_{16}$                               |         |
| Стеаринова                | $\text{C}_{18}$                               |         |
| <b>Ненасичені кислоти</b> |   |         |
| Олеїнова                  | $\text{C}_{18:1}$                             |         |
| Лінолева                  | $\text{C}_{18:2}$                             |         |
| Ліноленова                | $\text{C}_{18:3}$                             |         |
| Арахідонова               | $\text{C}_{20:4}$                             |         |

3. Заповніть таблицю, зазначаючи назви основних класів ліпідів, їх представників та функції в організмі людини:

|  | Назва класу ліпідів | Представники | Функції |
|--|---------------------|--------------|---------|
| <i>Прості ліпіди</i>                   |                     |              |         |
| 1                                      |                     |              |         |
| 2                                      |                     |              |         |
| <i>Складні ліпіди</i>                  |                     |              |         |
| 3                                      |                     |              |         |
| 4                                      |                     |              |         |
| 5                                      |                     |              |         |
| <i>Низькомолекулярні біорегулятори</i> |                     |              |         |
| 6                                      |                     |              |         |
| 7                                      |                     |              |         |
| 8                                      |                     |              |         |

## Практична частина

### Завдання 1. Дослідження розчинності жирів

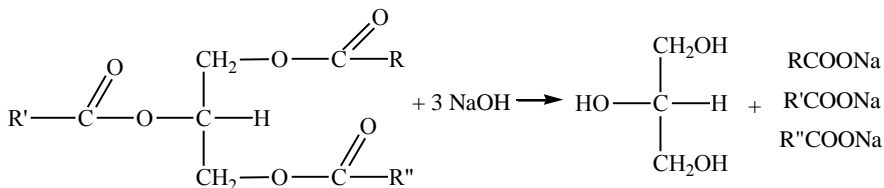
Нейтральні жири здатні розчинятись у неполярних розчинниках.

- 1.1. У п'ять пробірок налейте по 3 краплі олії.
- 1.2. Додайте по 1 мл розчинника в пробірки: № 1 – води, № 2 – спирту, № 3 – ефіру, № 4 – ацетону, № 5 – хлороформу.
- 1.3. Усі пробірки струшуйте протягом 1 хв.
- 1.4. Занотуйте спостереження (залежно від розчинності позначте «+», «++», «-»).

| Вода | Спирт | Ефір | Ацетон | Хлороформ |
|------|-------|------|--------|-----------|
|      |       |      |        |           |

### Завдання 2. Омилення жиру лугом

Принцип реакції полягає у здатності нейтрального жиру до гідролізу при нагріванні в лужному середовищі з утворенням гліцеролу та солей жирних кислот (мила).



- 2.1. У пробірку ємністю 25 – 50 мл налейте 0,5 мл олії, 10 мл 50 % спиртового розчину NaOH.
- 2.2. Перемішайте й кип'ятіть зі зворотним холодильником 1 год.
- 2.3. Омилений розчин розведіть водою до 20 мл.
- 2.4. Розчин натрієвого мила використайте у наступному завданні.

### ***Завдання 3. Утворення нерозчинних кальцієвих мил***

Принцип реакції пов'язаний із різною розчинністю солей одно- і двовалентних металів жирних кислот.  $K^+$ - і  $Na^+$ -мила – розчинні у воді, а  $Ca^{2+}$ - і  $Mg^{2+}$ -мила – ні.

3.1. У пробірку налейте 3 мл розчину калієвого мила й додайте 1 мл 5 %-го розчину  $CaCl_2$ .

Занотуйте спостереження та пояснення.

| <b><i>Досліджувана сполука</i></b> | <b><i>Спостереження</i></b> | <b><i>Пояснення</i></b> |
|------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
|                                    |                             |                         |

### ***Завдання 4. Виявлення подвійних зв'язків у вищих жирних кислотах, їх ефірах та ліпідах***

4.1. У пробірки помістіть по 5 крапель нейтральних жирів чи жирних кислот (олеїнова, лінолева, ліноленова, стеаринова кислоти, холестерол, соняшникова олія). У кожну пробірку додайте по 5 крапель етанолу та енергійно струсніть протягом 2 хвилин до утворення однорідної емульсії.

4.2. У кожну пробірку долийте по 2 – 3 краплі 0,1 %-го розчину бромної води чи 1 %-го водного розчину перманганату калію. Енергійно струсніть та зауважте зміни. За характером зміни забарвлення розчинів зробіть висновок про ступінь насиченості досліджуваного матеріалу. Занотуйте спостереження та обґрунтування.

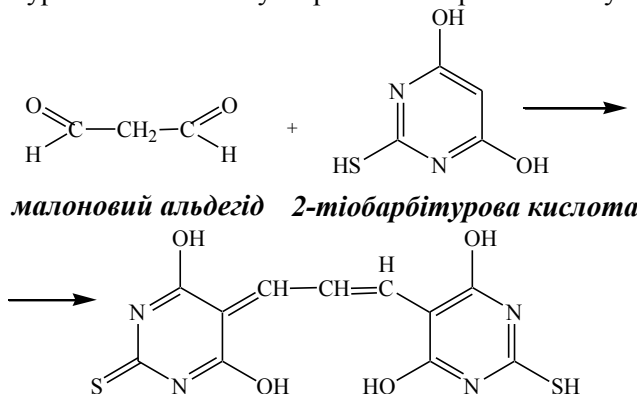
| <b><i>Досліджувана сполука</i></b> | <b><i>Спостереження</i></b> | <b><i>Пояснення</i></b> |
|------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
|                                    |                             |                         |
|                                    |                             |                         |



|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  |  |
|  |  |  |

**Завдання 5. Виявлення карбонільних сполук в оліях та жирах**

За дії окисників ненасичені жирні кислоти у ліпідах окислюються за місцем подвійних зв'язків з утворенням продуктів (малонового альдегіду), які при взаємодії з 2-тіобарбітуровою кислотою утворюють забарвлені сполуки.



5.1. У 2 пробірки помістіть по 1–2 краплі ліпідів, ненасичених жирних кислот чи ліпідів, потім у кожен пробірку додайте по 10 краплин гептану та енергійно струсніть.

5.2. До отриманого розчину долийте 0,5 мл 1 %-го розчину фосфатної кислоти, 0,5 мл 0,6 %-го водного розчину 2-тіобарбітурової кислоти, пробірку нагрійте на киплячій водяній бані протягом 10–20 хвилин до появи рожевого забарвлення.

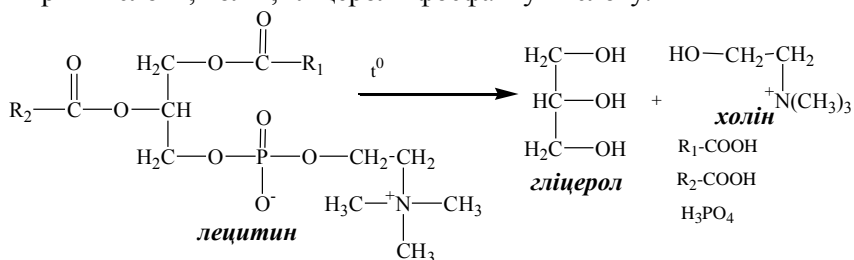
Занотуйте спостереження та пояснення.

| <i>Досліджувана сполука</i> | <i>Спостереження</i> | <i>Пояснення</i> |
|-----------------------------|----------------------|------------------|
|                             |                      |                  |
|                             |                      |                  |

### ***Завдання 6. Виявлення лецитину (фосфатидилхоліну) у жовтку курячого яйця***

Лецитини, які належать до фосфоліпідів, не розчиняються у воді та ацетоні, проте добре розчиняються в етанолі, ефірі й хлороформі.

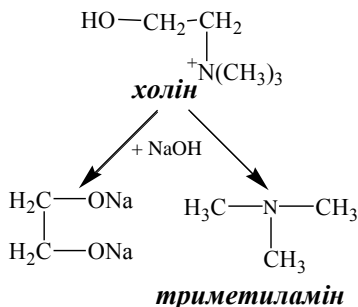
Для приготування розчину лецитину в склянку внесіть 0,5 жовтка курячого яйця і, помішуючи, додайте 40 мл гарячого етанолу. Розчин охолодіть і відфільтруйте у суху колбу. В результаті гідролізу лецитин розпадається на складові частини: жирні кислоти, холін, гліцерол і фосфатну кислоту.



### ***Виявлення холіну***

6.1.1. До 2 мл гідролізату жовтка додайте рівний об'єм 10 %-го розчину NaOH і прокип'ятіть протягом 5–10 хв.

6.1.2. Спостерігайте появу запаху оселедця, характерного для триметиламіну, який утворюється з холіну.



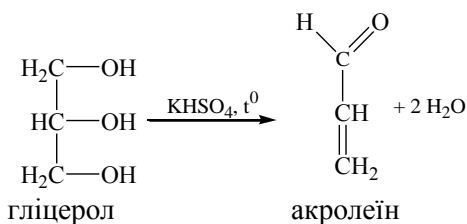
Занотуйте спостереження та пояснення.

| <i>Досліджувана сполука</i> | <i>Спостереження</i> | <i>Пояснення</i> |
|-----------------------------|----------------------|------------------|
|                             |                      |                  |

### *Виявлення гліцеролу*

6.2.1. Кілька крапель гідролізату жовтка змішайте з кількома кристалами  $\text{KHSO}_4$  і нагрійте.

6.2.2. Спостерігайте появу різкого запаху акролеїну, утвореного із гліцеролу.



Занотуйте спостереження та пояснення.

| <i>Досліджувана сполука</i> | <i>Спостереження</i> | <i>Пояснення</i> |
|-----------------------------|----------------------|------------------|
|                             |                      |                  |

### **Виявлення фосфатної кислоти**

6.3.1. До кількох крапель гідролізату жовтка додайте кілька краплин концентрованої азотної кислоти у присутності 1-2 краплин фенолфталеїну (до знебарвлення) та відфільтруйте у суху пробірку.

6.3.2. Додайте 5 крапель молібденового реактиву. Вміст пробірки нагрійте на киплячій водяній бані.

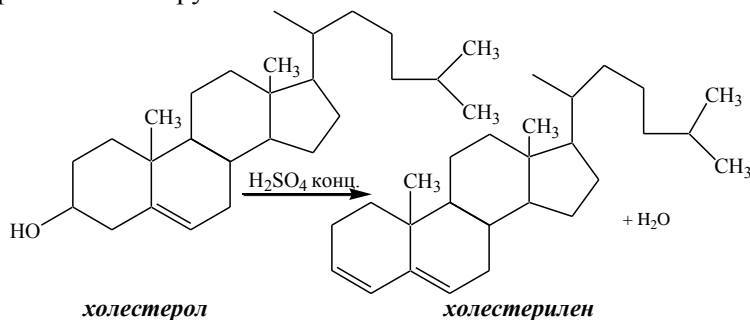
6.3.3. При охолодженні спостерігайте появу жовтого кристалічного осаду фосфорномолібденовокислого амонію.

Занотуйте спостереження та пояснення.

| <i>Досліджувана сполука</i> | <i>Спостереження</i> | <i>Пояснення</i> |
|-----------------------------|----------------------|------------------|
|                             |                      |                  |

### **Завдання 7. Якісна реакція на холестерол (реакція Сальковського)**

За дії концентрованої сульфатної кислоти відбувається дегідратація холестеролу з утворенням холестерилену – сполуки червоного кольору.



7.1. У суху пробірку внесіть 1 мл хлороформного розчину холестеролу або рослинної олії та обережно по стінці додайте 0,5 мл концентрованої  $H_2SO_4$ .

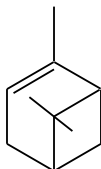
7.2. На межі рідин спостерігайте появу червоного кільця.

Занотуйте спостереження та пояснення.

| <i>Досліджувана сполука</i> | <i>Спостереження</i> | <i>Пояснення</i> |
|-----------------------------|----------------------|------------------|
|                             |                      |                  |

**Завдання 8. Дослідження ненасиченості терпенів**

8.1. У пробірку помістіть 2 краплі бромної води та 1 краплю скипидару (містить  $\alpha$ -пінен), струсніть. Водний шар знебарвлюється.



$\alpha$ -пінен

Занотуйте спостереження та пояснення.

| <i>Досліджувана сполука</i> | <i>Спостереження</i> | <i>Пояснення</i> |
|-----------------------------|----------------------|------------------|
|                             |                      |                  |

**Завдання 9. Дослідження ненасиченості каротиноїдів**

Будучи тетратерпенами, каротиноїди містять значну кількість подвійних зв'язків, що і зумовлює їх специфічне забарвлення. При додаванні бромної води відбувається руйнування цих зв'язків, наслідком чого є втрата забарвлення.

9.1. У пробірку внесіть 1 мл кетчупу (джерело каротиноїдів), додайте 4 мл води.

9.2. При постійному перемішуванні додайте по краплинах бромну воду та спостерігайте за зміною забарвлення від червоного до синього, зеленого, жовтого та безбарвного.

Занотуйте спостереження та пояснення.

| <i>Досліджувана сполука</i> | <i>Спостереження</i> | <i>Пояснення</i> |
|-----------------------------|----------------------|------------------|
|                             |                      |                  |

**Висновки:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (підпис викладача)

### ***Контрольні запитання***

1. У чому полягає принцип реакції омилення жиру лугом?
2. Як виявити подвійні зв'язки у вищих жирних кислотах?
3. Якими якісними реакціями можна визначити структурні компоненти лецитину?
4. Поясніть принцип якісної реакції на холестерол.
5. Яка якісна реакція дає змогу з'ясувати ненасиченість низькомолекулярних біорегуляторів?

## ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

### 1. До складу ліпідів входять спирти...

- а) гліцерол
- б) етиленгліколь
- в) сфінгозин
- г) цетиловий
- д) етиловий
- е) мірициловий

### 2. Вищі жирні кислоти в ліпідах ацилюють...

- а) гідроксильні групи
- б) аміногрупи
- в) альдегідні групи
- г) карбоксильні групи

### 3. Особливості жирних кислот, які входять до складу тваринних і рослинних ліпідів, такі: вони...

- а) містять нерозгалужений вуглецевий скелет
- б) мають парну кількість атомів вуглецю
- в) мають непарну кількість атомів карбону
- г) можуть бути як насиченими, так і ненасиченими
- д) тільки насичені
- д) тільки ненасичені

### 4. Особливостями подвійних зв'язків у жирних кислотах природних ліпідів є те, що...

- а) в них немає чіткої впорядкованості розташування
- б) найближчий до карбоксильної групи розміщений між 9-м та 10-м атомами карбону
- в) вони розташовуються один за одним
- г) суміжні зв'язки розділяються метиленовою групою
- д) мають цисконфігурацію
- е) мають трансконфігурацію

### 5. До насичених жирних кислот належать...

- а) арахінова
- б) арахідонова
- в) пальмітинова
- г) пальмітоолеїнова

- д) олеїнова
- е) лінолева
- є) стеаринова
- ж) ліноленова

**6. До ненасичених жирних кислот належать...**

- а) арахінова
- б) арахідонова
- в) пальмітинова
- г) пальмітоолеїнова
- д) олеїнова
- е) лінолева
- є) стеаринова
- ж) ліноленова

**7. До есенціальних жирних кислот належать...**

- а) арахінова
- б) арахідонова
- в) пальмітинова
- г) пальмітоолеїнова
- д) олеїнова
- е) лінолева
- є) стеаринова
- ж) ліноленова

**8. До моноснових жирних кислот належать...**

- а) пальмітоолеїнова
- б) олеїнова
- в) лінолева
- г) ліноленова
- д) арахідонова

**9. До диснових жирних кислот належать...**

- а) пальмітоолеїнова
- б) олеїнова
- в) лінолева
- г) ліноленова
- д) арахідонова

**10. До триснових жирних кислот належать...**

- а) пальмітоолеїнова



- б) олеїнова
- в) ліолева
- г) ліоленова
- д) арахідонова.

**11. До тетраєнових жирних кислот належать...**

- а) пальмітоолеїнова
- б) олеїнова
- в) ліолева
- г) ліоленова
- д) арахідонова

**12. Вкажіть правильні характеристики ліолевої кислоти.**

- а) містить 16 атомів карбону
- б) містить 18 атомів карбону
- в) містить 20 атомів карбону
- г) не містить подвійних зв'язків
- д) містить 1 подвійний зв'язок
- е) містить 2 подвійні зв'язки
- є) містить 4 подвійні зв'язки
- ж) незамінна

**13. Вкажіть правильні характеристики пальмітоолеїнової кислоти.**

- а) містить 16 атомів карбону
- б) містить 18 атомів карбону
- в) містить 20 атомів карбону
- г) не містить подвійних зв'язків
- д) містить 1 подвійний зв'язок
- е) містить 2 подвійні зв'язки
- є) містить 4 подвійні зв'язки
- ж) незамінна

**14. Вкажіть правильні характеристики арахідонової кислоти.**

- а) містить 16 атомів карбону
- б) містить 18 атомів карбону
- в) містить 20 атомів карбону
- г) не містить подвійних зв'язків

- д) містить 1 подвійний зв'язок
- е) містить 2 подвійні зв'язки
- є) містить 4 подвійні зв'язки
- ж) незамінна

**15. У тваринних жирах переважають жирні кислоти...**

- а) арахідонова
- б) пальмітинова
- в) пальмітоолеїнова
- г) олеїнова
- д) лінолева
- е) стеаринова
- є) ліноленова

**16. До складу рослинних олій переважно входять жирні кислоти...**

- а) арахідонова
- б) пальмітинова
- в) пальмітоолеїнова
- г) олеїнова
- д) лінолева
- е) стеаринова
- є) ліноленова

**17. До складу восків входять спирти...**

- а) гліцерол
- б) інозитол
- в) сфінгозин
- г) цетиловий
- д) етиловий
- е) мірициловий

**18. У яких розчинниках розчиняються ліпіди?**

- а) вода
- б) водні буферні розчини
- в) бензол
- г) неполярні розчинники
- д) кислоти

**19. Які функції виконують ліпіди?**

- а) є структурними компонентами біомембран

- б) є формою запасання метаболічного палива
- в) є формою транспортування палива
- г) несуть генетичну інформацію
- д) виконують захисну функцію

**20. Які із нижчевказаних сполук належать до ліпідів?**

- а) фосфатиди
- б) кефаліни
- в) нейтральні жири
- г) холестерол
- д) гексуронові кислоти

**21. Які властивості характерні для жирних кислот, які входять до складу ліпідів вищих рослин і тварин?**

- а) наявність парного числа атомів карбону
- б) переважання ненасичених жирних кислот
- в) нижча температура плавлення ненасичених жирних кислот
- г) наявність альдегідних або кетонних груп

**22. Встановіть відповідність (запишіть пари: букву і цифру):**

| <i>жирна кислота</i> | <i>кількість атомів вуглецю:кількість та розміщення подвійних зв'язків</i> |
|----------------------|--|
| а) стеаринова        | 1) 18:1( $\Delta$ 9)   |
| б) лінолева          | 2) 16:0  |
| в) олеїнова          | 3) 18:3( $\Delta$ 9,12,15)   |
| г) ліноленова        | 4) 18:2 ( $\Delta$ 9,12)   |
| д) пальмітинова      | 5) 18:0  |

**23. У складі яких нейтральних жирів є лінолева та ліноленова кислоти?**

- а) пальмової олії
- б) льняної олії
- в) соняшникової олії
- г) конопляної олії
- д) свинячого сала

**24. Яка хімічна природа нейтральних жирів? Це...**

- а) триацилгліцерили
- б) диацилгліцерили
- в) фосфогліцерили

- г) гліколіпіди
- д) сфінголіпіди

**24. Які з вказаних сполук належать до фосфоліпідів?**

- а) кефаліни
- б) лецитини
- в) фосфатидилсерин
- г) спермацет
- д) ланолін

**25. Вкажіть, яка властивість не притаманна природним вищим жирним кислотам.**

- а) є монокарбоновими
- б) містять парну кількість атомів карбону
- в) подвійний зв'язок зазвичай розміщений між 9 і 10 атомами карбону
- г) ненасичені кислоти мають трансконфігурацію
- д) нерозчинні у воді

**26. Яка хімічна структура воску? Це...**

- а) ацилгліцерили
- б) ефіри вищих жирних кислот і довголанцюгових спиртів
- в) стероїди
- г) фосфогліцерили
- д) гліколіпіди

**27. Які сполуки належать до стероїдів?**

- а) жовчеві кислоти
- б) гормони надниркових залоз
- г) гангліозиди
- д) статеві гормони
- е) сфінгом'єліни

**28. Яка хімічна структура простагландинів? Вони...**

- а) містять пергідрофенантренциклопентан
- б) мають циклопентанове або циклопентенове кільце
- в) мають ізопреноїдну структуру
- г) містять поліненасичені жирні кислоти
- д) містять триатомний спирт гліцерол

**29. Який показник характеризує ступінь ненасиченості жирних кислот?**

- а) ефірне число
- б) йодне число
- в) число омилення
- г) кислотне число

**30. Який процес називається омиленням жирів?**

- а) ферментативний гідроліз
- б) лужний гідроліз
- в) гідрогенізація
- г) реакція з ацетатом свинцю
- д) емульгування жирів

**31. Лактобацилова кислота є прикладом жирної кислоти, у якої...**

- а) розгалужений ланцюг
- б) міститься циклопропанове кільце
- в) міститься додаткова гідроксильна група

**32. Особливостями триацилгліцеролів є те, що вони...**

- а) при лужному гідролізі розкладаються на гліцерол та мила
- б) при гідролізі відщеплюють фосфатидову кислоту
- в) мають високий вміст пальмітинової кислоти
- г) мають високий вміст ненасичених жирних кислот
- д) є похідними L-гліцero-3-фосфату
- е) є похідними D-гліцero-3-фосфату

**33. Ненасичений довголанцюговий двоатомний аміноспирт, який є компонентом ліпідів, називається...**

- а) гліцеролом
- б) етиленгліколем
- в) цетиловий спирт
- г) сфінгозином
- д) етаноламіном

**34. Лецитини належать до...**

- а) восків
- б) простих ліпідів
- в) фосфоліпідів
- г) сфінголіпідів
- д) гліколіпідів

**35. Мірицилпальмітат належить до...**

- а) восків
- б) нейтральних жирів
- в) фосфоліпідів
- г) сфінголіпідів
- д) гліколіпідів

**36. Цераміди належать до...**

- а) восків
- б) простих ліпідів
- в) фосфоліпідів
- г) сфінголіпідів
- д) гліколіпідів

**37. Цереброзиди належать до...**

- а) восків
- б) нейтральних жирів
- в) фосфоліпідів
- г) сфінголіпідів
- д) гліколіпідів

**38. Сфінгомієліни належать до...**

- а) восків
- б) нейтральних жирів
- в) фосфоліпідів
- г) сфінголіпідів
- д) гліколіпідів

**39. Фосфатна кислота не входить до складу...**

- а) триацилгліцеролів
- б) гліколіпідів
- в) восків
- г) лецитинів
- д) сфінгомієлінів

**40. До складу кардіоліпіну входить...**

- а) 1 залишок гліцеролу
- б) 2 залишки гліцеролу
- в) 3 залишки гліцеролу
- г) 2 залишки жирних кислот
- д) 3 залишки жирних кислот
- е) 4 залишки жирних кислот

є) 1 фосфатна група

ж) 2 фосфатні групи

з) 3 фосфатні групи

**41. До терпенів належать...**

а) рослинні пігменти

б) деякі жиророзчинні вітаміни

в) деякі водорозчинні вітаміни

г) складні ліпіди

**42. Три ізопренові угруповання мають...**

а) сексвітерпени

б) дитерпени

в) тритерпени

**43. Чотири ізопренові угруповання мають...**

а) сексвітерпени

б) дитерпени

в) тритерпени

**44. Шість ізопренових угруповань мають...**

а) сексвітерпени

б) дитерпени

в) тритерпени

**45. Попередником у синтезі холестеролу є...**

а) сквален

б) каучук

в) мірцен

г) ментол

**46. До вітамінів, які містять у своїй структурі ізопреноїдні ланки, належать...**

а) А

б) В<sub>1</sub>

в) В<sub>6</sub>

г) D

д) E

е) C

є) K

**47. Скелет стерану містить...**

а) 1 циклогексановий фрагмент та 3 циклопентанові

- б) 2 циклогексанові фрагменти та 2 циклопентанові
- в) 3 циклогексанові фрагменти та 1 циклопентановий

**48. Характерним для стеролів є...**

- а) основа структури – холестеран
- б) основа структури – декалін
- в) основа структури – холан
- г) аліфатичний радикал з 8 атомів карбону
- д) аліфатичний радикал з 5 атомів карбону
- е) гідроксильна група при  $C_3$
- є) гідроксильна група при  $C_{17}$
- ж) гідроксильна група при  $C_{19}$

**49. Для холєвих кислот характерно**

- а) наявність 5 атомів карбону при  $C_{17}$
- б) наявність 8 атомів карбону при  $C_{17}$
- в) цисзчленування А і В кілець
- г) трансзчленування А і В кілець
- д) гідроксильна група при  $C_3$  в  $\alpha$ -положенні
- е) гідроксильна група при  $C_3$  у  $\beta$ -положенні
- є) наявність додаткової альдегідної групи
- ж) наявність додаткової карбоксильної групи

**50. Для естрогенів характерне...**

- а) ароматичне кільце А
- б) наявність подвійного зв'язку між  $C_5$  та  $C_6$
- в) наявність 5 атомів карбону при  $C_{17}$
- г) відсутність бічного ланцюга при  $C_{17}$
- д) наявність додаткових метильних груп
- е) відсутність метильної групи при  $C_{13}$
- є) відсутність метильної групи при  $C_{10}$

**51. Яка якісна реакція використовується для виявлення гліцеролу в складі нейтральних жирів?**

- а) гідрогенізація
- б) акролеїнова проба
- в) взаємодія з хлоридом кадмію

**52. Нейтральні жири здатні розчинятись у...**

- а) неполярних розчинниках
- б) полярних розчинниках



**53. Під час постійного струшування протягом 1 хв олія розчиняється у таких розчинниках...**

- а) воді
- б) спирті
- в) ефірі
- г) ацетоні
- д) хлороформі

**54. Принцип реакції омилення полягає в...**

а) здатності нейтрального жиру до гідролізу при нагріванні в лужному середовищі з утворенням гліцеролу та солей жирних кислот

б) здатності триацилгліцеролів до гідролізу при нагріванні в кислому середовищі з утворенням сфінгозину й солей жирних кислот

в) здатності нейтрального жиру до відновлення при нагріванні в лужному середовищі з утворенням церамідів та гангліозидів

**55. Чи всі солі одно- та двовалентних металів жирних кислот мають однакову розчинність?**

- а) так
- б) ні

**56. Які мила розчиняються у воді?**

- а)  $K^+$ -мила
- б)  $Na^+$ -мила
- в)  $Ca^{2+}$ -мила
- г)  $Mg^{2+}$ -мила

**57. Які мила не розчиняються у воді?**

- а)  $K^+$ -мила
- б)  $Na^+$ -мила
- в)  $Ca^{2+}$ -мила
- г)  $Mg^{2+}$ -мила

**58. Для одержання твердого мила гідролізат жиру нейтралізують:**

- а) їдким калієм
- б) карбонатом калію
- в) карбонатом натрію

г) сумішшю оксиду кальцію та оксиду магнію

**59. Реакцію лужного гідролізу жирів називають:**

а) нейтралізацією

б) омиленням

в) прогріванням

**60. Наявність подвійних зв'язків у складі жирів – необхідна умова для реакції...**

а) нейтралізації жирів

б) прогрівання жирів на повітрі

в) омилення жирів

**61. Чи можна за характером зміни забарвлення розчинів вищих жирних кислот, їх ефірів та ліпідів із бромною водою чи перманганатом калію зробити висновок про ступінь насиченості досліджуваного матеріалу?**

а) так

б) ні

**62. За допомогою яких реагентів у лабораторних умовах можна визначити ступінь насиченості досліджуваного матеріалу?**

а) карбонату калію

б) бромної води

в) натрію хлориду

г) перманганату калію

**63. Принцип методу виявлення карбонільних сполук в оліях та жирах ґрунтується на здатності...**

а) ненасичених жирних кислот за дії окисників окислюватися за місцем подвійних зв'язків з утворенням продуктів, які з тіобарбітуровою кислотою утворюють забарвлені сполуки

б) насичених жирних кислот у ліпідах за дії ацетату цинку окислюватися з утворенням ефірів, які з тіобарбітуровою кислотою утворюють забарвлені сполуки

в) ненасичених жирних кислот дії окисників відновлюватися за місцем подвійних зв'язків з утворенням продуктів, які з реактивом Фелінга утворюють забарвлені сполуки

**64. При нагріванні ненасичених жирних кислот чи ліпідів на киплячій водянній бані з тіобарбітуровою кислотою спостерігається поява...**

- а) жовтого забарвлення
- б) білого кільця на межі двох рідин
- в) рожевого забарвлення
- г) смарагдового кільця на межі двох рідин

**65. При нейтралізації жирів карбонатом натрію утворюються...**

- а) металічні мила, які використовують як медичні пластирі
- б) звичайні мила, які застосовують як мийні засоби
- в) «зелене» мило, яке використовують як мийний засіб
- г) технічні саломаси, які є сировиною для добування мила

**66. При нейтралізації жирнокислотної суміші оксидами лужноземельних і перехідних металів CaO, MgO, ZnO утворюються...**

- а) металічні мила, які використовують як медичні пластирі
- б) звичайні мила, які застосовують як мийні засоби
- в) «зелене» мило, яке використовують як мийний засіб
- г) технічні саломаси, які є сировиною для добування мила

**67. На які структурні частини розкладається лецитин при гідролізі?**

- а) жирні кислоти
- б) сфінгозин
- в) холін
- г) гліцерол
- д) серин
- е) фосфатна кислота
- є) триацилгліцероли

**68. У реакції виявлення холіну у складі лецитину в лабораторних умовах після додавання до гідролізату жовтка розчину NaOH з наступним кип'ятінням спостерігається поява...**

- а) запаху оселедця, характерного для триметиламіну
- б) червоного забарвлення, характерного для триметиламіну
- в) виділення газу, характерного для триметиламіну

**69. При виявленні гліцеролу у складі лецитину в лабораторних умовах після додавання до гідролізату жовтка кристалів  $\text{KHSO}_4$  з наступним нагріванням спостерігається...**

- а) запах акролеїну
- б) запах оселедця, характерного для триметиламіну
- в) червоне забарвлення
- г) виділення газу

**70. У реакції виявлення фосфатної кислоти в складі лецитину після додавання до гідролізату молібденового реактиву спостерігається...**

- а) запах акролеїну
- б) запах оселедця, характерного для триметиламіну
- в) червоне забарвлення
- г) жовтий кристалічний осад фосфорномолібденовокислого амонію

**71. Якісна реакція на холестерол називається реакцією...**

- а) Сальковського
- б) Адамкевича
- в) Ван-Слайка
- г) Тромера

**72. Принцип методу виявлення холестеролу ґрунтується на тому, що...**

- а) за дії концентрованої сульфатної кислоти відбувається дегідратація холестеролу з утворенням холестерилену
- б) за дії концентрованої оцтової кислоти відбувається ацетилювання холестеролу з утворенням ацетилхолестерилену
- в) за дії концентрованої нітратної кислоти відбувається нітрування холестеролу з утворенням нітрохолестерилену

**73. Реакція Сальковського на холестерол характеризується утворенням ...**

- а) на межі двох рідин кільця червоного кольору
- б) зеленого осаду
- в) жовтого осаду
- г) бульбашок газу

**74. Які представники терпенів використовуються для дослідження їх ненасиченості під час виконання лабораторної роботи?**

- а)  $\alpha$ -пінен
- б) камфора
- в) каротиноїди
- г) цитраль

**75. При додаванні бромної води до скипидару, який містить  $\alpha$ -пінен, водний шар розчину...**

- а) забарвлюється в червоний колір
- б) знебарвлюється
- в) забарвлюється в синій колір

## ЛІТЕРАТУРА

1. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И. Биоорганическая химия: учебник для вузов. М.: Дрофа, 2005. 542 с.
2. Колупаєв Ю.Є. Біоорганічна та біоорганічна хімія. Харків: Освіта, 2000. 306 с.
3. Овчинников Ю.А. Биоорганическая химия. М.: Просвещение, 1987. 815 с.
4. Губський Ю.І. Біоорганічна хімія. Київ–Вінниця: Нова книга, 2007. 432 с.
5. Марченко М. М., Шмараков І. О. Біоорганічна хімія: Навчальний посібник. Чернівці: Рута, 2006. 240 с.
6. Сирова Г.О., Петюніна В.М., Макаров В.О., Лук'янова Л.В. Основи біоорганічної хімії (навчальний посібник). Харків: ХНМУ. 2018. 238 с.
7. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Поліфункціональні, гетерофункціональні та гетероциклічні біологічноактивні сполуки: Навчальний посібник по біоорганічній та біологічній хімії для студентів медичних, стоматологічних та медико-психологічних факультетів вищих медичних навчальних закладів. Вінниця: ВНМУ ім. М.І. Пирогова, 2016. 100 с.
8. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковса І.В. та ін. Біологічна і біоорганічна хімія. У 2 кн. Кн. 1: Біоорганічна хімія. Базовий підручник. К.: Медицина, 2014. 272 с.
9. Мардашко О. О., Ясиненко Н. Є. Біологічна та біоорганічна хімія: Навч. посібник. — Одеса: Одес. держ. мед. ун-т, 2008. — 342 с.

## ЗМІСТ

|  |     |
|--|-----|
| <i>Лабораторна робота 1</i> Встановлення взаємозв'язку між структурою та властивостями біоорганічних сполук..... | 3   |
| <i>Тестові завдання</i> .....  | 19  |
| <i>Лабораторна робота 2</i> Фізико-хімічні властивості амінокислот.....  | 31  |
| <i>Тестові завдання</i> .....  | 43  |
| <i>Лабораторна робота 3</i> Дослідження компонентного складу нуклеозидів та нуклеотидів .....                    | 61  |
| <i>Тестові завдання</i> .....  | 67  |
| <i>Лабораторна робота 4</i> Фізико-хімічні властивості вуглеводів.....   | 76  |
| <i>Тестові завдання</i> .....  | 86  |
| <i>Лабораторна робота 5</i> Фізико-хімічні властивості ліпідів та низькомолекулярних біорегуляторів.....         | 101 |
| <i>Тестові завдання</i> .....  | 111 |

*Навчально-методичне видання*

Оксана Миколаївна **Волощук**  
Іванна Михайлівна **Николайчук**

## **БІООРГАНІЧНА ХІМІЯ**

**Навчально-методичний посібник**

Відповідальний за випуск      ***Копильчук Г.П.***  
Літературний редактор        ***Ряднова В.П.***

Комп'ютерний набір та верстка    ***Волощук О.М.***