

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: УГЛЕВОДЫ-2. ТКАНЕВОЙ ОБМЕН УГЛЕВОДОВ.
АНАЭРОБНЫЙ И АЭРОБНЫЙ ГЛИКОЛИЗ**

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

Ключевым направлением тканевого метаболизма углеводов является катаболизм глюкозы. Этот биохимический путь служит основным поставщиком энергии для процессов жизнедеятельности организма.

Аэробный распад глюкозы до CO_2 и H_2O включает реакции аэробного гликолиза и последующее окисление пирувата в общих путях катаболизма. Анаэробный гликолиз включает те же реакции специфического пути распада глюкозы до пирувата, но с последующим превращением пирувата в лактат.

Учебная цель:

Сформировать представления о путях метаболизма глюкозы в клетках организма. Изучить пути аэробного и анаэробного окисления глюкозы, их биологическую роль, вклад в энергетику клетки.

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. Метаболический путь аэробного и анаэробного окисления глюкозы.
2. Схему окислительного декарбоксилирования пирувата (ОДП). Взаимосвязь ОДП с общими и специфическими путями метаболизма клетки. Энергетический выход окисления глюкозы в аэробных и анаэробных условиях.
3. Метаболические пути детоксикации этанола, механизмы его токсичности.
4. Общее представление о синтезе и катаболизме сложных углеводов.

уметь:

1. Работать с полуавтоматическим биохимическим анализатором или спектрофотометром, интерпретировать полученные результаты.
2. Работать с микропипетками.
3. Определять активность лактатдегидрогеназы в плазме крови.

владеть:

Теоретическим и практическим материалом текущего лабораторного занятия.

Мотивация для усвоения темы:

Главную роль в метаболизме углеводов играет глюкоза, так как именно она является основным источником энергии. Поддержание физиологического уровня глюкозы – одна из приоритетных функций организма. Нарушения пищевого поведения приводят к возникновению ожирения, инсулинорезистентности, метаболическому синдрому и грубым нарушениям углеводного обмена. Знание механизмов углеводного обмена – неотъемлемая часть формирования компетенций студентов, обучающихся по специальности 7-07-0911-01 «Лечебное дело»

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 лабораторной работы 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. Функции углеводов (биоорганическая химия).
2. Обмен веществ и энергией (нормальная физиология).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ТЕМЕ ЗАНЯТИЯ

1. Анаэробное расщепление углеводов – гликогенолиз и гликолиз, (ферменты, реакции).
2. Киназные реакции гликолиза. Субстратное фосфорилирование. Гликолитическая оксидоредукция. Молочнокислое и спиртовое брожение – ферменты, реакции, сходство и отличие.
3. Метаболизм этанола в организме, пути детоксикации (алкоголь ДГ, МЭОС, каталаза). Механизм токсического действия этанола.
4. Аэробный гликолиз. Окислительное декарбоксилирование ПВК (ферменты, реакции). Строение пируватдегидрогеназного комплекса.
5. Регуляция гликолиза и гликогенолиза. Эффект Пастера (сущность и механизм). Энергетический баланс окисления углеводов.
6. Протеогликаны: строение, биологическая роль. Синтез (схема биосинтеза) и утилизация ГАГ, их биологическая роль.

ХОД ЗАНЯТИЯ

Практическая часть занятия

Лабораторная работа №1 «Определение активности лактатдегидрогеназы (ЛДГ) в плазме крови» выполняется с использованием набора реагентов для определения активности лактатдегидрогеназы в сыворотке или плазме крови оптимизированным кинетическим методом (Витал).

Контроль усвоения темы

Самоконтроль знаний по теме «Углеводы-2. Тканевой обмен углеводов. Анаэробный и аэробный гликолиз» осуществляется:

согласно изданию «Биологическая химия: Рабочая тетрадь» (в 2 ч., часть 1) / Громыко М. В. [и др.]. – Гомель: ГомГМУ, 2024. – 93 с.

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. Записать уравнения реакций аэробного окисления глюкозы до пирувата.
2. Записать уравнения реакций анаэробного окисления глюкозы до лактата, этанола (молочнокислородное и спиртовое брожения).
3. Записать уравнения реакций окислительного декарбоксилирования пирувата (ОДП).
4. Записать суммарное уравнение ОДП (окислительное декарбоксилирование пирувата) и схему энергетического выхода окисления глюкозы в анаэробных и в аэробных условиях.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ СРС

Время, отведенное на самостоятельную работу, может использоваться на:

- подготовку к лабораторно-практическим занятиям;
- 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. – 768 с.: ил. (протокол 15.05.2021 №6) - Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970433126.html> – Дата доступа: 29.08.2025
2. 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. – стр. 37-41 – Рек. УМО по высш. мед., фармацевт. образованию. Стр. 37-41 - Режим доступа: <http://elib.gsmu.by/handle/GomSMU/9190> – Дата доступа: 29.08.2025
3. 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: 29.08.2025
4. 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: 29.08.2025

5. Курсов, С. В. Стрессовая гипергликемия: обсуждение пути ее устранения с помощью применения многоатомных спиртов / С. В. Курсов, В. В. Никонов // Медицина неотложных состояний. – 2019. – № 4(99). – С. 48-55. – DOI 10.22141/2224-0586.4.99.2019.173932. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39217779> – Дата доступа: 29.08.2025

6. Экспрессия генов метаболизма глюкозы и деструкции суставов при развитии сахарного диабета у больных остеоартритом / Е. В. Четина, Е. П. Шарапова, Н. Г. Кашеварова [и др.] // Современная ревматология. – 2019. – Т. 13. – № 1. – С. 64-70. – DOI 10.14412/1996-7012-2019-1-64-70. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41224118> – Дата доступа: 29.08.2025

7. Сидорова, Н. С. Активность сывороточной лактатдегидрогеназы и ее изоферментный спектр у больных хроническим токсическим поражением печени, с анемией хронического заболевания на фоне перенесенного туберкулеза легких / Н. С. Сидорова, Я. А. Соцкая // Таврический медико-биологический вестник. – 2018. – Т. 21. – № 3. – С. 91-96. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36809826> – Дата доступа: 29.08.2025

8. Каскад метаболических нарушений при патологии органов дыхания у детей / Х. М. Вахитов, О. И. Пикуза, З. Я. Сулейманова [и др.] // Вестник современной клинической медицины. – 2017. – Т. 10. – № 3. – С. 56-60. – DOI 10.20969/VSKM.2017.10(3).56-60. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29409536> – Дата доступа: 29.08.2025

9. Дыхание митохондрий и некоторые показатели гликолиза головного мозга в условиях его частичной ишемии / Н. Е. Максимович, Т. С. Милош, В. В. Ермак [и др.] // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2017. – Т. 15. – № 4. – С. 405-409. – DOI 10.25298/2221-8785-2017-15-4-405-409. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30499167> – Дата доступа: 29.08.2025

10. Определение соотношения аэробного гликолиза и дыхания в лимфоцитах крови человека как персонализированного неповреждающего показателя тяжести патологии и уровня здоровья / Н. В. Хундерякова, М. В. Захарченко, Т. В. Ячкула [и др.] // Электронный научно-образовательный вестник Здоровье и образование в XXI веке. – 2017. – Т. 19. – № 12. – С. 298-300. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32338138> – Дата доступа: 29.08.2025

11. Моргунов, Л. Ю. Алкоголь и сахарный диабет: палка о двух концах / Л. Ю. Моргунов // Лечащий врач. – 2021. – № 3. – С. 10-15. – DOI 10.51793/OS.2021.24.3.002. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46534219> – Дата доступа: 20.05.2023

12. Семененя, И. Н. Институт биохимии биологически активных соединений национальной академии наук Беларуси как ведущая организация в области разработки медико-биологических проблем алкогольной зависимости в Республике Беларусь (к 50-летию со дня основания) / И. Н. Семененя // Вопросы наркологии. – 2020. – № 1(184). – С. 94-111. – DOI 10.47877/0234-0623_2020_1_94. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42642465> – Дата доступа: 29.08.2025

13. Ефременко, Е. С. Уровень глюкозы крови при экспериментальном моделировании физической зависимости от алкоголя на фоне применения l-карнитина / Е. С. Ефременко, С. И. Яковлева // Научное обозрение. Биологические науки. – 2020.

– № 2. – С. 20-24. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42900467> – Дата доступа: 29.08.2025

14. Поплавский, В. А. Метаболизм метанола и этанола в организме человека / В. А. Поплавский // Forcipe. – 2019. – Т. 2. – № 5. – С. 586-587. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39260332> – Дата доступа: 29.08.2025

15. Современные подходы к диагностике и лечению тяжелого алкогольного гепатита / В. А. Першко, Ю. Ш. Халимов, С. Ю. Матвеев, Е. Г. Батрын // Вестник Российской Военно-медицинской академии. – 2019. – № 3(67). – С. 211-216. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39559102> – Дата доступа: 29.08.2025

16. Фараджев, А. Н. Динамика изменения обмена ГАМК при воздействии на организм высокой дозы этанола / А. Н. Фараджев, В. А. Гасанова // Spirit Time. – 2019. – № 11-1(23). – С. 3-7. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41803457> – Дата доступа: 29.08.2025

17. Щеголев, А. И. Роль алкоголя в развитии повреждений плаценты / А. И. Щеголев, У. Н. Туманова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2018. – № 2. – С. 208-212. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32703923> – Дата доступа: 29.08.2025

18. Поиск генетических маркеров алкогольной болезни печени / Д. И. Перегуд, В. Ю. Баронец, Т. А. Наумова [и др.] // Вопросы наркологии. – 2018. – № 3(163). – С. 174-187. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32849852> – Дата доступа: 29.08.2025

19. Ненартович, И. А. Реалии и перспективы кетогенной диеты в клинической практике / И. А. Ненартович // Лечебное дело: научно-практический терапевтический журнал. – 2021. – № 1(76). – С. 66-72. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45620743> – Дата доступа: 29.08.2025

20. Батыршин, И. И. Биоэнергетика раковой клетки / И. И. Батыршин, А. Р. Кулиева // Международный студенческий научный вестник. – 2020. – № 2. – С. 26. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42851946> – Дата доступа: 29.08.2025

21. Марусова, Т. А. Метаболизм глюкозы раковых клеток как мишень в противоопухолевой терапии / Т. А. Марусова, М. В. Иготти // Цитология. – 2020. – Т. 62. – № 11. – С. 773-781. – DOI 10.31857/S0041377120110061. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44090883> – Дата доступа: 29.08.2025

22. Кобляков, В. А. Механизмы регуляции онкобелками аэробного гликолиза (эффект Варбурга) в процессе канцерогенеза / В. А. Кобляков // Биохимия. – 2019. – Т. 84. – № 10. – С. 1371-1384. – DOI 10.1134/S0320972519100014. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41032067> – Дата доступа: 29.08.2025

23. Коршунов, Д. А. Современные представления о метаболическом перепрограммировании в злокачественных новообразованиях / Д. А. Коршунов, И. В. Кондакова, Е. Е. Шашова // Биохимия. – 2019. – Т. 84. – № 10. – С. 1385-1400. – DOI 10.1134/S0320972519100026. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41032069> – Дата доступа: 29.08.2025

24. Ингибирование гексокиназы 2 приводит к снижению экспрессии ферментов гликолиза PFKF, BPGM и GPI в клеточной линии RKO / М. С. Федорова, И. Ю. Карпова, А. В. Липатова [и др.] // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2017. – Т. 21. – № 8. – С. 932-936. – DOI 10.18699/VJ17.315. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32357560> – Дата доступа: 29.08.2025

25. YouTube-канал «Рисуем Биохимию» Регуляция метаболизма гликогена. АЦ механизм. Биохимия – Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=As_63nSSQIM&list=PLffmkE1fkqBOy4ID8GS4YMDAdWxDpH7tz&index=2 – Дата доступа: 29.08.2025
26. YouTube-канал «Рисуем Биохимию» Отличие гликогена печени и мышц. Биохимия – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=ILvNci-V6Dc&list=PLffmkE1fkqBOy4ID8GS4YMDAdWxDpH7tz&index=3> – Дата доступа: 29.08.2025
27. YouTube-канал «Рисуем Биохимию» Регуляция глюкозы в крови (ч. 1) с Л-202. Срочный механизм. Биохимия – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=T9HW7oV5pro&list=PLffmkE1fkqBOy4ID8GS4YMDAdWxDpH7tz&index=4> – Дата доступа: 29.08.2025
28. YouTube-канал «Рисуем Биохимию» Регуляция глюкозы в крови (ч. 2) с Л-221. Постоянный механизм. Биохимия – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=GUKMwrfRvh4&list=PLffmkE1fkqBOy4ID8GS4YMDAdWxDpH7tz&index=5> – Дата доступа: 29.08.2025
29. YouTube-канал «Рисуем Биохимию» Гликемическая кривая в норме. Биохимия с Л-207 – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=qr444ARVJws&list=PLffmkE1fkqBOy4ID8GS4YMDAdWxDpH7tz&index=6> – Дата доступа: 29.08.2025
30. YouTube-канал «Рисуем Биохимию» Гликемическая кривая при СД. Биохимия с Л-231 – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=9z7-n-Fybs&list=PLffmkE1fkqBOy4ID8GS4YMDAdWxDpH7tz&index=7> – Дата доступа: 29.08.2025
31. YouTube-канал «Biochemistry GSMU». Плейлист «Углеводы». – Режим доступа: <https://www.youtube.com/playlist?list=PLxTvLc-IN5mYEfqXLyoV7uzokSBaL2kI> – Дата доступа: 29.08.2025