

Buněčný metabolismus

© Biochemický ústav LF MU 2012 (E.T.)

Metabolismus (látková přeměna)

Živý organismus vyžaduje neustálý přísun energie a tvorbu a obnovu stavebního materiálu.

Metabolismus - pochody, při kterých živý organismus využívá a produkuje energii.

Souhrn všech reakcí, probíhajících v organismu.

Úloha metabolismu

- zajištění energie (děje katabolické)
- syntéza molekul (děje anabolické)
- oba typy dějů jsou na sobě závislé

Rozdělení organismů podle metabolismu

- podle zdroje energie:

fototrofy (využívají sluneční energii)

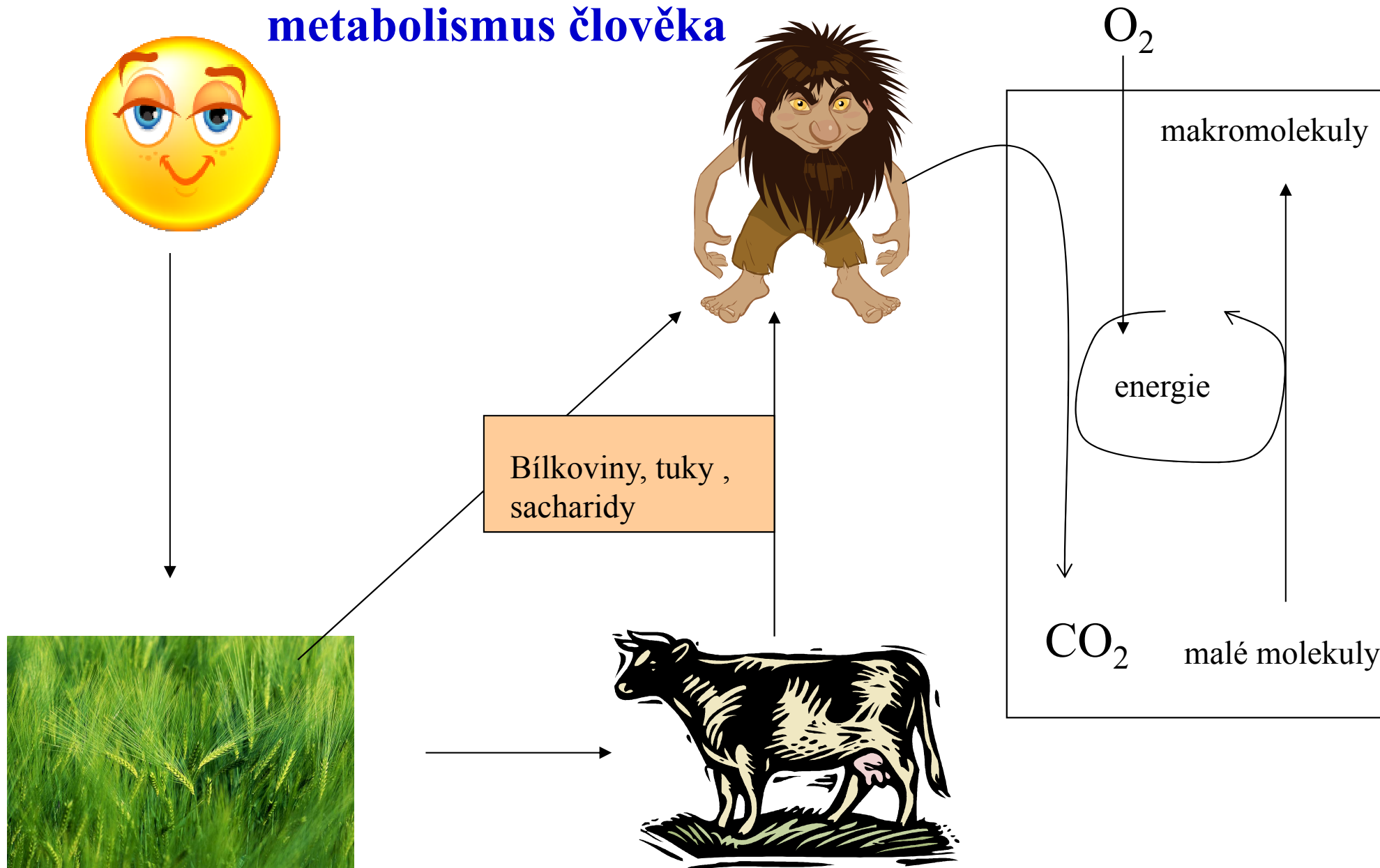
chemotrofy (oxidace živin)

- podle zdroje stavebního materiálu:

autotrofy (samoživné - syntetizují látky z anorg.zdrojů,
např. sírné, nitrifikační bakterie)

heterotrofy (využívají org.látky)

metabolismus člověka



Organismy jako otevřené systémy

- trvale přijímají živiny s vysokou entalpií (= energií) a nízkou entropií (= složitá a uspořádaná struktura)
- živiny přeměňují na odpadní produkty s nízkou enthalpií a vysokou entropií (= jednoduché struktury)
- Gibbsova energie uvolněná při těchto procesech udržuje v běhu biochemické pochody a zajišťuje vysoce organizovanou buněčnou strukturu
- část energie se přemění na využitelnou formu, část na teplo

Děje

exergonické

endergonické

Endergonické reakce mohou probíhat jen ve **spřažení** s reakcemi exergonickými

Přenos energie z jednoho procesu k jinému probíhá pomocí energeticky bohatých molekul.

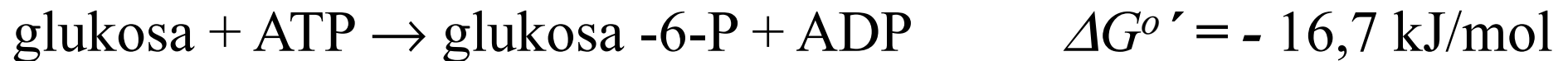
Nejčastěji je využito ATP.

Při spřažení dochází k přenosu **fosforylové skupiny $-\text{PO}_3^{2-}$** na jiné látky

Principy spřažení

Příklad 1:

Tvorba glukosa-6-fosfátu



-PO₃²⁻ je pomocí enzymu kinasy přenášen z ATP na glukosu.

**Pojem „vysokoenergetická sloučenina“
(též „energeticky bohatá sloučenina“
„makroergní sloučenina“)**

Sloučenina, která hydrolytickým štěpením své vazby poskytne přibližně stejnou nebo větší energii než je

$\Delta G^{0'}$ pro hydrolýzu ATP

Nejčastěji se jedná o funkční deriváty kys. fosforečné

Vysokoenergetické fosfátové sloučeniny

obsahují zbytek kys. fosforečné navázaný nejčastěji:

- anhydridovou,
- amidovou,
- enolesterovou vazbou.

(estery kys.fosforečné nejsou makroergní sloučeniny)

Universální fosfátová vysokoenergetická sloučenina je ATP

Poskytuje energii v reakcích:



reakce musí být enzymově katalyzované

Obdobně poskytují energii i GTP, UTP a CTP

Další energeticky bohaté fosfátové sloučeniny

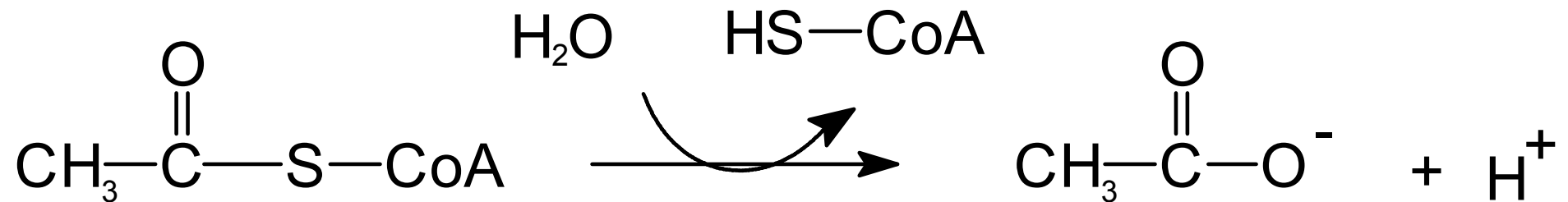
Sloučenina	ΔG^0 (kJ/mol)	typ sloučeniny
fosfoenolpyruvát	-62	enolester
karbamoylfosfát	-52	smíšený anhydrid
1,3-bisfosfoglycerát	-50	smíšený anhydrid
fosfokreatin	-43	amid

Tyto látky vznikají v průběhu metabolismu.

Jejich reakcí s ADP může vznikat ATP = **substrátová fosforylace**

Energeticky bohaté sloučeniny mohou být i thioestery

(např. acylová skupina vázaná na koenzym A)



$$\Delta G^0 = -31,0 \text{ kJ/mol}$$

Jak se metabolismem získávají vysokoenergetické sloučeniny ?

„spalování živin“

- živiny v potravě (lipidy a sacharidy, částečně proteiny) obsahují atomy uhlíku s nízkým oxidačním stupněm
- jsou postupně dehydrogenovány na různé intermediáty, které v dekarboxylačních reakcích odštěpují CO_2
- elektrony a H atomy jsou přenášeny na oxidačně redukční kofaktory (NADH, FADH_2) a transportovány do dýchacího řetězce

- energie uvolněná jejich reoxidací je použita k tvorbě ATP

Která látka je při tom redukována ?



- v průběhu odbourání živin mohou také přímo vznikat vysokoenergetické sloučeniny, které poskytují ATP následnou **substrátovou fosforylací**

Tvorba ATP v buňce

- **Převážná část tvorby ATP v buňce**

aerobní fosforylace

= přímá reakce mezi fosfátem a ADP



- probíhá ve *spřažení* s respiračním řetězcem
- je využita energie získaná oxidací NADH a FADH₂

- **Další možnosti vzniku ATP**

přenos $-\text{PO}_3^{2-}$ z energeticky bohaté sloučeniny na ADP

(substrátová fosforylace)

ATP v buňkách

- Životnost ATP v buňce cca 2 min
- Musí být stále doplňováno
- Okamžitý obsah ATP v těle je asi 100 g, denně je však produkováno 60-70 kg
- Adenylátkinasa udržuje rovnováhu mezi ATP, ADP a AMP
$$ATP + AMP \rightleftharpoons 2 ADP$$
- Ve zdravé buňce poměr $[ATP]/[ADP] = 5-200$

Energetický náboj buňky:

$$= \frac{[ATP] + \frac{1}{2}[ADP]}{[ATP] + [ADP] + [AMP]}$$

jakmile klesne k nule, buňka zaniká