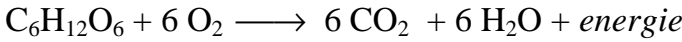


Buněčné dýchání

Základní charakteristika buněčného dýchání

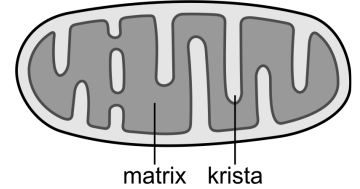
Buněčné dýchání (buněčná respirace) je základní metabolický děj eukaryot, při kterém se **rozkladem glukózy za přítomnosti kyslíku** uvolňuje **energie** (v podobě **ATP**) využitelná pro buněčné děje. Výsledkem rozkladu je CO_2 a voda. Viz rovnice:



První fáze rozkladu glukózy probíhá v cytoplasmě, hlavní fáze probíhají uvnitř mitochondrií.

Stavba mitochondrie

- je tvořena **dvěma vrstvami biomembrány**
- vnější vrstva je hladká; vnitřní vrstva je zvrásněna – tvoří **kristy** (ploché přepážky), na nichž probíhají transporty elektronů (dýchací řetězce)
- vnitřní hmota se nazývá **matrix**
- má svou vlastní DNA i své vlastní ribozomy (mitochondrie zřejmě kdysi vznikly jako vnitřní symbionti eukaryotických buněk). Touto vlastností a vzdáleně i vnitřní stavbou se mitochondrie podobají chloroplastům



U aerobních heterotrofních **prokaryotických organismů** (bakterií) probíhá podobný děj, který má prakticky stejný průběh, roli mitochondrie zde však plní celá buňka (transporty elektronů u ní probíhají přímo na cytoplazmatické membráně).

Fáze buněčného dýchání

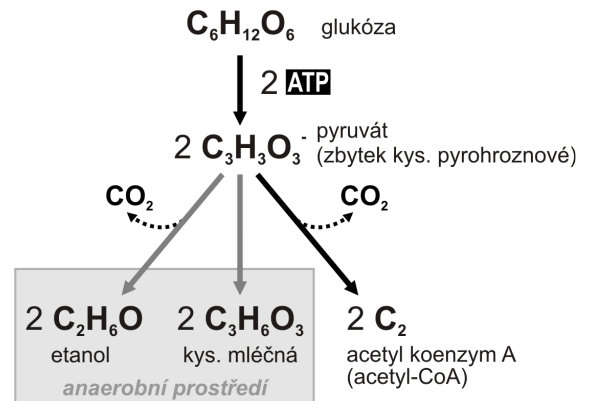
Anaerobní glykolýza

- složitá soustava reakcí, probíhá v **cytoplasmě**
- molekula glukózy (6 uhlíků) se postupně (dlouhá řada přeměn) rozloží na dvě tříuhlíkaté molekuly – **pyruvát** (zbytek kyseliny pyrohroznové)
- při rozkladu se uvolní energie a celkovým výtěžkem jsou **2 molekuly ATP**

Je-li v buňce přítomen **kyslík**, z pyruvátu se odstraní jedna molekula CO_2 a dvouuhlíkatý zbytek ("acetyl") přejde do mitochondrie, kde se naváže na jinou látku a vytvoří tzv. **acetyl-koenzym A** (zkráceně **acetyl-CoA**). Ten vstupuje do další fáze – **Krebsova cyklus**.

V **anaerobních podmínkách** (bez přítomnosti kyslíku) je možnost dalšího výtěžku energie ukončena a pyruvát se přemění:

- na **kyselinu mléčnou** ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$) = **mléčné kvašení** (nejčastější, při nedostatku O_2 probíhá např. i v lidských buňkách)
- po odstranění molekuly CO_2 na **etanol** ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$), = **alkoholové kvašení** (probíhá především u kvasinek)



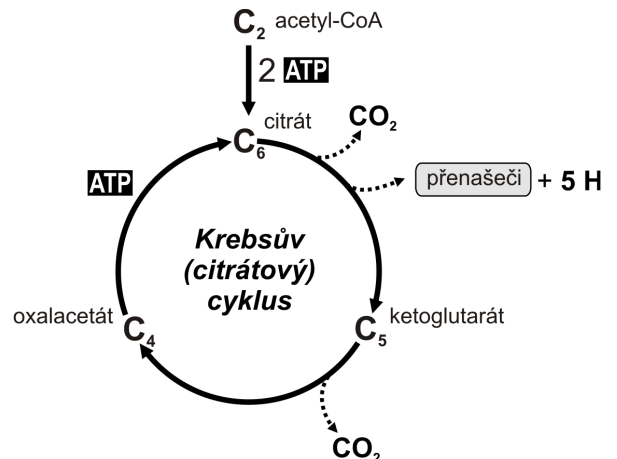
Krebsův (citrátový) cyklus

- probíhá v **matrix mitochondrií**

Krebsův cyklus je složitá soustava cyklických reakcí, do které vstupuje dvouuhlíkatý zbytek ("acetyl"), naváže se na čtyřuhlíkatou látku a vytvoří šestiuhlíkatou **kyselinu citronovou (citrát)**. Z něj se postupně uvolní uhlík i kyslík v podobě CO_2 (= odpad).

Při zabudování acetylu i v průběhu cyklu se vytváří **ATP**.

Z původního acetylu nakonec zůstanou **atomy vodíku** s energeticky bohatými elektrony. Ty se naváží na **přenašeče vodíku** (podobné jako při fotosyntéze, jedním z nich je NADP^+) a vstupují do závěrečné fáze – dýchacího řetězce (oxidativní fosforylace).



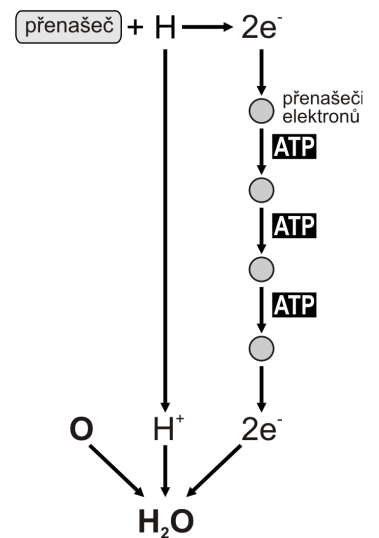
Dýchací řetězec = oxidativní fosforylace

▪ probíhá na **kristátech mitochondrií**

Z atomů vodíku se uvolní energeticky bohaté elektrony, navážou se na **přenašeče elektronů** (podobné jaké fungují ve fotosyntéze). Elektrony pak postupně projdou celou kaskádou přenašečů a postupně ztrácejí energii.

Při některých přenosech je energie uvolněná z elektronů využita k **syntéze ATP**.

Nakonec se elektrony a zbytky vodíku (vodíkové protony) spojí s atomy **kyslíku** a vytvoří molekulu **vody** (= odpad).



Energetický výtěžek z jedné molekuly glukózy

Při anaerobní glykolýze vzniknou **2 molekuly ATP**

V průběhu Krebsova cyklu a dýchacích řetězců vznikne celkem přibližně **36 molekul ATP**.

Celkový výtěžek z aerobního štěpení glukózy (cca 38 ATP) je tedy *téměř* 20krát vyšší než při rozkladu v anaerobních podmínkách.

Energetické využití lipidů a bílkovin

Jako zdroj energie mohou v buňce sloužit nejen sacharidy, ale také lipidy a bílkoviny.

Lipidy

Před využitím v energetickém metabolismu jsou rozloženy na **glycerol** a **mastné kyseliny**.

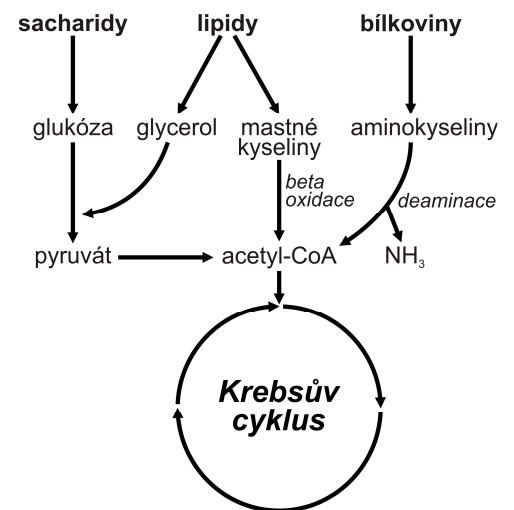
Glycerol se jednoduchými přeměnami přetvoří na tříuhlíkatou látku, která je shodná s jedním z meziproduktů anaerobní glykolýzy. Proto se nakonec přemění na acetyl-CoA a vstupuje **do Krebsova cyklu**.

Mastné kyseliny se pomocí *beta oxidace* se přemění na acetyl-CoA a vstupují **do Krebsova cyklu**.

Bílkoviny

Bílkoviny se nejdříve rozštěpí na jednotlivé **aminokyseliny**. Ty projdou procesem *deaminace* – odstranění aminoskupiny (z ní vznikne odpadní **amoniak**, který se u některých organismů přemění na **močovinu** nebo **kyselinu močovou**). Zbytek se přemění na acetyl-CoA (u některých aminokyselin) nebo na jinou příbuznou látku, poté vstupuje **do Krebsova cyklu**.

Vznik toxického amoniaku a jeho následné zneškodňování buňku zatěžuje, a proto buňka využívá bílkoviny jako zdroj energie jen v nejnnutnějších případech (např. při nedostatku glukózy a jiných vhodnějších zdrojů).



Buněčné dýchání a fotosyntéza

Podobnost fotosyntézy a buněčného dýchání a fotosyntézy není jen v samotné stavbě chloroplastů a mitochondrií.

Obou reakcí se účastní stejné nebo podobné látky (ATP, přenašeče elektronů, NADP⁺, ATP...), v obou případech jde o přeměny, jichž se účastní H₂O, CO₂ a glukóza.

Zjednodušíme-li schéma fotosyntézy (nahore) a buněčného dýchání (dole), vidíme podobné fáze probíhající na podobných místech, pouze "opačným směrem".

S velkou dávkou zjednodušení proto můžeme říci, že **buněčné dýchání je opakem fotosyntézy**.

