

Дисциплина: Биология

Группа: 12-У

Дата: 10.11.2023

Тема: Обеспечение клеток энергией.

Задание: 1. Изучить § 12. Написать конспект;

2. Ответить на вопросы 1,2. Ответы выслать в Л.С. Ватсап. Будет оценка!

§ 12. Обеспечение клеток энергией за счет окисления органических веществ без участия кислорода

Биологическое окисление и горение. Живые организмы, неспособные использовать световую энергию, должны получать ее за счет окисления органических соединений, поступающих извне с пищей.

Почему при окислении органических веществ высвобождается энергия? Часть электронов в составе молекул органических соединений находится на высоких энергетических уровнях. Энергия высвобождается при перемещении электронов с орбит высокой энергии на низкие энергетические уровни атомов или молекул.

Для того чтобы такие переходы электронов с выделением энергии происходили в клетке, нужно соблюдение нескольких условий.

1. Необходимо, чтобы в клетке имелись органические соединения, способные отдавать высокоэнергетические электроны, т. е. нужно, чтобы в клетке были доноры электронов. Процесс отдачи электронов называют окислением. Присоединение электрона к молекуле или атому называют восстановлением. Восстанавливающееся соединение является акцептором электронов.

2. В клетке должны быть акцепторы электронов с низкими энергетическими уровнями, способные захватывать электроны. Таким сильным акцептором электронов в клетке служит кислород, который, присоединяя два электрона (e^-) и два протона (H^+), восстанавливается до воды (H_2O). Но акцепторами электронов служат и известный уже вам НАДФ⁺ и НАД⁺ (никотинамидадениндинуклеотид), когда они находятся в окисленной форме. Присоединяя электроны, они восстанавливаются до НАДФ·Н и НАД·Н.

3. В клетке должны быть переносчики электронов и устройства для запасаания энергии. Переносчиками электронов являются специальные ферменты, а «аккумуляторами» энергии — АТФ, а также НАД·Н и НАДФ·Н в такой восстановленной форме.

Органические соединения, которые окисляются в клетке и служат исходными источниками энергии, — это главным образом жиры и углеводы, поступающие с пищей или запасаемые в клетке впрок.

Биологическое окисление органических веществ похоже во многом на сжигание топлива в костре или топке. При сжигании дров молекулы целлюлозы в составе древесины окисляются, отдают свои высокоэнергетические электроны кислороду, и энергия бурно выделяется в виде тепла и вспышек света. Конечные продукты сгорания топлива — пары воды и углекислый газ (CO_2).

При биологическом окислении органические соединения сгорают, и конечными продуктами являются также вода и углекислый газ, но горение это происходит медленно, обжигающего тепла нет, и вспышек света мы при этом не наблюдаем.

Процесс биологического «горения» происходит ступенчато, и энергия электронов успевает запасаться в известных уже нам «аккумуля-

ляторах»: в АТФ, НАД·Н, НАДФ·Н. Однако часть энергии электронов все же превращается в тепловую энергию, которая не вредит клеткам, а поддерживает необходимую для жизни температуру. Полное окисление органических веществ в клетке до CO_2 и H_2O происходит только при участии кислорода. Без кислорода происходит неполное окисление органических веществ при участии таких акцепторов электронов, как молекулы НАД^+ .

Окисление без участия кислорода. Гликолиз. Поскольку одним из главных видов биологического «топлива» служат углеводы, мы рассмотрим биологическое окисление на примере того, как окисляется в клетках глюкоза и как запасается при этом энергия.

Окисление глюкозы сопровождается ее расщеплением, и поэтому такой процесс принято называть *гликолизом* (от греч. «гликис» — сладкий и «лизис» — расщепление). Гликолиз — это неполное окисление глюкозы без участия кислорода, когда акцептором электронов служит НАД^+ , тогда как полное окисление глюкозы происходит при участии кислорода.

На первом этапе гликолиза шестиуглеродная молекула глюкозы — $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ расщепляется на две трехуглеродные молекулы пировиноградной кислоты (ПВК) — $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$. При этом происходит лишь частичное окисление глюкозы с потерей четырех атомов водорода (сравните: две молекулы ПВК $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3 \times 2 = \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ и глюкозу — $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$). За счет электронов и протонов водорода восстанавливаются две молекулы НАД^+ , превращаясь в два $\text{НАД}\cdot\text{H}$, а за счет энергии электронов, перенесенных с высоких энергетических уровней глюкозы на более низкий уровень молекул НАД^+ , происходит образование двух молекул АТФ из АДФ и фосфорной кислоты.

Если кислород в клетке отсутствует или его недостаточно, то две молекулы ПВК, образовавшиеся из глюкозы, восстанавливаются за счет двух $\text{НАД}\cdot\text{H}$ до молочной кислоты:



Этим завершается гликолиз. В результате бескислородного неполного окисления глюкозы образуются всего только две молекулы АТФ.

Если в клетке уже имеется или же в нее начинает поступать кислород, то ПВК не восстанавливается до молочной кислоты, а переносится в митохондрии, где подвергается при участии кислорода полному окислению до CO_2 и H_2O (как при горении). Энергетический выигрыш аэробного процесса, выраженный в молекулах АТФ, значительно выше, чем при гликолизе.

У некоторых видов микроорганизмов, живущих без доступа кислорода, имеет место только гликолиз (например, у метанобразующих бактерий, которые живут глубоко в иле болот или озер). Мы можем короткое время обходиться без кислорода, и тогда клетки получают энергию за счет гликолиза. Быстрый бег даже на короткие дистанции может вызвать у нас одышку. Это молочная кислота, которая образовалась при недостатке кислорода, возбуждает дыхатель-

ный центр и заставляет нас часто дышать, чтобы насытить кровь кислородом и окислить молочную кислоту.

- ▶ 1. Сравните горение и биологическое окисление.
- ▶ 2. Охарактеризуйте процесс гликолиза.