

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»



Національний
технічний університет
**ДНІПРОВСЬКА
ПОЛІТЕХНІКА**
1899



Кафедра
Екології та Технологій
захисту навколишнього середовища

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
Кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища

Ю.С. Воронкова

БІОХІМІЯ

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до виконання практичних робіт з дисципліни «Біохімія»
для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
спеціальності 091 Біологія та біохімія

Дніпро
НТУ «ДП»
2023

Воронкова Ю.С.

Біохімія. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт з дисципліни «Біохімія» для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 091 Біологія та біохімія [Електронний ресурс] / Ю.С. Воронкова ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». Електрон. текст. дані – Дніпро : НТУ «ДП», 2023. – 51 с. – Режим доступу <http://nmu.org.ua> – Назва з екрана.

Укладач:

Ю.С. Воронкова, канд. біол. наук, доц.

Затверджено науково-методичною комісією спеціальності 091 Біологія та біохімія (протокол № 3 від 26.06.2023) за поданням кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища (протокол № 9 від 26.06.2023).

Подано методичні рекомендації для виконання практичних робіт для студентів освітньо-професійної програми «Біологія» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Орієнтовано на активізацію навчальної діяльності бакалаврів спеціальності «Біологія» та закріплення практичних знань з даної дисципліни.

Відповідальна за випуск – завідувачка кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища О.О. Борисовська, канд. техн. наук, доц.

ЗМІСТ

Загальні положення	4
Правила роботи в навчальних лабораторіях	6
Практична робота №1. Методи біохімічних досліджень	8
Практична робота №2. Якісні реакції на амінокислоти та вивчення фізико-хімічних властивостей білків	14
Практична робота №3. Дослідження властивостей ферментів, їх специфічності	18
Практична робота №4. Вивчення фізико-хімічних властивостей вуглеводів	23
Практична робота №5. Ліпіди та ліпідний обмін	30
Практична робота №6. Біохімія вітамінів	34
Практична робота №7. Обмін речовин і енергії. Вуглеводний обмін	38
Практична робота №8. Біохімія гормонів	42
Перелік питань для самоконтролю та підготовки до іспиту	46
Список використаної та рекомендованої літератури	49

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Біохімія – навчальна дисципліна, що вивчає хімічний склад живих організмів та хімічні перетворення, яким підлягають молекули, що входять до їх складу.

Мета дисципліни полягає у засвоєнні здобувачами вищої освіти основ біохімії високомолекулярних та низькомолекулярних сполук, формування уявлення про закономірності функцій і процесів, що відбуваються в організмі та в окремих його частинах, формування логічно-послідовної системи знань у вивченні статичної та динамічної біохімії, виявлення закономірностей життєдіяльності організму та життєвих процесів на різних етапах розвитку.

У рамках курсу викладено матеріал щодо природи, класифікації та характеристики речовин живих організмів, біохімічних основ їх перетворення і різних напрямків дослідження їх властивостей. Розглянуто процеси метаболізму та їх енергетика, визначено роль біомолекул для живих організмів.

Опанування теоретичних і практичних основ будови та властивостей біологічних речовин дозволить встановлювати взаємозв'язок між особливостями їхньої структури та їх властивостями, характером перебігу біохімічних реакцій за їх участю.

В методичних рекомендаціях представлено практичні роботи, що містять стислі теоретичні відомості за темами лекційного курсу, практичну частину з різними варіантами завдань: відкриті і тестові питання, ситуаційні задачі, графічні завдання, що охоплюють основні розділи статичної та динамічної біохімії. Використання посібника полегшить сприйняття та рівень засвоєння навчального матеріалу, а також надасть змогу студенту набути досвіду використання знань, вмінь і навичок з біохімії у безпосередній практичній діяльності.

В результаті виконання практичних робіт студенти повинні набути практичні навички з:

- використання у професійній діяльності термінології та основних понять біохімії, встановлення взаємозв'язку між процесами анаболізму та катаболізму, що відбуваються в організмі;
- знати структуру основних класів біомолекул та функції, які вони виконують на молекулярному рівні організації;
- розуміти взаємозв'язок різних класів біомолекул в організмі на рівні структурної організації біологічних систем;
- знати та розуміти функції основних класів високомолекулярних та низькомолекулярних сполук, їх властивості, принципи класифікації, номенклатури та ізомерії;
- знати значення біохімічних процесів обміну речовин та його регуляції в забезпеченні функціонування органів, систем та цілісного організму людини;
- знати основні біохімічні методи дослідження;
- аналізувати відповідність структури сполук фізіологічним функціям, які вони виконують в організмі людини;
- інтерпретувати особливості будови та перетворень в організмі життєважливих біомолекул;
- володіти сучасними біохімічними методами та навичками роботи з біохімічним устаткуванням.

Тематика наведених у методичних рекомендаціях практичних робіт з «Біохімії» і розподіл годин на кожну тему визначено в робочій програмі та силабусі дисципліни.

ПРАВИЛА БЕЗПЕЧНОЇ РОБОТИ В НАВЧАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРІЯХ

1. До роботи в навчальних лабораторіях студенти допускаються в захисному одязі - халатах.

2. В учбовій лабораторії категорично забороняється працювати самостійно, а також потрібно утримуватися від перебування в приміщенні, де працює інша група.

3. Під час перебування в учбовій лабораторії студенти зобов'язані виконувати лише ту діяльність, яка передбачена планом заняття. Категорично забороняються будь-які види активності, які не були попередньо узгоджені та схвалені викладачем або відповідальним персоналом лабораторії (лаборантом).

4. Кожен студент повинен тримати своє місце за робочим столом у чистоті та порядку. На столі не повинні знаходитись сторонні речі (сумки, пакети та ін.).

5. Якщо за планом заняття заплановано виконання практичної частини, то виконання практичних завдань слід починати, лише уважно ознайомившись з інструкцією та вислухавши пояснення викладача. Роботу слід виконувати акуратно, точно, не поспішаючи.

6. Категорично забороняється проводити роботи, не передбачені інструкцією з теми заняття.

7. Категорично забороняється брати речовини руками та пробувати їх на смак. При визначенні речовин за запахом склянку слід тримати на відстані і спрямовувати рухом руки повітря від отвору склянки до носа. При зливанні реактивів не можна нахилитися над отвором посуду, щоб бризки не потрапили на обличчя та одяг.

8. Практичні чи лабораторні роботи проводити лише в чистому посуді, з такою кількістю та концентрацією речовин, в такій послідовності та умовах, як зазначено в інструкції.

9. Категорично забороняється вмикати і вимикати електричні прилади без дозволу викладача.

10. По закінченні заняття кожен студент повинен прибрати своє робоче місце. Черговий повинен привести в порядок всю лабораторію.

При виконанні лабораторної або практичної роботи студенти повинні дотримуватися правил внутрішнього розпорядку та техніки безпеки. Кожен студент після ознайомлення з правилами техніки безпеки ставить свій підпис у журналі реєстрації інструктажу.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

МЕТОДИ БІОХІМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Мета роботи: вивчити правила техніки безпеки і поведження в біохімічній лабораторії; ознайомитися з основними методами біохімічних досліджень; ознайомитися з приладами і різними видами лабораторного посуду, призначенням і правилами користування ним.

В результаті виконання практичної роботи будуть сформовані наступні **результати навчання:** знати основні біохімічні методи дослідження; володіти сучасними біохімічними методами та навичками роботи з біохімічним устаткуванням.

1.1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Сучасна лабораторія представляє собою високотехнологічне підприємство, що має в своєму розпорядженні цілий парк обладнання та приладів. Більш як одну третину всіх лабораторних клінічних досліджень складають клінічні біохімічні тести. Найчастіше біохімічні лабораторії виконують «базові» або «основні», дослідження – дослідження, які найчастіше призначаються лікарями та є діагностично більш значущими для пацієнтів. Поширеними є певні комбінації біохімічних досліджень (сечовина і електроліти, тести функції печінки, гази крові). Не кожна лабораторія обладнана для виконання всіх можливих біохімічних тестів. Ряд спеціальних досліджень для діагностики рідкісних захворювань може виконуватися тільки в централізованих лабораторіях або діагностичних центрах. Ще одна група біохімічних досліджень пов'язана з необхідністю термінового ухвалення рішення клініцистами в екстрених ситуаціях – це так звані ургентні тести або тести при невідкладних станах.

В даний час в біохімічних лабораторіях виконується близько 400 різних тестів: від дуже простих (визначення вмісту глюкози) до дуже складних (ДНК-аналіз, скринінг лікарських рецепторів, розділення ліпопротеїнових фракцій).

Основні правила техніки безпеки при роботі у біохімічній лабораторії:

- На робочому місці слід підтримувати чистоту і порядок.
- У лабораторії заборонено приймати їжу, пити і палити.
- Весь посуд повинен мати чіткий і стійкий напис Старі написи необхідно видаляти з посуду. Не можна використовувати пошкоджений посуд.

- У всіх випадках, коли є небезпека для очей, треба надягати захисні окуляри. Особлива обережність потрібна при роботі з посудом, що знаходиться під вакуумом (посудина Д'юара, вакуум-ексикатори, прилади для перегонки під тиском), а також при роботі з лужними металами. У цих випадках окрім захисних окулярів необхідні захисні екрани або сітки, захисні рукавички.

- При роботі з подразнюючими, отруйними реактивами чи газами, що мають неприємний запах або парами потрібно користуватися витяжною шафою. Вікна шафи закривати та не нахилитися всередину шафи!

- Не можна переносити склянки з їдкими, отруйними або горючими реактивами, тримаючи їх за шийку. Склянку завжди треба підтримувати знизу.

- Балони із стислими газами зберігають або в горизонтальному положенні, або закріплюють (наприклад, ланцюгами).

- При роботі з легкозаймистими речовинами поблизу не повинно бути відкритого полум'я.

- Нагрівання проводять за допомогою бань (водяних, масляних, парафінових, повітряних, піщаних).

- Нагрівання горючих речовин (напр., перегонку) ведуть тільки при постійному нагляді.

- Горючі речовини повинні зберігатися на робочому місці лише в невеликих кількостях.

- У сушильних шафах не можна випаровувати горючі рідини або сушити осадки, які містять їх.

- Горючі рідини, що не змішуються з водою, не можна зливати в каналізацію.

Хімічний посуд, що знаходить застосування в лабораторіях, може бути розділений на ряд груп. За призначенням посуд можна розділити на посуд загального призначення, спеціального призначення і вимірювальний. За матеріалом – на посуд з простого скла, спеціального скла та кварцу.

До групи загального призначення відносяться ті предмети, які завжди мають бути в лабораторії і без яких не можна провести більшість робіт. Такими є: пробірки, лійки прості та ділильні, стакани, плоскодонні колби, кристалізатори, конічні колби – Ерленмейєра, колби Бунзена, холодильники, реторти, колби для дистильованої води, трійники, крани.

До групи спеціального призначення відносяться ті предмети, які використовуються для однієї якої-небудь мети, наприклад, апарат Кипу, апарат Сокслета, прилад Кельдаля, дефлегматори, склянки Вульфа, склянки Тіщенко, пікнометри, ареометри, склянки Дрекселя, калі-апарати, прилад для визначення двоокису вуглецю, круглодонні колби, спеціальні холодильники, прилад для визначення молекулярної маси, прилади для визначення температури плавлення й кипіння тощо.

До вимірювального посуду відносяться: мірні циліндри, мензурки, піпетки, бюретки і мірні колби. Посуд загального призначення: Пробірки є вузькими циліндрової форми посудинами із закругленим дном. Вони бувають різної величини і діаметру і з різного скла. Звичайні лабораторні пробірки виготовляють з легкоплавкого скла, але для особливих робіт, коли потрібне нагрівання до високих температур, пробірки виготовляють з тугоплавкого скла або кварцу. Окрім звичайних, простих пробірок, застосовують також градуйовані і конічні (центрифужні) пробірки. Для зберігання пробірок, що знаходяться в роботі, застосовуються спеціальні дерев'яні, пластмасові або металеві штативи.

Пробірки застосовують для проведення, головним чином, аналітичних або мікрохімічних робіт. При проведенні реакцій в пробірці реактиви не слід застосовувати в дуже великій кількості.

1.2 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання 1. Надайте відповіді на тестові питання (одна вірна відповідь у кожному завданні):

1 - Назвіть метод, в якому речовини розподіляються по носію під дією електричного струму при заданому значенні рН:

- A. Хроматографія
- B. Електрофорез
- C. Фотометрія
- D. ІФА
- E. ПЛР

2 - Для ідентифікації метаболітів, що видалені з біологічного матеріалу, використовують методи:

- A. Екстракції
- B. Хроматографії
- C. Діалізу
- D. Центрифугування
- E. Перегонки

3 - Кількісний аналіз використовують для визначення відносної кількості:

- A. Елементів
- B. Іонів
- C. Хімічних сполук
- D. Білків
- E. Всі відповіді вірні

4 - До оптичних методів кількісного аналізу належить:

- A. Хроматографія
- B. Поляриметрія
- C. Гравіметрія
- D. Електрофорез
- E. Екстракція

5 - Назвіть явище, яке лежить в основі фотометричного методу аналізу:

- A. Оптична густина розчинів

- В. Фотоефект
- С. Концентрація сполуки
- Д. Інтенсивність забарвлення розчинів
- Е. Жодна відповідь є правильною

6 - У якій області спектру світлового потоку проводиться вимірювання інтенсивності забарвлення розчинів за допомогою фотоелектроколориметрів?

- А. Інфрачервоний
- В. Ультрафіолетовий
- С. Короткохвильовий
- Д. Видимий
- Е. Близькій інфрачервоний

7 - Обов'язковою умовою проведення фотоколориметрії завжди є:

- А. Забарвлення сполуки, що досліджується
- В. Висока температура
- С. Підвищена кислотність
- Д. Підвищена лужність
- Е. Усі зазначені вище

8 – Назвіть головні фотометричні величини:

- А. Пропускання
- В. Оптична густина
- С. Екстинкція
- Д. Молярний коефіцієнт поглинання
- Е. Усі зазначені вище

Завдання 2. Схематично зобразіть структуру молекули води. Коротко поясніть ключові характеристики, що визначають унікальні властивості води (вказіть основні з них).

Завдання 3. Дайте визначення поняттям і термінам (зазначені терміни перенесіть до свого глосарію):

Седиментація –

Гомогенізація –

Електрофорез –

Абсорбція –

Люмінесценція –

Електрофоретична рухливість –

Завдання 4. Наведіть відому Вам класифікацію біохімічних методів дослідження (у вигляді схеми/ таблиці).

Завдання 5. Продовжити твердження, вставити пропущені слова:

Біохімія – це наука ...

Особливості живих організмів ...

Статична біохімія досліджує ...

Динамічна біохімія вивчає ...

Залежно від об'єкту досліджень розрізняють біохімію ...

Життя – це спосіб існування ..., здатних до самооновлення і самовідтворення в умовах постійного двостороннього взаємозв'язку з оточуючим середовищем.

Контрольні питання

1. Правила безпеки і поводження в біохімічній лабораторії.
2. Основне оснащення біохімічної лабораторії: лабораторний посуд, прилади – правила роботи.
3. Основні класи біомолекул, їх стисла характеристика.
4. Рівні досліджень біологічних об'єктів.
5. Методи біохімічних досліджень та їх характеристика (оптичні, фотометричні, спектральні, електрохімічні, хроматографічні, електрофоретичні тощо).

ПРАКТИЧНА РОБОТА №2

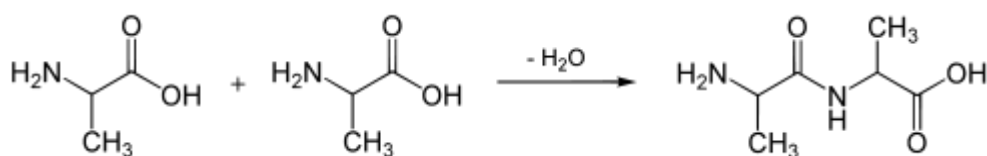
ЯКІСНІ РЕАКЦІЇ НА АМІНОКИСЛОТИ ТА ВИВЧЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БІЛКІВ

Мета роботи: вивчити основні властивості й функції білкових молекул; дослідити якісні реакції на амінокислоти і білки.

В результаті виконання практичної роботи будуть сформовані наступні **результати навчання:** знати структуру основних класів біомолекул та функції, які вони виконують на молекулярному рівні організації; розуміти взаємозв'язок різних класів біомолекул в організмі на рівні структурної організації біологічних систем; знати та розуміти функції основних класів високомолекулярних та низькомолекулярних сполук, їх властивості, принципи класифікації, номенклатури та ізомерії; знати основні біохімічні методи дослідження; володіти сучасними біохімічними методами та навичками роботи з біохімічним устаткуванням.

1.1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Білки – це нітрогенвмісні високомолекулярні органічні сполуки (полімери), які складаються із залишків α -амінокислот (мономери), що послідовно сполучені між собою пептидними зв'язками. При утворенні білка в результаті взаємодії α -аміногрупи ($-\text{NH}_2$) однієї амінокислоти з α -карбоксільною групою ($-\text{COOH}$) іншої амінокислоти утворюються пептидні зв'язки:



Кінці білка називають С- і N- кінцями (залежно від того, яка з груп кінцевої амінокислоти вільна: $-\text{COOH}$ чи $-\text{NH}_2$, відповідно).

Пептиди класифікують на групи:

1. Дипептиди, три пептиди – мають у своєму складі 2 чи 3 амінокислотних залишка;
2. Олігопептиди – низькомолекулярні пептиди, що містять до 10 амінокислотних залишків;
3. Поліпептиди – пептиди, що містять більше 10 амінокислотних залишків.

Класифікація білків:

- I. За будовою (прості та складні),
- II. За рівнем структурної організації (первинна, вторинна, третинна, четвертинна),
- III. За розчинністю (у спирті, у кислотах, у лугах тощо),
- IV. За формою (глобулярні, фібрилярні),
- V. За функціями (біологічними та фізіологічними).

У побудові молекул різних білків беруть участь 20 амінокислот. Залежно від числа аміногруп і карбоксильних груп у молекулі амінокислоти поділяються на:

- 1) моноаміномонокарбонові, які містять одну аміно- й одну карбоксильну групи;
- 2) моноамінодикарбонові, до складу молекули яких входять одна аміно- й дві карбоксильні групи;
- 3) діаміномонокарбонові, для яких характерна наявність у молекулі двох аміногруп та однієї карбоксильної.

У білковій молекулі амінокислоти з'єднані між собою пептидними зв'язками. З'єднання із двох амінокислот зветься дипептидом (напр., гліцин-аланін), із трьох – трипептидом і т. д., а з багатьох амінокислот – поліпептидом.

Амінокислоти й білки мають амфотерні властивості. Унаслідок дисоціації як вільні аміногрупи, так і вільні карбоксильні групи, набувають зарядів: у кислому середовищі – позитивного, у лужному – негативного.

Регулюючи рН середовища, можна досягти такого стану, коли дисоціація аміногруп і карбоксильних груп буде однаковою, тобто буде зрівняно кількість позитивних і негативних зарядів, отже, загальний заряд частки буде дорівнювати нулю. Значення рН, за якого сума позитивних зарядів буде дорівнювати сумі негативних зарядів білкової молекули, зветься *ізоелектричною точкою*. В ізоелектричній точці розчини білка досить нестійкі, білок з них легко випадає в осад.

Якісні реакції на аміногрупи, пептиди й білки можна розподілити на дві групи: а) кольорові реакції, зумовлені наявністю амінокислот і пептидів; б) реакції осадження, викликані зміною фізико-хімічних властивостей білкових молекул.

До кольорових відносять біуретову, нінгідринову та ксантопротеїнову реакції.

1.2 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання 1. Дати визначення поняттям:

Ренатурація –

Деструкція –

Денатурація –

Завдання 2. Побудувати трипептиди, вказати пептидний зв'язок та назвати трипептиди:

1. Фен-Мет-Асп

2. Ліз-Трп-Сер

3. Цис-Арг-Тир

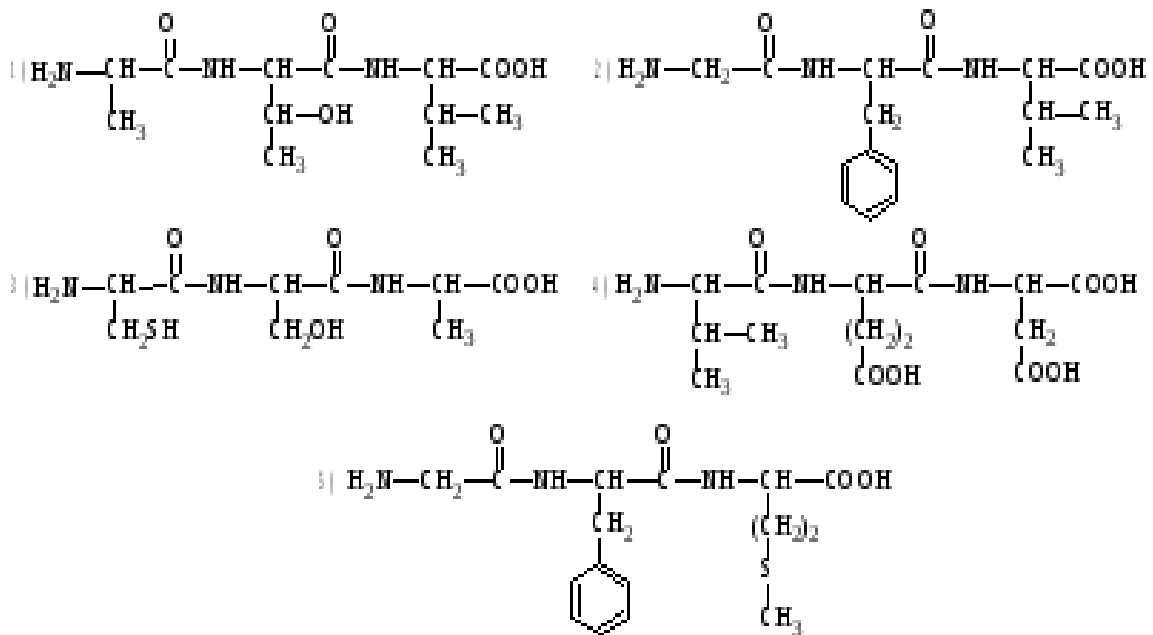
Завдання 3. Наведіть рівняння запропонованих якісних реакцій на амінокислоти, опишіть їх принцип дії, використовуючи навчальні відео та матеріали лекцій:

1 – біуретова,

2 – нінгідринова,

3 – ксантопротеїнова

Завдання 4. Назвіть трипептиди та вкажіть пептидні зв'язок:



- 1- _____
- 2- _____
- 3- _____
- 4- _____
- 5- _____

Завдання 5. Перерахуйте хімічні властивості білків, які Вам відомі. В чому полягає біологічна роль білків для організму людини? Опишіть процес травлення білків в організмі людини.

Завдання 6. За рахунок чого амінокислоти і білки володіють амфотерними властивостями?

Завдання 7. Відтитруйте амінокислоту Лейцин, враховуючи табличні дані рК (додаток А), розрахуйте значення ізоелектричної точки (ІЕТ, рІ) та побудуйте графік титрування.

Контрольні питання

1. Дайте визначення амінокислотам та білкам. Наведіть відомі вам класифікації амінокислот і білків.
2. Перерахуйте протеїногенні амінокислоти.
3. Назвіть основні хімічні властивості амінокислот і білків.

4. Перерахуйте якісні реакції на амінокислоти і білки, назвіть продукти їхньої реакції та зазначте, які відносяться до загальних, а які до специфічних.

5. Які елементи можна виявити у складі білків?

6. Методи осадження білків.

7. Ізоелектрична точка: поняття і визначення.

8. Особливості пептидного зв'язку.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №3

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ФЕРМЕНТІВ, ЇХ СПЕЦИФІЧНОСТІ

Мета роботи: вивчити будову та основні властивості ферментів, як біологічних каталізаторів; ознайомитися з основними принципами кінетики ферментативних реакцій.

В результаті виконання практичної роботи будуть сформовані наступні **результати навчання:** використовувати у професійній діяльності термінологію та основні поняття біологічної хімії, встановлювати взаємозв'язок між процесами анаболізму та катаболізму, що відбуваються в організмі; розуміти взаємозв'язок різних класів біомолекул в організмі на рівні структурної організації біологічних систем; аналізувати відповідність структури сполук фізіологічним функціям, які вони виконують в організмі людини; інтерпретувати особливості будови та перетворень в організмі життєважливих біомолекул.

1.1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Ферменти (ензими) – біологічні каталізатори білкової природи, які синтезуються в клітинах живих організмів та забезпечують необхідні швидкість і координацію біохімічних реакцій, що становлять обмін речовин (метаболізм). Розділ біохімії, що вивчає структуру, властивості та механізми дії ферментів, називається *ензимологією*.

Одиниці активності ферментів – умовні величини, що базуються на лінійній залежності швидкості ферментативної реакції від кількості ферменту (або кількості його молекул, що перебувають у каталітично активному стані).

1. У біохімічній практиці загальноприйнятими є одиниці ферменту.

Одиницею ферменту (U – unit; англ.) є така його кількість, яка каталізує перетворення 1 мкмоль субстрату за 1 хв:

$$1 \text{ U} = 1 \text{ мкмоль/хв.}$$

2. При використанні одиниць системи СІ активність ферменту виражають в каталах (кат). 1 катал – така кількість ферменту, яка каталізує перетворення 1 моля субстрату за 1 с:

$$1 \text{ кат} = 1 \text{ моль/с.}$$

3. Розповсюдженою одиницею є питома активність ферменту, яка визначається кількістю одиниць ферментної активності, що припадають на 1 мг білка в біологічному об'єкті (U/мг білка).

У медичній ензимології активність ферменту часто виражають в одиницях (U) на 1 л біологічної рідини, що досліджується, – сироватки крові, слини, сечі тощо (U/л).

За хімічною структурою ферменти є простими білками або складними білками (тобто такими, що містять у собі небілкову частину). Білкова частина складного білка-ферменту має назву апофермент (апоензим), небілкова – кофермент (коензим). Повна назва складного ферменту – холофермент.

У клітині, особливо в складі біологічних мембран, деякі ферменти здатні утворювати *поліферментні (мультиензимні) комплекси (системи)*, що каталізують послідовності спряжених біохімічних реакцій. Такі поліферментні комплекси складаються з декількох десятків фізично асоційованих білків-ферментів, кожен з яких каталізує певну реакцію.

Ізоферменти (ізозими) – множинні молекулярні форми одного й того ж ферменту. Ізоферменти каталізують одну й ту ж біохімічну реакцію, але розрізняються за своєю первинною структурою і, відповідно, фізико-хімічними (молекулярною масою, рухомістю при електрофорезі тощо) та

каталітичними (різною спорідненістю ферменту із субстратом – K_m) властивостями.

1.2 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання 1. Заповнити таблицю «Класифікація ферментів», надати характеристику кожному класу та навести приклади реакцій до кожного з класів ферментів (по 2-3 реакції на кожен клас):

<i>Назва класу</i>	<i>Характеристика класу</i>	<i>Приклади реакцій (з назвами ферментів)</i>
Оксидоредуктази		
Трансферази		
Гідролази		
Ліази		
Ізомерази		
Лігази		

Завдання 2. Схематично навести будову активного центру ферментів. Вказати структурні ділянки та їх функції.

Завдання 3. Дати визначення поняттям або доповнити речення:

Кофактор –

Кофермент –

Холофермент –

Алостеричний центр –

Субстрат –

Інгібування –

Алостеричний центр ферментів –

Ізоферменти – це

Катал – це

Складні ферменти – це ферменти, які крім ... частини містять групу небілкової природи – ...

Зв'язування ферменту з субстратом здійснюється в основному через ... центр.

Температура, при якій фермент має ... активність, називається оптимальною температурою ферменту.

За систематичною номенклатурою назва ферменту дається таким чином: субстрат: акцептор, тип реакції + суфікс ...

Завдання 4. Опишіть залежність ферментативної активності від: а) температури, б) рН, в) концентрації субстрату (з графічним відображенням).

Завдання 5. Встановіть відповідність між запропонованими термінами та їх визначенням:

А. Абсолютна специфічність	1) вид специфічності, яким володіють ферменти, що каталізують лише одну реакцію і діють на один точно визначений субстрат
Б. Відносна специфічність	2) специфічність ферментів, яка виявляється тоді, коли вони діють на оптично активні сполуки, або сполуки, для яких характерна цис- і транс-ізомерія
В. Стереοізомерна специфічність	3) вид специфічності, яким володіють ферменти, що діють на різні субстрати, які мають однаковий тип зв'язку

Відповідь:

А. Активний центр	1) ділянка молекули ферменту, яка в результаті приєднання до неї низькомолекулярної сполуки зумовлює зміну просторової (третинної), а іноді і четвертинної структури ферменту
Б. Алостеричний центр	2) ділянка, яка безпосередньо взаємодіє з субстратом
В. Каталітична ділянка	3) ділянка молекули ферменту, що зумовлює спорідненість до субстрату і формування його комплексу з ферментом

Г. Контактна ділянка	4) центр ферменту, з яким зв'язується субстрат
----------------------	--

Відповідь:

Завдання 6. Наведіть класифікацію коферментів у вигляді схеми або таблиці.

Завдання 7. Замалюйте (у вигляді хімічних формул) НАД, АТФ, ФАД, ФМН, ліпоєву кислоту, кофермент А.

Завдання 8. Переглянути, запропоноване викладачем, навчальне відео (<https://www.youtube.com/watch?v=8W0gOGeTJyM>), записати хід роботи та зробити висновки. Відео розміщено у відповідній групі в MS TEAMS.

Контрольні питання

1. Дайте визначення поняттю «ензими». Біологічна роль ферментів.
2. Класифікація ферментів.
3. Охарактеризуйте будову активного та алостеричного центрів ферментів.
4. Назвіть основні етапи механізму дії ферментів.
5. Назвіть основні властивості ферментів як біокаталізаторів.
6. В чому полягає різниця між ферментами та неорганічними каталізаторами.
7. Методи визначення ферментів.
8. Кінетика ферментативних реакцій. Рівняння кінетики ферментативних процесів. K_m та V_{max} .
9. Інгібування. Типи інгібування та їх характеристика.
10. Фактори, що впливають на активність ферментів.
11. Локалізація ферментів.
12. Класифікація коферментів.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №4

ВИВЧЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВУГЛЕВОДІВ

Мета роботи: вивчити будову та основні властивості вуглеводів; ознайомитися з основними представниками вуглеводів; опанувати основні реакції визначення вуглеводів.

В результаті виконання практичної роботи буде сформований наступний **результат навчання:** знати структуру основних класів біомолекул та функції, які вони виконують на молекулярному рівні організації; розуміти взаємозв'язок різних класів біомолекул в організмі на рівні структурної організації біологічних систем; знати та розуміти функції основних класів високомолекулярних та низькомолекулярних сполук, їх властивості, принципи класифікації, номенклатури та ізомерії; знати основні біохімічні методи дослідження; володіти сучасними біохімічними методами та навичками роботи з біохімічним устаткуванням.

1.1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Вуглеводи – біоорганічні сполуки, що поширені у природі і відіграють важливу роль в житті людини. Вуглеводи входять до складу клітин і тканин всіх рослинних і тваринних організмів.

Загальна формула вуглеводів $C_n (H_2O)_m$.

Функції вуглеводів:

В живих клітинах вуглеводи виконують будівельну функцію, енергетичну функцію (внаслідок окиснення вуглеводів вивільнюється енергія, яка становить приблизно половину потреби в ній людини), функцію субстратів та регуляторів специфічних біохімічних процесів, пластичну функцію (входять до складу структурно-функціональних компонентів клітини), гідроосмотичну функцію (гіалуронова кислота зв'язує міжклітинну воду і катіони, регулюючи міжклітинний осмотичний тиск), функцію антигенних детермінант природних біополімерів. Також скелетні функції в рослинах та деяких тваринах, є основою клітинної стінки бактерій, входять до складу низки антибіотиків. При зв'язуванні з нуклеїновими кислотами, ліпідами і білками утворюють складні високомолекулярні комплекси, які складають

основу субклітинних структур. Рибоза та дезоксирибоза входять до складу носіїв генетичної інформації живих організмів – ДНК та РНК.

Класифікація вуглеводів:

Усі вуглеводи поділяють на дві групи: прості вуглеводи (моносахариди, або монози) та складні вуглеводи (полісахариди, або поліози). Або за числом ланцюгів мономеру: моносахариди, дисахариди і полісахариди (гомо- і гетерополісахариди) (рис. 4.1).

Моносахариди – це найпростіші вуглеводи, що не гідролізуються з утворенням більш простих вуглеводів. Моносахариди (монози) є гетерофункціональними сполуками, в молекулах яких є одночасно одна оксогрупа (альдегідна або кетонна) і декілька гідроксильних (спиртових) груп. Представники: еритроза, рибоза, рибулоза, ксилоза, ксилулоза, глюкоза, галактоза, фруктоза, маноза, седугептулоза.

Дисахариди – це вуглеводи, молекули яких складаються з двох залишків моносахаридів. Дисахариди при гідролізі утворюють два однакових або різних моносахариди. Для встановлення будови дисахаридів необхідно знати: з яких моносахаридів він побудований, яка конфігурація аномерних центрів у цих моносахаридів (α -або β -), які розміри циклу (фураноза або піраноза) і за участю яких гідроксилів пов'язані дві молекули моносахариди. Дисахариди поділяються на дві групи: відновні і невідновні. Представники: лактоза, трегалоза, целобіоза.

Полісахариди – високомолекулярні сполуки з класу вуглеводів; складаються із залишків моносахаридів, зв'язаних глікозидними зв'язками. Гомополісахариди побудовані із залишків тільки одного моносахариду, гетерополісахариди – із залишків двох і більше різних моносахаридів. Представники: глікоген, крохмаль, хітин, гіалуронова кислота, муреїн, целюлоза.



Рис. 4.1 Класифікація вуглеводів

Хімічні властивості моносахаридів:

Враховуючи те, що вуглеводи є полігідроксикарбонільними сполуками, їм притаманні всі реакції, характерні для цих структурних фрагментів. Деякі напрямки властивих моносахаридам перетворень показані на рис. 4.2.

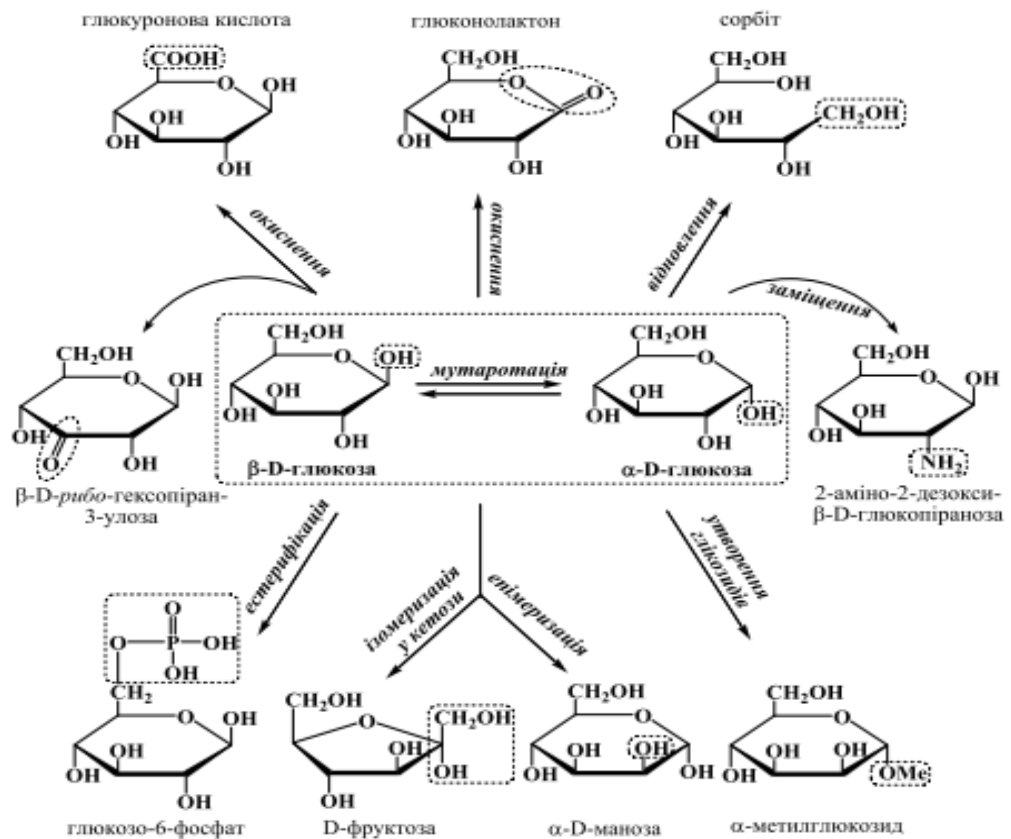


Рис. 4.2 Хімічні властивості вуглеводів та явище мутаротації

Глікоген – резервний полісахарид, який міститься у тваринних організмах, а також у клітинах грибів, дріжджів та деяких рослин. У тваринних організмах глікоген локалізований у печінці (до 10%) та м’язах (4%). Глікоген є формою запасання глюкози у тварин, грибів, деяких бактерій та архей. Невеликі кількості глікогену знаходяться в нирках, і ще менші – в певних гліальних клітинах мозку і білих кров’яних тільцях.

Глікоген є гомополімером α -глюкози, залишки якої з’єднані між собою ($\alpha 1 \rightarrow 4$)-глікозидними зв’язками; кожні 8-10 мономерних залишків відбувається галуження, бічні гілки приєднані ($\alpha 1 \rightarrow 6$)-зв’язками (рис. 4.3). Таким чином, молекула глікогену значно більш компактна і розгалужена ніж крохмалю.

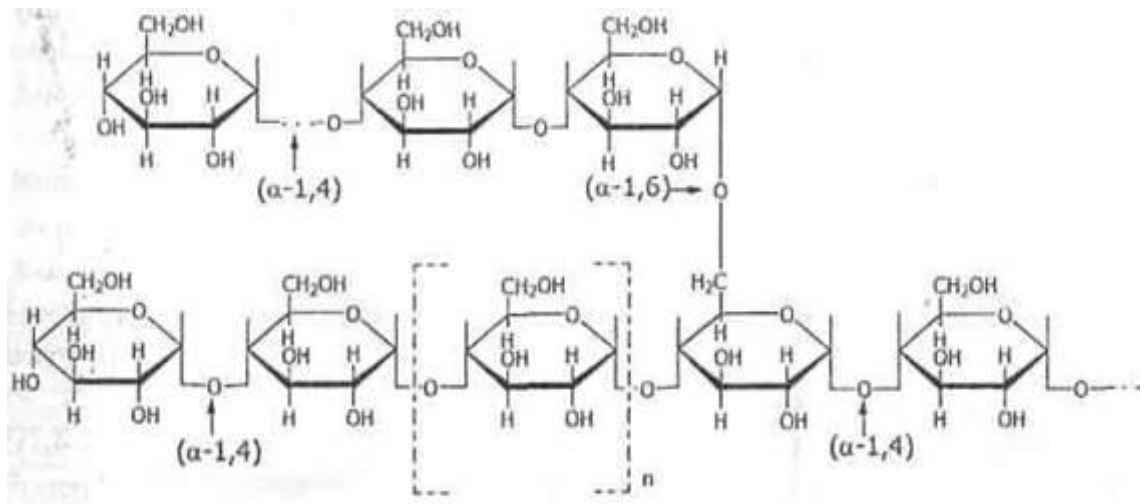


Рис. 4.3 Будова глікогену

Глікоген розчиняється в гарячій воді; осаджується етиловим спиртом. Стійкий у лужному середовищі, у кислому середовищі при нагріванні гідролізується з утворенням спочатку декстринів, а потім – мальтози і глюкози.

У людини перетравлення глікогену починається в ротовій порожнині, де на нього діє α -амілаза слини. Цей фермент гідролізує внутрішньомолекулярні $(\alpha 1 \rightarrow 4)$ -зв'язки і розщеплює полісахариди до олігосахаридів. У шлунку амілаза слини інактивується через високу кислотність середовища (шлунковий сік не містить ферментів для перетравлення вуглеводів). У дванадцятипалій кишці на $(\alpha 1 \rightarrow 4)$ -зв'язки глікогену діє панкреатична α -амілаза, а на $(\alpha 1 \rightarrow 6)$ -зв'язки – спеціальний дерозгалужуючий фермент аміло-1,6-глікозидаза. Так завершується гідроліз глікогену до мальтози. Під впливом пристінкового ферменту тонкого кишківника – мальтази (α -глюкозидази) мальтоза перетворюється у глюкозу і всмоктується.

1.2 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання 1. Напишіть рівняння реакцій, що каталізують ферменти: а – мальтаза, б – сахараза.

Завдання 2. Заповніть таблицю «Перетравлення вуглеводів в організмі людини»:

<i>Нутрієнт</i>	<i>Відділ ШКТ</i>	<i>Фермент</i>	<i>Хімічні зв'язки, які підлягають гідролізу</i>	<i>Продукти реакції</i>
<i>Вуглеводи</i>				

Завдання 3. Напишіть структурні (розгорнуті) формули основних представників класу вуглеводи:

А – глюкоза, б – фруктоза, в – рибоза, г – дезоксирибоза, д – маноза, е – галактоза, ж – лактоза, і – мальтоза.

Завдання 4. Перерахуйте основні хімічні властивості вуглеводів, наведіть їх реакції та запишіть основні функції вуглеводів.

Завдання 5. У наведених твердженнях вставити пропущені слова / словосполучення чи продовжити твердження:

1. До ... належать арабіноза, ксилоза, рибоза, дезоксирибоза, глюкоза, маноза та галактоза.
2. Глюкоза, галактоза і маноза є ...
3. Мальтоза – це продукт неповного гідролізу ..., що утворюється при дії ферменту амілази.
4. Гепарин – це полісахарид, побудований із ... кислоти, глюкозаміну та залишків сульфатної кислоти.
5. Гіалуронова кислота – це ..., побудований із залишків молекул глюкуронової й ... кислоти та
6. Залежно від кількості атомів Карбону моноцукри поділяють на ...
7. Лактоза – це дисахарид, який складається із ... та міститься у ...
8. Представниками гомополіцукрів є ...
9. Гетерополіцукри – ...
10. Аміноцукри – це ...

Завдання 6. Встановлення відповідності:

А. Кетогексоза	1) маноза
Б. Альдопентоза	2) фруктоза
В. Кетопентоза	3) рибулоза
Г. Альдогексоза	4) арабіноза

Відповідь:

А. Мутаротація	1) моноцукри, які відрізняються конфігурацією атомів біля асиметричного С2-атома;
Б. Епімери	2) ефіроподібні сполуки, які легко піддаються кислотному гідролізу, але не можуть перетворюватися на ациклічну форму (альдегідну чи кетонну);
В. Глікозиди	3) явище, яке спостерігається коли при розчиненні цукрів з часом змінюється кут повертання до певної рівноважної величини;
Г. Епімерізація	4) процес зміни конфігурації груп Н і ОН біля асиметричного атома Карбону, безпосередньо зв'язаного з альдегідною групою, внаслідок якого одні моноцукри перетворюються на інші

Відповідь:

Завдання 7. За запропонованими відео (додатково розміщені у відповідній команді в MS TEAMS) записати хід роботи та навести висновки щодо проведених реакцій: а) якісної реакції на крохмаль (<https://www.youtube.com/watch?v=OrS1T2MjNxQ>); б) окиснення глюкози купрум (II) гідроксидом (<https://www.youtube.com/watch?v=w-Axu0Cfeho&t=2s>).

Контрольні питання

1. Вуглеводи. Загальна характеристика, властивості.
2. Визначення, класифікація. Моносахариди (альдози і кетози; тріози,тетрози, пентози, гексози, гептози), біомедичне значення окремих представників.

3. Функції вуглеводів в організмі людини.
4. Хімічні властивості вуглеводів. Якісні реакції.
5. Мутаротація.
6. Олігосахариди: будова, властивості. Дисахариди (сахароза, лактоза, мальтоза), їх біомедичне значення.
7. Полісахариди. Гомополісахариди: крохмаль, глікоген, целюлоза, декстрини – будова, гідроліз, біомедичне значення. Якісна реакція на крохмаль.
8. Гетерополісахариди: визначення, структура. Будова та біомедичне значення глікозаміногліканів (мукополісахаридів) – гіалуронової кислоти, хондроїтинсульфатів, гепарину.
9. Процеси перетравлення та всмоктування вуглеводів в організмі людини.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №5

ЛІПІДИ ТА ЛІПІДНИЙ ОБМІН

Мета роботи: трактувати структуру і біологічне значення ліпідів та їх похідних; засвоїти будову і функції біологічних мембран, етапи та механізми травлення ліпідів у шлунково-кишковому тракті; знати процеси окиснення жирних кислот та синтезу ліпідів.

В результаті виконання практичної роботи будуть сформовані наступні **результати навчання:** знати структуру основних класів біомолекул та функції, які вони виконують на молекулярному рівні організації; розуміти взаємозв'язок різних класів біомолекул в організмі на рівні структурної організації біологічних систем; знати та розуміти функції основних класів високомолекулярних та низькомолекулярних сполук, їх властивості, принципи класифікації, номенклатури та ізомерії; знати значення біохімічних процесів обміну речовин та його регуляції в забезпеченні функціонування органів, систем та цілісного організму людини; аналізувати відповідність структури сполук фізіологічним функціям, які вони виконують в організмі людини; інтерпретувати особливості будови та перетворень в організмі життєважливих біомолекул.

1.1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Lipidi – це гетерогенна група сполук, безпосередньо або опосередковано пов'язаних з жирними кислотами. Їх загальною властивістю є відносна нерозчинність у воді та розчинність в неполярних розчинниках – ефірі, хлороформі, бензолі. Функції ліпідів: енергетична, водозапаса, структурна, захисна, терморегулююча, вони є розчинниками для жиророзчинних вітамінів: А, D, Е, К. Фосфо- та гліцероліпіди виконують структурну функцію і складають основу клітинних мембран та рецепторів. Біологічні мембрани мають унікальну рідинно-мозаїчну будову (бімолекулярний шар ліпідів, в якому розташовані білки) і властивості (вибіркову проникність, плинність та ін.). Арахідонова кислота, що вивільняється з фосфоліпідів, використовується для синтезу простагландинів та інших біорегуляторів.

Класифікація ліпідів (за Блором):

1) Прості ліпіди – це складні ефіри вищих жирних кислот з різними спиртами: а) тригліцериди – складні ефіри вищих жирних кислот з трьохатомним спиртом гліцеролом; б) воски – складні ефіри вищої жирної кислоти з вищими одноатомними спиртами.

2) Складні ліпіди – складні ефіри вищих жирних кислот зі спиртами, які додатково мають і інші групи: а) фосфоліпіди – мають крім жирних кислот та спирту залишок фосфорної кислоти. Часто в їх склад входять азотисті основи. Фосфоліпіди є компоненти мембран клітин. Їх багато у серці, печінці, та у нервовій тканині людини та тварин; б) гліколіпіди – мають жирні кислоти, спирт сфінгозин та вуглеводний компонент. Вони являються компонентами мембран клітин, особливо їх багато в мієліновій оболонці нервових волокон. Їх багато в тканинах мозку, в клітинах крові; в) стероли – складні ефіри високомолекулярних циклічних спиртів (холестеролу) і жирних кислот.

Кетонові тіла – похідні ліпідів, що слугують альтернативним метаболічним паливом в організмі. Основним шляхом утилізації ацетил-КоА, що утворюється в результаті катаболізму жирних кислот, є окиснення в ЦТК

до CO_2 та H_2O . Однак, в печінці існує інший шлях використання ацетил-КоА – його перетворення в кетонів тіла (кетогенез).

Холестерол (холестерин) – є важливим компонентом біомембран, попередником жовчних кислот, стероїдних гормонів та вітаміну D. Порушення транспорту холестеролу та триацилгліцеролів є передумовою виникнення багатьох захворювань у людини, і насамперед серцево-судинної патології.

Обмін ліпідів складається з етапів травлення в шлунково-кишковому тракті, внутрішньоклітинному обміні, а також біосинтезі ліпідів. Обмін ліпідів у тканинах є біологічно найбільш важливим етапом їхнього перетворення.

1.2 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання 1. Покажіть шлях утворення триацилгліцеролу, який містить у своєму складі жирні кислоти: а) пальмітинова, б) лінолева, в) стеаринова.

Завдання 2. Схематично покажіть шлях окиснення мірістинової жирної кислоти (вказавши всі етапи β -окиснення, назви сполук та ферментів).

Завдання 3. Напишіть реакції хімічних перетворень:

- а) Ацетил-КоА \rightarrow ацетон;
- б) Гліцерол \rightarrow Гліцеральдегід-3-фосфат.

Завдання 4. Написати реакцію активації жирних кислот з урахуванням ферментів та назв сполук.

Завдання 5. Написати хімічні формули: кетонів тіл, сфінгомієліну та холестеролу.

Завдання 6. Показати шлях утворення та знешкодження кетонів тіл в організмі людини.

Завдання 7. Показати відмінність між ферментативним біосинтезом і ферментативним окисненням пальмітинової кислоти:

<i>Критерії порівняння</i>	<i>Окиснення</i>	<i>Біосинтез</i>
----------------------------	------------------	------------------

Переносник ацильних груп		
Форма, в якій двовуглецеві фрагменти приймають участь у реакції		
Стереοізомерна форма 3-гїдроксиацильної групи		
Донор або акцептор електронів		
Внутрішньоклітинна локалізація		
Участь CO ₂		

Контрольні питання

1. Ліпіди: визначення, класифікація, будова, біологічне значення окремих класів.
2. Травлення ліпідів: особливості гідролізу в шлунково-кишковому тракті, всмоктування продуктів гідролізу.
3. Катаболізм триацилгліцеролів (внутрішньоклітинний ліполіз): локалізація, механізм, біологічне значення.
4. β-Окиснення жирних кислот: локалізація, механізм, основні етапи, роль карнітину.
5. Розрахунок енергетичного балансу повного окиснення насичених жирних кислот.
6. Біосинтез жирних кислот: локалізація, механізм, основні етапи.
7. Ліпогенез.
8. Кетоніві тіла: будова, біологічне значення, норма вмісту в крові.
9. Кетогенез та кетоліз: визначення, локалізація, механізми.

10. Холестерол: будова, біологічне значення, норма вмісту в крові. Гіперхолестеролемія.

11. Транспортні форми ліпідів: будова, хімічний склад та значення окремих класів.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №6

БІОХІМІЯ ВІТАМІНІВ

Мета роботи: вивчити будову та основні властивості вітамінів; ознайомитися з біологічною роллю вітамінів в організмі людини; знати терміни та поняття гіпо-, гіпер- та авітамінозу, основні принципи класифікації вітамінів.

В результаті виконання практичної роботи будуть сформовані наступні **результати навчання:** розуміти взаємозв'язок різних класів біомолекул в організмі на рівні структурної організації біологічних систем; знати та розуміти функції основних класів високомолекулярних та низькомолекулярних сполук, їх властивості, принципи класифікації, номенклатури та ізомерії; знати значення біохімічних процесів обміну речовин та його регуляції в забезпеченні функціонування органів, систем та цілісного організму людини; інтерпретувати особливості будови та перетворень в організмі життєважливих біомолекул.

1.1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Вітаміни – біоорганічні сполуки, що є життєво необхідними компонентами обміну речовин; на відміну від інших біомолекул, вітаміни не синтезуються в організмі людини, а надходять з компонентами харчування. На відзнаку від таких поживних речовин, як вуглеводи, ліпіди та білки, вітаміни належать до мікрокомпонентів харчування, їх добові потреби для людини складають міліграмові або мікрограмові кількості.

Залежно від фізико-хімічних властивостей (розчинності у воді або в ліпідах) вітаміни поділяють на дві групи: водорозчинні та жиророзчинні.

Вітамінна недостатність – стан, що розвивається внаслідок зменшення (або відсутності) певного вітаміну в організмі. Вітамінна недостатність супроводжується важкими розладами біохімічних і фізіологічних процесів і виникненням специфічної патології.

Розрізняють *гіповітамінози* та *авітамінози* – патологічні стани, для яких властивими є відносна або повна недостатність вітаміну в тканинах відповідно.

За фізіологічною дією вітаміни класифікують:

1) Ті, що збільшують загальну реактивність організму (регулюють функціональний стан ЦНС, обміну речовин) – В₁, В₂, РР, А, С;

2) Антигемораргічні (забезпечують нормальну проникливість і стійкість кровоносних судин, збільшують зверненість крові) – С, Р, К;

3) Антианемічні (нормалізують і стимулюють кровотворення) – В₁₂, С;

4) Антиінфекційні (підвищують стійкість організму до інфекцій, стимулюють виробіток антитіл, посилюють захисні властивості епітелію) – С, А;

5) Ті, що регулюють зір (посилюють гостроту зору, розширюють поле кольорового зору) – А, В₂, С.

1.2 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання 1. Заповніть таблицю «Біохімічна, біологічна та фізіологічна роль вітамінів»:

<i>Вітамін</i>	<i>Кофермент(и) / некоферментна форма</i>	<i>Біологічна роль (участь у процесах обміну, вид обміну)</i>	<i>Добова потреба</i>
<i>Водорозчинні вітаміни</i>			
В ₁			
В ₂			
В ₆			
В ₁₂			

С			
РР			
<i>Жиророзчинні вітаміни</i>			
А			
Д			
Е			
К			

Завдання 2. Надайте визначення поняттям:

Антивітаміни –

Провітаміни –

Вітаміноподібні речовини –

Вітамери –

Авітаміноз –

Завдання 3. Навести схему участі вітаміну А у фоторецепції. Біологічна роль вітаміну А.

Завдання 4. Надайте хімічні формули активних форм вітамінів А і Д, формули В₁, В₂, В₃, В₆, С.

Завдання 5. Навести біохімічні ознаки та назви захворювань, що пов'язані з недостатністю вітамінів групи В та вітамінів А і Д:

<i>Вітамін</i>	<i>Біохімічні ознаки недостатності</i>	<i>Захворювання</i>

Завдання 6. У наведених твердженнях вставити пропущені слова / словосполучення чи продовжити твердження:

1. При надмірному надходженні вітамінів в організм виникають ...

2. При нестачі в організмі одночасно кількох вітамінів спостерігаються ...

3. Вітамін А за тривіальною номенклатурою називається ...

4. При нестачі вітаміну ... в організмі розвивається захворювання, яке дістало назву «бері-бері».

5. При недостатньому надходженні в організм вітаміну ... або при білковому голодуванні виникає захворювання, яке дістало назву пелагри.

6. До складу молекул вітаміну ... входять атоми Кобальту.

7. Вітамін F об'єднує групу ...

8. Біологічна роль вітаміну Е полягає в ..., ..., ...

Завдання 7. Встановлення відповідності:

А. вітамін D	_ рахіт
Б. вітамін B5	_ бері-бері
В. вітамін C	_ скорбут
Г. вітамін B12	_ пелагра
Д. вітамін B1	_ перніціозна анемія

Відповідь:

А. вітамін B3	_ антианемічний фактор
Б. вітамін К	_ антипелагричний фактор
В. вітамін Е	_ антидерматитний фактор
Г. вітамін B5	_ антистерильний фактор
Д. вітамін B12	_ антигеморагічний фактор

Відповідь:

Контрольні питання

1. Вітаміни: класифікація, особливості, функції.
2. Провітаміни, антивітаміни, вітамери, вітаміноподібні речовини.
3. Вітамінна недостатність: авітаміноз, гіповітаміноз (первинний, вторинний).
4. Фактори, що викликають вітамінну недостатність.
5. Стадії вітамінної недостатності.

6. Метаболізм вітамінів в організмі.
7. Водорозчинні вітаміни: група В, С, Р – роль в організмі, коферментні / некоферментні функції, ознаки недостатності, біологічна роль.
8. Жиророзчинні вітаміни: А, Д, Е, К, вітаміни групи F – біологічна роль та функції.
9. Сумісність вітамінів.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №7

ОБМІН РЕЧОВИН І ЕНЕРГІЄЮ. ВУГЛЕВОДНИЙ ОБМІН

Мета роботи: засвоїти загальні шляхи катаболізму біомолекул в живій клітині, а також послідовність реакцій та біологічне значення ЦТК, окисного декарбоксілювання пірувату, а також основні та альтернативні шляхи обміну вуглеводів; вміти трактувати біохімічні закономірності обміну речовин, особливості катаболічних, анаболічних та амфіболічних шляхів метаболізму, процесів тканинного дихання.

В результаті виконання практичної роботи будуть сформовані наступні **результати навчання:** уміти використовувати у професійній діяльності термінологію та основні поняття біологічної хімії, встановлювати взаємозв'язок між процесами анаболізму та катаболізму, що відбуваються в організмі; знати структуру основних класів біомолекул та функції, які вони виконують на молекулярному рівні організації; розуміти взаємозв'язок різних класів біомолекул в організмі на рівні структурної організації біологічних систем; знати значення біохімічних процесів обміну речовин та його регуляції в забезпеченні функціонування органів, систем та цілісного організму людини; інтерпретувати особливості будови та перетворень в організмі життєважливих біомолекул.

1.1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Однією із основних властивостей живих систем є постійний обмін речовин та енергією із навколишнім середовищем. У клітинах живих

організмів безперервно проходять процеси синтезу (анаболізм) та розпаду (катаболізм) біомолекул, єдність яких забезпечує підтримання гомеостазу. Основною ферментативною системою клітин, яка об'єднує шляхи катаболізму біомолекул (білків, жирів, вуглеводів), є цикл трикарбонових кислот (ЦТК) Кребса.

Тканинне дихання – це процес окиснення біомолекул, який дозволяє аеробним організмам значну частку вільної енергії субстратів використовувати на генерацію макроергічних зв'язків у молекулі АТФ.

Глюконеогенез (ГНГ) – процес синтезу глюкози з неуглеводних речовин. Глюконеогенез – процес зворотній гліколізу, в якому тільки три незворотні “ключові” реакції гліколізу перетворюються в спеціальних обхідних шляхах. Ці шляхи каталізуються “ключовими” ферментами глюконеогенеза. Надходження субстратів в ГНГ залежить від фізіологічного стану організма. *Біологічна роль ГНГ*: 1. забезпечення глюкозою головного мозку і еритроцитів при голодуванні; 2. спосіб утилізації лактату; 3. підтримка рівня глюкози в крові в період тривалого голодування і інтенсивних фізичних навантажень; 4. регуляція обміну окремих амінокислот; 5. регуляція кислотно-основної рівноваги крові.

Пентозофосфатний (аптомічний) шлях (ПФШ) є альтернативним шляхом окислення глюкози. Всі ферменти ПФШ локалізовані в цитозолі. Найбільш активно протікає в печінці, жировій тканині, молочній залозі, корі наднирників, еритроцитах.

Найбільша кількість глікогену зберігається у вигляді гранул в цитоплазмі клітин печінки і м'язів.

Глікоген печінки використовується, як джерело глюкози крові; глікоген м'язів - для власних енергетичних потреб.

Обмін глікогену включає:

1. Синтез глікогену (*глікогенез*) – в період травлення (1-2 год. після прийому вуглеводної їжі).

2. Розпад глікогену (*глікогеноліз*) – в період між прийомами їжі, в момент фізичної роботи.

1.2 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання 1. Надати відповіді на питання ситуаційних задач:

1. В ЦТК утворюються відновлені еквіваленти, які окиснюються в дихальному ланцюзі з утворенням АТФ:

<i>Питання</i>	<i>Пояснення</i>
Які відновлені еквіваленти та в якій кількості утворюються в ЦТК?	
Як називається процес синтезу АТФ супряжений з окисненням відновлених еквівалентів у дихальному ланцюгу?	
Скільки молекул АТФ утворюється за рахунок окиснення у дихальному ланцюгу усіх відновлених еквівалентів, утворених в ЦТК?	

2. Окисне декарбоксілювання пірувату відіграє роль у забезпеченні організму енергією:

<i>Питання</i>	<i>Пояснення</i>
Який мультиферментний комплекс забезпечує цей процес?	
При дефіциті яких коферментів він порушується?	
Які біохімічні симптоми порушення окисного декарбоксілювання пірувату?	

Завдання 2. Дати визначення поняттям:

Дихальний ланцюг –

Клітинне дихання –

Анаболізм –

Катаболізм –

Завдання 3. Записати рівняння гліколізу, вказати стадії, назви сполук та ферментів.

Завдання 4. Схематично записати цикл Кребса, вказати назви сполук та ферментів, позначити регуляторні ферменти циклу, основні функції ЦТК.

Завдання 5. Представити схему організації компонентів дихального ланцюга мітохондрій, вказати основні участки (ділянки) ЕТЛ та підписати переносники; навести назви комплексів.

Завдання 6. Дати визначення макроергічним сполукам та заповнити таблицю «Макроергічні сполуки: визначення, представники, біологічне значення»:

<i>Сполука</i>	<i>Біологічна роль</i>

Завдання 7. Записати реакції глюконеогенезу, вказати ферменти та назви сполук, визначити, які з реакцій будуть обхідними (анаплеротичними). Навести біологічну роль процесу глюконеогенезу.

Завдання 8. Схематично представити процеси синтезу та мобілізації глікогену.

Контрольні питання

1. Поняття про внутрішньоклітинний метаболізм та метаболічні шляхи. Основні етапи катаболізму біомолекул. Центральні метаболіти обміну речовин.

2. Окисне декарбоксілювання пірувату: визначення, локалізація в клітині, будова мультиферментного комплексу, схема реакції, біологічне значення та регуляція.
3. Цикл трикарбонових кислот Кребса (ЦТК): визначення, локалізація, механізм, послідовність реакцій, біологічне значення, енергетичний баланс та регуляція.
4. Поняття про тканинне дихання та дихальний ланцюг. Компоненти дихального ланцюга
5. Комплекси дихального ланцюга: назва, склад та біологічне значення.
6. Редокс-потенціал: визначення, механізм виникнення та біологічне значення.
7. Макроергічні сполуки: визначення, представники, біологічне значення.
8. Окисне фосфорилювання: визначення, локалізація. Будова H⁺-АТФ-синтетази.
9. Механізм окисного фосфорилювання. Основні положення хеміосмотичної теорії Мітчела.
10. Пункти спряження тканинного дихання та окисного фосфорилювання.
11. Інгібітори окисного фосфорилювання. Роз'єднувачі тканинного дихання та окисного фосфорилювання.
12. Обмін вуглеводів. Обмін глікогену.
13. Глюконеогенез та його регуляція.
14. Пентозофосфатний шлях.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №8

БІОХІМІЯ ГОРМОНІВ

Мета роботи: засвоїти загальні властивості гормонів та гормоноподібних речовин; знати особливості класифікації гормонів та

механізм їх дії; вміти пояснювати механізми взаємодії рецепторів та передачі гормональних сигналів.

В результаті виконання практичної роботи будуть сформовані наступні **результати навчання**: розуміти взаємозв'язок різних класів біомолекул в організмі на рівні структурної організації біологічних систем; знати та розуміти функції основних класів високомолекулярних та низькомолекулярних сполук, їх властивості, принципи класифікації, номенклатури та ізомерії; знати значення біохімічних процесів обміну речовин та його регуляції в забезпеченні функціонування органів, систем та цілісного організму людини; інтерпретувати особливості будови та перетворень в організмі життєважливих біомолекул.

1.1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Гормони – це біологічно активні речовини, які синтезуються залозами внутрішньої секреції і виділяються безпосередньо в кров, лімфу або ліквор.

Існують морфологічна, хімічна, фізіологічна класифікації гормонів. За морфологічною класифікацією гормони розділяють залежно від місця їх синтезу, наприклад, гормони гіпофіза, щитовидної залози, підшлункової залози, надниркових залоз, статевих залоз тощо.

Крім гормонів, які виділяються у кров і діють на тканини, що віддалені від місця утворення, є гормони, які проявляють свою дію у тому ж органі, в якому вони синтезуються, тобто на невеликій відстані від місця синтезу (паракринна дія), або навіть діють на клітини, що їх секретують (автокринна дія). До гормонів місцевої дії відносять гормони шлунково-кишкового тракту, простагландини, тромбосани і лейкотрієни, серотонін і гістамін.

Ендокринологія – це розділ біомедичної науки, який вивчає структуру і функцію ендокринних залоз, продукт їх секреції та інші сполуки, що виконують функцію хімічних “посередників” дії гормонів, а також наслідки надмірного або недостатнього утворення гормонів.

Рецептор – це одна або група білкових молекул, яка є високоспецифічною стосовно до відповідного гормону. Клітини, які мають рецептор до гормону - це клітини-мішені відповідного гормону.

При порушенні функціонування рецепторів виникають ендокринні патології.

1.2 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання 1. Заповніть таблицю «Класифікація гормонів за хімічною будовою»:

<i>Клас</i>	<i>Особливості будови, походження</i>	<i>Розміщення рецепторів</i>	<i>Механізм дії</i>	<i>Приклади</i>
Білково-пептидні				
Похідні амінокислот				
Стероїдні				

Завдання 2. Заповніть таблицю «Класифікація гормонів за місцем синтезу»:

<i>Залози з ендокринною функцією</i>	<i>Приклади гормонів</i>
Гіпоталамус	
Гіпофіз	
Епіфіз	
Щитоподібна залоза	
Паращитоподібні залози	
Підшлункова залоза	
Надирники	
Статеві залози (Ч / Ж)	

Завдання 3. Наведіть схеми роботи інозитолтрифосфатної та аденілатциклазної систем. Назвіть основні компоненти цих систем та наведіть приклади гормонів, що реалізують свій сигнал шляхом цих систем.

Завдання 4. Наведіть схему реалізації ендокринних функцій в організмі.

Завдання 5. Наведіть загальні ознаки (властивості) істинних гормонів.

Завдання 6. Наведіть основні біологічні функції гормонів та надайте їм пояснення.

Контрольні питання

1. Загальні уявлення про гормони та їх властивості.
2. Поняття про органи- і клітини-мішені гормонів. Типи рецепторів: особливості структури та локалізації в клітині.
3. Класифікація гормонів.
4. Мембранний механізм дії гормонів.
5. Мембранно-внутрішньоклітинний механізм дії гормонів.
6. Цитозольний механізм дії ліпофільних гормонів: стероїдних, тиреоїдних.

ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ТА ПІДГОТОВКИ ДО ІСПИТУ

1. Біохімічні методи дослідження. Класифікація методів біохімічних досліджень. Електрохімічні методи. Хроматографія. Електрофорез. Спектральні методи.
2. Амінокислоти. Дайте визначення поняттю амінокислоти. Класифікація амінокислот. Основні протеїногенні амінокислоти. Основні хімічні властивості амінокислот. Якісні реакції на амінокислоти, продукти реакції.
3. Білки. Класифікація, функції, біологічна роль. Рівні структурної організації білків: первинний, вторинний, третинний та четвертинний. Альфа-спіраль та бета-складчастий лист. Білки сироватки крові. Білкові фракції та їх характеристика. Гострофазові білки та їх характеристика.
4. Методи виділення та детекції білків. Травлення білків.
5. Ферменти – властивості та функції. Класифікація ферментів. Будова активного центру ферментів. Аlostеричний центр. Основні відмінності ферментів від неорганічних каталізаторів. Одиниці виміру ферментативної активності. Методи визначення ферментів.
6. Специфічність дії ферментів. Активатори та інгібітори. Механізм дії ферментів. Утворення ES-комплексу.
7. Вуглеводи. Загальна характеристика, хімічні властивості. Класифікація вуглеводів та характеристика кожного класу. Функції вуглеводів в організмі людини. Характеристика окремих представників класу вуглеводів (глюкоза, фруктоза, маноза, лактоза, крохмаль, глікоген, целобіоза, трегалоза, целюлоза), їх застосування та біологічна роль. Процеси перетравлення та всмоктування вуглеводів в організмі людини. Шляхи надходження вуглеводів в організм людини.
8. Метаболізм. Біоенергетика. Процеси катаболізму та анаболізму. Поєднання екзергонічних та ендергонічних реакцій.

9. Гліколіз: аеробний та анаеробний. Стадії, ферменти, регуляція. Загальне рівняння аеробного гліколізу. Енергетичний вихід.
10. Піруватдегідрогеназний комплекс: ферменти та коферменти. Загальне рівняння ПДГк, біологічна роль. Енергетичний вихід ПДГк.
11. Цикл трикарбонових кислот: реакції, ферменти. Регуляторні ферменти. Енергетичний вихід ЦТК. Функції ЦТК.
12. Поняття про тканинне дихання та дихальний ланцюг. Компоненти дихального ланцюга. Піридинзалежні та флавінзалежні дегідрогенази, будова, їх значення реакціях окиснення та відновлення. Убіхінон, будова та його роль у реакціях окиснення та відновлення. Цитохроми та їх роль у тканинному диханні.
13. Патологія тканинного дихання. Інгібітори дегідрогеназ та ферментів дихального ланцюга на етапах окисного фосфорилювання.
14. Окисне фосфорилювання: визначення, локалізація. Механізм окисного фосфорилювання. Основні положення хеміосмотичної теорії Мітчела. Пункти спряження тканинного дихання та окисного фосфорилювання. Інгібітори окисного фосфорилювання. Роз'єднувачі тканинного дихання та окисного фосфорилювання.
15. Вуглеводний обмін. Роль глюкози в організмі людини. Глікогеноліз та його регуляція. Пентозофосфатний шлях катаболізма глюкози. Біологічна роль. Метаболізм фруктози та галактози. Глікогенез та його регуляція. Глюконеогенез. Умови протікання глюконеогенезу. Взаємозв'язок реакцій гліколізу та глюконеогенезу. Реципрокна регуляція.
16. Ліпіди та ліпідний обмін. Структура і функції ліпідів. Загальна біологічна характеристика та функції ліпідів. Характеристика та біологічні функції окремих груп ліпідів.
17. Жирні кислоти, що входять до складу ліпідів організму людини. Біологічне значення протоплазматичних і резервних ліпідів для організму людини.

18. β -окиснення жирних кислот. Енергетичний баланс. Роль карнітину в транспорті жирних кислот через мітохондріальні мембрани.
19. Перетравлення і всмоктування ліпідів у шлунково-кишковому тракті.
20. Синтез жирних кислот. Ацетил-СоА-карбоксилаза. Синтазна система жирних кислот. Транспорт ліпідів.
21. Нуклеїнові кислоти, їх властивості. Нуклеїнові основи, нуклеотиди, нуклеозиди. Пурини та піримідини. Правила Чаргаффа.
22. Структура, функції та властивості ДНК. Типи ДНК: А, В, С, Д і Z-форми.
23. Структура, функції та властивості РНК. Типи РНК.
24. Розщеплення нуклеотидів в ШКТ. Синтез пуринів та піримідинів. Джерела атомів пуринового / піримідинового ядер. Шлях *de novo*. Шлях реутилізації.
25. Біохімія вітамінів. Класифікація вітамінів: водо- та жиророзчинні вітаміни, їх біохімічні функції (коферментна та некоферментна роль). Авітаміноз та гіповітаміноз. Порушення обміну вітамінів.
26. Гормони: класифікація, біологічна роль. Механізми реалізації гормонального сигналу. Вторинні месенджери.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ТА РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Біохімія: підручник / за ред. проф. А.Л. Загайка, проф. К.В. Александрової – Х.: Вид-во «Форт», 2014. – 728 с.
2. Біологічна хімія [Текст] : підручник / Ю. І. Губський, І. В. Ніженковська, М. М. Корда та ін. ; за ред. І. В. Ніженковської. – Вінниця : Нова Книга, 2021. – 648 с.
3. Гонський, Я.І. Біохімія людини [Текст] : підручник / Я. І. Гонський, Т. П. Максимчук ; За ред. Я. І. Гонського. – 4-те вид., без змін. – Тернопіль : ТНМУ, Укрмедкнига, 2021. – 732 с.
4. Скляр О. Я. Біологічна хімія : підручник / О. Я. Скляр, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ, 2015. – 706 с.
5. Остапченко Л.І. та ін. Біохімія: Підручник для студентів ВНЗ. – К.: Київський університет, 2016. – 798 с.
6. Мардашко О.О. Біологічна та біоорганічна хімія: навчальний посібник / Мардашко О.О., Миронович Л.М., Степанов Г.Ф. – Одеса: Центриформ, 2011. – 236 с.
7. Клінічна біохімія в 3-ох томах /під ред. Проф. Луньової. – Київ: Каравела, 2022. – 984 с.
8. Марінцова Н.Г. Біологічна хімія: підручник / Н.Г. Марінцова, С.В. Половкович, В.П. Новіков. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2013. – 336 с.
9. Біологічна хімія : навчальний посібник / Л. І. Гребеник, Л. О. Прімова, Н. М. Іншина, І. В. Чорна, С. А. Гончарова ; за заг. ред. Л. І. Гребеник. – Суми : Сумський державний університет, 2023. – 380 с.
10. Робочий зошит та методичні розробки для практичних занять з біологічної хімії. Частина перша / Заїчко Н.В., Луцюк М.Б., Тертишна О.В. та ін. – ВНМУ ім. М.І. Пирогова, 2017. – 105 с.
11. Робочий зошит та методичні розробки для практичних занять з біологічної хімії. Частина друга / Заїчко Н.В., Тертишна О.В., Качула С.О. та ін. – ВНМУ ім. М.І. Пирогова, 2016. – 157 с.

12. Шмиголь І.В. Збірник тестових завдань та задач з біохімії (статика): навчально-методичний посібник. – Черкаси: Вид. від. ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2013. – 116 с.
13. Nelson D.L., Cox M.M. Lehninger. Principles of biochemistry/ fifth edition, W.H. Freeman and Company, New York. – 2010. – 1302 p.
14. Baynes J. W., Dominiczak, M. H. Medical Biochemistry E-Book. Elsevier Health Sciences, 2014. – 636 p.
15. Biological chemistry/ Yu.I. Gubskiy. - 3-nd. ed. - Vinnitsa : Nova Knyha, 2020. – 488 p.
16. Harper's Illustrated Biochemistry / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2015. – 817 p.
17. William Marshall, Marta Lapsley, Andrew Day, Kate Shipman. Clinical Chemistry. – Elsevier, 2020. – 432 p.
18. http://bookwu.net/book_biohimiya-krovi_1041/15_9.-buferni-sistemi-krovi
19. <http://www.freebookcentre.net/Chemistry/BioChemistry-Books-Download.html>
20. https://www.researchgate.net/publication/285604870_Biochemistry_of_digestion

Воронкова Юлія Сергіївна

БІОХІМІЯ

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
до виконання практичних робіт з дисципліни «Біохімія»
для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
спеціальності 091 Біологія та біохімія

Видано в авторській редакції

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»,
м. Днепра, просп. Д. Яворницького 19.