

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: Ферменты 2. Механизм действия ферментов

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

Причиной низкой скорости большинства органических реакций является высокий энергетический барьер, который должны преодолеть молекулы прежде, чем вступить в реакцию. Катализатор снижает энергию активации и направляет реакцию по другому пути. При этом альтернативная реакция протекает с более высокой скоростью несмотря на образование большого числа промежуточных продуктов.

Цель занятия: сформировать представления о механизме действия ферментов и свойствах ферментов. Воспитать у студентов чувство гордости за избранную профессию и сформировать у них культуру бережного отношения к своему здоровью.

Задачи занятия: закрепить знания по структуре ферментов, выяснить основы термодинамики ферментативного катализа. Проанализировать основные факторы, влияющие на скорость ферментативных реакции, освоить методику определения активности альфа-амилазы крови унифицированным методом по Каравею и оценивать диагностическую значимость полученных результатов.

Требования к исходному уровню знаний:

Студент должен знать:

- 1.1. Структуру белка,
- 1.2. Функции активного центра белка,
- 1.3. Механизмы взаимодействия белка и лиганда,
- 1.4. Теоретические основы химической кинетики,
- 1.5. Строение витамина B₁, коферментов NAD⁺ и NADP⁺.

Студент должен уметь:

- 1.6. Работать с полуавтоматическим биохимическим анализатором или спектрофотометром.
- 1.7. Работать с микропипетками.

2. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИЗ СМЕЖНЫХ ДИСЦИПЛИН

- 2.1. Понятие о катализаторах (общая химия). Общие закономерности действия катализаторов (биоорганическая химия).
- 2.2. Теоретические основы химической кинетики и термодинамики. Влияние различных факторов на скорость реакций (общая химия).

3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ТЕМЕ ЗАНЯТИЯ

- 3.1. Свойства ферментов (чувствительность к pH, термолабильность, специфичность и др.).
- 3.2. Механизм действия ферментов. Формирование фермент-субстратного комплекса. Этапы взаимодействия фермента и субстрата. Теория промежуточных соединений. Основы термодинамики катализа.
- 3.3. Кинетика ферментативных реакций.
- 3.4. Ингибирование ферментов. Виды ингибиторов, механизм их

действия, примеры.

3.5. Регуляция активности ферментов (химическая модификация ферментов, белок-белковые взаимодействия). Роль гормонов, цАМФ, Ca^{2+} , ИТФ, метаболитов $\text{C}_{20:4}$, NO. Принцип обратной отрицательной связи. Ограниченный протеолиз. Аденилатциклазный и инозитолтрифосфатный пути регуляции метаболизма.

3.6. Методы линеаризации кинетической кривой (Лайнуивера-Берка, Иди-Хофсти и др.).

4. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ЗАНЯТИЯ

Лабораторная работа №1 «Изучение действия ферментов», лабораторная работа №2 «Изучение влияния различных факторов на скорость ферментативных реакций» 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 активности альфа-амилазы крови унифицированным методом по Каравею» выполняется с использованием набора реагентов для определения активности альфа-амилазы в сыворотке (плазме) крови и моче амилокластическим методом (альфа-амилаза-Витал).

5. ХОД ЗАНЯТИЯ

5.1. Введение

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

5.3. Практическая часть занятия: лабораторная работа №1 «Изучение действия ферментов», лабораторная работа №2 «Изучение влияния различных факторов на скорость ферментативных реакций» выполняются с использованием рабочей тетради по биологической химии. Лабораторная работа №3 «Определение активности альфа-амилазы крови унифицированным методом по Каравею» выполняется экспериментально согласно инструкции.

5.4. Контроль усвоения темы.

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

6. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Самоконтроль знаний по теме «Механизм действия ферментов» 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.2: 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. 5-29. - Режим доступа: <https://gsmu.by/upload/file/kafedra%20studentu/biohimia/6->

7. ЛИТЕРАТУРА

1. Биохимия : учебник / под ред. Е.С. Северина. – 5-е изд., испр. и доп. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. – стр. 29-42. – Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970448816.html> – Дата доступа: 20.05.2024.
2. Биологическая химия: учебник для студ. мед. ВУЗ / В.К. Кухта [и др.]; под ред. А.Д. Тагановича. – Минск: БИНОМ, 2008. – 688 с. : ил. – Утв. Министерством образ. РБ.
3. <https://www.shutterstock.com/ru/image-vector/enzyme-inhibitor-molecule-that-binds-blocking-1440295601> – Дата доступа: 20.05.2024.
4. <https://www.easybiologyclass.com/enzyme-regulation-mechanisms-molecular-methods-regulate-enzyme-enzymatic-activity/> – Дата доступа: 20.05.2024.
5. <https://www.embopress.org/doi/full/10.1093/emboj/16.18.5531> – Дата доступа: 20.05.2024.
6. Биохимия (общая, медицинская и фармакологическая) : Курс лекций / Е.Г. Зезеров. – М. : ООО «Издательство «Медицинское информационное агентство», 2014. – 456с.
7. 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.
8. 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 : Высшэйшая школа, 2016. – 670, [1] с. : ил., сх., табл.
9. 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. 11-14. – Режим доступа: <http://elib.gsmu.by/handle/GomSMU/9190> – Дата доступа: 20.05.2024.
10. Сборник тестовых заданий по биологической химии. В 2 ч. Ч.2 : 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. 5-29. – Режим доступа: <https://gsmu.by/upload/file/kafedra%20studentu/biohimia/6-1.pdf> – Дата доступа: 20.05.2024.
11. Исследование параметров каталитического действия глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы, выделенной с помощью хроматографических методов, при патологии печени / Т. Н. Попова, М. В. Лущик, С. С. Попов [и др.] // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2021. – Т. 21. – № 2. – С.

256-264. – DOI 10.17308/sorpchrom.2021.21/3359. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45558897> – Дата доступа: 20.05.2024.

12. Моделирование фермент-субстратных комплексов поли(ADP-рибозо)полимеразы 1 человека / Д. К. Нилов, С. В. Пушкарёв, И. В. Гущина [и др.] // Биохимия. – 2020. – Т. 85. – № 1. – С. 116-125. – DOI 10.31857/S0320972520010091. – Режим доступа:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42191982> – Дата доступа: 20.05.2024.

13. 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://www.elibrary.ru/item.asp?id=40082982> – Дата доступа: 20.05.2024.

14. Особенности β -лактамазной активности среднеазиатского подвида туляремиального микроба / И. В. Бахтеева, Т. Б. Кравченко, А. К. Рябко [и др.] // Инфекция и иммунитет. – 2018. – Т. 8. – № 1. – С. 33-42. – DOI 10.15789/2220-7619-2018-1-33-42. – Режим доступа:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32809881> – Дата доступа: 20.05.2024.

15. Баранова, В. Н. Влияние внешних факторов на ферментативные реакции / В. Н. Баранова, Е. И. Селиванец, Л. В. Боровская // The Scientific Heritage. – 2021. – № 79-2(79). – С. 37-40. – DOI 10.24412/9215-0365-2021-79-2-37-40. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47310595> – Дата доступа: 20.05.2024.

16. Роль аминокислотных остатков Arg243 и His239 в процессе узнавания поврежденного нуклеотида урацил-ДНК-гликозилазой человека SMUG1 / Д. А. Яковлев, И. В. Алексеева, Н. А. Кузнецов, О. С. Федорова // Биохимия. – 2020. – Т. 85. – № 5. – С. 695-705. – DOI 10.31857/S0320972520050085. – Режим доступа:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42776231> – Дата доступа: 20.05.2024.

17. Шекеева, К. К. Ферментативные каталитические свойства фруктовых пектинов / К. К. Шекеева // Вестник Казахского национального медицинского университета. – 2018. – № 1. – С. 336-339. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=34989885> – Дата доступа: 20.05.2024.

18. Сравнительный анализ эстеразной и параоксоназной активности различных видов альбумина / Н. В. Гончаров, М. А. Терпиловский, В. И. Шмурак [и др.] // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. – 2017. – Т. 53. – № 4. – С. 241-250. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29668034> – Дата доступа: 20.05.2024.

19. Летягина, С. В. Увеличение частоты венозных рефлюксов нижних конечностей при комбинированной терапии ингибитором ангиотензинпревращающего фермента и блокатором кальциевых каналов у мужчин с артериальной гипертензией / С. В. Летягина, В. М. Баев, Т. Ю. Агафонова // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2021. – Т. 20. – № 1. – С. 6-11. – DOI 10.15829/1728-8800-2021-2578. – Режим доступа:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44717567> – Дата доступа: 20.05.2024.

20. Канорский, С. Г. Лечение артериальной гипертензии в период пандемии COVID-19: вопросы блокады ренин-ангиотензин-альдостероновой системы / С. Г. Канорский // Медицинский совет. – 2021. – № 4. – С. 59-67. – DOI 10.21518/2079-701X2021-4-59-67. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45602600> – Дата доступа: 20.05.2024.

21. Заславская, Р. М. Влияние селена на эффективность лечения больных постинфарктным кардиосклерозом / Р. М. Заславская, Г. В. Лилица, М. М. Тейблум // The Scientific Heritage. – 2021. – № 64-2(64). – С. 23-27. – DOI 10.24412/9215-0365-2021-64-2-23-27. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45632384> – Дата доступа: 20.05.2024.

22. Рахманова, Т. И. Регуляторные свойства аспартаминотрансферазы из *Spirodela polyrhiza* / Т. И. Рахманова, Т. Н. Попова, О. А. Сафонова // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2021. – № 1. – С. 55-60. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45773962> – Дата доступа: 20.05.2024.

23. Карева, Е. Н. Фармакогенетическое управление эффективностью и безопасностью ингибиторов протонных помп / Е. Н. Карева // РМЖ. – 2021. – Т. 29. – № 4. – С. 68-73. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45804466> – Дата доступа: 20.05.2024.

24. Демидова, Т. Ю. Роль ингибиторов дипептидилпептидазы-4 в управлении сахарным диабетом 2 типа / Т. Ю. Демидова, Д. В. Скуридина // РМЖ. – 2021. – Т. 29. – № 2. – С. 31-36. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45816216> – Дата доступа: 20.05.2024.

25. Аффинность лигандов к регуляторным участкам ацетилхолинэстеразы и бутирилхолинэстеразы человека: сравнительный биоинформатический анализ / А. Р. Мухаметгалиева, А. С. Козлова, Н. И. Акберова, А. Н. Фаттахова // Ученые записки Казанского университета. Серия: Естественные науки. – 2021. – Т. 163. – № 1. – С. 5-19. – DOI 10.26907/2542-064X.2021.1.5-19. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45829163> – Дата доступа: 20.05.2024.

26. Влияние трехмесячного приема аторвастатина и -кальцидола на некоторые морфометрические показатели костной ткани / С. С. Осочук, О. С. Яковлева, А. Ф. Марцинкевич, Е. А. Карпенко // Травматология и ортопедия России. – 2021. – Т. 27. – № 2. – С. 65-74. – DOI 10.21823/2311-2905-2021-27-2-65-74. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46295170> – Дата доступа: 20.05.2024.

27. Роль эпигенетических модификаций ДНК и гистонов в лечении онкогематологических заболеваний / Д. В. Карпенко, Н. А. Петинати, Н. И. Дризе, А. Е. Бигильдеев // Гематология и трансфузиология. – 2021. – Т. 66. – № 2. – С. 263-279. – DOI 10.35754/0234-5730-2021-66-2-263-279. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46492799> – Дата доступа: 20.05.2024.

28. Жалилов, А. К. Антиагрегантная терапия и вторичная профилактика после коронарного шунтирования при острым коронарным синдроме / А. К.

Жалилов, Р. Г. Ибрагимов // Медико-фармацевтический журнал Пульс. – 2021. – Т. 23. – № 9. – С. 45-51. – DOI 10.26787/nydha-2686-6838-2021-23-9-45-51. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46593100> – Дата доступа: 20.05.2024.

29. Кузнецова, Л. А. Метаболический синдром: влияние адипокинов на L-аргинин-NO-синтаза-NO сигнальный путь / Л. А. Кузнецова // Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal). – 2021. – Т. 6. – № 2. – С. 22-40. – DOI 10.29413/ABS.2021-6.2.3. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46186409> – Дата доступа: 20.05.2024.

30. Фадеева, М. И. Патогенетическая связь уровней тиреоидных гормонов с длительностью сна у пациентов с СОАС / М. И. Фадеева, О. И. Венгржиновская // Medicus. – 2021. – № 3(39). – С. 73-75. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45718192> – Дата доступа: 20.05.2024.

31. Драпкина, О. М. Натрийуретические пептиды: новые задачи - новые решения / О. М. Драпкина, Р. Н. Шепель, О. Н. Джигоева // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2021. – Т. 20. – № 7. – С. 106-112. – DOI 10.15829/1728-8800-2021-3102. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47235688> – Дата доступа: 20.05.2024.

32. Механизмы гормонального контроля процессов тимической дифференцировки в аспекте беременности / С. В. Ширшев, Е. Г. Орлова, О. А. Логинова [и др.] // Вестник Пермского федерального исследовательского центра. – 2020. – № 2. – С. 58-65. – DOI 10.7242/2658-705X/2020.2.6. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43159216> – Дата доступа: 20.05.2024.

33. Роль витамина D в развитии синдрома поликистозных яичников / А. Т. Сафи, Г. А. Демяшкин, М. Р. Оразов [и др.] // Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины. – 2020. – Т. 10. – № 4. – С. 36-42. – DOI 10.37279/2224-6444-2020-10-4-36-42. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45736054> – Дата доступа: 20.05.2024.

34. Орлова, Е. Г. Механизмы влияния лептина и грелина на созревание и функциональную активность дендритных клеток / Е. Г. Орлова, С. В. Ширшев, О. А. Логинова // Биохимия. – 2019. – Т. 84. – № 1. – С. 63-73. – DOI 10.1134/S0320972519010056. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36729766> – Дата доступа: 20.05.2024.

35. Гомеостаз, как постоянство непостоянного (обзор литературы) / В. В. Еськов, К. А. Хадарцева, О. Е. Филатова, Д. В. Иванов // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2018. – № 4. – С. 132-141. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35552515> – Дата доступа: 20.05.2024.