

Bioenergetika

Pro fungování buněčného metabolismu nutný stálý přísun energie

Získávání, přenos, skladování, využití energie

Na co se energie spotřebovává - využití:

- Růst buňky
- Ukládání zásobních látek
- Aktivní transport
- Pohyby
- Bioluminiscence

V biologických systémech platí fyzikální zákony známé z neživých systémů

- 1. termodynamická věta** - různé formy energie se mohou navzájem přeměňovat
- 2. termodynamická věta** - část energie se uvolní jako teplo (kinetická energie, část jako volná energie (Gibbsova energie) - schopna konat práci

Jediná využitelná energie je energie chemické vazby, která se uvolní při rozštěpení vazby.

Katabolismus (katabolické dráhy) - odbourání živin oxidoredukčními reakcemi, konečný produkt jsou sloučeniny s nízkým obsahem energie (voda oxid uhličitý, amoniak), uvolnění energie

Anabolismus (anabolické dráhy) - syntéza molekul, využití energie.

Přenos a skladování energie

- ATP – adenosin trifosfát – koenzym přenášejí fosfátovou skupinu s vysokým obsahem energie
- Adenin – ribóza – P ~ P ~ P **makroergní vazba** – snadno štěpitelná
- Molekuly ATP jsou relativně malé, snadno přecházejí mezi buněčnými kompartmenty
Množství v buňce je udržováno na stabilní úrovni
- Vzniká fosforylací ADP k tomu dochází třemi způsoby

Tři způsoby získávání energie v buňkách:

oxidativní fosforylace
fotosyntetická fosforylace
substrátová fosforylace

- Další důležité molekuly pro vznik a přenos energie v buňce:
GTP (guanostriřofostát)
NADH (redukovaný nikotinamidadenindinukleotid)
NADPH (redukovaný nikotinamidadenindinukleotidfosfát)
FADH₂ (redukovaný flavinadenindinukleotid)

Získávání energie

Všechny buňky získávají energii štěpením organických látek, podle zdroje těchto organických látek se dělí na autotrofní a heterotrofní.

Heterotrofní organismy – získávání energie z potravy:

Trávení: ve střevech, nebo v lysozomech
odbourání bílkovin, tuků a cukrů na malé molekuly
Proteiny ... AK, polysacharidy ... monosacharidy, tuky ... MK a glycerol

Anaerobní glykolýza – substrátová fosforylace:

- 8 enzymatických reakcí v cytosolu buňky
- katalyzující enzymy nejsou ukotveny na membrány
- nízká energetická výtěžnost: 3,5 %, získají se 2 molekuly ATP

Oxidativní fosforylace - buněčné dýchání.



Probíhá na vnitřní mitochondriální membráně. Jedná se o řetězec oxidoredukčních dějů, katalyzováno enzymy, které dohromady tvoří dýchací řetězec. Spřaženo s cyklem kyseliny citrónové (Krebsův cyklus) a oxidace mastných kyselin.

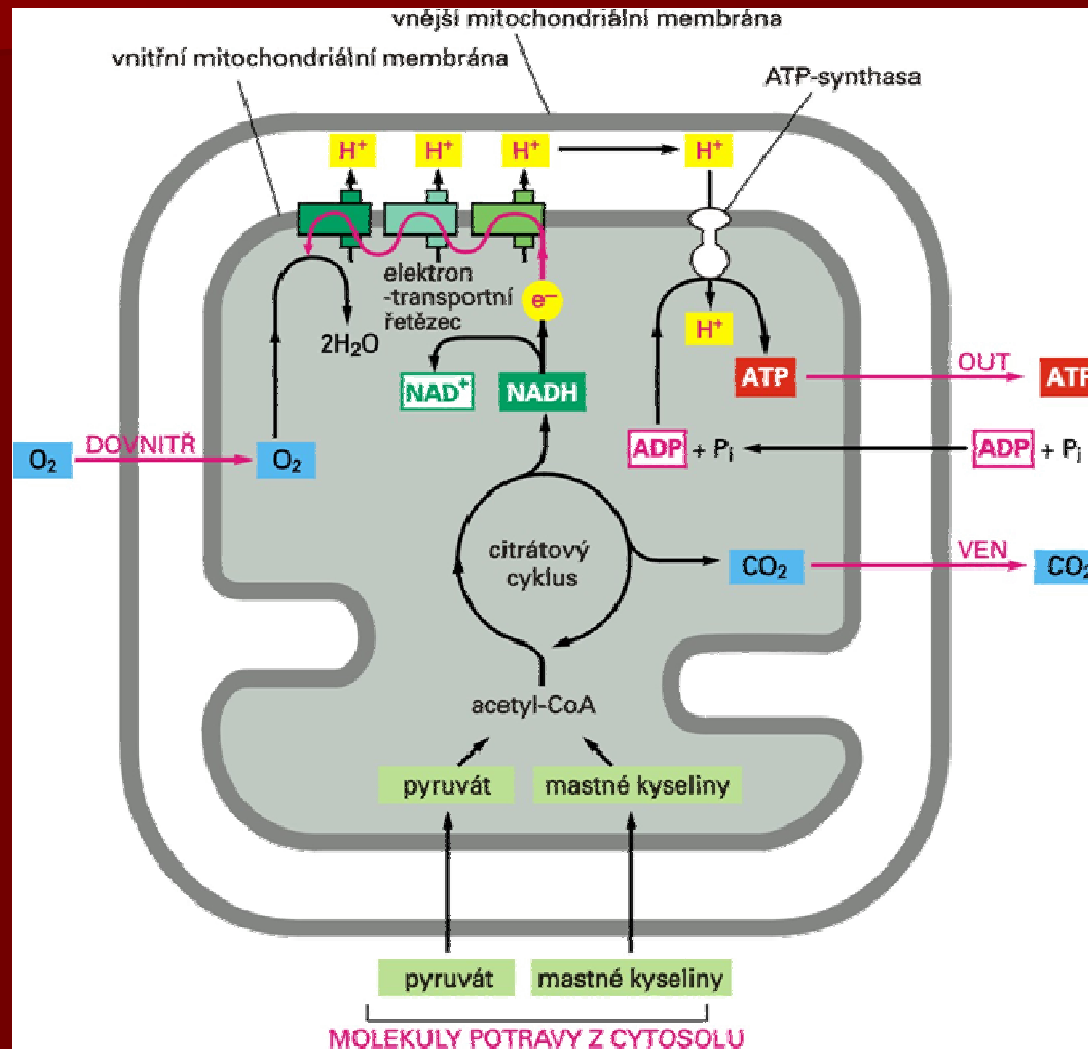
Princip: vodík je postupně odebírán za substrátu a je oxidován na vodu. Neodnímá se však přímo z glukózy, ale z látek, které vznikly jejím postupným štěpením

V Krebsově cyklu se produkují vodíky na redukci koenzymů

Redukované koenzymy vstupují do dýchacího řetězce, poskytují elektron pro elektrontransportní děje na vnitřní mitochondriální membráně.

Celková výtěžnost oxidativní fosforylace: 38 molekul ATP (2 z anaerovně glykolýzy). Využije se 63% energie uložené v glukóze.

Spojení Krebsova cyklu a oxidativní fosforylace



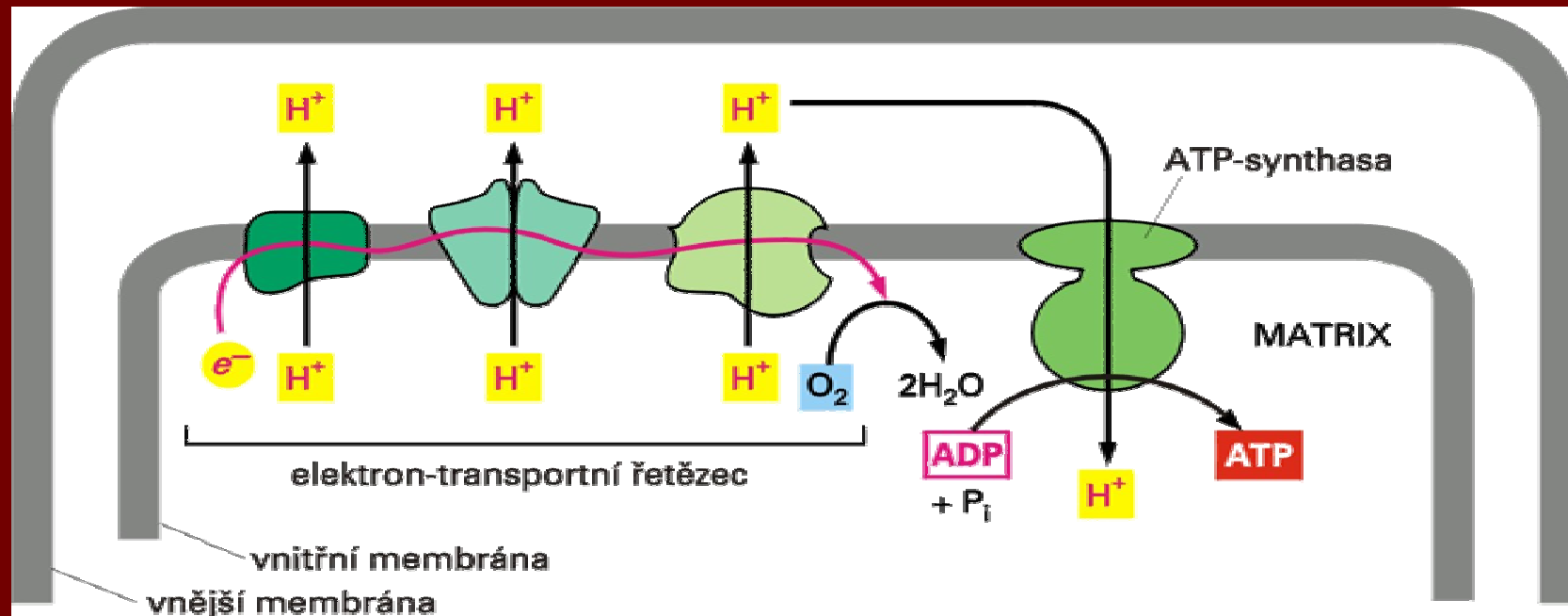
Procesy na vnitřní membráně mitochondrií:

- nosičové molekuly (NADH, FADH₂) poskytují **elektrony**, které jsou přenášeny elektrontransportním řetězcem (proteiny)

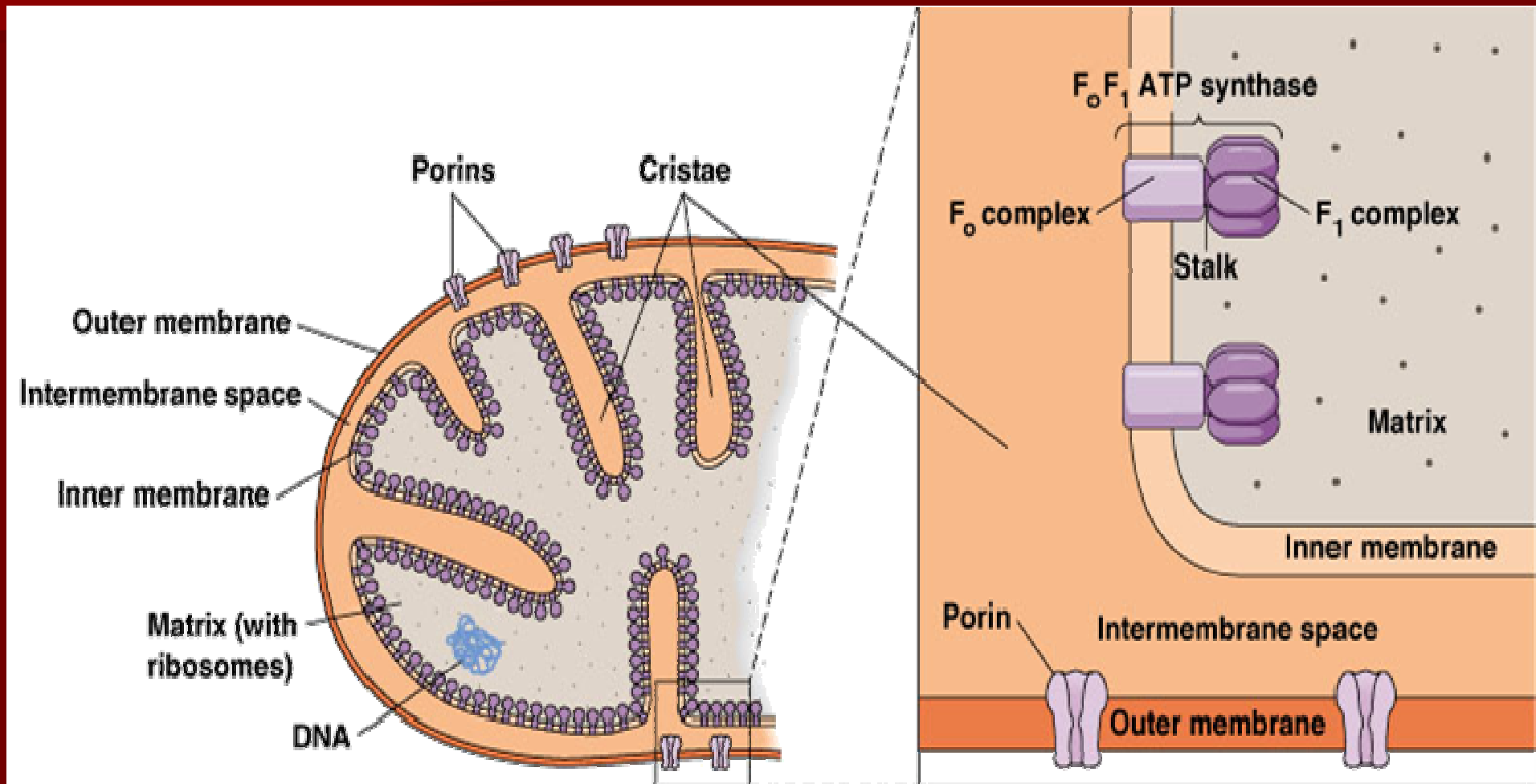
energie je využita k čerpání **protonů** přes membránu do mezimembránového prostoru pomocí protonových pump:

NADH-dehydrogenázový komplex
komplex cytochromů b+c₁
cytochromoxidázový komplex

- syntéza ATP je poháněna protonovým gradientem tj. průchodem **H⁺** přes **ATP-syntázu** do matrix přes vnitřní membránu mitochondrií



Syntéza ATP na vnitřní mitochondriální membráně



Fotosyntetická fosforylace

■ 1) primární (světelná) fáze: v tylakoidech

Dopad fotonů na asimilační barviva ve **fotosystémech II a I** a excitace elektronů

Fotolýza vody $\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{H}^+ + 2 \bar{e} + 1/2\text{O}_2$ zdroj protonů

Transport \bar{e} **cytochromovým komplexem** v membráně tylakoidů, nakonec využit k redukcí NADP

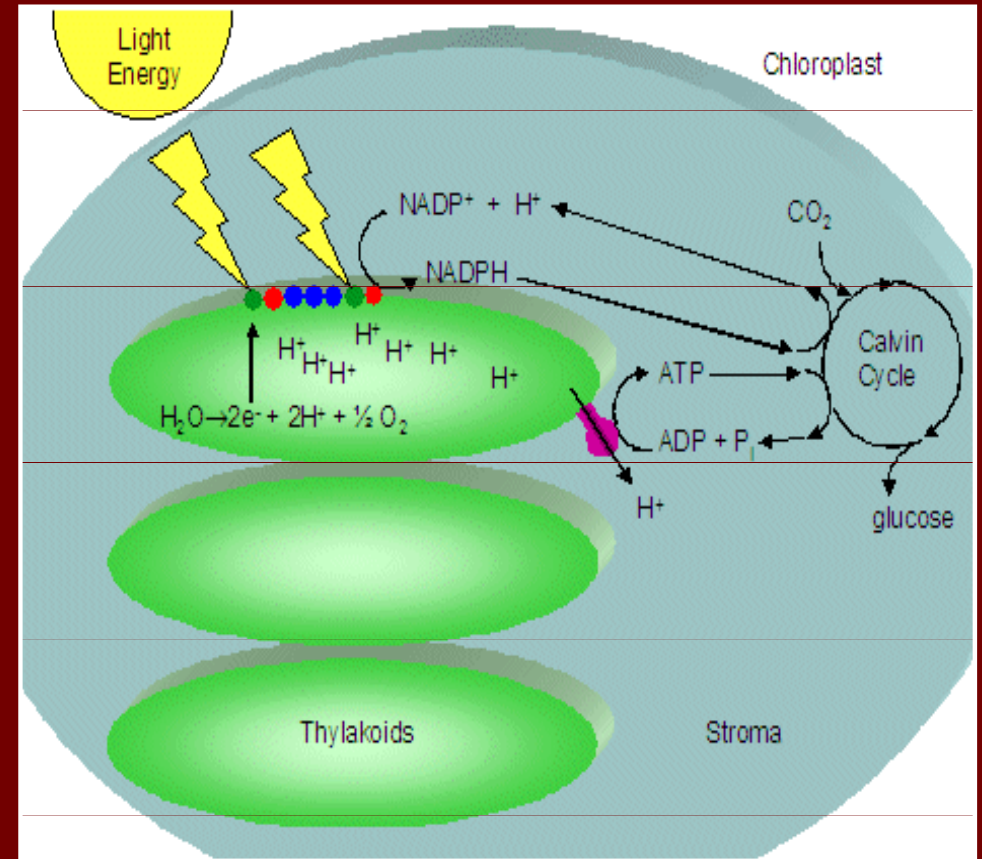
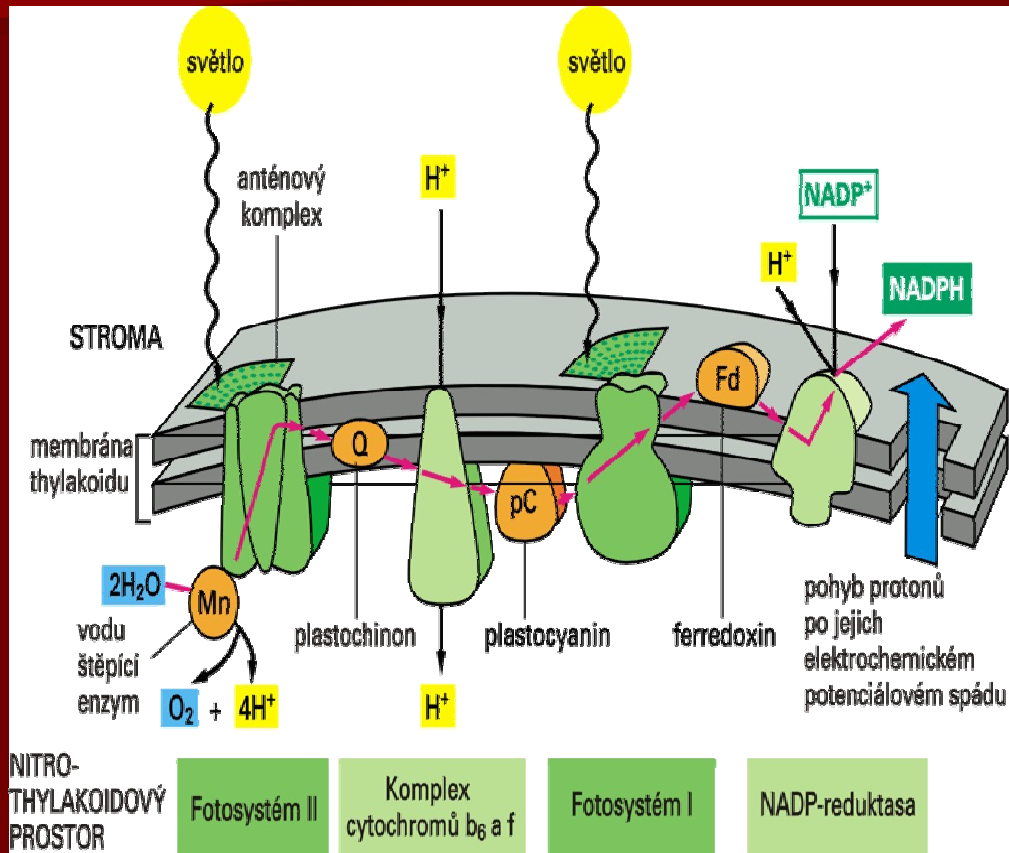
Energie získána při transportu el. je využita k čerpání **H⁺** ze stromatu přes membránu do thylakoidů protonovou pumpou: **komplex cytochromů b6 a f**

Syntéza ATP je poháněna protonovým gradientem tj. průchodem **H⁺** **ATP-syntázou** do stromatu přes thylakoidní membránu

■ 2) sekundární (temnostní) fáze (Calvinův cyklus):

navázání CO₂ a jeho redukce uvolněným vodíkem (z fotolýzy vody) za vzniku organ. sloučenin (energii dodává ATP)

Schéma procesu v chloroplastech



Jednoduché schéma procesu v chloroplastech

