

В ходе энергетического обмена сложные молекулы углеводов, жиров, белков с участием множества ферментов окисляются до углекислого газа и воды. Освобождающаяся при этом энергия запасается в молекулах АТФ. Энергетический обмен у аэробов включает три стадии: подготовительную, бескислородную и кислородную.

В первую, *подготовительную стадию* крупные молекулы распадаются на «блоки»: белки расщепляются до аминокислот, полисахариды – до моносахаридов, жиры – до глицерина и жирных кислот, нуклеиновые кислоты – до нуклеотидов. Этот процесс происходит в лизосомах клетки. Небольшое количество освобождающейся при этом энергии рассеивается в виде тепла.

Вторая, *бескислородная стадия* протекает в цитоплазме, где органические вещества расщепляются до еще более простых. Эта стадия протекает без участия кислорода; энергии при этом освобождается немного; часть ее рассеивается в виде тепла и небольшая часть расходуется на синтез двух молекул АТФ из АДФ.

Каким образом в клетках образуется АТФ? Откуда берется энергия на синтез ее молекул? Было установлено, что большая часть АТФ синтезируется за счет энергии протона H^+ и электронов, источником которых служат атомы водорода. А атомы водорода освобождаются при расщеплении молекул органических веществ.

Рассмотрим процессы, характерные для второй стадии, на примере *гликолиза* – процесса расщепления глюкозы без участия кислорода. Молекула глюкозы, которая содержит 6 атомов углерода, расщепляется на две трехуглеродные молекулы пировиноградной кислоты – ПВК. Расщепление происходит в несколько этапов и включает более 10 реакций с участием большого числа ферментов. При этом освобождается энергия, которая используется на синтез двух молекул АТФ из АДФ.

При окислении молекулы глюкозы от нее отщепляются электроны и ионы водорода, которые присоединяются к особому веществу НАД⁺. Оно переходит в восстановленную форму НАД•Н. Молекулы НАД переносят протоны и электроны в клетке от одной реакции к другой, сами при этом в реакциях не участвуют, не разрушаются, используясь многократно.

Таким образом, в результате бескислородной стадии расщепления глюкозы образуются 2 молекулы ПВК, 2 молекулы АТФ и 2 молекулы НАД•Н₂.

Судьба молекул пировиноградной кислоты (ПВК) в клетках разных организмов складывается по-разному. Существуют микроорганизмы, обитающие в бескислородной среде. Их называют *анаэробами* (от греч. an – отрицательная частица и aeg – воздух). В клетках анаэробов протекают только две (у аэробов три) стадии энергетического обмена – подготовительная и бескислородная, а молекулы АТФ синтезируются в процессе брожения. У анаэробов ПВК превращается либо в молочную кислоту, либо в этиловый спирт, либо в уксусную кислоту, содержащие еще много энергии.

Молочная кислота образуется в процессе жизнедеятельности -бактерий молочнокислого брожения, которое происходит при скисании молока, квашении капусты. Спиртовое брожение осуществляется дрожжевыми грибами, в результате которого образуются этиловый спирт и углекислый газ. Брожение широко используется в хозяйственной деятельности человека при получении теста, пива, вина, квашении капусты, производстве кефира.

Первыми появились на Земле анаэробы, когда в атмосфере еще не было кислорода. Энергию они получали за счет бескислородного расщепления глюкозы и других простых органических веществ. Этот процесс происходит и сейчас в клетках многоклеточных организмов. Например, в напряженно работающих мышцах человека молекулы ПВК не могут полностью окислиться до углекислого газа и воды из-за нехватки кислорода, а превращаются в молочную кислоту, которая накапливается в мышцах и вызывает болезненные ощущения.

3 этап – кислородный - осуществляется в митохондриях, на кристах внутренней мембраны. Исходными продуктами являются органические вещества, образовавшиеся на 2 этапе. ПВК включается цепь ферментативных процессов, и в конечном итоге окисляется до углекислого газа и воды.

Итоги:

1 этап – энергетической ценности не имеет

2 этап – 2 АТФ

3 этап - 36 АТФ