

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: 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

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

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.

Цель занятия: изучить основные пути тканевого обмена углеводов. Воспитать у студентов чувство гордости за избранную профессию и сформировать у них культуру бережного отношения к своему здоровью.

Задачи занятия: сформировать у студентов представления о путях обмена глюкозо-6-фосфата в тканях, познакомить с анаэробным расщеплением углеводов – молочнокислым и спиртовым брожением, их ролью, регуляцией, сходством и отличиями, закрепить учебный материал о метаболизме этанола в организме, путях его детоксикации. Освоить методику определения активности лактатдегидрогеназы в плазме крови и оценивать диагностическую значимость полученных результатов.

Требования к исходному уровню знаний:

Студент должен знать:

- 1.1. Структуру моно-, ди-, и полисахаридов.
- 1.2. Функции углеводов в организме человека.
- 1.3. Пути обмена глюкозо-6-фосфата в тканях организма.
- 1.4. Схему окисления субстратов БО.

Студент должен уметь:

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

2. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИЗ СМЕЖНЫХ ДИСЦИПЛИН

- 2.1. Функции углеводов (биоорганическая химия).
- 2.2. Обмен веществ и энергией (нормальная физиология).

3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ТЕМЕ ЗАНЯТИЯ

3.1. Пути обмена глюкозо-6-фосфата в тканях (схема углеводного обмена в организме).

3.2. Анаэробное расщепление углеводов – гликолиз, гликогенолиз (ферменты, реакции). Киназные реакции гликолиза. Субстратное фосфорилирование. Гликолитическая оксидоредукция.

3.3. Молочнокислое и спиртовое брожение – ферменты, реакции, сходство и отличие.

3.4. Метаболизм этанола в организме, пути детоксикации (алкоголь ДГ, МЭОС, каталаза). Механизм токсического действия этанола.

3.5. Аэробный гликолиз. Окислительное декарбоксилирование ПВК (ферменты, реакции). Строение пируватдегидрогеназного комплекса.

3.6. Регуляция гликолиза и гликогенолиза. Эффект Пастера (сущность и механизм).

3.7. Энергетический баланс окисления углеводов.

4. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ЗАНЯТИЯ

Лабораторная работа №1 «Определение активности лактатдегидрогеназы в плазме крови» выполняется с использованием набора реагентов для определения активности лактатдегидрогеназы в сыворотке или плазме крови оптимизированным кинетическим методом (ЛДГ-Витал). Лабораторная работа № 2 «Определение концентрации глюкозы в слюне глюкозооксидазным методом» выполняется согласно изданию «Биологическая химия: Рабочая тетрадь» (в 2 ч., часть 1) / Грицук А.И. [и др.]. – Гомель: ГомГМУ, 2019. – 77 с.

5. ХОД ЗАНЯТИЯ

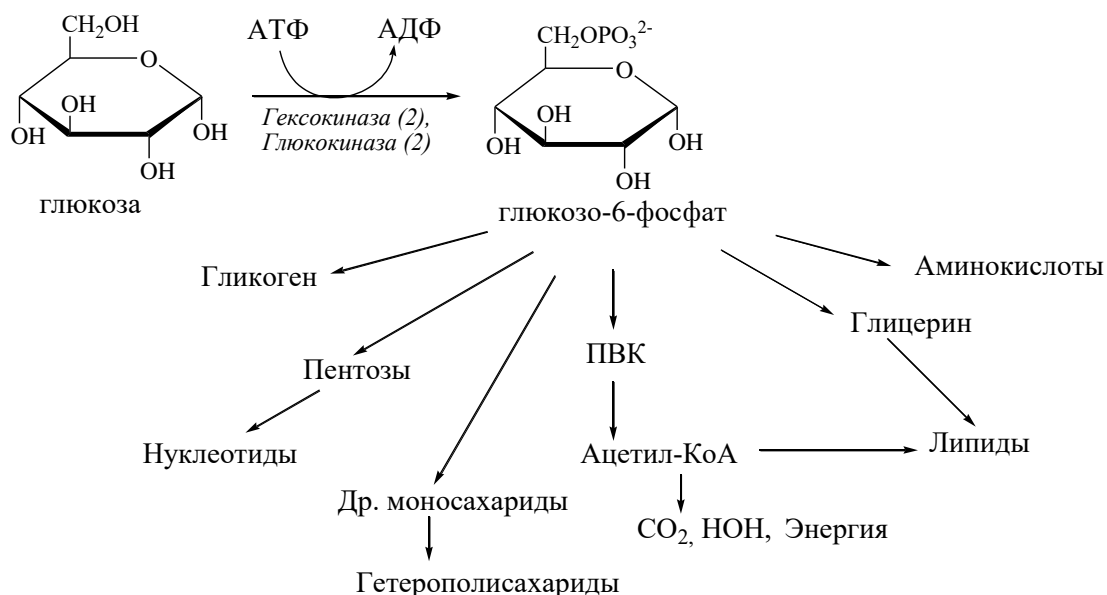
5.1 Введение

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

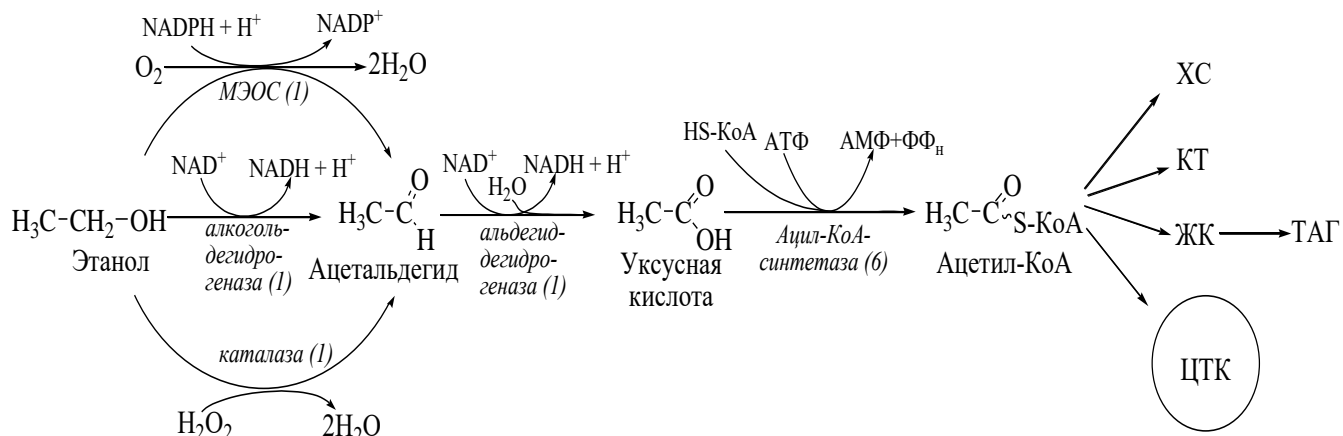
5.3 Практическая часть занятия: выполняются лабораторные работы. Лабораторная работа «Определение активности ЛДГ в плазме крови» выполняется экспериментально согласно инструкции. Лабораторная работа № 2 «Определение концентрации глюкозы в слюне глюкозооксидазным методом» выполняется с использованием рабочей тетради по биологической химии.

5.4 Контроль усвоения темы включает знание следующих вопросов:

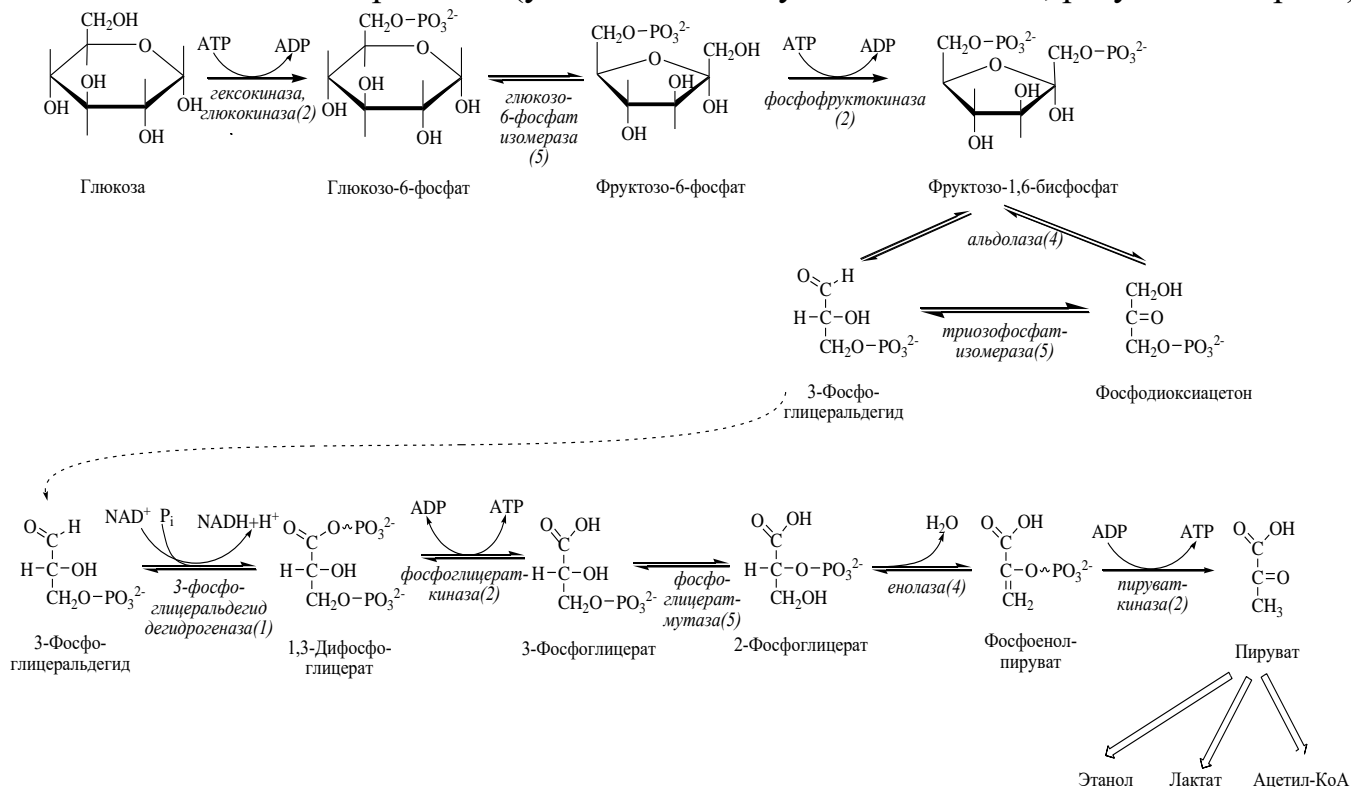
5.4.1 Схема обмена глюкозо-6-фосфата



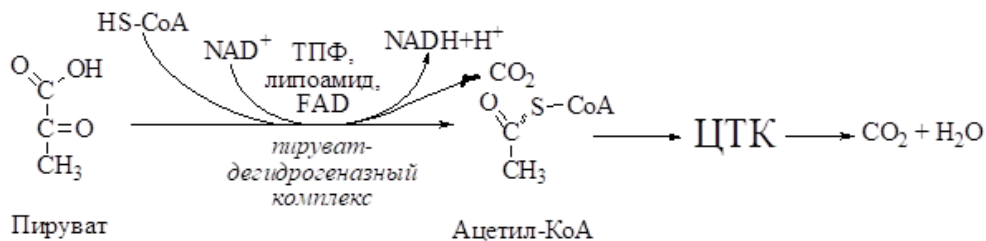
5.4.2 Пути метаболизма этанола в организме



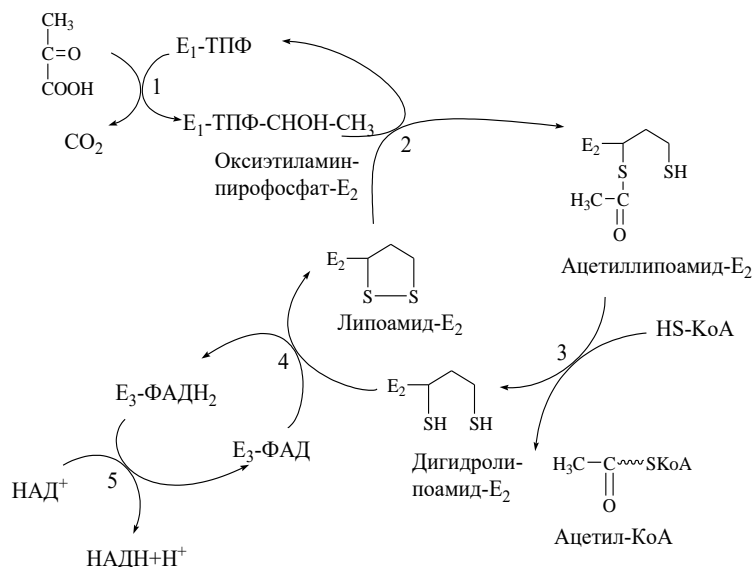
5.4.3 Гликолиз: общие реакции (указать клеточную локализацию, регуляцию и роль)



5.4.4 Общее уравнение ПВК-ДГ комплекса



5.4.5 Основные реакции ПВК-ДГ комплекса



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

Контрольные вопросы по теме «Углеводы-3» включают знание реакций ПФП.

6. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Самоконтроль знаний по теме «Тканевой обмен углеводов. Анаэробный и аэробный гликолиз» 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. – 768 с.: ил. (протокол 15.05.2021 №6) - Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970433126.html> – Дата доступа: 20.05.23.

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, биорганической 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: 20.05.23.

3. «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: 20.05.23.

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. 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: 20.05.23.

6. 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: 20.05.23.

7. 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: 20.05.23.

8. 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: 20.05.23.

9. 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: 20.05.23.

10. 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: 20.05.23.

11. 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: 20.05.23.

12. 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: 20.05.23.

13. 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: 20.05.23.

14. 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: 20.05.23.

15. 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: 20.05.23.

16. 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: 20.05.23.

17. 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: 20.05.23.

18. 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: 20.05.23.

19. 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: 20.05.23.

20. 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: 20.05.23.

21. 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: 20.05.23.

22. Марусова, Т. А. Метаболизм глюкозы раковых клеток как мишень в противоопухолевой терапии / Т. А. Марусова, М. В. Игotti // Цитология. – 2020. – Т. 62. – № 11. – С. 773-781. – DOI 10.31857/S0041377120110061. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44090883> – Дата доступа: 20.05.23.

23. 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: 20.05.23.

24. 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: 20.05.23.

25. Ингибирование гексокиназы 2 приводит к снижению экспрессии ферментов гликолиза PFKP, 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: 20.05.23.

26. 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: 20.05.23.

27. 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: 20.05.23.

28. 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: 20.05.23.

29. 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: 20.05.23.

30. 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: 20.05.23.

31. 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: 20.05.23.

32. YouTube-канал «Biochemistry GSMU». Плейлист «Углеводы». – Режим доступа: <https://www.youtube.com/playlist?list=PLxTvLc-IN5mYEfqXLyoV7uzokSBaL2kI> – Дата доступа: 20.05.23.