

Урок 5. Энергетический обмен

Гликолиз, клеточное дыхание, брожение и синтез АТФ

60 заданий с ответами и объяснениями

Содержание теста

- 01. Начальный уровень: задания 1-20
- 02. Средний уровень: задания 21-40
- 03. Высокий уровень: задания 41-60

Начальный уровень

Задание 1

Заполните: анаболизм — синтез _____ веществ с затратой энергии; катаболизм — расщепление и _____ веществ с высвобождением энергии.

Ответ

сложных; окисление.

Два направления связаны общей сетью.

Задание 2

Сравните анаболизм и катаболизм по направлению превращения веществ, энергетическому эффекту и приведите по одному примеру.

Ответ

Анаболизм: из простых веществ образуются сложные, энергия расходуется; примеры — синтез белка или фотосинтез. Катаболизм: сложные вещества расщепляются и окисляются, энергия высвобождается и переносится на АТФ/восстановленные коферменты; пример — клеточное дыхание.

Критерии — направление и энергетика.

Задание 3

Распределите процессы на анаболизм и катаболизм:

- синтез белка
- гликолиз
- синтез гликогена
- клеточное дыхание
- синтез липида

Ответ

Анаболизм: синтез белка, гликогена, липида. Катаболизм: гликолиз, клеточное дыхание.

Синтез увеличивает сложность, катаболизм извлекает энергию.

Задание 4

Расположите этапы:

- А) гликолиз;
- Б) окисление пирувата;
- В) цикл Кребса;
- Г) дыхательная цепь;
- Д) подготовительный этап.

Ответ

ДАБВГ.

Сначала мономеры и гликолиз, затем митохондриальные этапы.

Задание 5

Укажите локализацию: гликолиз — _____; цикл Кребса — _____ митохондрии; дыхательная цепь — _____ мембрана митохондрии.

Ответ

цитозоль; матрикс; внутренняя.

Компартменты разделяют этапы.

Задание 6

Что образуется на подготовительном этапе из белков, полисахаридов и липидов?

Ответ

Аминокислоты; моносахариды; глицерин и жирные кислоты.

Гидролиз даёт мономеры/компоненты.

Задание 7

Из одной глюкозы при гликолизе образуются _____ пирувата, чистые _____ АТФ и _____ NADH.

Ответ

2; 2; 2.

Чистый выход учитывает 4 синтезированных и 2 затраченных АТФ.

Задание 8

Для гликолиза одной молекулы глюкозы укажите число затраченных и синтезированных АТФ, конечные углеродные продукты, число NADH и чистый выход АТФ. Участвует ли O_2 непосредственно?

Ответ

Исходное вещество — глюкоза; затрачиваются 2 АТФ, синтезируются 4 АТФ; образуются 2 пирувата, 2 NADH и чистые 2 АТФ. Кислород непосредственно в реакциях гликолиза не участвует.

Задание 9

Сколько чистых АТФ образуется в гликолизе из 12 молекул глюкозы?

Ответ

24 АТФ.

12×2 .

Задание 10

NAD⁺ и FAD — _____ формы переносчиков, NADH и FADH₂ — _____. Они переносят высокоэнергетические _____.

Ответ

окисленные; восстановленные; электроны.

Переносчики связывают окисление субстрата с цепью.

Задание 11

Установите соответствие:

Пункты	Варианты
1) матрикс;	А) накопление H ⁺ ;
2) внутренняя мембрана;	Б) увеличение площади;
3) межмембранное пространство;	В) дыхательная цепь;
4) кристы.	Г) цикл Кребса.

Ответ

1-Г; 2-В; 3-А; 4-Б.

Строение митохондрии соответствует этапам.

Задание 12

Назовите конечный акцептор электронов аэробной дыхательной цепи и продукт его восстановления.

Ответ

Кислород; вода.

O₂ принимает электроны и H⁺.

Задание 13

Дополните: дыхательная цепь перекачивает _____ в межмембранное пространство; их обратный поток через _____ приводит к синтезу АТФ.

Ответ

H⁺; АТФ-синтазу.

Градиент соединяет цепь и фосфорилирование.

Задание 14

Установите хемиосмотическую последовательность:

- А) поток H⁺ через АТФ-синтазу;
- Б) накопление H⁺;
- В) синтез АТФ;
- Г) перенос электронов;
- Д) отдача электронов NADH.

Ответ

ДГБАВ.

Электроны создают градиент, градиент приводит фермент в действие.

Задание 15

Сравните молочнокислое и спиртовое брожение по продуктам и выделению CO₂.

Ответ

Молочнокислое: лактат, CO₂ не выделяется. Спиртовое: этанол и CO₂.

Оба пути регенерируют NAD⁺.

Задание 16

Выберите три верных утверждения о брожении:

- 1) использует O₂ как акцептор;
- 2) регенерирует NAD⁺;
- 3) позволяет продолжать гликолиз;
- 4) спиртовое выделяет CO₂;
- 5) обязательно идёт в митохондриях;
- 6) даёт 36 дополнительных АТФ.

Ответ

234.

Брожение поддерживает гликолиз и имеет характерные продукты.

Задание 17

Чистый выход АТФ при брожении одной глюкозы равен _____, потому что АТФ образуется только в процессе _____.

Ответ

2; гликолиза.

Само восстановление пирувата АТФ не добавляет.

Задание 18

Почему реакции дыхания идут быстрее при умеренном нагревании, но замедляются при слишком высокой температуре?

Ответ

Сначала растёт частота столкновений и скорость ферментативных реакций; затем ферменты денатурируют и мембраны повреждаются.

Задание 19

Какая структура митохондрии увеличивает площадь внутренней мембраны и какие белки на ней работают?

Ответ

Кристы; комплексы дыхательной цепи и АТФ-синтаза.

Задание 20

В традиционной школьной модели полный выход — 38 АТФ на глюкозу. Сколько АТФ образуется из 7 глюкоз?

Ответ

266 АТФ.

7×38 .

Средний уровень

Задание 21

Сопоставьте этап и продукт:

Пункты	Варианты
1) гликолиз;	А) ацетил-КоА;
2) окисление пирувата;	Б) пируват;
3) цикл Кребса;	В) вода;
4) дыхательная цепь.	Г) CO ₂ и восстановленные переносчики.

Ответ

1-Б; 2-А; 3-Г; 4-В.

Продукты отмечают переход между этапами.

Задание 22

Почему гликолиз может идти без кислорода, но длительно требует регенерации NAD⁺?

Ответ

O₂ не участвует в реакциях гликолиза, но NAD⁺ восстанавливается до NADH. Без возврата NAD⁺ окислительный этап гликолиза остановится; брожение регенерирует NAD⁺.

Кислород связан с гликолизом косвенно через переносчики.

Задание 23

Из 9 глюкоз сколько образуется пирувата, чистых АТФ и NADH в гликолизе?

Ответ

18 пируватов, 18 АТФ, 18 NADH.

Коэффициенты 2:2:2 на глюкозу.

Задание 24

Объясните строение митохондрии и укажите локализацию процессов.

- 1) Где расположен матрикс?
- 2) Что такое кристы?
- 3) Где протекает цикл Кребса?
- 4) Где расположены дыхательная цепь и АТФ-синтаза?
- 5) В каком компартменте при работе цепи накапливаются H⁺?

Ответ

Матрикс находится внутри внутренней мембраны. Кристы — её складки. В матриксе протекает цикл Кребса; дыхательная цепь и АТФ-синтаза находятся во внутренней мембране. Протоны переносятся из матрикса в межмембранное пространство; возвращаясь через АТФ-синтазу, они обеспечивают синтез АТФ.

Задание 25

Почему цикл Кребса называют циклом?

Ответ

Четырёхуглеродный акцептор ацетильной группы регенерируется в конце последовательности и снова принимает ацетил-КоА.

Задание 26

Расположите события переноса электронов от NADH к кислороду:

- А) перенос электронов через убихинон и комплекс III;
- Б) восстановление кислорода до воды;
- В) образование NADH при окислении субстрата в матриксе;
- Г) окисление NADH с передачей электронов комплексу I;
- Д) перенос электронов цитохромом c к комплексу IV.

Ответ

ВГАДБ. В матриксе образуется NADH; он окисляется на комплексе I. Далее электроны проходят через убихинон, комплекс III и цитохром c к комплексу IV, где кислород восстанавливается до воды.

Задание 27

Объясните, почему увеличение числа крист может повышать максимальную мощность синтеза АТФ.

Ответ

Увеличивается площадь внутренней мембраны и число комплексов дыхательной цепи/АТФ-синтазы, если обеспечены субстраты и кислород.

Структурное преимущество имеет ограничения.

Задание 28

Ингибитор блокирует конечный комплекс дыхательной цепи. Предскажите изменения O_2 , NADH, протонного градиента и АТФ.

Ответ

Потребление O_2 снизится; NADH накопится, NAD^+ уменьшится; градиент H^+ и синтез АТФ снизятся.

Блок в конце останавливает поток выше по цепи.

Задание 29

Чем субстратное фосфорилирование отличается от окислительного?

Ответ

Субстратное — прямой перенос фосфата с промежуточного соединения на АДФ; окислительное — синтез АТФ за счёт протонного градиента, созданного цепью.

Различаются непосредственные источники энергии.

Задание 30

В школьной модели из 5 глюкоз образовалось 190 АТФ. Сколько из них — чистый выход гликолиза и сколько относят к остальным этапам?

Ответ

10 АТФ гликолиза; 180 — остальные этапы модели.

По 2 и 36 на глюкозу.

Задание 31

Почему окисление жиров обычно требует больше O_2 на единицу углерода, чем углеводов?

Ответ

Жиры более восстановлены и содержат относительно меньше кислорода; для полного окисления их электронов требуется больше внешнего O_2 .

Химическая восстановленность объясняет газообмен.

Задание 32

Измерена скорость дыхания семян при разных температурах:

Температура, °C	Скорость, усл. ед.
10	1
20	2
30	4
40	6
50	2

Сформулируйте вывод по данным и предложите объяснение спада при 50 °C.

Ответ

В исследованном диапазоне скорость росла до 40 °C, затем снизилась; вероятно, при 50 °C повреждались ферменты и мембраны.

Вывод и механизм разделены.

Задание 33

Почему спиртовое брожение разрыхляет тесто?

Ответ

Дрожжи выделяют CO_2 ; пузырьки газа удерживаются в структуре теста и увеличивают его объём.

Применение выводится из продукта пути.

Задание 34

Сопоставьте: Для каждого пункта выберите все подходящие варианты. Один вариант может использоваться несколько раз.

Пункты	Варианты
1) молочнокислое;	А) регенерация NAD^+ при восстановлении органического акцептора без дыхательной цепи;
2) спиртовое;	Б) этанол и CO_2 ;
3) аэробное дыхание.	В) O_2 — конечный акцептор;
	Г) лактат;
	Д) основная часть АТФ в цепи.

Ответ

1-АГ; 2-АБ; 3-ВД.

Брожения объединяет регенерация NAD^+ .

Задание 35

Почему внутренняя мембрана митохондрии должна быть мало проницаема для H^+ ?

Ответ

Иначе протоны вернутся в матрикс в обход АТФ-синтазы, градиент рассеется и синтез АТФ снизится.

Задание 36

Рассчитайте RQ, если выделено 36 мл CO_2 и поглощено 45 мл O_2 . Как осторожно интерпретировать?

Ответ

$\text{RQ} = 0,8$. Значение совместимо со смешанным использованием субстратов/значительным вкладом жиров, но не доказывает конкретный субстрат.

Показатель косвенный.

Задание 37

В респирометре CO_2 поглощается щёлочью. Назовите зависимую переменную, контроль и смысл движения капли.

Ответ

Зависимая — смещение капли/изменение объёма за время; контроль — термически убитые семена равной массы; движение отражает поглощение O_2 при удалении CO_2 .

Интерпретация зависит от поглотителя.

Задание 38

Почему в опыте с респирометром нужна одинаковая температура?

Ответ

Объём газа и скорость ферментативного дыхания зависят от температуры; иначе она станет смешивающим фактором.

Задание 39

После добавления разобщителя потребление O_2 выросло, а АТФ снизилась. Объясните.

Ответ

H^+ возвращаются в матрикс в обход АТФ-синтазы, градиент рассеивается. Цепь ускоряется, пытаясь восстановить градиент, потребляя O_2 , но энергия превращается в тепло.

Разобщение отделяет цепь от синтеза АТФ.

Задание 40

Почему лактат может образовываться даже при наличии кислорода в активно работающей мышце?

Ответ

Скорость гликолиза и образования NADH/пирувата может временно превышать способность митохондрий окислять их; восстановление пирувата регенерирует NAD^+ .

Пути определяются скоростью потоков, а не абсолютным отсутствием O_2 .

Высокий уровень

Задание 41

Спланируйте опыт по влиянию температуры на дыхание семян в респирометре: переменные, контроль, повторы и нормировка.

Ответ

Независимая — температура; зависимая — поглощение O_2 за время. Контроль — термически убитые семена; одинаковы масса, вид, стадия, объём камеры, время и поглотитель CO_2 . Независимые повторы; скорость на грамм в минуту.

План должен отделять биологический эффект от физики газа.

Задание 42

В опыте без щёлочи объём газа почти не изменился, хотя семена дышали. Объясните.

Ответ

Поглощаемый O_2 частично заменялся выделяемым CO_2 , поэтому суммарный объём менялся мало. Без поглотителя смещение не равно потреблению O_2 .

Газовый баланс зависит от двух потоков.

Задание 43

Объясните, почему повреждение крист сильнее влияет на окислительное фосфорилирование, чем на гликолиз.

Ответ

На кристах находятся дыхательная цепь и АТФ-синтаза; их площадь/целостность нужна для градиента. Гликолиз идёт в цитозоле и напрямую от крист не зависит.

Локализация определяет избирательный эффект.

Задание 44

Почему $FADH_2$ обычно даёт меньше АТФ, чем $NADH$, в современной модели?

Ответ

Электроны $FADH_2$ входят в цепь ниже первого протон-перекачивающего комплекса, поэтому их путь сопряжён с перекачкой меньшего числа H^+ и меньшим синтезом АТФ.

Положение входа определяет энергетический эффект.

Задание 45

В школьной модели 38 АТФ на глюкозу. Полностью окислились 8 глюкоз, ещё 5 прошли только гликолиз и молочнокислое брожение. Определите общий выход АТФ.

Ответ

$8 \times 38 + 5 \times 2 = 304 + 10 = 314$ АТФ.

Брожение не добавляет АТФ сверх гликолиза.

Задание 46

Составьте опыт, различающий ингибитор дыхательной цепи и разобщитель по потреблению O_2 , синтезу АТФ и выделению тепла. Субстраты и O_2 доступны в избытке; дозы не разрушают клетки.

Ответ

Сравнивают контроль с растворителем, ингибитор и разобщитель. Измеряют скорость потребления O_2 , синтез АТФ и тепловыделение, контролируют число и жизнеспособность клеток, субстраты и температуру. Ингибитор конечного участка цепи снижает потребление O_2 и окислительный синтез АТФ. Разобщитель рассеивает протонный градиент: синтез АТФ снижается, а при заданных условиях дыхание обычно ускоряется и большая доля энергии рассеивается как тепло. Вывод делают по сочетанию показателей.

Задание 47

В клетках, получающих основную часть энергии из глюкозы, блокировали перенос пирувата в митохондрию. Альтернативные субстраты не компенсируют блок. Как изменятся гликолиз, образование лактата, цикл Кребса и потребление O_2 ?

Ответ

Поступление пирувата для образования ацетил-КоА снижается, поэтому замедляются цикл Кребса и снабжение дыхательной цепи электронами; потребление O_2 уменьшается. Восстановление пирувата до лактата регенерирует NAD^+ , позволяя гликолизу временно сохраняться или усиливаться. При доступности других топлив итог для дыхания мог бы быть иным.

Задание 48

После добавления цианида $NADH$ вырос, NAD^+ снизился, цикл Кребса замедлился. Объясните последовательность.

Ответ

Блок конечного переноса электронов останавливает окисление $NADH$; дефицит NAD^+ ограничивает дегидрогеназы цикла, поэтому цикл замедляется.

Связываем цепь и матрикс через переносчик.

Задание 49

Почему реальный выход АТФ из глюкозы не всегда равен 38?

Ответ

Есть транспортные затраты и разные челночные системы, протонные утечки, неполное сопряжение, использование градиента для транспорта, разные коэффициенты P/O.

Школьная цифра — расчётная модель.

Задание 50

Объясните, почему бурая жировая ткань выделяет тепло при наличии белка-разобщителя.

Ответ

Белок проводит H^+ в матрикс в обход АТФ-синтазы; энергия градиента рассеивается как тепло, а окисление субстратов продолжается.

Мембранная утечка превращает энергию в тепло.

Задание 51

Сравните субстратное фосфорилирование в гликолизе и окислительное по зависимости от мембраны и кислорода.

Ответ

Субстратное идёт в растворимой ферментной реакции и не требует мембраны/прямого O_2 . Окислительное требует целой внутренней мембраны, цепи и в аэробном дыхании кислорода как акцептора.

Механизмы различаются непосредственным источником энергии.

Задание 52

Проследите путь электронов от NADH и $FADH_2$ по дыхательной цепи. Назовите конечный акцептор электронов и объясните, как перенос электронов связан с H^+ -градиентом и АТФ-синтазой. Укажите две роли внутренней мембраны.

Ответ

NADH передаёт электроны комплексу I; электроны $FADH_2$, связанного с сукцинатдегидрогеназой, поступают через комплекс II. Далее электроны проходят через убихинон, комплекс III, цитохром c и комплекс IV к O_2 , образуя воду. Комплексы I, III и IV сопрягают перенос электронов с перемещением H^+ из матрикса. Обратный поток H^+ через АТФ-синтазу обеспечивает синтез АТФ. Внутренняя мембрана размещает эти комплексы и разделяет компартменты, удерживая градиент.

Задание 53

Как активный транспорт через внутреннюю мембрану связан с поступлением фосфата и АДФ для синтеза АТФ?

Ответ

Специальные переносчики используют градиенты/обмен для доставки АДФ и P_i ; без транспорта субстратов АТФ-синтаза не сможет поддерживать синтез, даже при наличии H^+ -градиента.

Задание 54

Проверяют, влияет ли субстрат на RQ проростков. Какие группы, измерения и ограничения нужны?

Ответ

Дать равным группам проростков разные доступные субстраты, измерять CO_2 и O_2 одновременно, нормировать на массу и время; контроль без добавки. Ограничения: смешанные внутренние запасы, рост, неполное окисление.

RQ требует двух газовых измерений.

Задание 55

Почему значение RQ выше 1 возможно при использовании органических кислот или липогенезе?

Ответ

Некоторые субстраты содержат больше кислорода и при их превращениях выделяется относительно много CO_2 ; при синтезе жиров из углеводов газовые потоки также меняются. RQ не равен простой метке одного субстрата.

Показатель зависит от сети процессов.

Задание 56

В респирометре проросшие семена потребляли O_2 быстрее сухих. Объясните, почему нельзя приписать разницу только прорастанию, если массы и влажность не выровнены.

Ответ

Разные масса активной ткани и вода влияют на число клеток, диффузию и скорость; нужно нормировать на сухую/живую массу и стандартизировать влажность.

Смешивающие факторы искажают причинный вывод.

Задание 57

Объясните, почему дрожжи при доступе O_2 обычно получают больше АТФ с глюкозы, чем при спиртовом брожении.

Ответ

При O_2 работает дыхательная цепь и окислительное фосфорилирование, субстрат окисляется полнее до CO_2 и H_2O . При брожении энергия остаётся в этаноле, выход — 2 АТФ гликолиза.

Полнота окисления определяет выход.

Задание 58

Почему быстрое удаление лактата после нагрузки не означает, что он просто «отход»?

Ответ

Лактат транспортируется, окисляется мышцами и сердцем или используется печенью для синтеза глюкозы; он является метаболитом и переносчиком углерода/восстановительного эквивалента.

Продукт одного пути может стать субстратом другого.

Задание 59

Мутация АТФ-синтазы оставила протонный канал открытым, но синтез АТФ прекратился. Предскажите градиент, дыхание и тепло.

Ответ

H^+ утекают, градиент снижается; цепь и потребление O_2 могут усиливаться, но энергия рассеивается как тепло, АТФ не синтезируется через дефектный фермент.

Случай сочетает разобщение и потерю катализа.

Задание 60

Объясните полный путь энергии от глюкозы до работы мембранного насоса.

Ответ

Глюкоза окисляется в гликолизе, окислении пирувата и цикле; электроны переходят на $NADH/FADH_2$, затем по дыхательной цепи создают H^+ -градиент; АТФ-синтаза образует АТФ; её гидролиз вызывает конформационные изменения насоса и перенос ионов против градиента.

[Следующий урок: Урок 6. Фотосинтез и хемосинтез](#)

[Все материалы курса «Биология ЕГЭ»](#)