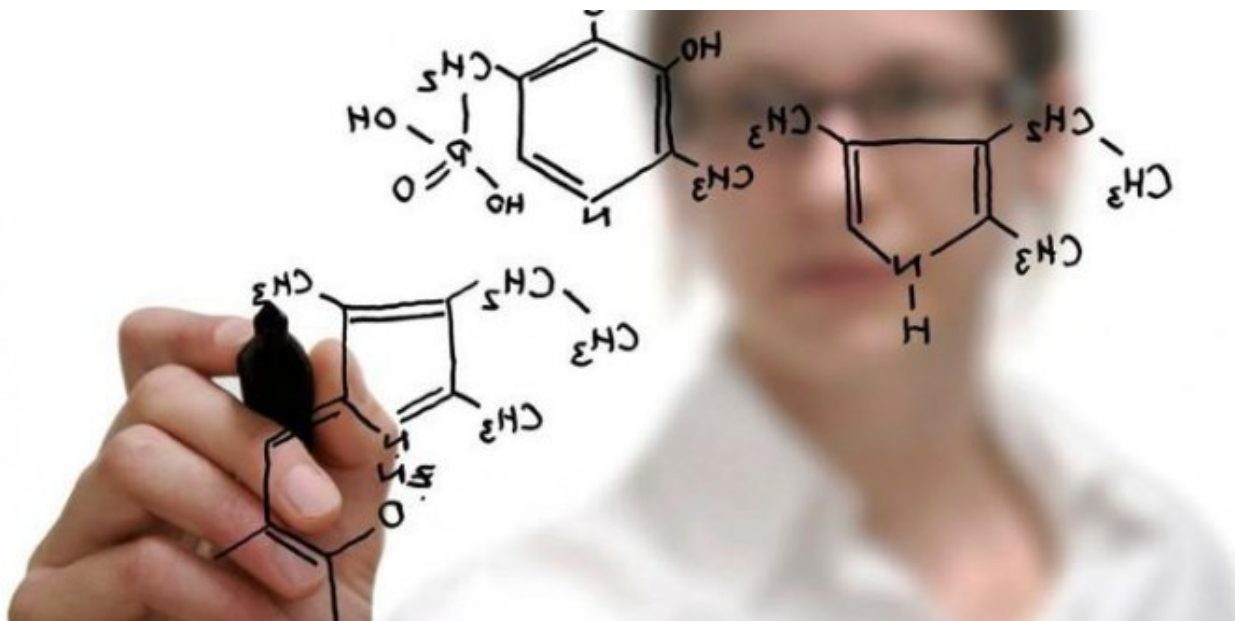


РОБОЧИЙ ЗОШИТ ДЛЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ З БІОЛОГІЧНОЇ ХІМІЇ
(ЧАСТИНА ПЕРША)



Галузь знань	22 «Охорона здоров'я»
Спеціальність	221 «Стоматологія», 222 «Медицина», 225 «Медична психологія», 228 «Педіатрія»
Курс	2-й
Група	
Студент (ПІБ)	

Робочий зошит для практичних занять з навчальної дисципліни «Біологічна хімія» для підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти галузі знань 22 Охорона здоров'я, спеціальності 222 «Медицина», 228 «Педіатрія», 221 «Стоматологія», 225 «Медична психологія».

Автори: Н.В. Заїчко, проф.; В.В. Блажченко, ст.викл., д-р філософії; Д.О. Фільчуков доц.; О.І. Штатко, доц.; С.О. Качула, В.М. Истошин, доц.; доц.; П.О. Юрченко, доц.; О.Б. Струтинська, ст.викл., д-р філософії; О.П. Бобецька, ст.викл., д-р філософії; Р.С. Остреньук, ст. викл.

За загальною редакцією – проф. Заїчко Н.В.

Робочий зошит затверджено на засіданні кафедри біохімії ім. професора О. О. Пентюка Вінницького національного медичного університету ім. М.І. Пирогова, протокол № 1 від 29.08.2025.

Схвалено методичною радою медико-теоретичних дисциплін Вінницького національного медичного університету ім. М.І. Пирогова за напрямом підготовки другого (магістерського) рівня вищої освіти у галузі знань 22 Охорона здоров'я

Рецензенти:

Наконечна О.А. – доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри біологічної хімії Харківського національного медичного університету МОЗ України.

Назарчук О.О. – доктор медичних наук, професор кафедри мікробіології Вінницького національного медичного університету ім. М.І. Пирогова

ЗМІСТ

Інструкція з охорони праці для здобувачів під час практичних занять на кафедрі біохімії ім. професора О. О. Пентюка.....	4
Модуль 1 «Загальні закономірності метаболізму. Біоенергетика».....	6
<i>Вступ в біохімію. Біомолекули.....</i>	<i>6</i>
Тема 1. Вступ в біохімію. Біомолекули та клітинні структури.....	6
<i>Ферменти.....</i>	<i>11</i>
Тема 2. Ферменти: номенклатура, класифікація та структура.....	11
Тема 3. Властивості ферментів. Кінетика та енергетика ферментативних реакцій.....	15
Тема 4. Активатори та інгібітори ферментів. Регуляція ферментативної активності.....	21
Тема 5. Ізоферменти. Мультиферментні комплекси. Медична ензимологія.....	25
<i>Кофактори та коферменти.....</i>	<i>30</i>
Тема 6. Кофактори та коферменти: хімічна будова та функції.....	30
<i>Загальні шляхи метаболізму.....</i>	<i>36</i>
Тема 7. Загальні шляхи метаболізму. Окисне декарбоксилювання пірувату. Цикл трикарбонових кислот Кребса.....	36
<i>Молекулярні основи біоенергетики.....</i>	<i>41</i>
Тема 8. Біологічне окиснення. Тканинне дихання. Інгібітори тканинного дихання.....	41
Тема 9. Окисне фосфорилювання. Інгібітори та роз'єднувачі окисного фосфорилювання.....	45
Тема 10. Підсумкове заняття модулю 1 «Загальні закономірності метаболізму. Біоенергетика».....	50
Модуль 2 «Метаболізм вуглеводів та ліпідів».....	52
<i>Метаболізм вуглеводів.....</i>	<i>52</i>
Тема 11. Травлення та всмоктування вуглеводів. Глюкозні транспортери. Анаеробний та аеробний гліколіз.....	52
Тема 12. Глюконеогенез. Глюкозо-аланіновий та глюкозо-лактатний цикли.....	59
Тема 13. Пентозофосфатний шлях метаболізму глюкози. Метаболізм фруктози та галактози.....	63
Тема 14. Метаболізм глікогену та його регуляція. Глікогенози.....	68
Тема 15 «Регуляція та патологія вуглеводного обміну».....	73
<i>Метаболізм ліпідів.....</i>	<i>78</i>
Тема 16. Травлення та всмоктування ліпідів. Транспортні форми ліпідів. Перекисне окиснення ліпідів. Каскад арахідонової кислоти.....	78
Тема 17. Ліполіз: катаболізм тригліцеридів, окиснення гліцеролу та жирних кислот.....	86
Тема 18. Ліпогенез: синтез жирних кислот, тригліцеридів та фосфогліцеридів.....	91
Тема 19. Метаболізм кетонових тіл та холестеролу.....	97
Тема 20. Метаболізм сфінголіпідів. Регуляція та патологія ліпідного обміну.....	102
Тема 21. Підсумкове заняття модулю 2 «Метаболізм вуглеводів та ліпідів».....	109
Модуль 3 «Метаболізм простих білків та амінокислот. Молекулярна біологія. Основи молекулярної генетики».....	111
<i>Метаболізм простих білків та амінокислот.....</i>	<i>111</i>
Тема 22. Травлення, всмоктування, гниття білків. Харчове значення білків.....	111
Тема 23. Декарбоксилювання та трансамінування амінокислот.....	117
Тема 24. Дезамінування амінокислот. Знешкодження амоніаку. Синтез сечовини.....	123
Тема 25. Спеціалізовані шляхи обміну ациклічних амінокислот. Ензимопатії.....	128
Тема 26. Спеціалізовані шляхи обміну циклічних амінокислот. Ензимопатії.....	134
Додатки.....	140
Таблиця основних термінів та понять у біохімії.....	140
Таблиця інгібіторів ферментів.....	143
Таблиця спадкових ензимопатій.....	144
Таблиця ензимодіагностики патологій внутрішніх органів.....	146
Список використаної літератури.....	147

ЗАГАЛЬНІ ШЛЯХИ МЕТАБОЛІЗМУ

Тема 7: «Загальні шляхи метаболізму. Окисне декарбоксилювання пірувату. Цикл трикарбонових кислот Кребса»

1. Актуальність теми: 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. Вивчення особливостей функціонування ЦТК необхідне для оцінки його ролі у енергозабезпеченні клітин та розуміння молекулярних механізмів виникнення патологій, які супроводжуються гіпоенергетичними станами.

2. Загальна мета заняття: засвоїти загальні шляхи катаболізму біомолекул в живій клітині, а також послідовність реакцій та біологічне значення циклу трикарбонових кислот як універсального шляху окисного катаболізму біомолекул.

3. Конкретні цілі: уміти

- трактувати біохімічні закономірності обміну речовин, особливості катаболічних, анаболічних та амфіболічних шляхів метаболізму;
- аналізувати закономірності функціонування окисного декарбоксилювання пірувату та механізми його регуляції;
- аналізувати закономірності функціонування циклу трикарбонових кислот та механізми його регуляції;
- пояснювати будову та значення піруват- та α -кетоглутаратдегідрогеназного мультиферментних комплексів;
- розкривати суть та значення анаплеротичних реакцій ЦТК

4. Література:

Основна:

- 4.1. Біологічна і біоорганічна хімія: у 2 книгах. – Книга 2. Біологічна хімія: підручник, 3-є видання (ВНЗ IV р. а.) / за ред. Ю.І. Губського, І.В. Ніженковської. – ВСВ «Медицина», 2021. – 544 с.
- 4.2. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Gubsky Yu. I., Nezenkovska I.V., Korda M.M. ... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu. I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. – Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
- 4.3. Губський Ю.І. Біологічна хімія: підручник / Губський Ю.І., Ніженковська І.В. та ін. – Київ-Вінниця: Нова Книга, 2021. – 648 с.
- 4.4. Біохімія людини: підручник, 3-є видання, виправлене та доповнене / за ред. Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 732 с.
- 4.5. Лекції, що читаються на кафедрі

Додаткова:

- 4.6. Склярів О.Я. Біологічна хімія: підручник / О.Я. Склярів, Н.В. Фартушок, Т.І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
- 4.7. Біохімія: підручник / за загальною редакцією проф. А.Л. Загайка, проф. К.В. Александрової – Х.: Вид-во «Форт», 2014. – 728 с.
- 4.8. Нельсон Д., Кокс М. Основи біохімії за Ленінджером / пер. з англ.: О. Матишевська, наук. ред. перекладу: С. Комісаренко – Львів: БаК, 2015 – 1256 с.
- 4.9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry / Denise R. Ferrier – 6th ed., 2014. – 552 p.
- 4.10. Harper's Illustrated Biochemistry / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2015. – 817 p.
- 4.11. Textbook of Medical Biochemistry/ Chatterjea M.N., Shinde Rana. – New Delphi: Tauppee, 2012. – 876 p.

Інформаційні ресурси

- 4.12. Електронна адреса сайту університету: <http://vnmu.edu.ua>
- 4.13. Електронна адреса сайту бібліотеки університету: <http://library.vnmu.edu.ua>
- 4.14. Центр тестування <https://www.testcentr.org.ua/uk/>

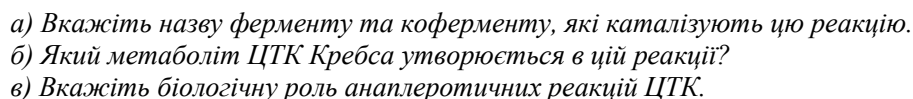
5. Основні питання заняття:

1. Обмін речовин, його етапи та біологічне значення.
2. Поняття про метаболізм та метаболічні шляхи.
3. Основні етапи катаболізму біомолекул. Центральні метаболіти обміну речовин.
4. Окисне декарбоксилювання пірувату: визначення, локалізація в клітині, будова мультиферментного комплексу, схема реакції, біологічне значення та регуляція.

3. Встановлено, що до складу пестициду входить арсенат натрію, який блокує ліпоєву кислоту. Вкажіть, активність яких ферментів порушується:
 - A. Глутатіонредуктаза
 - B. Глутатіонпероксидаза
 - C. ПВК-дегідрогеназний комплекс
 - D. Метгемоглобінредуктаза
 - E. Мікросомальне окиснення
4. При окисненні вуглеводів, ліпідів утворюється велика кількість енергії, основна частина якої утворюється завдяки окисненню ацетил-КоА. Скільки молекул АТФ утворюється при повному окисненні однієї молекули ацетил-КоА?
 - A. 38
 - B. 36
 - C. 24
 - D. 8
 - E. 12
5. Центральним проміжним продуктом всіх видів обміну (білків, ліпідів, вуглеводів) є:
 - A. Лактат
 - B. Сукциніл-КоА
 - C. Щавелевооцтова кислота
 - D. Ацетил-КоА
 - E. Цитрат
6. Цикл трикарбонових кислот являє собою кінцевий загальний шлях окиснення енергетично багатих молекул (вуглеводів, амінокислот, жирних кислот). Вкажіть із якою кислотою вступає в першу реакцію у ЦТК ацетил КоА:
 - A. Щавелевооцтовою
 - B. Цитратною
 - C. Ізоцитратною
 - D. Фумаровою
 - E. Яблучною
7. При серцевих захворюваннях для покращення енергозабезпечення за рахунок інтенсифікації окисних процесів застосовують кокарбоксилазу (тіамініпірофосфат). Вкажіть метаболічний процес, який вона активує:
 - A. Окисне фосфорилювання
 - B. Субстратне фосфорилювання
 - C. Окисне декарбоксилювання пірувату
 - D. Дегідрування сукцинату
 - E. Фосфорилювання фруктозо-6-фосфату

6.4. Ситуаційні задачі:

1. Окисне декарбоксилювання пірувату відіграє важливу роль у забезпеченні організму енергією.
 - а) Який мультиферментний комплекс каталізує цей процес?
 - б) Вкажіть енергетичний баланс процесу окисного декарбоксилювання пірувату.
 - в) Які біохімічні симптоми зниження активності окисного декарбоксилювання пірувату?
2. У пацієнтів з хронічним алкоголізмом відмічається зростання вмісту пірувату в сироватці крові та збільшення його екскреції з сечею.
 - а) Активність якого метаболічного процесу знижується у таких хворих?
 - б) Які коферменти беруть участь в цьому процесі?
 - в) При дефіциті яких вітамінів знижується активність цього процесу?
3. В процесі окисного декарбоксилювання пірувату утворюється центральний метаболіт обміну речовин, який далі окиснюється до кінцевих метаболітів CO_2 та H_2O .
 - а) Вкажіть цей метаболіт.
 - б) В якому процесі відбувається його окиснення до CO_2 та H_2O ?
 - в) Вкажіть енергетичний баланс окиснення 1 молекули пірувату до CO_2 та H_2O .
4. Пацієнт поступив у стаціонар з діагнозом цукровий діабет I типу. Серед метаболічних порушень має місце зменшення вмісту оксалоацетату, цитрату та α -кетоглутарату.
 - а) Активність якого метаболічного процесу знижується за цих умов?
 - б) Які відновні еквіваленти та в якій кількості утворюються в цьому процесі?
 - в) Скільки молекул АТФ утворюється за рахунок окиснення у дихальному ланцюгу усіх відновних еквівалентів, утворених в цьому процесі?
5. На схемі зображено анаплеротичну реакцію циклу трикарбонових кислот Кребса:

[illegible]

Визначення активності сукцинатдегідрогенази (КФ 1.3.5.1)

Хід роботи:

Реактиви, послідовність додавання	Пробірка	
	Контрольна	Дослідна
Гомогенат, мл	2,0	2,0
Фосфатний буфер, pH = 7,4, мл	1,0	1,0
Розчин бурштинової кислоти (Cн = 0,01 M), мл	1,0	1,0
Метиленова синька, краплі	2,0	2,0
Концентрована хлоридна кислота, краплі	5,0	-
Вміст обох пробірок перемішують і заливають підігрітим агар-агаром на висоту приблизно 1 см. Пробірки поміщають в стаканчики з кригою для застигання агар-агару.		
Інкубація в термостаті при 37 °C упродовж 30-45 хв		
Реєстрація забарвлення		

Підпис викладача:

МОЛЕКУЛЯРНІ ОСНОВИ БІОЕНЕРГЕТИКИ

Тема 8: «Біологічне окиснення. Тканинне дихання. Інгібітори тканинного дихання»

1. Актуальність теми: Тканинне дихання – це процес окиснення біомолекул, який дозволяє аеробним організмам значну частку вільної енергії субстратів використовувати на генерацію макроергічних зв'язків у молекулі АТФ. Забезпечує цей процес мітохондріальна електронно-транспортна система або дихальний ланцюг – унікальна система ферментів та коферментів, що локалізована у внутрішній мембрані мітохондрій і функціонально пов'язана з ферментативними процесами матриксу (ЦТК, окисним декарбоксилюванням пірувату та ін.). Інгібітори комплексів дихального ланцюга викликають гіпоенергетичний стан і за певних умов є факторами летальності.

2. Загальна мета заняття: засвоїти основні принципи організації дихального ланцюга мітохондрій, роль окисно-відновних ферментів у тканинному диханні та вплив на цей процес біологічно-активних і токсичних речовин.

3. Конкретні цілі: уміти

- трактувати типи реакцій біологічного окиснення;
- пояснювати будову дихального ланцюга та призначення його основних компонентів (ферментів, коферментів та електронотransпортних білків);
- аналізувати структуру та біологічну роль комплексів дихального ланцюга;
- пояснювати механізм виникнення та біологічну роль редокс-потенціалу в дихальному ланцюгу;
- аналізувати механізми впливу лікарських препаратів, біологічно-активних та токсичних речовин на процеси тканинного дихання.

4. Література:

Основна:

- 4.1. Біологічна і біоорганічна хімія: у 2 книгах. – Книга 2. Біологічна хімія: підручник, 3-є видання (ВНЗ IV р. а.) / за ред. Ю.І. Губського, І.В. Ніженковської. – ВСВ «Медицина», 2021. – 544 с.
- 4.2. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Gubsky Yu. I., Nezenkovska I.V., Korda M.M. ... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu. I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. – Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
- 4.3. Губський Ю.І. Біологічна хімія: підручник / Губський Ю.І., Ніженковська І.В. та ін. – Київ-Вінниця: Нова Книга, 2021. – 648 с.
- 4.4. Біохімія людини: підручник, 3-є видання, виправлене та доповнене / за ред. Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 732 с.
- 4.5. Лекції, що читаються на кафедрі

Додаткова:

- 4.6. Склярів О.Я. Біологічна хімія: підручник / О.Я. Склярів, Н.В. Фартушок, Т.І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
- 4.7. Біохімія: підручник / за загальною редакцією проф. А.Л. Загайка, проф. К.В. Александрової – Х.: Вид-во «Форт», 2014. – 728 с.
- 4.8. Нельсон Д., Кокс М. Основи біохімії за Ленінджером / пер. з англ.: О. Матишевська, наук. ред. перекладу: С. Комісаренко – Львів: БаК, 2015 – 1256 с.
- 4.9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry / Denise R. Ferrier – 6th ed., 2014. – 552 p.
- 4.10. Harper's Illustrated Biochemistry / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2015. – 817 p.
- 4.11. Textbook of Medical Biochemistry/ Chatterjea M.N., Shinde Rana. – New Delphi: Taypee, 2012. – 876 p.

Інформаційні ресурси

- 4.12. Електронна адреса сайту університету: <http://vnmu.edu.ua>
- 4.13. Електронна адреса сайту бібліотеки університету: <http://library.vnmu.edu.ua>
- 4.14. Центр тестування <https://www.testcentr.org.ua/uk/>

5. Основні питання заняття:

1. Біологічне окиснення: визначення, реакції. Будова та маркерні ферменти мітохондрій.
2. Поняття про тканинне дихання та дихальний ланцюг. Компоненти дихального ланцюга.
3. Комплекси дихального ланцюга: назва, склад та біологічне значення. Повний та укорочений дихальний ланцюг.
4. Редокс-потенціал: визначення, механізм виникнення та біологічне значення.
5. Патологія тканинного дихання. Інгібітори дегідрогеназ та ферментів дихального ланцюга на етапах окисного фосфорилування.

6. Теми для СРС:

1. Історія розвитку вчення про біологічне окиснення. Перекисна теорія активації кисню Баха, дегідрування Палладіна, теорії Віланда, Варбурга, Енгельгардта.

7. Завдання для закріплення матеріалу та самоконтролю:

7.1. Завдання для перевірки вихідного рівня знань:

1. Дано компоненти дихального ланцюга: O_2 , КоQ, ФМН, $НАД^+$ та цитохроми: а, а₃, b, с, с₁. Розташуйте дані компоненти дихального ланцюга за збільшенням редокс-потенціалу. Відповідь подайте у вигляді схеми.

2. Заповнити таблицю «Ферменти, коферменти дихального ланцюга (ДЛ) та їх інгібітори»

№	Назва комплексів ДЛ	Назва ферментів	Коферменти	Інгібітори
I.				
II.				
III.				
IV.				

7.2. Тести для перевірки вихідного рівня знань:

1. До якого класу ферментів (за МКФ) належать ферменти дихального ланцюга?
 - A. Оксидоредуктаз
 - B. Трансфераз
 - C. Гідролаз
 - D. Ліаз
 - E. Ізомераз
2. Вкажіть кофермент цитохромів дихального ланцюга:
 - A. $НАД^+$
 - B. ФАД
 - C. КоQ
 - D. ФМН
 - E. Гем
3. Остаточним акцептором електронів та протонів в дихальному ланцюгу є:
 - A. ФАД
 - B. КоQ
 - C. $НАД^+$
 - D. O_2
 - E. ФМН
4. Вкажіть отруйний газ, який є інгібітором цитохромоксидази (IV комплексу):
 - A. NH_3
 - B. CO_2
 - C. H_2S
 - D. NO
 - E. O_2
5. При дефіциті, яких вітамінів та мікроелементів зменшується активність тканинного дихання?
 - A. B₁, P, Ca, K
 - B. B₉, B₁₂, Na, Zn
 - C. B₂, PP, Cu, Fe
 - D. B₆, H, Co, Li
 - E. B₁, C, Mg, Al
6. Вкажіть значення перепаду редокс потенціалу між двома компонентами дихального ланцюга, де рух 2-х електронів супроводжується виділенням енергії, достатньої для синтезу 1 молекули АТФ:
 - A. 0,10 В та більше
 - B. 0,12 В та більше
 - C. 0,16 В та більше
 - D. 0,20 В та більше
 - E. 0,22 В та більше
7. Скільки молекул АТФ синтезується під час окиснення 1 молекули ФАДН₂ в дихальному ланцюгу?
 - A. 1
 - B. 2
 - C. 3
 - D. 4
 - E. 5
8. Вкажіть компонент дихального ланцюга, що є колектором електронів та протонів:
 - A. ФМН
 - B. $НАД^+$
 - C. ФАД
 - D. $НАДФ^+$
 - E. КоQ
9. Скільки молекул АТФ синтезується під час окиснення 1 молекули $НАДН_2$ в дихальному ланцюгу?
 - A. 1
 - B. 2
 - C. 3
10. Вкажіть інгібітор II комплексу дихального ланцюга:
 - A. Малат
 - B. Цитрат
 - C. Лактат

D. 4
E. 5

D. Малонат
E. Сукцинат

7.3. Тести для перевірки кінцевого рівня знань та підготовки до ЄДКІ (Крок-1):

1. Пацієнту призначили ферментний препарат, що містить цитохром С. Який процес посилюється під дією цього ферменту?
 - A. Синтез колагену
 - B. Гліколіз
 - C. Цикл трикарбонових кислот
 - D. Синтез фосфоліпідів
 - E. Тканинне дихання
2. Піддослідній тварині ввели блокатор цитохромоксидази, що призвело до її миттєвої смерті. Яка сполука калію може викликати таку реакцію?
 - A. Нітрит
 - B. Оксалат
 - C. Сульфат
 - D. Фосфат
 - E. Ціанід
3. По приїзді групи експертів на місце злочину виявлено тіло без ознак життя. В ході дослідження крові загиблого виявлена велика концентрація іонів ціанової кислоти. Інгібування якого комплексу дихального ланцюга мітохондрій стало причиною смерті?
 - A. V
 - B. IV
 - C. I
 - D. II
 - E. III
4. Дослідженнями останніх десятиліть встановлено, що безпосередніми «виконавцями» апоптозу в клітині є особливі ферменти – каспази. В утворенні одного з них бере участь цитохром С. Вкажіть його функцію в нормальній клітині:
 - A. Компонент піруватдегідрогеназної системи
 - B. Фермент β -окиснення жирних кислот
 - C. Фермент ЦТК
 - D. Компонент H^+ -АТФ-азної системи
 - E. Фермент дихального ланцюга переносу електронів
5. Судово-медичний експерт при розтині тіла 20-річної дівчини встановив смерть внаслідок отруєння ціанідами. Порушення якого процесу, найімовірніше, стало причиною смерті?
 - A. Транспорту амінокислот
 - B. Синтезу сечовини
 - C. Тканинного дихання
 - D. Транспорту кисню гемоглобіном
 - E. Синтез гемоглобіну
6. Встановлено, що токсична дія ціанідів виявляється у гальмуванні клітинного дихання. Який органोїд клітини є найбільш чутливим до цих отрут?
 - A. Комплекс Гольджі
 - B. Клітинний центр
 - C. Лізосоми
 - D. Мітохондрії
 - E. Рибосоми
7. До лікарні доставлено хворого з отруєнням інсектицидом – ротеноном. Яка ділянка мітохондріального ланцюга переносу електронів блокується цією речовиною?
 - A. Коензим Q-цитохром C-редуктаза
 - B. АТФ-синтетаза
 - C. Сукцинат-коензим Q-редуктаза
 - D. НАДН-коензим Q-редуктаза
 - E. Цитохром C-оксидаза
8. Ціанистий калій є отрутою, смерть організму настає миттєво. Назвіть, на які ферменти в мітохондріях діє ціанистий калій:
 - A. Цитохром b_5
 - B. Флавінові ферменти
 - C. НАД $^+$ -залежні дегідрогенази
 - D. Цитохром P-450
 - E. Цитохромоксидаза [aa_3]

A. Каталаза
B. Цитохромоксидаза
C. Лактатдегідрогеназа
D. Сукцинатдегідрогеназа
E. Піруватдегідрогеназа

A. Цитохром с
B. Сукцинатдегідрогеназа
C. НАДН-дегідрогеназа
D. Цитохром b₁
E. Цитохром aa₃

- Вкажіть кінцевий акцептором електронів та протонів в дихальному ланцюгу мітохондрій.
- Вкажіть гемвімісні ферменти дихального ланцюга мітохондрій.
- Які коферменти входять в склад дихального ланцюга мітохондрій?

- Які компоненти дихального ланцюга мітохондрії зв'язують між собою комплекси?
- Які комплекси включає повний дихальний ланцюг мітохондрії?
- Які комплекси включає укорочений дихальний ланцюг мітохондрії?

- Інгібітором якого комплексу дихального ланцюга мітохондрій є барбітурати?
- Який коффермент входить в склад цього комплексу дихального ланцюга мітохондрій?
- Який гормон є інгібітором цього комплексу дихального ланцюга мітохондрій?

- Інгібітором якого комплексу дихального ланцюга мітохондрій є антиміцин А?
- Які цитохроми входять в склад цього комплексу дихального ланцюга мітохондрій?
- Який кофермент входить в склад цього комплексу дихального ланцюга мітохондрій?

а) Інгібування якого комплексу дихального ланцюга стало причиною смерті?
б) Які мікроелементи входять в склад цього комплексу дихального ланцюга мітохондрій?
в) Які ще речовини є інгібіторами цього комплексу дихального ланцюга?

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

8. Лабораторна робота:

Співставлення редокс-потенціалів рибофлавіну та метиленової сині

Принцип. Відновлення метиленової сині воднем, який утворюється при взаємодії цинку з хлоридною кислотою, відбувається раніше, ніж відновлення рибофлавіну, адже редокс-потенціал метиленової сині ($E_0 = +0,11\text{В}$) більше, ніж у рибофлавіну ($E_0 = -0,02\text{В}$). За відсутності водню першим окиснюється відновлений рибофлавін, а потім починає окиснення лейкометиленової сині.

Хід роботи:

У пробірку вносять 4-6 крапель дистильованої води, 2 краплі рибофлавіну і по краплям розчин метиленової сині до синього або зеленувато-синього забарвлення розчину. Потім у пробірку вносять шматочок цинку і краплю концентрованої хлоридної кислоти, при цьому починається виділення пухирців водню. Поставте пробірку в штатив та спостерігайте за зміною забарвлення протягом 15-20 хв.

Висновок (вказіть як змінювалось забарвлення розчину та поясніть чому?):

Дата: «_____» _____ 20 ____ р.

Підпис викладача:

Тема 9: «Окисне фосфорилювання. Інгібітори та роз'єднувачі окисного фосфорилювання»

1. Актуальність теми: Окисне фосфорилювання – основний процес в клітинах вищих тварин, який забезпечує організм універсальним джерелом енергії у формі АТФ. Розуміння ролі кисню в життєдіяльності клітин та механізмів утворення енергії в організмі людини є важливим для пояснення ролі оксигенотерапії у хворих з порушенням дихання і кровообігу, пояснення молекулярних механізмів впливу гормонів (тироксину, адреналіну, прогестерону), ендогенних метаболітів (жирних кислот, білірубину), деяких лікарських засобів (дикумарину, феніліну, саліцилатів, граміцидин, валіноміцин) та токсичних речовин на процеси тканинного дихання та утворення АТФ.

2. Загальна мета заняття: засвоїти біологічну роль АТФ, основні постулати хеміосмотичної теорії Мітчела та механізми порушення синтезу АТФ під впливом інгібіторів та роз'єднувачів.

3. Конкретні цілі: уміти

- пояснювати будову та принципи функціонування H^+ -АТФ-синтетази;
- інтерпретувати молекулярний механізм утворення АТФ;
- аналізувати основні положення хеміосмотичної теорії Мітчела;
- трактувати умови ефективного спряження окиснення та фосфорилювання;
- пояснювати механізми дії інгібіторів окисного фосфорилювання та роз'єднувачів тканинного дихання та окисного фосфорилювання.

4. Література:

Основна:

- 4.1. Біологічна і біоорганічна хімія: у 2 книгах. – Книга 2. Біологічна хімія: підручник, 3-є видання (ВНЗ IV р. а.) / за ред. Ю.І. Губського, І.В. Ніженковської. – ВСВ «Медицина», 2021. – 544 с.
- 4.2. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Gubsky Yu. I., Nezenkovska I.V., Korda M.M. ... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu. I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. – Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
- 4.3. Губський Ю.І. Біологічна хімія: підручник / Губський Ю.І., Ніженковська І.В. та ін. – Київ-Вінниця: Нова Книга, 2021. – 648 с.
- 4.4. Біохімія людини: підручник, 3-є видання, виправлене та доповнене / за ред. Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 732 с.
- 4.5. Лекції, що читаються на кафедрі

Додаткова:

- 4.6. Склярів О.Я. Біологічна хімія: підручник / О.Я. Склярів, Н.В. Фартушок, Т.І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
- 4.7. Біохімія: підручник / за загальною редакцією проф. А.Л. Загайка, проф. К.В. Александрової – Х.: Вид-во «Форт», 2014. – 728 с.
- 4.8. Нельсон Д., Кокс М. Основи біохімії за Ленінджером / пер. з англ.: О. Матишевська, наук. ред. перекладу: С. Комісаренко – Львів: БаК, 2015 – 1256 с.
- 4.9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry / Denise R. Ferrier – 6th ed., 2014. – 552 p.
- 4.10. Harper's Illustrated Biochemistry / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2015. – 817 p.

4.11. Textbook of Medical Biochemistry/ Chatterjea M.N., Shinde Rana. – New Delphi: Tauppee, 2012. – 876 p.

Інформаційні ресурси

4.12. Електронна адреса сайту університету: <http://vnmua.edu.ua>

4.13. Електронна адреса сайту бібліотеки університету: <http://library.vnmua.edu.ua>

4.14. Центр тестування <https://www.testcentr.org.ua/uk/>

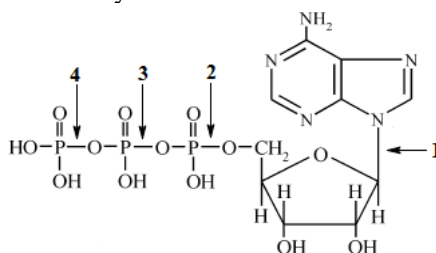
5. Основні питання заняття:

1. Поняття про біоенергетику. Макроергічні сполуки: визначення, представники, біологічне значення.
2. Окисне фосфорилювання: визначення, локалізація. Будова H^+ -АТФ-синтетази. Механізм окисного фосфорилювання. Основні положення хеміосмотичної теорії Мітчела.
3. Пункти спряження тканинного дихання та окисного фосфорилювання. Коефіцієнт окисного фосфорилювання (P/O , $P/2e^-$).
4. Інгібітори окисного фосфорилювання. Роз'єднувачі тканинного дихання та окисного фосфорилювання.

6. Завдання для закріплення матеріалу та самоконтролю:

6.1. Завдання для перевірки вихідного рівня знань:

1. На малюнку зображено хімічна будова молекули АТФ:



Вкажіть із яких компонентів складається молекула АТФ та якими цифрами позначені макроергічні зв'язки в молекулі АТФ?

2. Заповніть таблицю «Роз'єднувачі тканинного дихання та окисного фосфорилювання»

Назва роз'єднувача	Тип роз'єднувача	Вплив на $\Delta\mu H$	Вплив на $\Delta p H$	Вплив на $\Delta\phi$
Тироксин				
Грамідин				

6.2. Тести для перевірки вихідного рівня знань:

1. Макроергічним вважається зв'язок при гідролізі якого виділяється енергії:
A. > 10 кДж/моль
B. > 12 кДж/моль
C. > 15 кДж/моль
D. > 18 кДж/моль
E. > 21 кДж/моль
2. До хімічних елементів, які здатні утворювати макроергічні зв'язки відносяться:
A. Ca і F
B. K і Na
C. Zn і Mg
D. P і S
E. N і H
3. Вкажіть макроергічну сполуку, що є ангідридом H_3PO_4 :
A. УМФ
B. АТФ
C. ТДФ
D. АМФ
E. НАДФ $^+$
4. Скільки енергії виділяється при гідролізі АТФ за рівнянням: $ATP + 2H_2O \rightarrow AMP + 2H_3PO_4$?
A. ≈ 20 кДж/моль
B. ≈ 40 кДж/моль
C. ≈ 50 кДж/моль
D. ≈ 60 кДж/моль
E. ≈ 100 кДж/моль
5. Як називається процес синтезу АТФ із АДФ та H_3PO_4 з використанням енергії, що виділяється при проходженні електронів по дихальному ланцюгу?
A. Субстратне фосфорилювання
B. Трансфосфорилювання
C. Окисне фосфорилювання
D. Іоне фосфорилювання
E. Фотофосфорилювання
6. Який фермент каталізує процес окисного фосфорилювання?
A. H^+ -АТФ-синтаза
B. Na^+/K^+ -АТФаза
C. Ca^{2+} -АТФаза
D. Mg^{2+} -АТФаза
E. H^+/K^+ -АТФаза

7. Скільки існує пунктів спряження тканинного дихання та окисного фосфорилювання?
 - A. 1
 - B. 2
 - C. 3
 - D. 4
 - E. 5
8. Рушійною силою синтезу АТФ під час окисного фосфорилювання є:
 - A. Редокс потенціал
 - B. Електрохімічний потенціал
 - C. Електрокінетичний потенціал
 - D. Термодинамічний потенціал
 - E. Електродинамічний потенціал
9. Вкажіть максимальну кількість АТФ, що може утворитись при русі 2-х електронів по дихальному ланцюгу:
 - A. 1
 - B. 2
 - C. 3
 - D. 4
 - E. 5
10. Вкажіть антибіотик, який блокує F_0 субодиницю H^+ -АТФ-синтетази?
 - A. Тетрациклін
 - B. Актиноміцин
 - C. Граміцидин
 - D. Олігоміцин
 - E. Валіноміцин

6.3. Тести для перевірки кінцевого рівня знань та підготовки до ЄДКІ (Крок-1):

1. Процес синтезу АТФ, який супроводжений з реакціями окиснення за участі системи дихальних ферментів мітохондрій, називається:
 - A. Вільним окисненням
 - B. Субстратним фосфорилюванням
 - C. Окисним фосфорилюванням
 - D. Фотосинтетичним фосфорилюванням
 - E. Перекисним окисненням
2. У жінки, у якої наявний тиреотоксикоз, спостерігається роз'єднання окисного фосфорилювання. До яких змін це призводить?
 - A. Збільшення утворення АТФ
 - B. Зменшення теплоутворення
 - C. Збільшення теплоутворення
 - D. Теплоутворення не змінюється
 - E. Зменшення частки вільного окислення
3. Хворому на туберкульоз призначено антибіотик олігоміцин. Назвіть процес, який інгібує цей препарат при розмноженні туберкульозної палички.
 - A. Окислювальне фосфорилювання
 - B. Реплікація
 - C. Транскрипція
 - D. Трансляція
 - E. Трансамінування
4. При тиреотоксикозі підвищується продукція тиреоїдних гормонів T_3 та T_4 , розвиваються схуднення, тахікардія, психічне збудження та інше. Як саме впливають тиреоїдні гормони на енергетичний обмін в мітохондріях клітин?
 - A. Активують окисне фосфорилювання
 - B. Активують субстратне фосфорилювання
 - C. Блокують субстратне фосфорилювання
 - D. Блокують дихальний ланцюг
 - E. Роз'єднують окислення та окисне фосфорилювання
5. При деяких спадкових хворобах (наприклад синдром Кернса-Сейра) спостерігається деструкція мітохондрій. Які процеси у клітині можуть бути порушені внаслідок цього?
 - A. Поділ ядра
 - B. Синтез АТФ
 - C. Кросинговер
 - D. Синтез білків
 - E. Синтез ліпідів
6. У жінки, що знаходиться на лікуванні з приводу тиреотоксикозу, спостерігається підвищення температури тіла. Що лежить в основі цього явища?
 - A. Зниження утилізації глюкози тканинами
 - B. Зниження окислення жирів у печінці
 - C. Порушення синтезу глікогену
 - D. Роз'єднання окисного фосфорилювання
 - E. Порушення дезамінування амінокислот
7. В присутності 2,4-динітрофенолу окиснення субстратів може тривати, але синтез молекул АТФ неможливий. Який механізм його дії?
 - A. Активація ферменту АТФ-ази

- #### 6.4. Ситуаційні задачі:

$$\text{АДФ} + \text{H}_3\text{PO}_4 \xrightarrow{\text{енергія}} \text{АТФ} + \text{H}_2\text{O}$$

- ## Відповіді до задач

[illegible]

7. Лабораторна робота:

Кількісне визначення АТФ в біологічних рідинах

Принцип. Вміст АТФ у фільтраті еритроцитів визначають після кислотного гідролізу за приростом неорганічного фосфату (рівень фосфату оцінюють за кольоровою реакцією з амоній молібдатом в присутності відновника аскорбінової кислоти). В нормі у фільтраті еритроцитів вміст АТФ становить 0,9-1,5 ммоль/л.

Хід роботи: алгоритм роботи наведений в таблиці

Реактиви, послідовність додавання	Пробірки	
	№1	№2
Фільтрат еритроцитів, мл	0,5	0,5
Дистильована вода, мл	1,0	1,0
Кип'ятіння на водяній бані (7 хв.)	-	+
Амоній молібдат (2,5 % розчин), мл	0,25	0,25
Аскорбінова кислота (1 % свіжоприготовлений розчин)	0,25	0,25
Інкубація протягом 5 хв.		
Проби фотоколориметрують при довжині хвилі 590 нм в кюветі 0,3 см проти дистильованої води		
Екстинція, од.о.щ.	E ₁ =	E ₂ =
Кількість АТФ в мкмоль (знаходиться за калібрувальним графіком)	C ₁ =	C ₂ =

Розрахунок кількості АТФ (X) у фільтраті еритроцитів проводять за формулою:

$$X = \frac{(C_2 - C_1) \cdot 0,5 \cdot 2000}{2 \cdot 10 \cdot 1000} = \text{_____} = \text{_____} \text{ ммоль/л}$$

X – кількість АТФ у фільтраті еритроцитів, ммоль/л;

C₂ – кількість АТФ (в мкмоль) у фільтраті еритроцитів після гідролізу;

C₁ – кількість АТФ (в мкмоль) у фільтраті еритроцитів до гідролізу;

2 – коефіцієнт перерахунку неорганічного фосфату в АТФ;

10, 1000, 2000 – коефіцієнти перерахунку в ммоль/л;

0,5 – об'єм фільтрату еритроцитів в мл.

Висновок (вказіть вміст АТФ у досліджуваному фільтраті еритроцитів та порівняйте його з нормативними показниками):

Дата: «_____» _____ 20 ____ р.

Підпис викладача:

Тема 10: Підсумкове заняття модулю 1 «Загальні закономірності метаболізму. Біоенергетика»

Теоретичні питання

Вступ в біохімію. Біомолекули

1. Біохімія як наука. Об'єкти, завдання, розділи та методи дослідження біохімії.
2. Місце біохімії серед інших дисциплін. Досягнення та перспективи розвитку біохімії. Внесок українських вчених у розвиток біохімії.
3. Особливості хімічного складу живих організмів. Поняття про біомолекули та їх роль в живих організмах.
4. Походження біомолекул.

Ферменти

1. Загальні поняття ензимології: фермент, субстрат, продукт реакції. Біологічне значення ферментів.
2. Номенклатура та класифікація ферментів.
3. Хімічна природа та структурно-функціональна організація ферментів.
4. Активний та алостеричний центри ферментів: визначення, структура, значення.
5. Механізм дії ферментів.
6. Властивості ферментів як біокаталізаторів: специфічність дії, її види; термолабільність, залежність активності від рН середовища.
7. Поняття про «енергію активації» та «енергетичний бар'єр».
8. Поняття про кінетику ферментативних реакцій (залежність швидкості ферментативних реакцій від концентрації субстрату, ферменту, значення константи Міхаеліса).
9. Поняття про активність ферменту. Принципи визначення та одиниці активності ферментів
10. Види регуляції швидкості ферментативних реакцій.
11. Активатори ферментів: визначення, представники, механізм дії.
12. Інгібітори ферментів. Оборотно та необоротно інгібування. Конкурентне та неконкурентне інгібування. Застосування інгібіторів ферментів в медицині.
13. Клітинна організація ферментативної активності.
14. Ізоферменти, визначення, будова, приклади. Клінічне значення визначення ізоферментів в крові.
15. Мультиферменти, визначення, будова, приклади, значення. Поліферментні системи.
16. Медична ензимологія, визначення, напрямки: ензимопатологія, ензимодіагностика, ензимотерапія.

Кофактори та коферменти

1. Структура складних ферментів. Роль апофермента та кофактора в біологічному каталізі.
2. Класифікація кофакторів: за механізмом дії; за хімічною природою.
3. Структура, механізм дії та функції вітамінних коферментів I групи – НАД⁺, НАДФ⁺, ФАД, ФМН, КоQ, ліпоєвої кислоти.
4. Структура, механізм дії та функції вітамінних коферментів II групи – ТДФ, ПАЛФ, КоА, карбоксибіотину, ТГФК, метилкобаламіну.
5. Структура, механізм дії та біологічна роль невітамінних коферментів – гему, глутатіону, фосфатів нуклеозидів та фосфатів вуглеводів.

Загальні шляхи метаболізму

1. Обмін речовин, його етапи та біологічне значення.
2. Поняття про метаболізм та метаболічні шляхи.
3. Основні етапи катаболізму біомолекул. Центральні метаболіти обміну речовин.
4. Окисне декарбоксилювання пірувату: визначення, локалізація в клітині, будова мультиферментного комплексу, схема реакції, біологічне значення та регуляція.
5. Цикл трикарбонових кислот Кребса (ЦТК): визначення, локалізація, механізм, послідовність реакцій, біологічне значення, енергетичний баланс та регуляція.
6. Анаплеротичні реакції ЦТК та їх біологічна роль.

Молекулярні основи біоенергетики

1. Біологічне окиснення: визначення, реакції. Будова та маркерні ферменти мітохондрій.
2. Поняття про тканинне дихання та дихальний ланцюг. Компоненти дихального ланцюга.
3. Комплекси дихального ланцюга: назва, склад та біологічне значення. Повний та укорочений дихальний ланцюг.
4. Редокс-потенціал: визначення, механізм виникнення та біологічне значення.
5. Патологія тканинного дихання. Інгібітори дегідрогеназ та ферментів дихального ланцюга на етапах окисного фосфорилювання.
6. Поняття про біоенергетику. Макроергічні сполуки: визначення, представники, біологічне значення.
7. Окисне фосфорилювання: визначення, локалізація. Будова H⁺-АТФ-синтетази. Механізм окисного фосфорилювання. Основні положення хеміосмотичної теорії Мітчела.
8. Пункти спряження тканинного дихання та окисного фосфорилювання. Коефіцієнт окисного фосфорилювання (P/O, P/2e⁻).
9. Інгібітори окисного фосфорилювання. Роз'єднувачі тканинного дихання та окисного фосфорилювання.

ХАРАКТЕРИСТИКА УСПІШНОСТІ СТУДЕНТА

		Бал	Дата	Підпис викладача
Середній бал				
Опитування	1.			
	2.			
	3.			

МЕТАБОЛІЗМ ВУГЛЕВОДІВ

Тема 11: «Травлення та всмоктування вуглеводів. Глюкозні транспортери. Анаеробний та аеробний гліколіз»

1. Актуальність теми: Вуглеводи виконують життєво важливі енергетичні (глікоген, глюкоза) та структурні (гетерополісахариди) функції. Добова потреба у вуглеводах становить 450-500 г. Найбільшу харчову цінність мають полісахариди (крохмаль, глікоген) та дисахариди (сахароза, лактоза, мальтоза). Травлення вуглеводів забезпечують ферменти – глікозидази, недостатність яких викликає захворювання. Анаеробний гліколіз – важливий катаболічний шлях вуглеводного обміну, в процесі якого глюкоза перетворюється у молочну кислоту та синтезується АТФ. Відбувається в анаеробних умовах, тому в організмі людини протікає в клітинах з низьким насиченням киснем: рогівці ока, активно працюючих м'язах, пухлинних клітинах тощо. Аеробний гліколіз (повне окиснення глюкози до CO_2 та H_2O) – головний енергопостачаючий процес в організмі людини. Його енергетичний вихід є набагато більшим за анаеробний і становить 36-38 молекул АТФ. В присутності кисню у клітинах гальмується анаеробний і активується аеробний гліколіз (ефект Пастера).

2. Загальна мета заняття: засвоїти механізми травлення та всмоктування вуглеводів, знати роль їх порушень у розвитку захворювань; засвоїти поняття проміжного обміну вуглеводів, механізм та біологічне значення анаеробного та аеробного гліколізу.

3. Конкретні цілі: знати

- ферменти та механізми травлення вуглеводів;
- механізм всмоктування продуктів гідролізу вуглеводів у кишечнику та їх транспорт у клітини;
- клініко-біохімічні ознаки недостатності дисахаридази;
- основні шляхи внутрішньоклітинного метаболізму вуглеводів;
- механізм, біологічне значення та регуляцію анаеробного гліколізу;
- механізм, біологічне значення аеробного гліколізу;
- енергетичний баланс повного окиснення молекули глюкози анаеробним та аеробним шляхом та уміти їх розраховувати.

4. Література:

Основна:

- 4.1. Біологічна і біоорганічна хімія: у 2 книгах. – Книга 2. Біологічна хімія: підручник, 3-є видання (ВНЗ IV р. а.) / за ред. Ю.І. Губського, І.В. Ніженковської. – ВСВ «Медицина», 2021. – 544 с.
- 4.2. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Gubsky Yu. I., Nezenkovska I.V., Korda M.M. ... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu. I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. – Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
- 4.3. Губський Ю.І. Біологічна хімія: підручник / Губський Ю.І., Ніженковська І.В. та ін. – Київ-Вінниця: Нова Книга, 2021. – 648 с.
- 4.4. Біохімія людини: підручник, 3-є видання, виправлене та доповнене / за ред. Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 732 с.
- 4.5. Лекції, що читаються на кафедрі

Додаткова:

- 4.6. Склярів О.Я. Біологічна хімія: підручник / О.Я. Склярів, Н.В. Фартушок, Т.І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
- 4.7. Біохімія: підручник / за загальною редакцією проф. А.Л. Загайка, проф. К.В. Александрової – Х.: Вид-во «Форт», 2014. – 728 с.
- 4.8. Нельсон Д., Кокс М. Основи біохімії за Ленінджером / пер. з англ.: О. Матишевська, наук. ред. перекладу: С. Комісаренко – Львів: БаК, 2015 – 1256 с.
- 4.9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry / Denise R. Ferrier – 6th ed., 2014. – 552 p.
- 4.10. Harper's Illustrated Biochemistry / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2015. – 817 p.
- 4.11. Textbook of Medical Biochemistry/ Chatterjea M.N., Shinde Rana. – New Delphi: Taypee, 2012. – 876 p.

Інформаційні ресурси

- 4.12. Електронна адреса сайту університету: <http://vnmue.edu.ua>
- 4.13. Електронна адреса сайту бібліотеки університету: <http://library.vnmue.edu.ua>
- 4.14. Центр тестування <https://www.testcentr.org.ua/uk/>

5. Основні питання заняття:

1. Травлення вуглеводів: характеристика ферментів, субстратів та продуктів гідролізу.
2. Всмоктування продуктів гідролізу вуглеводів у кишечнику. Глюкозні транспортери (ГЛЮТ).
3. Недостатність дисахаридаз: клініко-біохімічна характеристика.
4. Проміжний обмін вуглеводів: визначення, основні шляхи.
5. Анаеробний гліколіз: визначення, локалізація, механізм. Реакції гліколітичної оксидоредукції та субстратного фосфорилювання. Біологічне значення, енергетичний баланс та регуляція анаеробного гліколізу. Роль гліколізу у патології (злоякісні пухлини, цукровий діабет, гемоліз еритроцитів).
6. Аеробний гліколіз: визначення, локалізація, механізм. Човникові механізми транспорту протонів із цитоплазми в мітохондрії. Енергетичний баланс та біологічне значення аеробного гліколізу.
7. Ефект Пастера, його механізм, біологічне значення та обмеження.

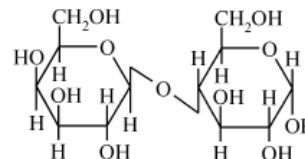
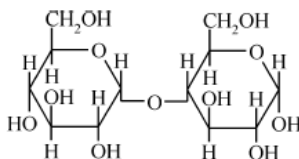
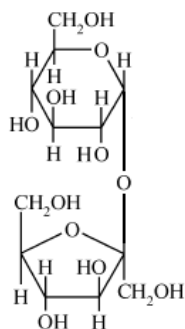
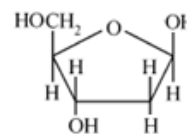
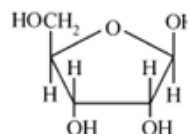
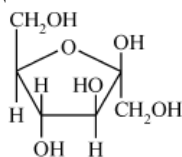
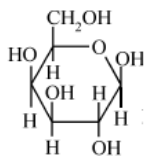
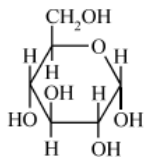
6. Темі для СРС:

1. Спиртове бродіння: визначення, локалізація, реакції, подібність з гліколізом, біологічне значення.

7. Завдання для закріплення матеріалу та самоконтролю:

7.1. Завдання для перевірки вихідного рівня знань:

1. Вкажіть назви наведених моно- та дисахаридів.



2. Заповніть таблицю «Основні ферменти травлення вуглеводів в ШКТ»

Орган	Ферменти	Тип зв'язку, який гідролізує	Субстрат	Продукти
Ротова порожнина				
Дванадцятипала кишка				

- D. ЛДГ₄
- E. ЛДГ₅

- C. Гальмування процесів отримання енергії
- D. Підтримка балансу енергії
- E. Збільшення споживання глюкози

7.3. Тести для перевірки кінцевого рівня знань та підготовки до ЄДКІ (Крок-1):

1. Глікоген, що надійшов з їжею, гідролізується у шлунково-кишковому тракті. Який кінцевий продукт утворюється в результаті цього процесу?
 - A. Галактоза
 - B. Лактат
 - C. Лактоза
 - D. Фруктоза
 - E. Глюкоза
2. У новонародженої дитини після годування молоком спостерігалися диспептичні розлади (диспепсія, блювота). При годуванні розчином глюкози ці явища зникали. Вкажіть фермент, що бере участь в перетравленні вуглеводів, недостатня активність якого приводить до вказаних розладів.
 - A. Лактаза
 - B. Амілаза
 - C. Сахараза
 - D. Ізомальтаза
 - E. Мальтаза
3. Клінічне обстеження чоловіка дало можливість установити попередній діагноз: рак шлунку. У шлунковому соці виявлено молочну кислоту. Який тип катаболізму глюкози має місце в ракових клітинах?
 - A. Глюкозо-аланіновий цикл
 - B. Аеробний гліколіз
 - C. Пентозофосфатний цикл
 - D. Анаеробний гліколіз
 - E. Глюконеогенез
4. Під час бігу на короткій дистанції у нетренованої людини спостерігається м'язова гіпоксія. До накопичення якого метаболіту в м'язах це призводить?
 - A. Оксалоацетату
 - B. Лактату
 - C. Глюкозо-6-фосфату
 - D. Ацетил-КоА
 - E. Кетонівих тіл
5. У хворого з гемолітичною анемією виявлено дефіцит піруваткінази в еритроцитах. За цих умов причиною розвитку гемолізу еритроцитів є:
 - A. Генетичні дефекти глікофору А
 - B. Дефіцит спектрину
 - C. Надлишок K⁺ в еритроцитах
 - D. Зменшення активності Na⁺, K⁺-АТФ-ази
 - E. Нестача Na⁺ в еритроцитах
6. Після переходу до змішаного харчування у новонародженої дитини виникла диспепсія з діареєю, метеоризмом, відставанням у розвитку. Біохімічна основа даної патології полягає у недостатності:
 - A. Целюлази
 - B. Лактази та целобіази
 - C. Сахарази та ізомальтази
 - D. Ліпази та креатинкінази
 - E. Трипсину та хімотрипсину
7. Еритроцити людини не містять мітохондрій. Який основний шлях утворення АТФ в цих клітинах?
 - A. Аденілаткіназна реакція
 - B. Окислювальне фосфорилування
 - C. Креатинкіназна реакція
 - D. Аеробний гліколіз
 - E. Анаеробний гліколіз
8. В експерименті показано, що при саркомі Ієнсена споживання глюкози з привідної до пухлини артерії значно збільшується, має місце також приріст вмісту молочної кислоти у відвідній вені. Про що свідчить дане явище?
 - A. Посилення анаеробного гліколізу
 - B. Зменшення окисних процесів
 - C. Зменшення анаеробного гліколізу
 - D. Посилення окиснення білків
 - E. Посилення окисних процесів

9. Після тривалого фізичного навантаження під час заняття з фізичної культури у студентів розвинулась м'язова крепатура. Причиною її виникнення стало накопичення у скелетних м'язах молочної кислоти. Вона утворилась після активації в організмі студентів:
- А. Глюконеогенезу
 - В. Ліполізу
 - С. Пентозофосфатного циклу
 - Д. Гліколізу
 - Е. Глікогенезу
10. У деяких анаеробних бактерій піруват, що утворюється внаслідок гліколізу, перетворюється на етиловий спирт (спиртове бродіння). У чому біологічний сенс цього процесу?
- А. Утворення лактату
 - В. Забезпечення клітини НАДФН
 - С. Утворення АДФ
 - Д. Поповнення фонду НАД⁺
 - Е. Утворення АТФ
11. Який полісахарид природного походження використовують як антикоагулянт?
- А. Гепарин
 - В. Гіалуронова кислота
 - С. Хондроїтинсульфат
 - Д. Декстран
 - Е. Дерматансульфат
12. Під час захворювань дихальної системи та розладів кровообігу порушується транспорт кисню, що супроводжується гіпоксією. За таких умов енергетичний обмін здійснюється шляхом анаеробного гліколізу. Який продукт у цьому разі утворюється та накопичується у крові?
- А. Молочна кислота
 - В. Фумарова кислота
 - С. Глутамінова кислота
 - Д. Піровиноградна кислота
 - Е. Лимонна кислота
13. В еритроцитах пацієнта, хворого на гемолітичну анемію, була значно знижена активність піруваткінази. Який метаболічний процес порушений за цих умов?
- А. Синтез глікогену
 - В. Гліколіз
 - С. Глюконеогенез
 - Д. Глікогеноліз
 - Е. Пентозофосфатний шлях окислення глюкози
14. У пухлинних клітинах переважає анаеробний гліколіз. Виявлення якої речовини у шлунковому соці може підтвердити діагноз «рак шлунку» у пацієнта?
- А. Білірубін
 - В. Молочна кислота
 - С. Глікохолева кислота
 - Д. Таурохолева кислота
 - Е. Гем
15. Анаеробне розщеплення глюкози до молочної кислоти регулюється відповідними ферментами. Який фермент є головним регулятором цього процесу?
- А. Фосфофруктокіназа
 - В. Альдолаза
 - С. Енолаза
 - Д. Лактатдегідрогеназа
 - Е. Глюкоза-6-фосфатізомераза

7.4. Ситуаційні задачі:

1. У хворого, який тривалий час страждає хронічним ентероколітом, після вживання молока спостерігалися диспептичні розлади (диспепсія, блювота).
- а) *Вкажіть фермент, що бере участь в перетравленні вуглеводів, недостатня активність якого приводить до вказаних розладів.*
 - б) *Вкажіть вуглевод, який гідролізує цей фермент.*
 - в) *Вкажіть продукти гідролізу вуглеводу цим ферментом.*
2. Показано, що вміст нейроспецифічної енолази в корі великих півкуль головного мозку більше, ніж в стовбурі головного мозку.
- а) *Виходячи з цих даних, активність якого метаболічного процесу має перевагу в корі порівняно зі стовбуром головного мозку?*

2. Проба Ніландера

Принцип. Глюкоза (альдоза) в лужному середовищі відновлює бісмут (III) гідроксид до металевого бісмуту, який при нагріванні випадає в осад. Проба Ніландера дозволяє виявляти глюкозу в сечі в присутності іншого відновника – сечової кислоти. Оскільки катіони бісмута не відновлюються сечовою кислотою на відміну від катіонів Cu^{2+} , проба Ніландера краще виявляє глюкозу в сечі, ніж проба Фелінга. Реактив Ніландера містить бісмут нітрат, натрій гідроксид та сегнетову сіль.

Хід роботи (алгоритм наведений в таблиці):

№	Реактиви, послідовність додавання	Пробірка	
		№ 1	№ 2
1	Сеча здорової людини, мл	1	-
2	Сеча хворого, мл	-	1
3	Реактив Ніландера, краплі	16	16
Обережно нагріти на водяній бані (100 °С) до появи осаду			
Реєстрація осаду (вказати колір)			

Висновок: _____

3. Реакція Селіванова

Принцип. Фруктоза та інші кетогексози дають вишнево-червоне забарвлення при нагріванні їх з реактивом Селіванова (хлоридна кислота та резорцин). Забарвлення виникає при реакції резорцину з оксиметилфурфуролом – продуктом, що утворюється в результаті дегідратації кетоз в присутності мінеральних кислот при нагріванні.

Хід роботи (алгоритм наведений в таблиці):

№	Реактиви, послідовність додавання	Пробірка	
		№ 1	№ 2
1	1 % розчин фруктози, мл	1	-
2	1 % розчин глюкози, мл	-	1
3	Реактив Селіванова, краплі	16	16
Обережно нагріти на водяній бані (100°С) до появи забарвлення			
Реєстрація забарвлення			

Висновок: _____

4. Реакція Біалія

Принцип. При нагріванні з сильними мінеральними кислотами відбувається дегідратація пентоз та утворюється фурфурол. Останній реагує з орцином з утворенням сполуки синьо-зеленого кольору. Реактив Біалія складається з хлоридної кислоти, орцину, ферум (III) хлориду та води.

Хід роботи (алгоритм наведений в таблиці):

№	Реактиви, послідовність додавання	Пробірка	
		№ 1	№ 2
1	Реактив Біалія, краплі	10	10
Нагріти на водяній бані (100 °С) 3 хв			
2	1 % розчин арабінози, мл	0,5	-
3	1 % розчин глюкози, мл	-	0,5
Перемішати та нагрівати на водяній бані (100 °С) 5-6 хв			
Реєстрація забарвлення			

Висновок: _____

Дата: « _____ » _____ 20 _____ р.

Підпис викладача: _____