

Министерство здравоохранения Республики Беларусь
Учреждение образования
«Гомельский государственный медицинский университет»

Кафедра биологической химии

Авторы:

О.С. Логвинович, заведующий кафедрой, к.б.н.

А.Н. Коваль, доцент, к.б.н., доцент

А.В. Литвинчук, к.х.н.

М.В. Громыко, старший преподаватель

А.А. Шихалова, преподаватель

Е.М. Белоус, преподаватель

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

для проведения лабораторного занятия
по учебной дисциплине «Биологическая химия»
для студентов

2-го курса факультета иностранных студентов (ФИС русс),
обучающихся по специальности 7-07-0911-01 «Лечебное дело»

Тема: Биологическое окисление-1. Цикл Кребса.
Пути потребления кислорода в организме
Время: 4 часа

Утверждены на заседании кафедры биологической химии
(протокол от 29.08.2025 № 10)

Гомель, 2025

1. УЧЕБНЫЕ И ВОСПИТАТЕЛЬНЫЕ ЦЕЛИ, МОТИВАЦИЯ ДЛЯ УСВОЕНИЯ ТЕМЫ, ТРЕБОВАНИЯ К ИСХОДНОМУ УРОВНЮ ЗНАНИЙ

Биоэнергетика основывается на единственно научной точке зрения, согласно которой к явлениям жизни полностью применимы законы физики и химии, а к превращениям энергии в организме — основные начала термодинамики. Однако сложность и специфичность биологических структур и реализующихся в них процессов обуславливают ряд глубоких различий между биоэнергетикой и энергетикой неорганического мира.

Цель занятия: изучить процессы биологического окисления с позиции термодинамики. Выяснить принципы преобразования и передачи энергии в живых системах, пути и способы образования макроэргических соединений. Воспитать у студентов чувство гордости за избранную профессию и сформировать у них культуру бережного отношения к своему здоровью.

Задачи занятия: закрепить у студентов знания о путях и механизмах получения, депонирования, утилизации и превращения энергии в живых организмах, сформировать у них представления о принципах функционирования окислительно-восстановительных реакций, освоить методику определения концентрации молочной кислоты в плазме крови и оценивать диагностическую значимость этого показателя.

Требования к исходному уровню знаний:

Студент должен знать:

1.1. Современные представления о принципах, путях и механизмах получения, депонирования, утилизации и превращения энергии в живых организмах, значение окислительно-восстановительных реакций.

1.2. Строение макроэргических соединений и их роль в организме, структуру, принципы функционирования и роль центрального метаболического пути клетки - ЦТК.

Студент должен уметь:

1.3. Работать с полуавтоматическим биохимическим анализатором или спектрофотометром.

1.4. Работать с микропипетками.

2. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИЗ СМЕЖНЫХ ДИСЦИПЛИН

2.1. Элементы химической термодинамики. Первый и второй законы термодинамики. Энергия Гиббса (медицинская физика).

2.2. Суть и механизм окислительно-восстановительных реакций (общая химия).

2.3. Строение коферментов NAD^+ , NADP^+ , FAD , их роль и механизм участия в окислительно-восстановительных реакциях (биоорганическая химия).

2.4. Строение и функции митохондрий (цитология).

3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ТЕМЕ ЗАНЯТИЯ

3.1. Биоэнергетика: история, теории Баха-Энглера и Палладина-Виланда.

3.2. Современные представления о БО. Принципы преобразования и передачи энергии в живых системах. Окислительно-восстановительные реакции (ОВР), окислительно-восстановительный потенциал. Сравнительная характеристика экзо- и эндотермических реакций.

3.3. Макроэргические соединения, строение и биологическая роль АТФ, причины макроэргичности. АТФ-цикл – пути образования и использования АТФ. Характеристика фрагментов АТФ.

3.4. Субстраты БО. Схема образования субстратов БО из углеводов, липидов и белков. Ферменты, коферменты БО. Витамины РР, В2. Их строение и роль в энергетическом обмене.

3.5. ЦТК – цикл Кребса как общий конечный пункт утилизации субстратов биологического окисления. Реакции, ферменты, коферменты, регуляция и биологическая роль. Сравнительная характеристика реакций ЦТК.

3.6. Пути утилизации кислорода в организме: митохондриальный, микросомальный и перекисный.

4. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ЗАНЯТИЯ

Лабораторная работа №1 «Открытие некоторых субстратов ЦТК (лимонной и янтарной кислот)», лабораторная работа №2 «Качественное обнаружение цитохромоксидазы» выполняются согласно изданию «Биологическая химия: рабочая тетрадь для студентов 2 курса, обучающихся по специальностям «Лечебное дело», «Медико-диагностическое дело» : в 2 ч., / М.В.Громыко [и др.]. – Гомель: ГомГМУ, 2024. – Ч.1. – 97 с.

Лабораторная работа №3 «Определение концентрации молочной кислоты в плазме крови энзиматическим колориметрическим методом» выполняется теоретически.

5. ХОД ЗАНЯТИЯ

1.1 Введение

1.2 Теоретическая часть занятия: рассматриваются контрольные вопросы, проводится устный опрос студентов.

1.3 Практическая часть занятия: лабораторная работа №1 «Открытие некоторых субстратов ЦТК (лимонной и янтарной кислот)», лабораторная работа №2 «Качественное обнаружение цитохромоксидазы» выполняются с использованием рабочей тетради по биологической химии. Лабораторная работа №3 «Определение концентрации молочной кислоты в плазме крови энзиматическим колориметрическим методом» выполняется теоретически.

1.4 Контроль усвоения темы.

1.5 Заключительная часть занятия. Подведение итогов, проверка протоколов, объявление заданий к очередному занятию.

6. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Самоконтроль знаний по теме «Цикл Кребса. Пути потребления кислорода в организме» осуществляется путём компьютерного тестирования с использованием платформы Moodle режим доступа: <https://dl.gsmu.by/course/view.php?id=81> или с использованием учебно-методического пособия «Сборник тестовых заданий по биологической химии. В 2 ч.» Ч.1: учеб.-метод. пособие для самостоятельной работы студентов 2 курса всех фак. мед. вузов / М-во здравоохранения РБ, УО "ГомГМУ", Каф. общей, биоорганической и биологической химии; А. И. Грицук [и др.]. – Гомель: ГомГМУ, 2019. – стр. 6-13, режим доступа: <https://elib.gsmu.by/handle/GomSMU/3658>

7. ЛИТЕРАТУРА

1. Биохимия: учебник / под ред. Е.С. Северина. – 5-е изд., испр. и доп. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. – стр. 117-138. – Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970448816.html> – Дата доступа: 20.05.2024.

2. Биологическая химия : учебник для студ. учрежд. высш. образ. по мед. спец. / под ред. А.Д. Тагановича ; [А.Д. Таганович, Э.И. Олецкий, Н.Ю. Коневалова, В.В. Лелевич]. – 2-е изд., испр. – Минск : Вышэйшая школа, 2016. – 670, [1] с. 24-36: ил., сх., табл. – Режим доступа: <http://rep.bsmu.by/handle/BSMU/2139> – Дата доступа: 20.05.2024.

3. Биохимия (общая, медицинская и фармакологическая) : Курс лекций / Е.Г. Зезеров. – М. : ООО «Издательство «Медицинское информационное агентство», 2014. – 456с.

4. Биологическая химия: учебник / В.К. Кухта, Т.С. Морозкина, Э.И. Олецкий, А.Д. Таганович; под ред. А.Д.Тагановича. – Минск: Асар, М.: Издательство БИНОМ, 2008. – 688 с. – Режим доступа: https://kingmed.info/knigi/Biohimia/book_1866/Biologicheskaya_himiya-Kuhta_VK_Morozkina_TS_Taganovich_AD-2008-pdf - Дата доступа: 20.05.2024.

5. Нельсон Д. Основы биохимии Ленинджера : в 3 т. Т. 1 : Основы биохимии. Строение и катализ / Д. Нельсон, М. Кокс ; пер. с англ. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 448 с.

6. Основы медицинской биохимии : учеб.-метод. пособие / О. С. Логвинович [и др.]. – Гомель : ГомГМУ, 2021. – 140 с. – Рек. УМО по высш. мед., фармацевт. образованию. – Режим доступа: <http://elib.gsmu.by/handle/GomSMU/9385>. – Дата доступа: 20.05.2024.

7. Схемы и реакции основных метаболических путей : учеб.-метод. пособие для студентов учреждений высш. образования, обучающихся по специальностям 1-79 01 01 "Лечеб. дело", 1-79 01 04 "Мед.-диагност. дело" / М-во здравоохранения РБ, УО "ГомГМУ", Каф. общей, биоорганической и биологической химии ; А.И. Грицук [и др.]. – Гомель: ГомГМУ, 2018. – 127 с. – Рек. УМО по высш. мед., фармацевт. образованию. Стр. 27-33. – Режим доступа: <http://elib.gsmu.by/handle/GomSMU/9190> – Дата доступа: 20.05.2024.

8. Фармацевтическая биохимия : учеб. пособие / А.Д. Таганович, Е.А. Девина, Э.И. Олецкий ; под общ. ред. А.Д. Тагановича. – Минск : Новое знание, 2019. – 663с.
9. Самойлова, Н. А. Роль тиазиновых красителей в регуляции митохондриальных функций и их применение в медицине / Н. А. Самойлова, А. П. Гуреев, В. Н. Попов // The Scientific Heritage. – 2021. – № 80-3(80). – С. 16-19. – DOI 10.24412/9215-0365-2021-80-3-16-19. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47403722> – Дата доступа: 20.05.2024.
10. Контаров, Н. А. Изучение влияния полиэлектролитов, обладающих противовирусным действием, на активность нейраминидазы вируса гриппа и процесс окислительного фосфорилирования в митохондриях клеток организма-хозяина / Н. А. Контаров, И. В. Погарская, Н. В. Юминова // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. – 2019. – № 4. – С. 64-68. – DOI 10.36233/0372-9311-2019-4-64-68. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=40082982> – Дата доступа: 20.05.2024.
11. Третий фактор инициации трансляции в митохондриях: структура, функции, взаимодействия и роль в здоровье и болезнях человека / И. В. Чичерин, М. В. Балева, С. А. Левицкий [и др.] // Биохимия. – 2019. – Т. 84. – № 10. – С. 1401-1409. – DOI 10.1134/S0320972519100038. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41032073> – Дата доступа: 20.05.2024.
12. Тюнина, О. И. Изменение ферментативной активности митохондриальной сукцинатдегидрогеназы и цитохром с оксидазы после воздействия монооксида углерода на лимфоциты крови человека / О. И. Тюнина, В. Г. Артюхов, Е. В. Дорохов // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2018. – № 3. – С. 106-111. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36385781> – Дата доступа: 20.05.2024.
13. Нарушение дыхательных комплексов в мозговых клетках и их коррекция синтетическим фрагментом RAGE на мышинной модели болезни Альцгеймера / Р. А. Симонян, А. Н. Самохин, О. М. Вольпина [и др.] // Актуальные вопросы биологической физики и химии. – 2017. – Т. 2. – № 1. – С. 490-494. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30541416> – Дата доступа: 20.05.2024.
14. Егоров, Е. Е. Здоровое старение: антиоксиданты, разобщители и/или теломераза? / Е. Е. Егоров // Молекулярная биология. – 2020. – Т. 54. – № 3. – С. 355-361. – DOI 10.31857/S0026898420030052. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42650856> – Дата доступа: 20.05.2024.
15. Нефосфорилирующее окисление в митохондриях и сопряженные с ним процессы / Д. Б. Зоров, Н. В. Андрианова, В. А. Бабенко [и др.] // Биохимия. – 2020. – Т. 85. – № 12. – С. 1849-1857. – DOI 10.31857/S032097252012009X. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44362907> – Дата доступа: 20.05.2024.
16. Шевелев, О. Б. Влияние ингибитора гликолиза (2-ДГ) и разобщителя окисления и фосфорилирования (2,4-ДНФ) на метаболиты головного мозга / О. Б. Шевелев, М. П. Мошкин // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2018. – Т. 22. – № 2. – С. 235-239. – DOI 10.18699/VJ18.353. – Режим доступа:

<https://elibrary.ru/item.asp?id=32626184> – Дата доступа: 20.05.2024.

17. Салтыкова, М. М. Основные физиологические механизмы адаптации человека к холоду / М. М. Салтыкова // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2017. – Т. 103. – № 2. – С. 138-151. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28969039> – Дата доступа: 20.05.2024.

18. Митохондриальная энцефаломиопатия, обусловленная недостаточностью пируватдегидрогеназного комплекса: восемь клинических случаев / Е. А. Николаева, С. Я. Волгина, Ч. Д. Халиуллина [и др.] // Вопросы современной педиатрии. – 2021. – Т. 20. – № 1. – С. 81-86. – DOI 10.15690/vsp.v20i1.2239. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44784016> – Дата доступа: 20.05.2024.

19. Коморбидная патология у пациентов с бронхиальной астмой: обзор литературы / Л. В. Трибунцева, А. В. Будневский, Ю. С. Иванчук [и др.] // Наука молодых (Eruditio Juvenium). – 2021. – Т. 9. – № 1. – С. 136-146. – DOI 10.23888/HMJ202191136-146. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44903970> – Дата доступа: 20.05.2024.

20. Ромодин, Л. А. Дигидрохверцетин и тролокс как ингибиторы липопероксидазной активности комплекса цитохрома с с кардиолипином / Л. А. Ромодин, Л. А. Владимиров // Вестник новых медицинских технологий. – 2021. – Т. 28. – № 1. – С. 69-71. – DOI 10.24412/1609-2163-2021-1-69-71. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44907612> – Дата доступа: 20.05.2024.

21. Воробьева, О. В. Синдром усталости и когнитивные нарушения у пациентов с цереброваскулярной болезнью / О. В. Воробьева // Поведенческая неврология. – 2021. – № 1. – С. 36-43. – DOI 10.46393/2712-9675_2021_1_36-43. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45760975> – Дата доступа: 20.05.2024.

22. Ульянова, О. В. Синдром MELAS: особенности диагностики, течения заболевания и лечения (клинический случай) / О. В. Ульянова, В. А. Куташов // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2021. – Т. 17. – № 1. – С. 155-159. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45845525> – Дата доступа: 20.05.2024.

23. Наследственные болезни обмена: аминокислотопатии, органические ацидемии, дефекты митохондриального β -окисления. Краткий обзор / О. В. Бугун, Н. Н. Мартынович, Г. П. Богоносова [и др.] // Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal). – 2021. – Т. 6. – № 5. – С. 112-125. – DOI 10.29413/ABS.2021-6.5.11. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47218419> – Дата доступа: 20.05.2024.

24. Мухаммаднабиева, Ф. А. Особенности дисбаланса митохондриальных ферментов лимфоцитов при болезни Шенлейна-Геноха у детей / Ф. А. Мухаммаднабиева, Н. Н. Ходжаева, С. Н. Давлатова // Медицинский вестник Национальной академии наук Таджикистана. – 2021. – Т. 11. – № 3(39). – С. 61-66. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47271368> – Дата доступа: 20.05.2024.

25. Антиоксидантное действие природных полифенолов на митохондрии печени крыс с токсическим гепатитом / Д. И. Дергачева, О. И. Кляйн, А. А.

Мариничев [и др.] // Биологические мембраны. – 2020. – Т. 37. – № 3. – С. 197-207. – DOI 10.31857/S0233475520020036. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42652061> – Дата доступа: 20.05.2024.

26. Митохондрии: старение, метаболический синдром и сердечно-сосудистая патология. Становление новой парадигмы / А. В. Панов, С. И. Дикалов, М. А. Даренская [и др.] // Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal). – 2020. – Т. 5. – № 4. – С. 33-44. – DOI 10.29413/ABS.2020-5.4.5. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43873683> – Дата доступа: 20.05.2024.

27. Происхождение митохондрий и их роль в эволюции жизни и здоровья человека / А. В. Панов, М. В. Голубенко, М. А. Даренская, С. И. Колесников // Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal). – 2020. – Т. 5. – № 5. – С. 12-25. – DOI 10.29413/ABS.2020-5.5.2. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44164269> – Дата доступа: 20.05.2024.

28. Свеклина, Т. А. Роль митохондриального генома в развитии сердечно-сосудистой патологии / Т. А. Свеклина, С. Н. Колюбаева, Р. А. Гаршин // Известия Российской Военно-медицинской академии. – 2020. – Т. 39. – № S3-1. – С. 53-62. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44356890> – Дата доступа: 20.05.2024.

29. Лямзаев, К. Г. Митоптоз, Двадцать лет спустя / К. Г. Лямзаев, Д. А. Кнорре, Б. В. Черняк // Биохимия. – 2020. – Т. 85. – № 12. – С. 1750-1765. – DOI 10.31857/S0320972520120027. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44362900> – Дата доступа: 20.05.2024.

30. Чалова, Л. Р. Митохондриальная заместительная терапия: будущее? Настоящее? / Л. Р. Чалова, В. Н. Локшин // Репродуктивная медицина. – 2020. – № 2(43). – С. 7-12. – DOI 10.37800/RM2020-1-9. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44406703> – Дата доступа: 20.05.2024.

31. Местное применение митохондриальных антиоксидантов в комплексном лечении пациентов с одонтогенными гнойно-воспалительными заболеваниями челюстно-лицевой области. Клинические случаи / А. М. Сипкин, О. Е. Благих, И. А. Давыдов [и др.] // Клиническая стоматология. – 2019. – № 1(89). – С. 71-75. – DOI 10.37988/1811-153X_2019_1_71. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37128733> – Дата доступа: 20.05.2024.

32. Коротков, С. М. Влияние таллия на спонтанное сокращение сердечной мышцы и на энергетические процессы в митохондриях кардиомиоцитов / С. М. Коротков, В. П. Нестеров, К. В. Соболев // Биофизика. – 2019. – Т. 64. – № 5. – С. 963-97. – DOI 10.1134/S0006302919050181. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39217965> – Дата доступа: 20.05.2024.

33. Сиротина, З. В. Синдром нарушенной адаптации новорожденных. Митохондриальные нарушения и специфика заболеваний у детей (клиническая лекция) / З. В. Сиротина, В. В. Филиппова // Здоровоохранение Дальнего Востока. – 2019. – № 2(80). – С. 58-66. – DOI 10.33454/1728-1261-2019-2-58-66. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39243290> – Дата доступа: 20.05.2024.

34. Котов, С. В. Митохондриальные нарушения при нервно-мышечной патологии / С. В. Котов, О. П. Сидорова, Е. В. Бородатая // Нервно-мышечные

болезни. – 2019. – Т. 9. – № 3. – С. 22-31. – DOI 10.17650/2222-8721-2019-9-3-22-31. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41331825> – Дата доступа: 20.05.2024.

35. Полиморфизм митохондриальной ДНК у умерших внезапной сердечной смертью / М. В. Голубенко, А. В. Цепкина, Р. Р. Салахов [и др.] // Фундаментальная и клиническая медицина. – 2019. – Т. 4. – № 4. – С. 64-69. – DOI 10.23946/2500-0764-2019-4-4-64-69. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43039331> – Дата доступа: 20.05.2024.

36. Иванова, И. И. Клинические проявления нарушений клеточного энергообмена при соматических заболеваниях у детей / И. И. Иванова, С. Ф. Гнусаев, А. А. Ильина // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2018. – Т. 63. – № 2. – С. 27-33. – DOI 10.21508/1027-4065-2018-63-2-27-33. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32844974> – Дата доступа: 20.05.2024.

37. YouTube-канал «Рисуем Биохимию» Золотая схема БО. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=WxHKJf0pUVc&list=PLffmkE1fkqBPyPX9hbJtDLY60wDHFdbMb&index=1&t=7s> – Дата доступа: 20.05.2024.

38. YouTube-канал «Рисуем Биохимию» Дыхательная цепь митохондрий. Строение. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=dY437pmb8zA&list=PLffmkE1fkqBPyPX9hbJtDLY60wDHFdbMb&index=2> – Дата доступа: 20.05.2024.

39. YouTube-канал «Рисуем Биохимию» Дыхательная цепь митохондрий. Яды и блоки. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=NkOncxYj2LQ&list=PLffmkE1fkqBPyPX9hbJtDLY60wDHFdbMb&index=3> – Дата доступа: 20.05.2024.

40. YouTube-канал «Рисуем Биохимию» Гипотеза Митчела. Как работает ДХ МХ. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=cljPRnLVZ04&list=PLffmkE1fkqBPyPX9hbJtDLY60wDHFdbMb&index=4> – Дата доступа: 20.05.2024.

41. YouTube-канал «Рисуем Биохимию» Гипотеза Митчела. Разобщители. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=-1smePr8VhU&list=PLffmkE1fkqBPyPX9hbJtDLY60wDHFdbMb&index=5> – Дата доступа: 20.05.2024.