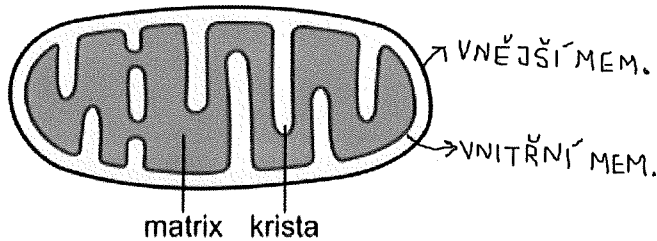


Základní charakteristika buněčného dýchání

Buněčné dýchání (buněčná respirace) je základní metabolický děj eukaryot (většiny organismů na Zemi), při kterém se rozkladem glukózy za přítomnosti kyslíku uvolňuje energie (v podobě ATP) využitelná pro buněčné děje. Výsledkem rozkladu je CO₂ a voda.

Viz rovnice: $C_6H_{12}O_6 + 6 O_2 \rightarrow 6 CO_2 + 6 H_2O + \text{energie}$

Struktura mitochondrie



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

Stavba mitochondrie

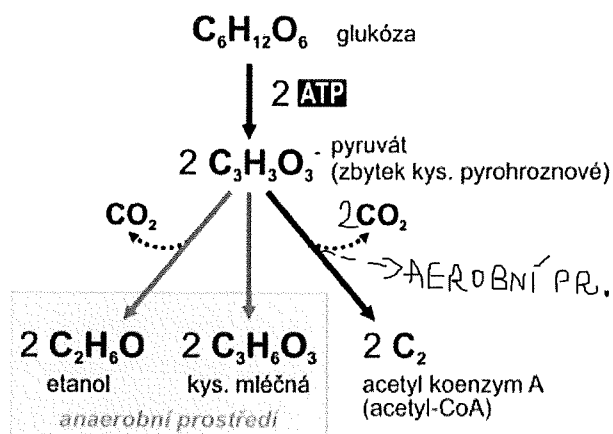
- je tvořena dvěma vrstvami biomembrány
- vnější vrstva je hladká; vnitřní vrstva je zvrásněna – tvoří **kristy (ploché přepážky)**, na nichž probíhají transporty elektronů (dýchací řetězce)
- vnitřní hmota se nazývá **matrix**
- má svou vlastní DNA i své vlastní ribozomy (mitochondrie zřejmě kdysi vznikly 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

1. Anaerobní glykolýza

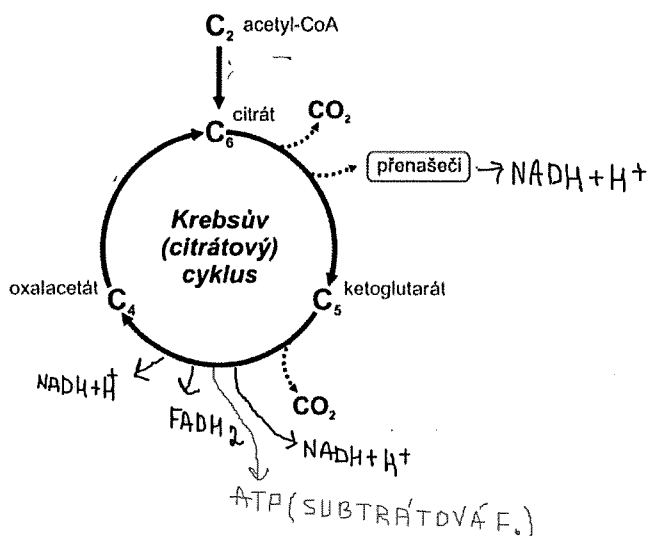
- složitá soustava reakcí, probíhá v cytoplazmě
- **molekula glukózy (6 uhlíků)** se postupně (dlouhá řada přeměn) rozloží na **dvě tříuhlíkaté molekuly – pyruvát** (zbytek kyseliny pyrohroznové)
 - při rozkladu se uvolní energie a celkovým výtěžkem jsou **2 molekuly ATP**. **Je-li v buňce přítomen kyslík**, z pyruvátu se odstraní jedna molekula CO₂ 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 cyklu.**
 - **V anaerobních podmínkách** (bez přítomnosti kyslíku) je možnost dalšího výtěžku energie ukončena a **pyruvát se přemění na kyselinu mléčnou** (CH₃CH(OH)COOH) = **mléčné kvašení** (nejčastější, při nedostatku O₂ probíhá např. i v lidských buňkách). Nebo v anaerobních podmínkách dochází k odstranění molekuly CO₂ z **pyruvátu na etanol** (C₂H₅OH), = **alkoholové kvašení** (probíhá především u kvasinek)



2. Krebsův (citrátový) cyklus

- probíhá v matrix mitochondrií

- **Krebsův cyklus** je složitá soustava cyklických reakcí, do které vstupuje **dvouhlíkatý zbytek** ("acetyl"), naváže se na čtyřuhlíkatou látku (**oxalacetát**) a vytvoří šestiuhlíkatou kyselinu citronovou (**citrát**). Z něj se postupně uvolní uhlík i kyslík v podobě CO_2 (= odpad $2x CO_2$). Při zabudování acetylu se v průběhu cyklu se vytváří **ATP** (substrátová fosforylace). Z původního **acetylu** nakonec zůstanou **atomy vodíku** s energeticky bohatými elektrony. Vodíky se naváží na přenašeče vodíku (NAD^+ a FAD) a v redukovaných formách koenzymů ($NADH + H^+$ a $FADH_2$) vstupují do závěrečné fáze – **dýchacího řetězce**, kde jsou postupně oxidovány na vodu za uvolnění ATP (**oxidativní=oxidační fosforylace**).

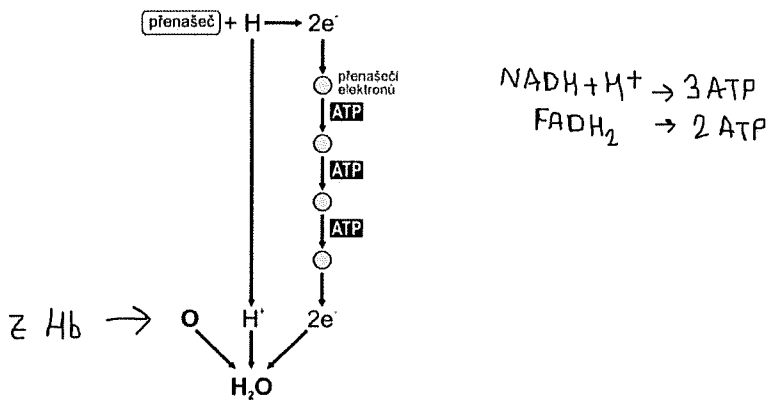


3. Dýchací řetězec = oxidativní (oxidační) fosforylace

- probíhá na kristách 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= H_2O).



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

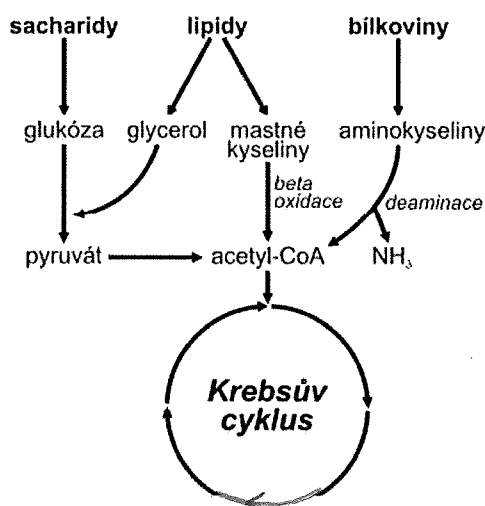
Jako zdroj energie mohou v buňce sloužit nejen sacharidy, ale také lipidy a bílkoviny.

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 meziproductů anaerobní glykolýzy (glycerol-3-fosfát → dihydroxyaceton-fosfát → glycerinaldehyd-3-fosfát). 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 H_2O , CO_2 a glukóza. Zjednodušíme-li schéma fotosyntézy a buněčného dýchání, vidíme podobné fáze probíhající na podobných místech, pouze "opačným směrem". **S velkou dávkou zjednodušení proto můžeme říci, že buněčné dýchání je opakem fotosyntézy.**

