2. Энергетический обмен (катаболизм, диссимиляция)

Теория:

Универсальным источником энергии во всех клетках служит *АТФ* (аденозинтрифосфат, или аденозинтрифосфорная кислота).

Все энергетические затраты любой клетки обеспечиваются за счёт универсального энергетического вещества — *АТФ*.

*АТФ* синтезируется в результате реакции **фосфорилирования**, то есть присоединения одного остатка фосфорной кислоты к молекуле *АДФ* (аденозиндифосфата):

АДФ + H3PO4+ 40 кДж = АТФ + H2O.

Энергия запасается в форме энергии химических связей *АТФ*.  Химические связи *АТФ*, при разрыве которых выделяется много энергии, называются **макроэргическими**.

При распаде *АТФ* до *АДФ* клетка за счёт разрыва макроэргической связи получит приблизительно 40 кДж энергии.

Энергия для синтеза *АТФ* из *АДФ*  выделяется в процессе диссимиляции.

**Энергетический обмен (диссимиляция, катаболизм) — это совокупность химических реакций постепенного распада органических соединений, сопровождающихся высвобождением энергии, часть которой расходуется на синтез***АТФ***.**

В зависимости от среды обитания организма, диссимиляция может проходить в два или в три этапа.

Процессы расщепления органических соединений **у аэробных организмов** происходят **в три этапа: подготовительный**, **бескислородный**и**кислородный**.

В результате этого органические вещества распадаются до простейших неорганических соединений.

**У анаэробных организмов**, обитающих в бескислородной среде и не нуждающихся в кислороде (а также у аэробных организмов при недостатке кислорода), диссимиляция происходит **в два этапа:подготовительный**и**бескислородный**.

В двухэтапном энергетическом обмене энергии запасается гораздо меньше, чем в трёхэтапном.

Первый этап — подготовительный

**Подготовительный этап заключается в распаде крупных органических молекул до более простых: полисахаридов — до моносахаридов, липидов — до глицерина и жирных кислот, белков — до аминокислот.**

Этот процесс называется пищеварением. У многоклеточных организмов он **осуществляется в желудочно-кишечном тракте** с помощью пищеварительных ферментов. У одноклеточных организмов — происходит под действием ферментов лизосом.

В ходе биохимических реакций, происходящих на этом этапе, энергии выделяется мало, она рассеивается в виде тепла, и *АТФ***не образуется**.

Второй этап — бескислородный (гликолиз)

**Второй (бескислородный) этап заключается в ферментативном расщеплении органических веществ, которые были получены в ходе подготовительного этапа. Кислород в реакциях этого этапа не участвует.**

Биологический смысл второго этапа заключается в начале постепенного расщепления и окисления глюкозы с накоплением энергии в виде 2 **молекул***АТФ*.

**Процесс бескислородного расщепления глюкозы называется гликолиз.**

**Гликолиз происходит в цитоплазме клеток**.

Он состоит из нескольких последовательных реакций превращения молекулы глюкозы C6H12O6 в две молекулы пировиноградной кислоты — ПВК C3H4O3 и две молекулы *АТФ* (в виде которой запасается примерно 40 % энергии, выделившейся при гликолизе). Остальная энергия (около 60 %) рассеивается в виде тепла.

C6H12O6 + H3PO4+ 2*АДФ* = C3H4O3+2АТФ +2H2O.

Получившаяся пировиноградная кислота при недостатке кислорода в клетках животных, а также клетках многих грибов и микроорганизмов, превращается в молочную кислоту C3H6O3.

HOOC−CO−CH3пировиноградная кислота−→−−−−−−−−−−−*НАД*⋅H+H+*лактатдегидрогеназа*HOOC−CHOH−CH3молочная кислота.

В мышцах человека при больших нагрузках и нехватке кислорода образуется молочная кислота и появляется боль. У нетренированных людей это происходит быстрее, чем у людей тренированных.

При недостатке кислорода в клетках растений, а также в клетках некоторых грибов (например, дрожжей), вместо гликолиза происходит **спиртовое брожение**: пировиноградная кислота распадается на этиловый спирт C2H5OH и углекислый газ CO2:

C6H12O6+2H3PO4+2*АДФ*=2C2H5OH+2CO2+2*АТФ*+2H2O.

Третий этап — кислородный

В результате гликолиза глюкоза распадается не до конечных продуктов (CO2 и H2O), а до богатых энергией соединений (молочная кислота, этиловый спирт) которые, окисляясь дальше, могут дать её в больших количествах. Поэтому у аэробных организмов после гликолиза (или спиртового брожения) следует третий, завершающий этап энергетического обмена — **полное кислородное расщепление**, или **клеточное дыхание**.

Этот этап **происходит на кристах митохондрий**.

Третий этап, так же как и гликолиз, является многостадийным и состоит из двух последовательных процессов — **цикла Кребса** и **окислительного фосфорилирования**.

**Третий (кислородный) этап заключается в том, что при кислородном дыхании ПВК окисляется до окончательных продуктов — углекислого газа и воды, а энергия, выделяющаяся при окислении, запасается в виде**36**молекул***АТФ***(**2**молекулы в цикле Кребса и**34**молекулы в ходе окислительного фосфорилирования).**

Этот этап можно представить себе в следующем виде:

2C3H4O3+6O2+36H3PO4+36*АДФ*=6CO2+42H2O+36*АТФ*.

Вспомним, что ещё две молекулы *АТФ* запасаются в ходе бескислородного расщепления каждой молекулы глюкозы (на втором, бескислородном, этапе). Таким образом, в результате полного расщепления одной молекулы глюкозы образуется 38**молекул***АТФ*.

**Суммарная реакция энергетического обмена:**

C6H12O6+6O2=6CO2+6H2O+38*АТФ*.

Для получения энергии в клетках, кроме глюкозы, могут быть использованы и другие вещества: липиды, белки. Однако ведущая роль в энергетическом обмене у большинства организмов принадлежит сахарам.