

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

Кафедра биологической химии

Авторы:

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

А.Н. Коваль, доцент, к.б.н., доцент

А.В. Литвинчук, к.х.н.

М.В. Громыко, старший преподаватель

Н.С. Мышковец, старший преподаватель

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

для проведения лабораторно-практического занятия
по учебной дисциплине «Биологическая химия»

для студентов

2-го курса медико-диагностического факультета,
обучающихся по специальности 7-07-0911-04
«Медико-диагностическое дело»

Тема: Биологическое окисление -1. Цикл Кребса.

Пути потребления кислорода в организме

Время: 3 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.

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.

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

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

4. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ЗАНЯТИЯ

Лабораторная работа №1 «Определение концентрации молочной кислоты в плазме крови энзиматическим колориметрическим методом» выполняются согласно изданию «Биологическая химия: Рабочая тетрадь» (в 2 ч., часть 1) / Грицук А.И. [и др.]. – Гомель: ГомГМУ, 2019. – 80 с.

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 «Определение концентрации молочной кислоты в плазме крови энзиматическим колориметрическим методом» выполняются с использованием рабочей тетради по биологической химии.

5.4 Контроль усвоения темы. Включает знание следующих вопросов:

5.4.1 Схема окисления субстратов БО

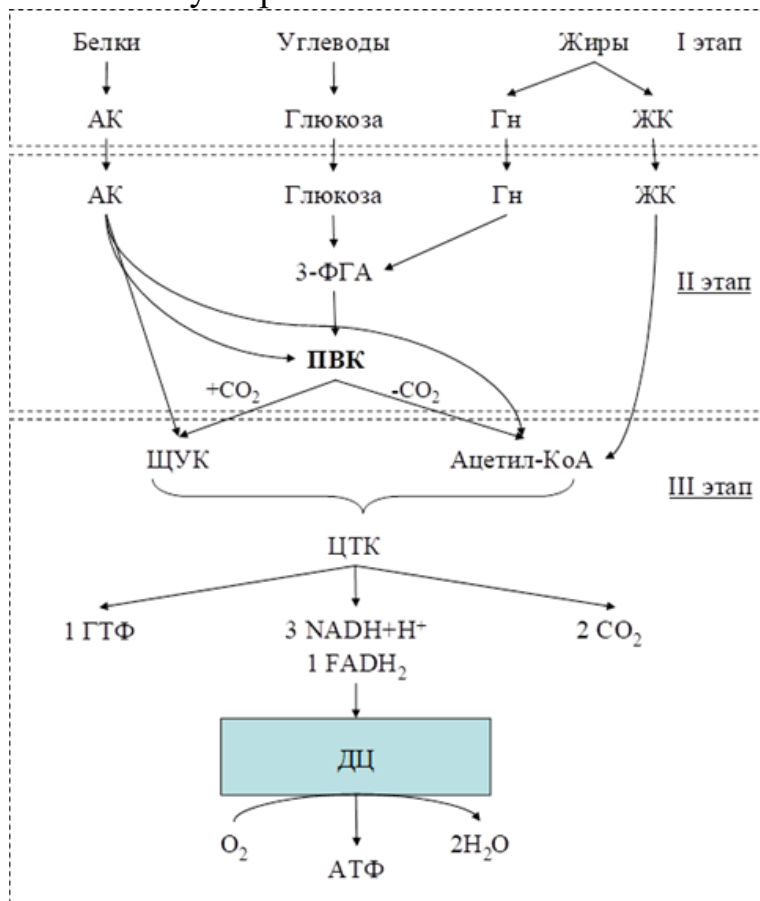


Рисунок 1 - Схема окисления субстратов БО

5.4.2. Реакции, ферменты, коферменты, локализация, регуляция, биологическая роль и энергетический баланс ЦТК.

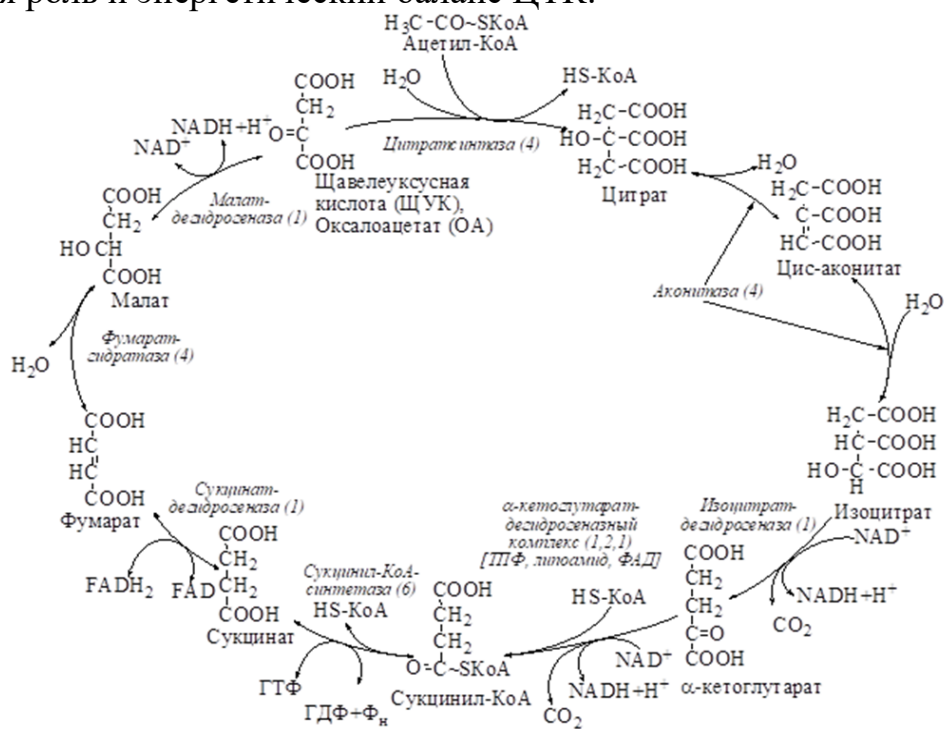


Рисунок 2 — Реакции ЦТК

5.4.3. Аллостерическая регуляция ЦТК (смотри «Ферменты-3»)

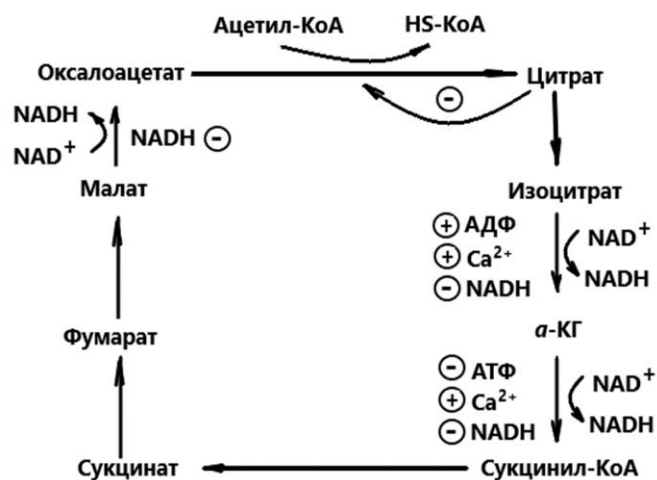


Рисунок 3 — Аллостерическая регуляция цикла Кребса [2]

5.4.4. Схема АТФ-азного (АТФ/АДФ) цикла и формула АТФ

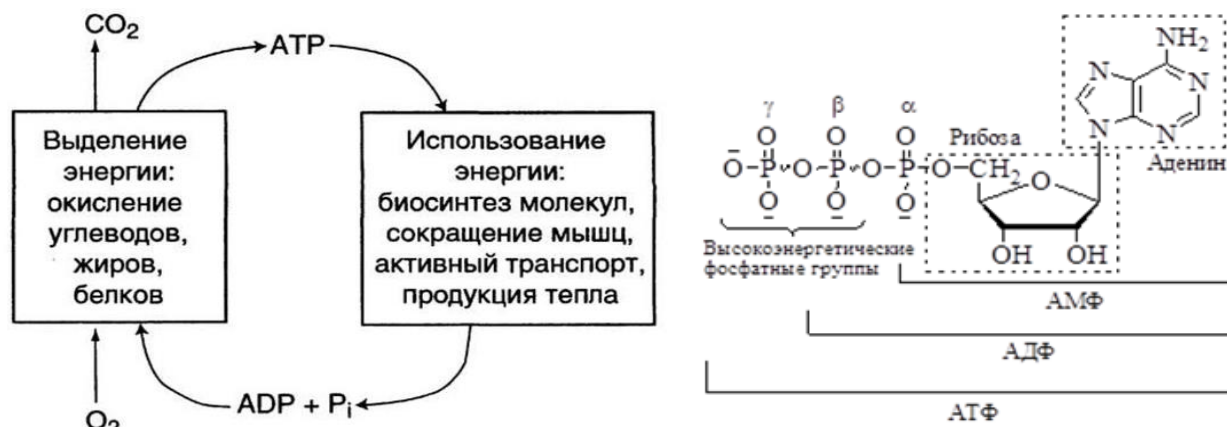


Рисунок 4 — АТФ-азный (АТФ/АДФ) цикл и строение молекулы АТФ

5.5 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: учеб.-метод. пособие для студентов 2 курса всех фак-тов учреждений высш. мед. образования / И. А. Никитина [и др.]. – Гомель: ГомГМУ, 2023. – 262 с.– Режим доступа: <https://elib.gsmu.by/handle/GomSMU/13804>

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/ISBN9785970433126.html> – Дата доступа: 20.05.23.
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: 20.05.23.
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: 20.05.23.
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. Схемы и реакции основных метаболических путей: учеб.-метод. посо- бие

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. 23-26. – Режим доступа: <http://elib.gsmu.by/handle/GomSMU/9190> – Дата доступа: 20.05.23.

7. Фармацевтическая биохимия : учеб. пособие / А.Д. Таганович, Е.А. Девина, Э.И. Олецкий ; под общ. ред. А.Д. Тагановича. – Минск: Новое знание, 2019. – 663с.

8. «Сборник тестовых заданий по биологической химии: учеб.-метод. пособие для студентов 2 курса всех фак-тов учреждений высш. мед. образования / И. А. Никитина [и др.]. – Гомель : ГомГМУ, 2023. – 262 с.– Режим доступа: <http://elib.gsmu.by/handle/GomSMU/13804> – Дата доступа: 20.05.23.

9. Потапова, Т. В. Мембранная биоэнергетика и разделение труда в системах электрически связанных клеток / Т. В. Потапова // Цитология. – 2021. – Т. 63. – № 1. – С. 30-42. – DOI 10.31857/S0041377121010089. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44523577> – Дата доступа: 20.05.23.

10. Коваленя, Т. А. Структурные и функциональные особенности митохондрий сердца, коррекция митохондриальных нарушений / Т. А. Коваленя // Вестник Гродненского государственного университета имени Янки Купалы. Серия 5. Экономика. Социология. Биология. – 2021. – Т. 11. – № 2. – С. 140-151. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46248626> – Дата доступа: 20.05.23.

11. Звягина, В. И. Карнитина хлорид снижает степень выраженности экспериментальной гипергомоцистеинемии и способствует утилизации лактата митохондриальной фракцией эпидидимиса крыс / В. И. Звягина, Э. С. Бельских // Биомедицинская химия. – 2021. – Т. 67. – № 4. – С. 338-346. – DOI 10.18097/PBMC20216704338. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46444090> – Дата доступа: 20.05.23.

12. Ингибиторы натрий-глюкозного транспортера 2-го типа и новые возможности управления сосудистым возрастом у больных сахарным диабетом 2-го типа / Ю. Ш. Халимов, Ю. Е. Рубцов, В. В. Салухов, П. В. Агафонов // Медицинский совет. – 2021. – № 12. – С. 228-236. – DOI 10.21518/2079-701X-2021-12-228-236. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46557623> – Дата доступа: 20.05.23.

13. Дзугкоев, С. Г. Патогенетическое обоснование применения ингибитора 3-гидрокси-3-метилглутарил-коэнзим а редуктазы и антиоксиданта коэнзима Q10 в лечении и профилактике сердечно-сосудистой патологии / С. Г. Дзугкоев, О. Ю. Гармаш, Ф. С. Дзугкоева // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2021. – Т. 20. – № 6. – С. 127-133. – DOI 10.15829/1728-8800-2021-2793. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46668103> – Дата доступа: 20.05.23.

14. Юрьева, Э. А. Стресс. Адаптационный синдром. Участие в патогенезе болезней у детей / Э. А. Юрьева, Е. С. Воздвиженская, Е. И. Шабельникова // Практика педиатра. – 2020. – № 1. – С. 14-21. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42416276> – Дата доступа: 20.05.23.

15. Третьякова, О. С. Биоэнергетика миокарда в условиях гипоксии: возрастные аспекты / О. С. Третьякова, И. В. Заднипрный // Оперативная хирургия и клиническая анатомия (Пироговский научный журнал). – 2020. – Т. 4. – № 1. – С.

52-62. – DOI 10.17116/operhirurg2020401152. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42807495> – Дата доступа: 20.05.23.

16. Батыршин, И. И. Биоэнергетика раковой клетки / И. И. Батыршин, А. Р. Кулиева // Международный студенческий научный вестник. – 2020. – № 2. – С. 26. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42851946> – Дата доступа: 20.05.23.

17. Очилов, К. Р. Влияние ионов кадмия и кобальта на дыхание митохондрий печени крыс / К. Р. Очилов // Новый день в медицине. – 2020. – № 2(30). – С. 710-712. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43138167> – Дата доступа: 20.05.23.

18. Птушенко, В. В. Электрические кабели клеток. II. бактериальные электронные проводники / В. В. Птушенко // Биохимия. – 2020. – Т. 85. – № 8. – С. 1120-1132. – DOI 10.31857/S0320972520080114. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43784576> – Дата доступа: 20.05.23.

19. Особенности течения восстановительного периода гипоксического поражения центральной нервной системы у детей первого года жизни с врожденными пороками сердца / В. А. Желев, А. С. Погудина, Е. В. Михалев [и др.] // Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины. – 2020. – Т. 35. – № 3. – С. 53-58. – DOI 10.29001/2073-8552-2020-35-3-53-58. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44062388> – Дата доступа: 20.05.23.

20. Мельников, Д. В. Обоснование методики дифференцированной физической подготовки девочек 9-10 лет на основе учета особенностей биоэнергетики мышечной деятельности / Д. В. Мельников, И. А. Криволапчук // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2020. – № 9(187). – С. 240-247. – DOI 10.34835/issn.2308-1961.2020.9.p240-248. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44124526> – Дата доступа: 20.05.23.

21. Льюис, К. На пересечении биоэнергетики и открытия антибиотиков / К. Льюис // Биохимия. – 2020. – Т. 85. – № 12. – С. 1732-1749. – DOI 10.31857/S0320972520120015. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44362899> – Дата доступа: 20.05.23.

22. 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://www.elibrary.ru/item.asp?id=44362907> – Дата доступа: 20.05.23.

23. От метаболизма к иммунитету: АФК и другие сигналы / А. Ю. Андреев, Ю. Е. Кушнарева, Н. Н. Старкова, А. А. Старков // Биохимия. – 2020. – Т. 85. – № 12. – С. 1939-1960. – DOI 10.31857/S0320972520120167. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44362914> – Дата доступа: 20.05.23.

24. Зайцев, А. Г. Научные основы физической подготовки военнослужащих ВМФ / А. Г. Зайцев, П. А. Сошкин, Д. С. Забродский // Морская медицина. – 2020. – Т. 6. – № 4. – С. 7-18. – DOI 10.22328/2413-5747-2020-6-4-7-18. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44515035> – Дата доступа: 20.05.23.

25. Оценка биоэнергетики сокращения миокарда в условиях механической поддержки кровообращения / Г. П. Иткин, А. С. Бучнев, А. П. Кулешов, А. И. Сырбу // Вестник трансплантологии и искусственных органов. – 2019. – Т. 21. – № 1. – С. 71-76. – DOI 10.15825/1995-1191-2019-1-71-76. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38579380> – Дата доступа: 20.05.23.

26. Применение второго закона термодинамики в оценке эффективности БАД / Н. С. Родионова, А. Б. Вишняков, Е. С. Попов [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2019. – Т. 81. – № 4(82). – С. 138-146. – DOI 10.20914/2310-1202-2019-4-138-146. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42504572> – Дата доступа: 20.05.23.
27. Возрастные особенности метаболизма и клеточного энергообмена у женщин / Л. А. Пестряева, Т. Б. Третьякова, Е. Г. Дерябина [и др.] // РМЖ. – 2018. – Т. 26. – № 5-1. – С. 16-18. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35663854> – Дата доступа: 20.05.23.
28. Реутов, В. П. Эволюция, рекапитуляция и диссолюция. Новая концепция: обратимый переход от кислородного дыхания к дыханию нитратно-нитритному как возврат к более древним формам функциональных отношений при старении и развитии патологических состояний / В. П. Реутов // Евразийское Научное Объединение. – 2017. – Т. 1. – № 7(29). – С. 33-41. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29816942> – Дата доступа: 20.05.23.
29. Функциональная значимость митохондриального мембранного потенциала / Л. Д. Зорова, В. А. Попков, Е. Ю. Плотников [и др.] // Биологические мембраны. – 2017. – Т. 34. – № 6. – С. 93-100. – DOI 10.7868/S0233475517060020. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30482938> – Дата доступа: 20.05.23.
30. YouTube-канал «Рисуем Биохимию» Золотая схема БО. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=WxHKJf0pUVc&list=PLffmkE1fkqBPyPX9hbJtDLY60wDHFdbMb&index=1&t=7s> – Дата доступа: 20.05.23.
31. YouTube-канал «Рисуем Биохимию» Дыхательная цепь митохондрий. Строение. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=dY437pmb8zA&list=PLffmkE1fkqBPyPX9hbJtDLY60wDHFdbMb&index=2> – Дата доступа: 20.05.23.
32. 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: 20.05.23.