

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, доцент, к.х.н.

М.В. Громыко, старший преподаватель

Н.С. Мышковец, старший преподаватель

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

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

2-го курса лечебного факультета,
обучающихся по специальности 7-07-0911-01 «Лечебное дело»

Тема: ФЕРМЕНТЫ-2. МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ ФЕРМЕНТОВ

Время: 3 часа

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

Гомель, 2025

УЧЕБНЫЕ И ВОСПИТАТЕЛЬНЫЕ ЦЕЛИ, ЗАДАЧИ, МОТИВАЦИЯ ДЛЯ УСВОЕНИЯ ТЕМЫ

Известно, что для осуществления химической реакции необходимо, чтобы реагирующие вещества имели суммарную энергию выше, чем величина, называемая энергетическим барьером реакции. Для характеристики величины энергетического барьера Аррениус ввел понятие энергии активации. Преодоление энергии активации в химической реакции достигается либо увеличением энергии взаимодействующих молекул, например, нагреванием, облучением, повышением давления, либо снижением требуемых для реакции затрат энергии (т.е. энергии активации) при помощи катализаторов. Основу жизнедеятельности любого организма составляют химические процессы. Практически все они протекают с участием природных биокатализаторов – ферментов. На сегодняшний день описано более 5320 различных ферментов.

Учебная цель:

Сформировать у студентов представления о механизмах действия ферментов, обобщить знания об основах термодинамики ферментативного катализа. Закрепить знания по структуре и строению ферментов, их номенклатуре и классификации. Обозначить виды ингибиторов ферментативного катализа и возможность их использования в работе практикующего врача.

Воспитательная цель:

Способствовать воспитанию у студентов чувства гордости за избранную профессию и формировать у них культуру бережного отношения к своему здоровью.

Задачи:

В результате проведения практического занятия студент должен **знать:**

1. Структуру фермента, строение и функции его активного центра;
2. Механизмы взаимодействия фермента и субстрата;
3. Принципы кинетики ферментативных реакций;

уметь:

1. Работать с микропипетками и полуавтоматическим биохимическим анализатором. Интерпретировать полученные результаты.
2. Определять активность γ -глутамилтрансферазы в плазме крови оптимизированным кинетическим методом.

владеть:

Теоретическим и практическим материалом текущего лабораторного занятия.

Мотивация для усвоения темы:

Знание строения, свойств и механизма действия ферментов позволит понять функционирование метаболических путей и способы их регуляции, что позволит подойти к пониманию причин возникающих метаболических патологий, коррекции метаболических сдвигов и способам их профилактики и ранней диагностики.

МАТЕРИАЛЬНОЕ ОСНАЩЕНИЕ

Методические рекомендации по биологической химии для студентов. Имеющиеся в наличии на кафедре стенды, наглядные пособия, таблицы и схемы.

ЭУМК, телевизор (для демонстрации обучающих видео), кафедральные устройства и приборы, необходимые для выполнения данного практического занятия (микропипетки, термостат, фотоэлектроколориметр, кюветы, химическая посуда), рекомендации по выполнению лабораторной работы с подробными этапами ее проведения.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИЗ СМЕЖНЫХ ДИСЦИПЛИН

1. Понятие о катализаторах (общая химия). Общие закономерности действия катализаторов (биоорганическая химия).
2. Теоретические основы химической кинетики и термодинамики. Влияние различных факторов на скорость реакций (общая химия).
3. Законы термодинамики (общая химия, медицинская физика).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ТЕМЕ ЗАНЯТИЯ

1. Свойства ферментов. Зависимость активности фермента от температуры, pH, количества фермента и концентрации субстрата. Специфичность ферментов.
2. Механизм действия ферментов: основы термодинамики катализа, этапы ферментативного катализа. Теория промежуточных соединений.
3. Кинетика ферментативных реакций (факторы, влияющие на скорость ферментативных реакций). Константа Михаэлиса (K_m) – определение, физическое значение. Метод линеаризации кинетической кривой Лайнуивера-Берка.
4. Ингибирование ферментов. Виды ингибиторов, механизм их действия, примеры. Использование ингибиторов ферментов в медицине.
5. Регуляция скорости ферментативных реакций.

Практическая часть занятия

Лабораторная работа: Определение активности γ -глутамилтрансферазы в плазме крови оптимизированным кинетическим методом.

Лабораторная работа выполняется согласно кафедральной инструкции.

Контроль усвоения темы

Контроль и самоконтроль знаний по теме «Ферменты-2. Механизм действия ферментов» осуществляется:

- с использованием пособия «Биохимия для самостоятельной работы: пособие» / М.В. Громыко [и др.]. – Гомель: ГомГМУ, 2021. – 148 с., Режим доступа : <http://elib.gsmu.by/handle/GomSMU/8625>– Дата доступа: 29.08.2025.

- путём компьютерного тестирования с использованием платформы Moodle режим доступа: <https://dl.gsmu.by/course/view.php?id=81> – Дата доступа: 29.08.2025.

Для подготовки к компьютерному тестированию нужно использовать учебно-методическое пособие «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>– Дата доступа: 29.08.2025.

Письменная работа текущего занятия включает следующие вопросы:

1. Знать графики зависимости скорости ферментативной реакции от t° , pH и концентрации фермента;
2. Знать схемы аденилатциклазного и инозитол-3-фосфатного пути регуляции метаболизма
3. Знать механизм ингибирования ферментативной активности и виды ингибиторов

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ СРС

Время, отведенное на самостоятельную работу, может использоваться на:

- подготовку к лабораторному занятию;
- конспектирование учебной литературы;
- выполнение тестовых заданий для самоконтроля знаний.

Основные методы организации самостоятельной работы:

- изучение темы и подготовка устных ответов на вопросы, вынесенные на СРС.

Перечень заданий СРС:

- решение практических задач ЭУМК
- выполнение тестовых заданий ЭУМК

Контроль СРС осуществляется в виде:

- индивидуальной беседы
- оценки устного ответа на контрольные вопросы занятия
- тестирования или письменной работ

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

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: 29.08.2025
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: 29.08.2025
4. <https://www.easybiologyclass.com/enzyme-regulation-mechanisms-molecular-methods-regulate-enzyme-enzymatic-activity/> – Дата доступа: 29.08.2025
5. <https://www.embopress.org/doi/full/10.1093/emboj/16.18.5531> – Дата доступа: 29.08.2025
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 : Вышэйшая 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: 29.08.2025

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: 29.08.2025

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: 29.08.2025

12. Моделирование фермент-субстратных комплексов поли(ADP-рибозо)полимеразы 1 человека / Д. К. Нилов, С. В. Пушкарев, 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: 29.08.2025

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: 29.08.2025

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: 29.08.2025

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: 29.08.2025

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: 29.08.2025

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: 29.08.2025

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: 29.08.2025

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: 29.08.2025

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: 29.08.2025

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: 29.08.2025

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: 29.08.2025

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: 29.08.2025

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: 29.08.2025

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: 29.08.2025

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: 29.08.2025

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: 29.08.2025

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: 29.08.2025

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: 29.08.2025

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: 29.08.2025

31. Драпкина, О. М. Натрийуретические пептиды: новые задачи - новые решения / О. М. Драпкина, Р. Н. Шепель, О. Н. Джиеова // 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: 29.08.2025

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: 29.08.2025

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: 29.08.2025

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: 29.08.2025

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: 29.08.2025