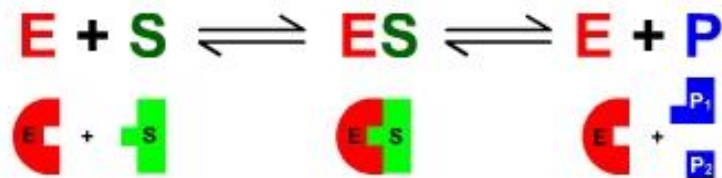
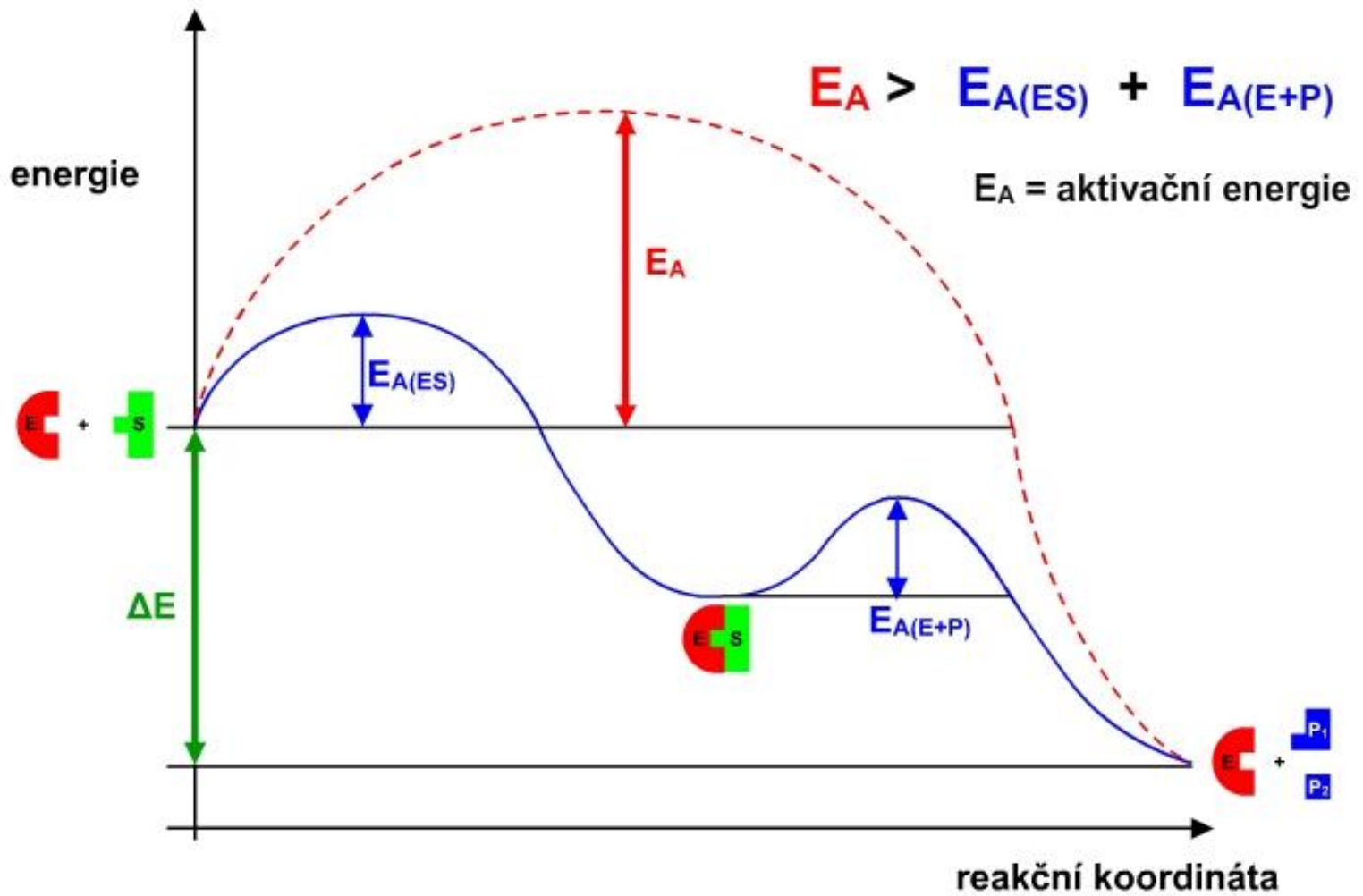


Enzymy

Enzymy

- bílkoviny
- biokatalyzátory
 - urychlují průběh reakcí snižováním aktivační energie

katalytické působení enzymu



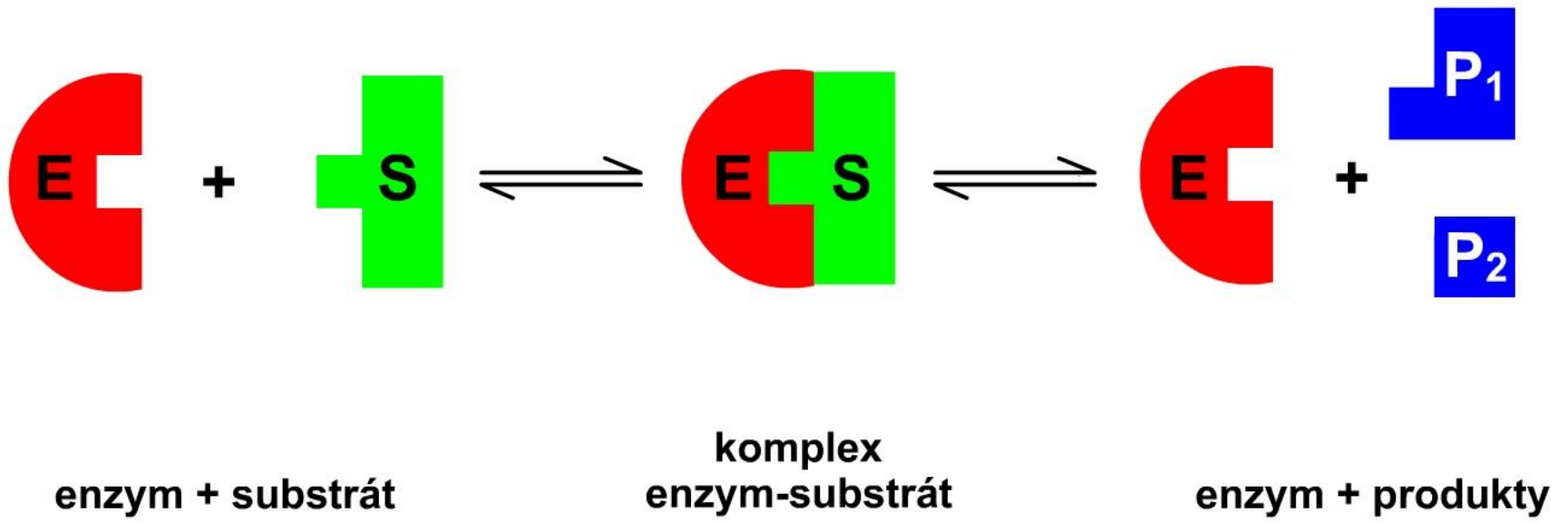
Rozdělení enzymů

- **Jednosložkové enzymy** – pouze bílkovina
- **Dvousložkové enzymy**
 - tvoří komplex = **holoenzym**
 - části:
 - **Apoenzym** – bílkovinná složka
 - **Kofaktor** – nebílkovinná složka

kofaktor

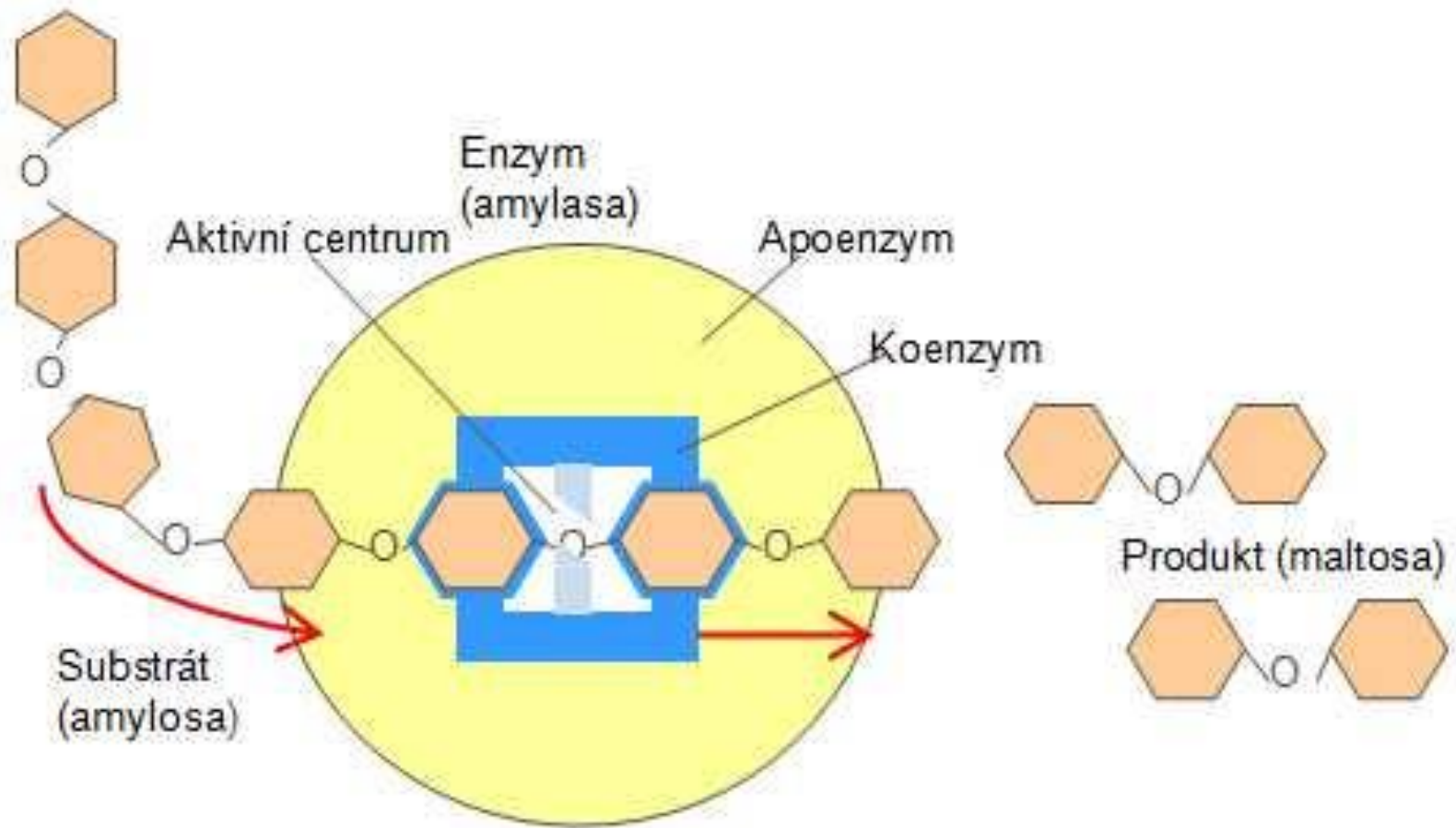
- Prostetická skupina
 - pevně spojena kovalentní vazbou s apoenzymem
- Koenzym
 - nízkomolekulární látka
 - je vázán s apoenzymem slabě, lehce se může oddisociovat
 - mnohé koenzymy jsou deriváty vitamínů

Mechanismus působení enzymů



Aktivní místo

- část apoenzymu tvořená určitým uskupením aminokyselin
- váže se na něj substrát = výchozí látka
- tvar aktivního místa odpovídá tvaru substrátu
- vzniká **komplex enzym – substrát**
- proběhne reakce a z aktivního místa se uvolní produkt



3.

Schematické znázornění struktury a působení enzymu amyláza

Názvosloví enzymů

triviální – pepsin, tripsin

- koncovka – **asa**, - **áza**, název podle substrátu jehož přeměnu katalyzuje – amylasa, lipasa, proteasa

systematické

- podle **charakteru katalyzované reakce** – oxidasa, hydrolasa, transaminasa
- **kódové číslo**
 - Laktátdehydrogenasa E. C. 1. 1. 1. 27

Vlastnosti enzymů

Substrátová specifita

- každý enzym katalyzuje pouze určitou reakci **určitého substrátu**
- za substrátovou specifitu odpovídá apoenzym

Specifita účinku

- určitý enzym katalyzuje pouze **jednu z mnoha možných přeměn substrátu**

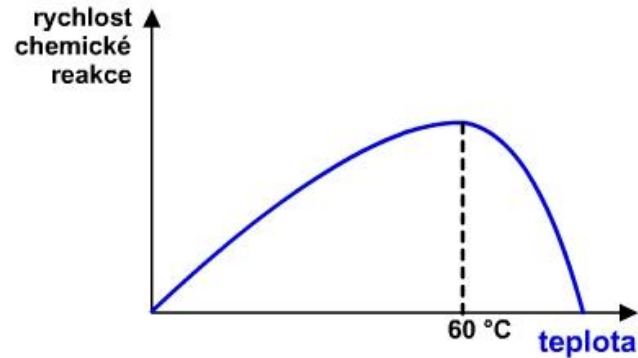
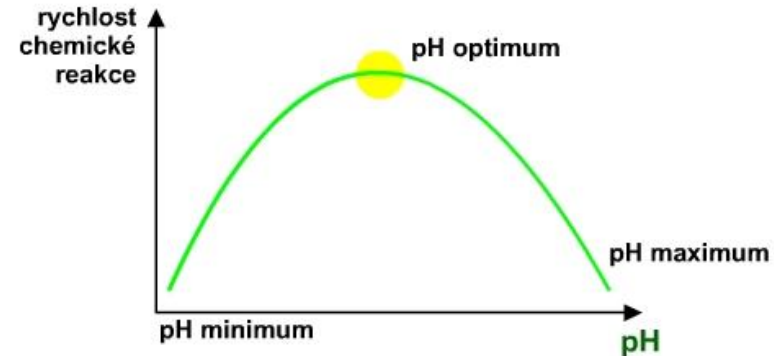
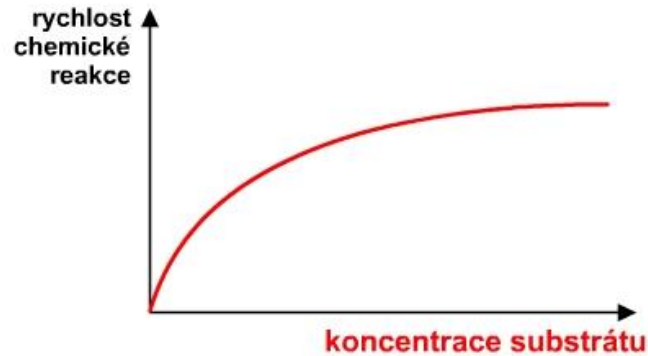
- Reakce katalyzované enzymy
 - jsou o několik řádů **rychlejší** než reakce katalyzované jinými katalyzátory
 - Probíhají (na rozdíl od ostatních katalyzátorů) většinou **do teploty 60°C**
 - Často působí v **celých komplexech** (katalyzuje řadu po sobě následujících reakcí)

Aktivita enzymů

- rychlost katalyzované reakce
- jednotka katalytické aktivity enzymů
- 1 kat (katal) = $1 \text{ mol} \cdot \text{s}^{-1}$
- množství enzymu, které urychlí (katalyzuje) biochemickou reakci za vzniku 1 molu produktu za sekundu

Faktory ovlivňující aktivitu enzymů

- Koncentrace substrátu
- Koncentrace enzymu
- Teplota
- pH



- **Aktivátory**

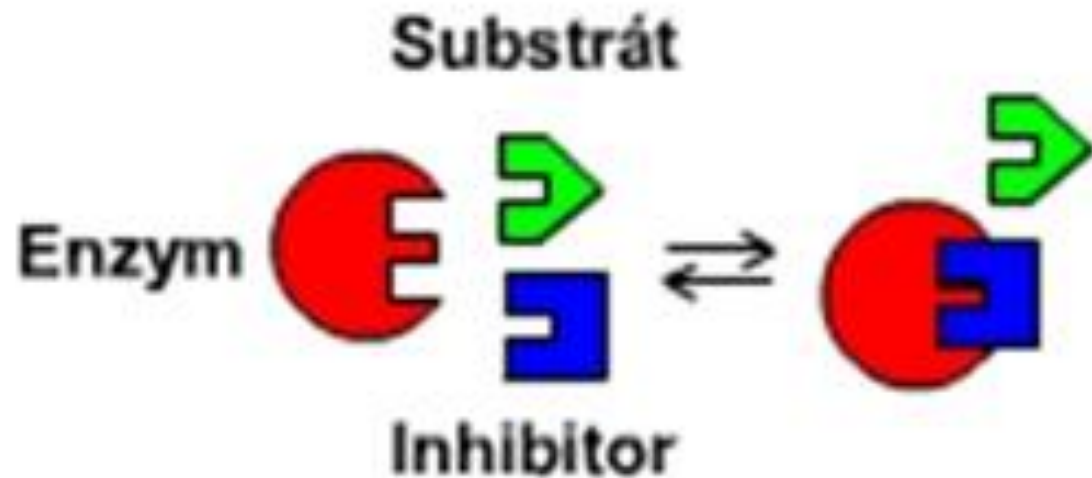
- aktivují enzym, zvyšují jeho aktivitu
- neúčinná forma enzymu tzv. proenzym = zymogen se účinkem aktivátoru mění na účinnou formu

- **Inhibitory**

- inhibují enzym, snižují jeho aktivitu
- působení inhibitoru:

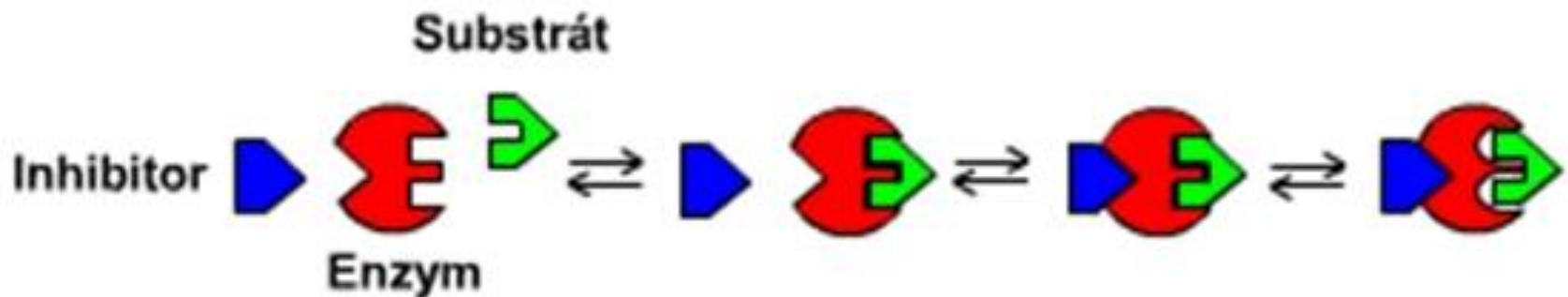
Kompetitivní inhibice

- inhibitor je podobný substrátu
- se substrátem soutěží o navázání na aktivní místo
- zabraňuje vytvoření komplexu – enzym . substrát



Nekompetitivní inhibice

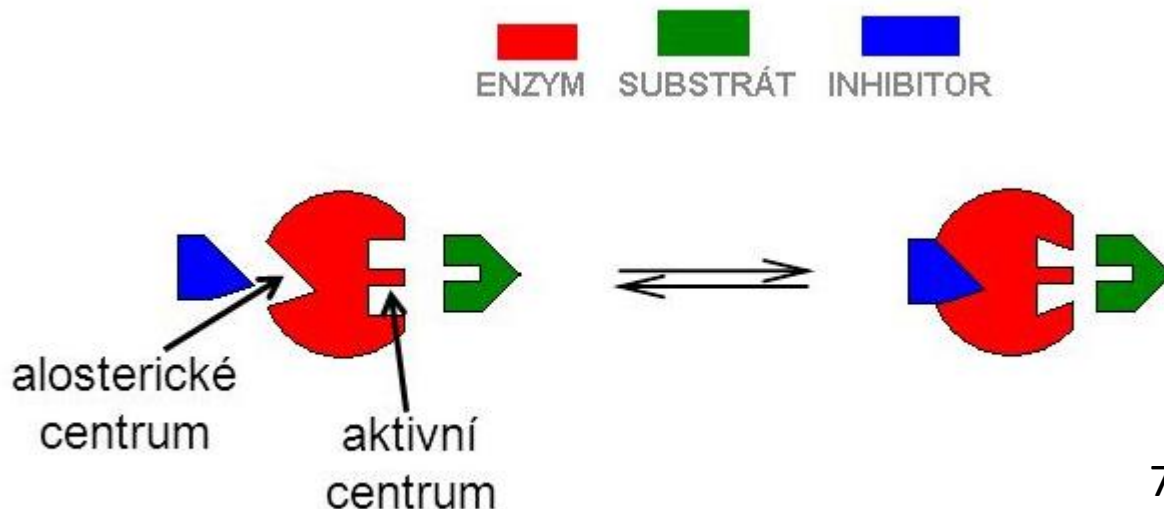
- inhibitor se váže mimo aktivní místo a zabraňuje tak tvorbě produktu
- komplex enzym – substrát vzniká



- kompetitivní inhibici lze na rozdíl do nekompetitivní zvrátit
- zvýšením koncentrace substrátu, který vytěsňuje inhibitor z aktivního centra

Alosterická inhibice

- inhibitor se váže na **speciální místo** v molekule enzymu – **alosterické místo**
- způsobí změnu konformace enzymu i aktivního místa – enzym je inaktivován
- zabraní navázání enzymu na substrát



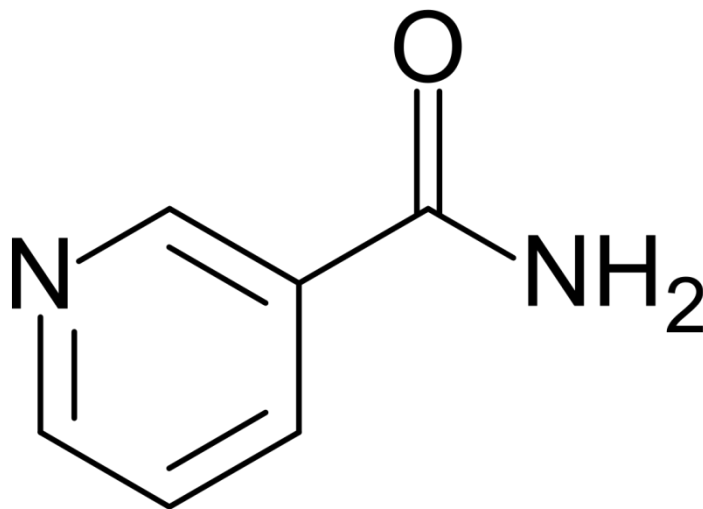
Rozdělení enzymů do tříd

- Oxidoreduktázy
- Transferázy
- Hydrolázy
- Lyázy
- Ligázy
- Izomerázy

oxidoreduktázy

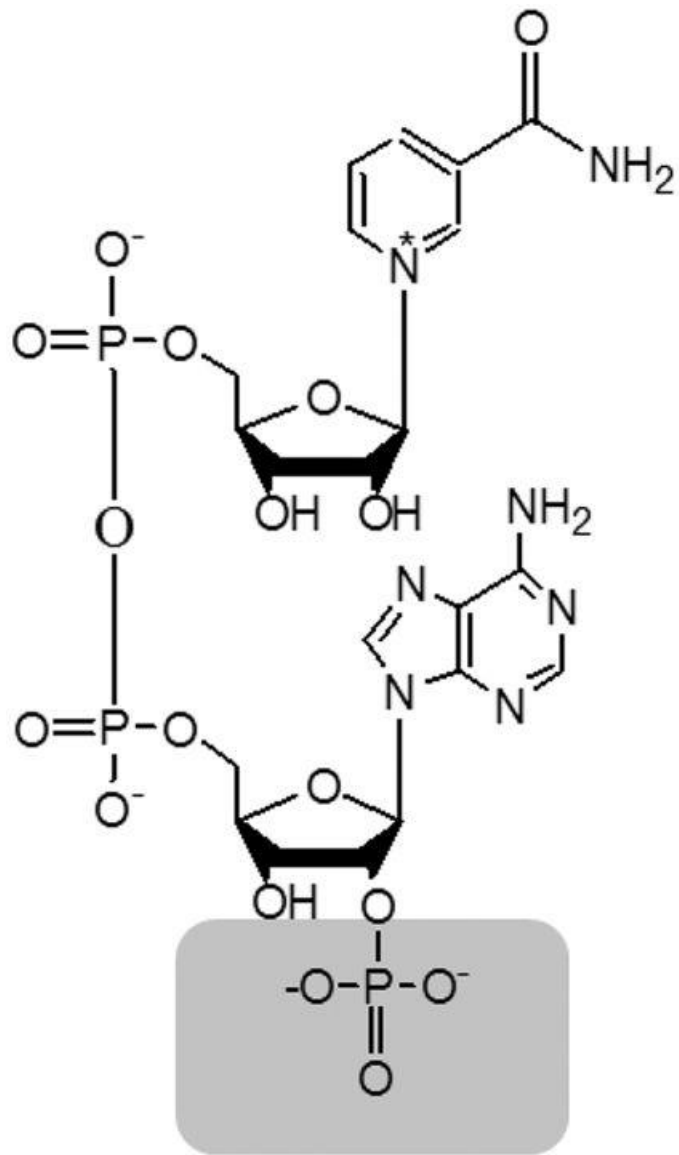
- katalyzují oxidačně – redukční reakce
 - přenos vodíku
 - přenos elektronů
 - přenos kyslíku
- **oxidoreduktázy**
- **peroxidázy**
- **dehydrogenázy**
- koenzymy jsou:

- **NAD⁺** **Nikotinamidadenindinukleotid**
- **NADP⁺** **Nikotinamidadenindinukleotidfosfát**

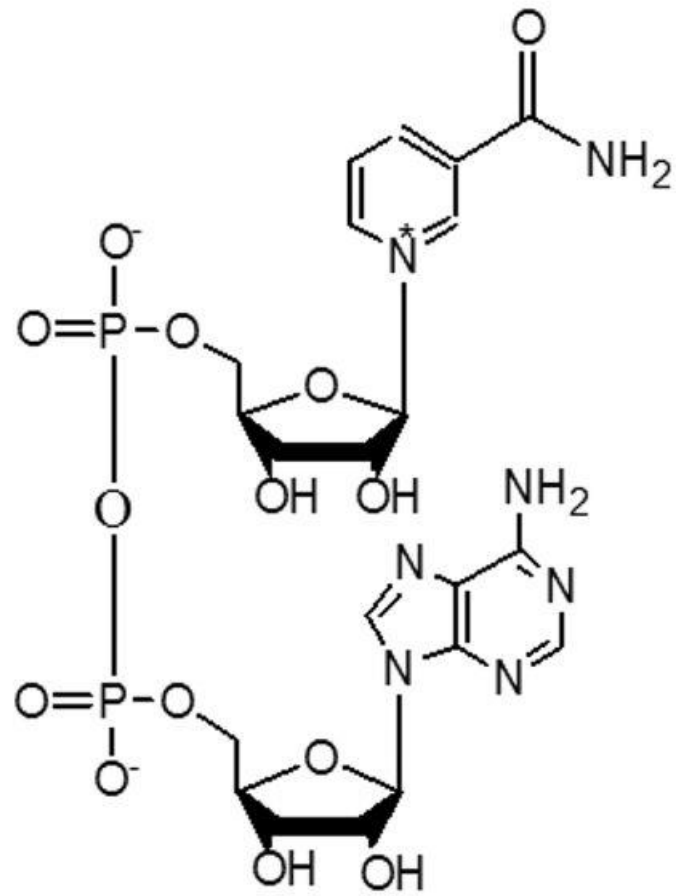


8.

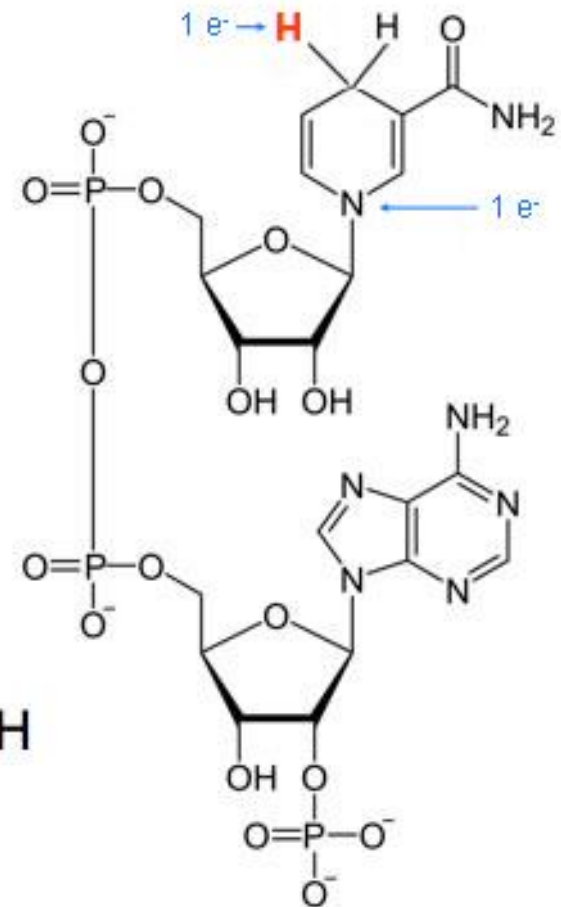
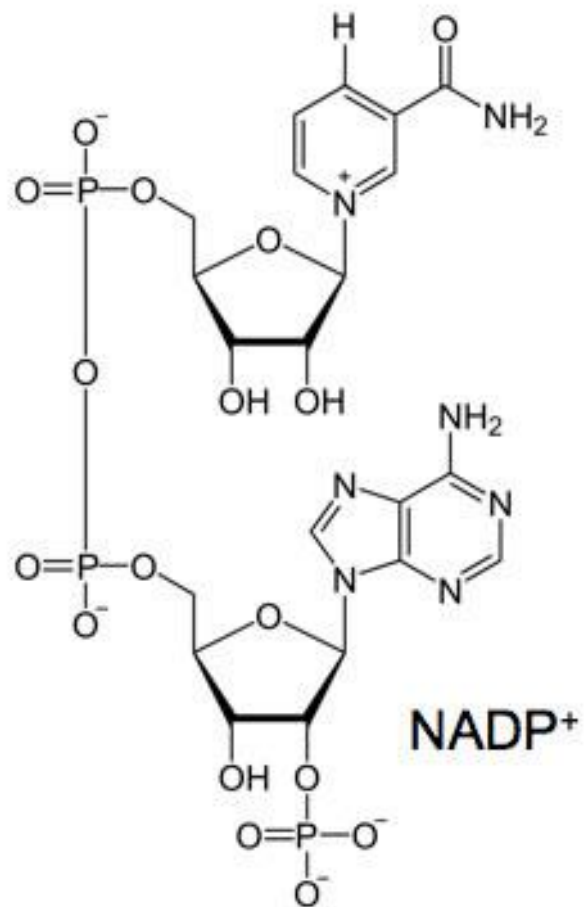
Nikotinamid – amid kyseliny nikotinové



NADP⁺



NAD⁺



redukovaný substrát + NAD⁺ →
oxidovaný substrát + NADH + H⁺



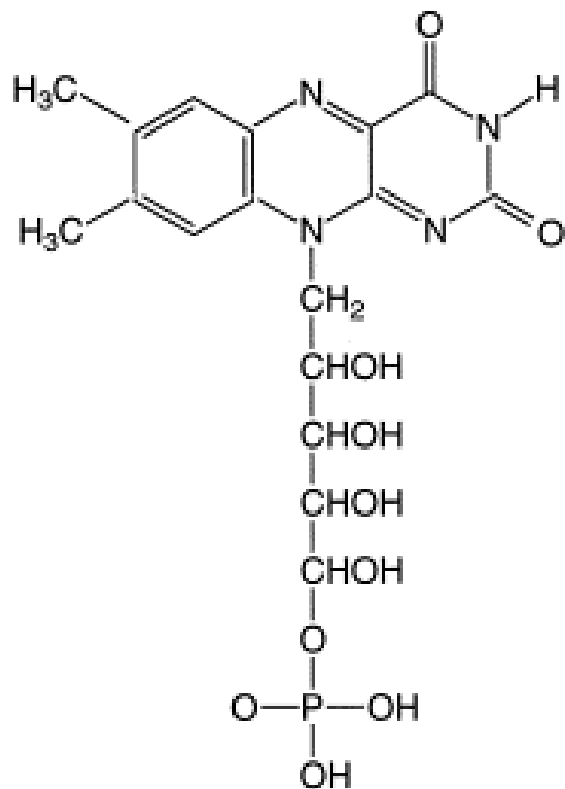
redukovaný substrát + NADP⁺ →
oxidovaný substrát + NADPH + H⁺



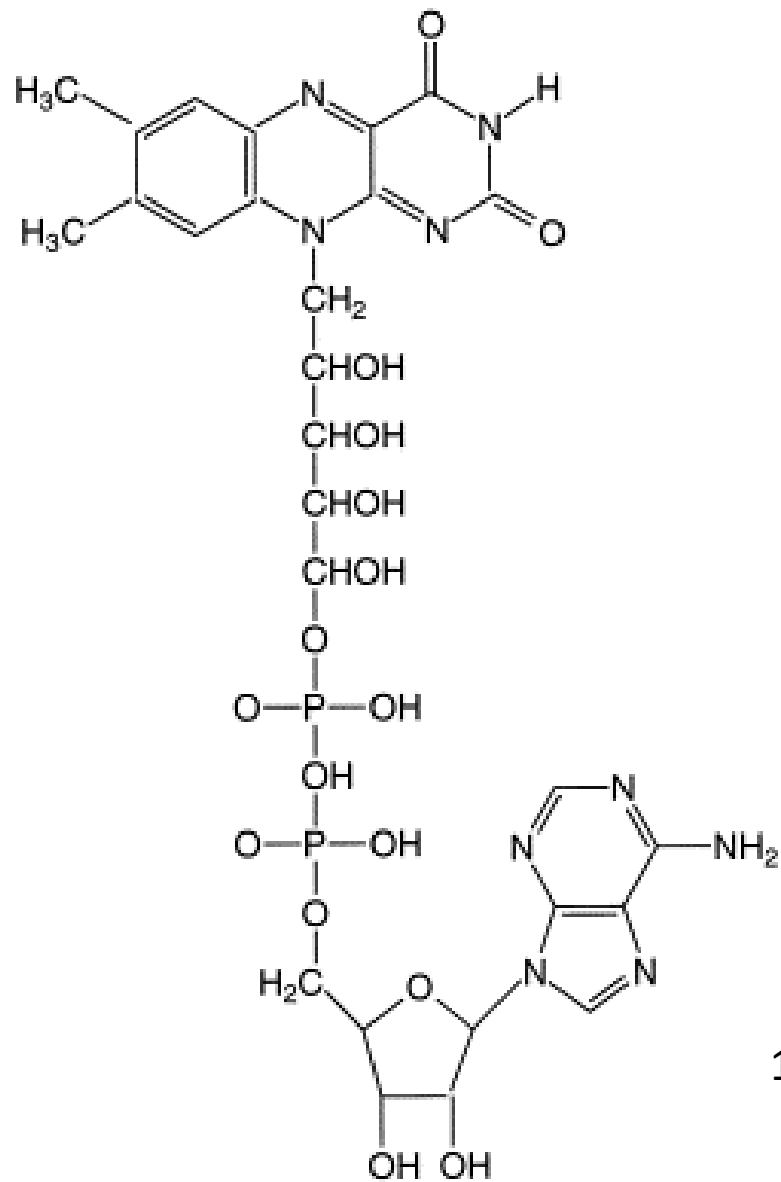
- **FMN** **Flavinmononukleotid**
- **FAD** **Flavinadenindinukleotid**

- jsou součástí flavoproteinů
- odebírají vodíky přímo ze substrátu nebo redukovaných koenzymů NADH či NADPH

FMN

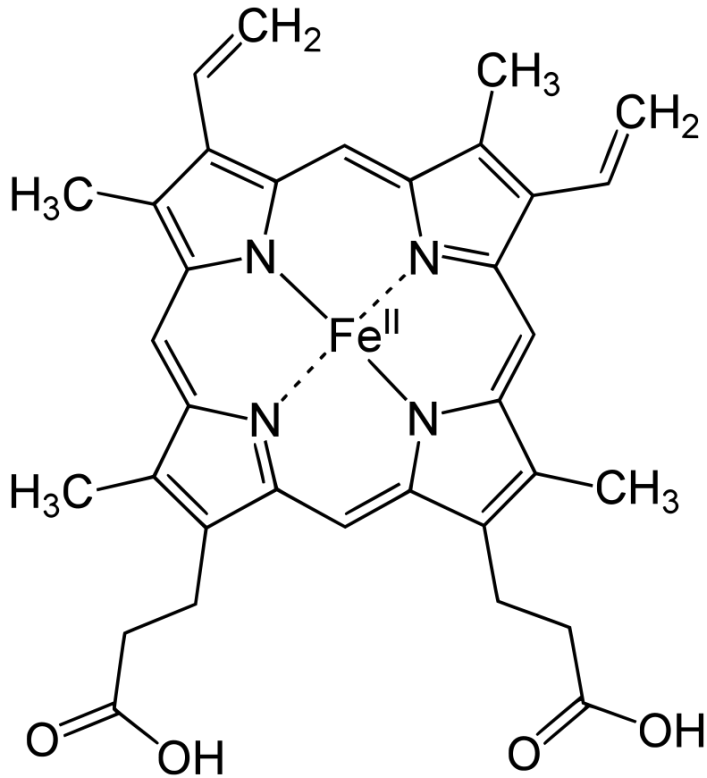


FAD

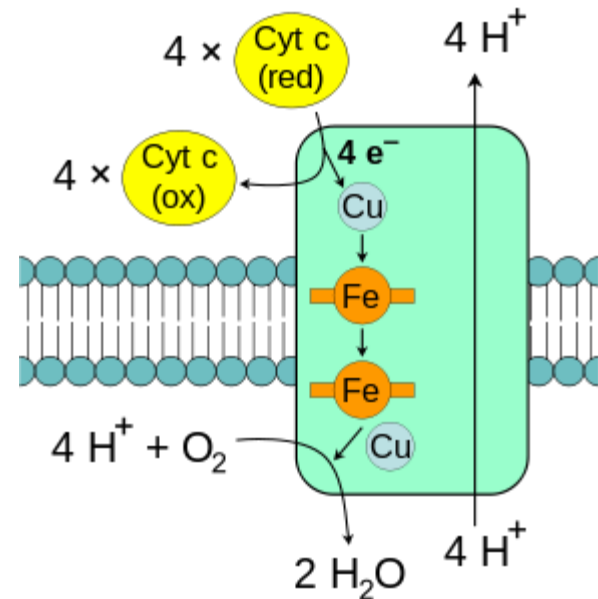


- **Cytochromy**

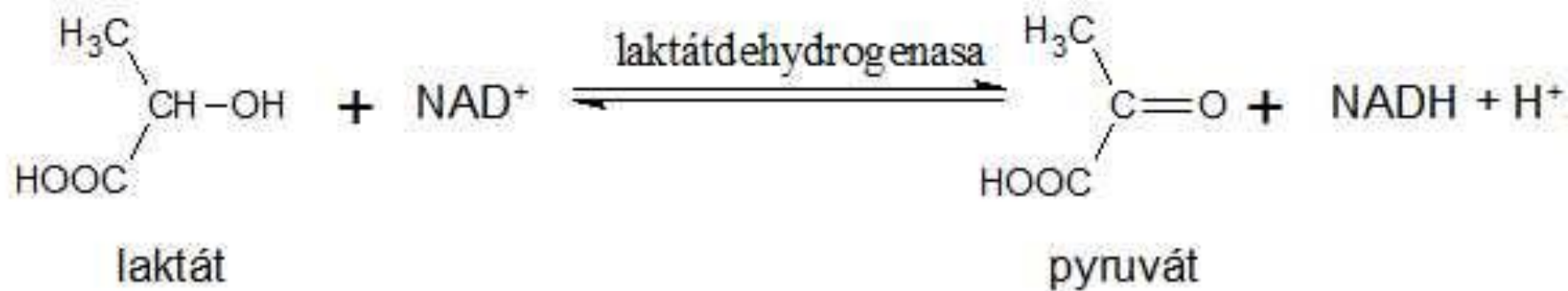
- redoxní systémy v mitochondriích a chloroplastech



12.



13.



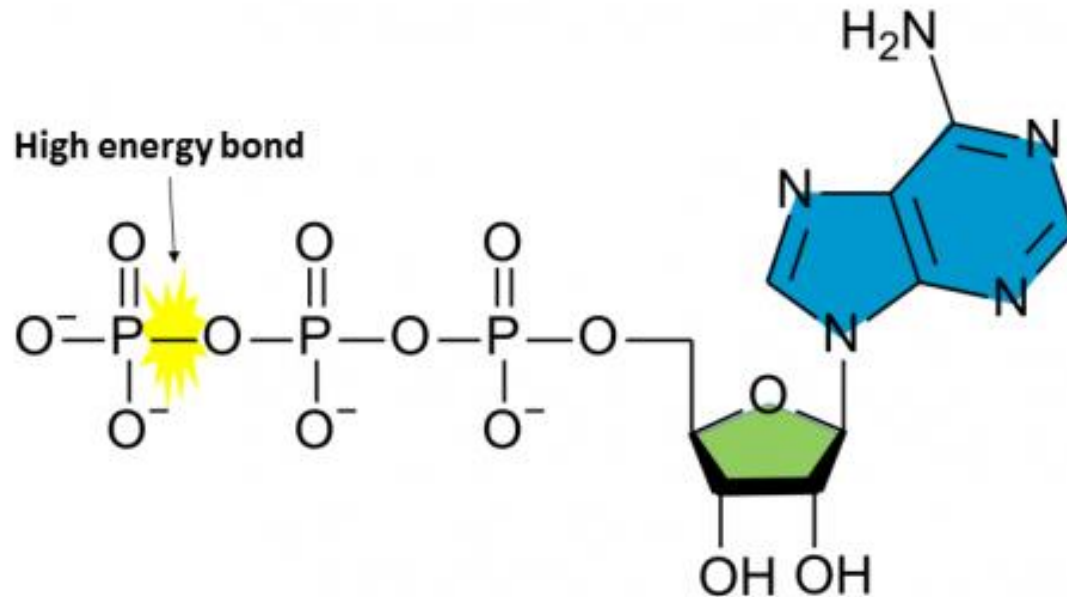
14.

Transferázy

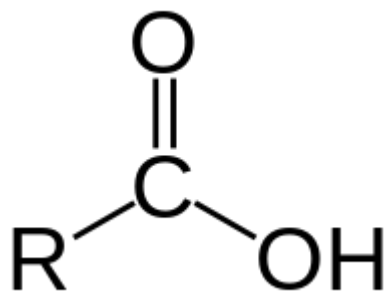
- katalyzují přenos skupin atomů z jedné sloučeniny na druhou
- **karboxyltransferázy**
- **methyltransferázy**
- **aminotransferázy**

koenzymy jsou:

- **ATP** **adenosintrifosfát**
- je součástí enzymů, které katalyzují přenos fosfátových skupin

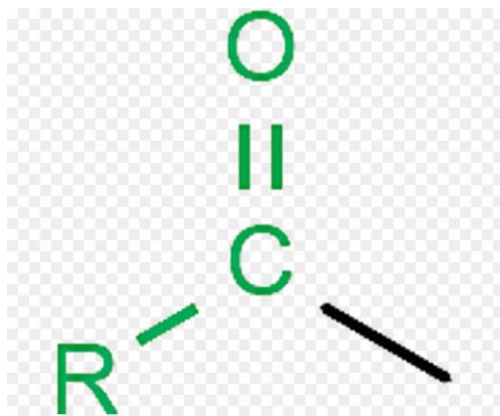


- **Koenzym A**
- přenáší acyly = zbytky karboxylových kyselin



karboxylová kyseliny

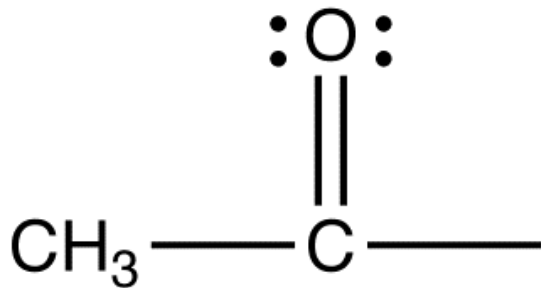
16.



acyl

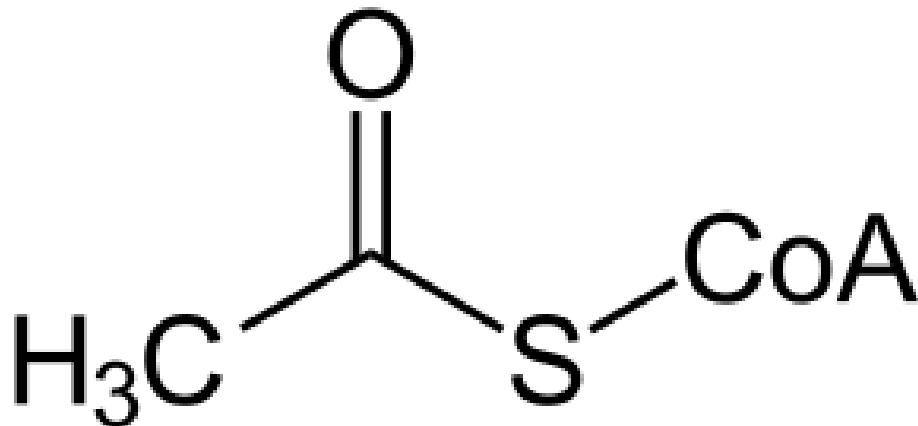
17.

- např. **acetylkoenzym A**
- acetyl = zbytek kyseliny octové



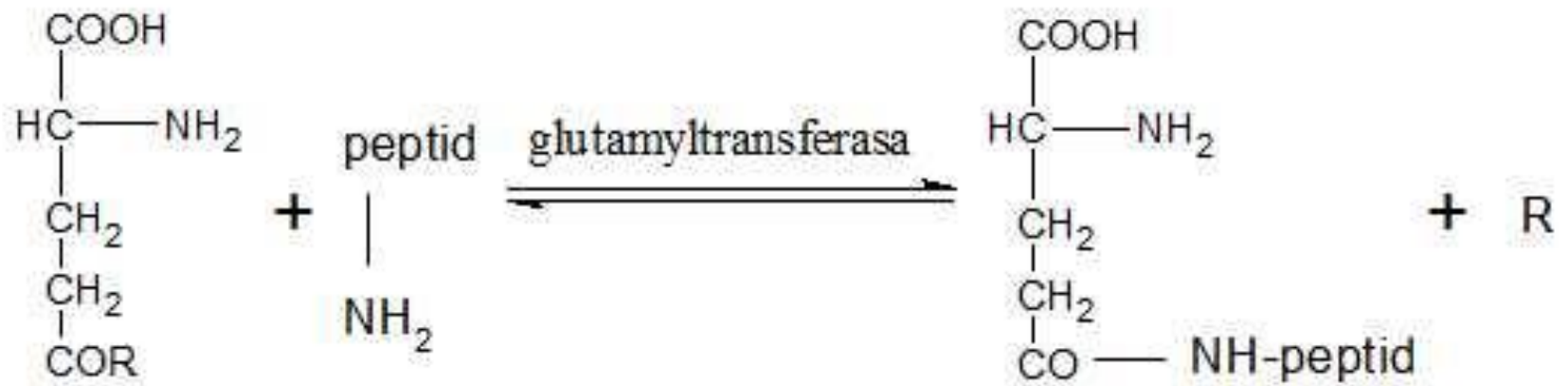
acetyl

18.



19.

acetylkoenzym A

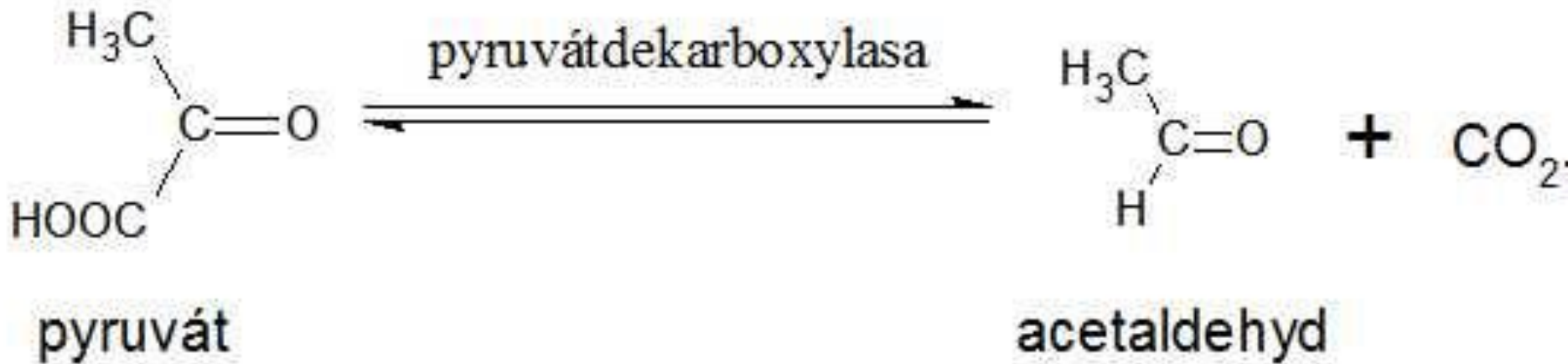


Hydrolázy

- katalyzují hydrolytické štěpení substrátu (štěpení za přítomnosti vody)
- **glykosidázy**
- **peptidázy**
- **lipázy**
- **proteázy**
- jejich součástí není koenzym, ale často kovový iont

Lyázy

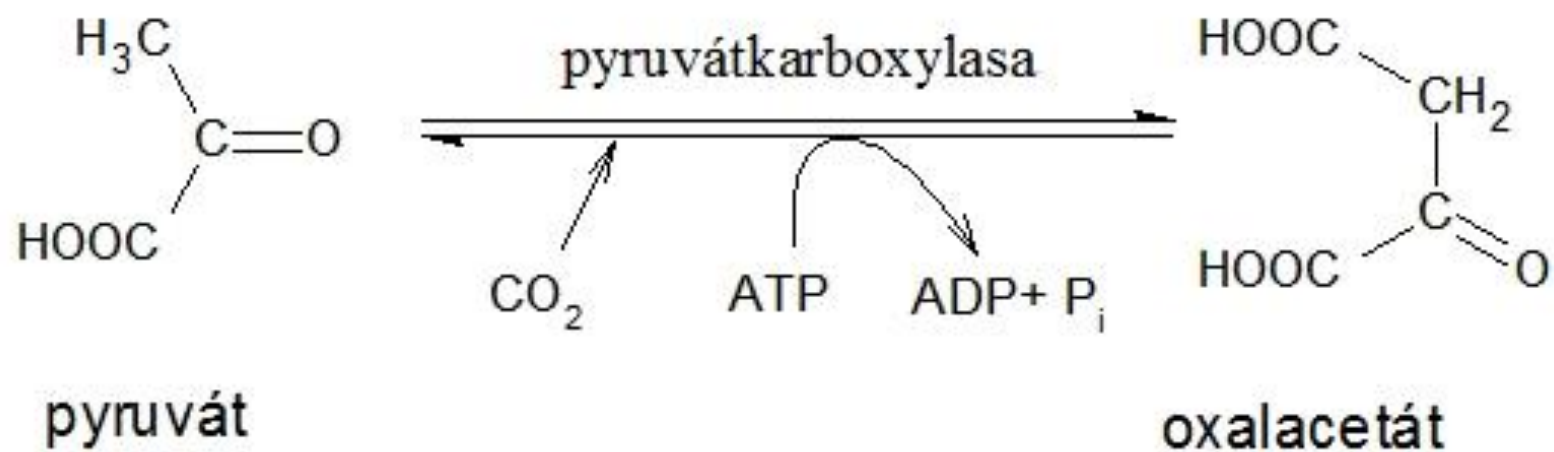
- katalyzují štěpení nehydrolytické
- **dekarboxylázy**
- jejich součástí jsou často koenzymy transferáz



Ligázy

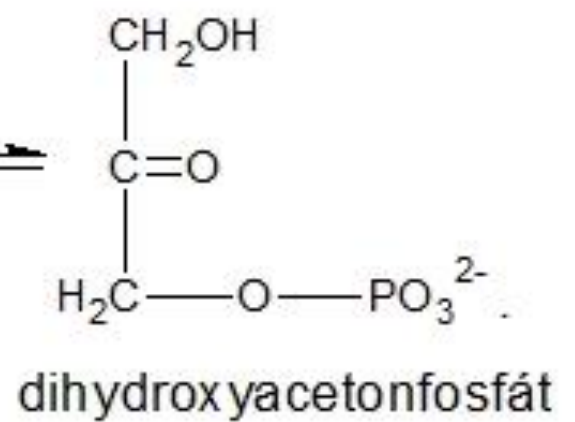
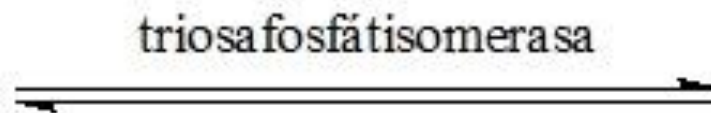
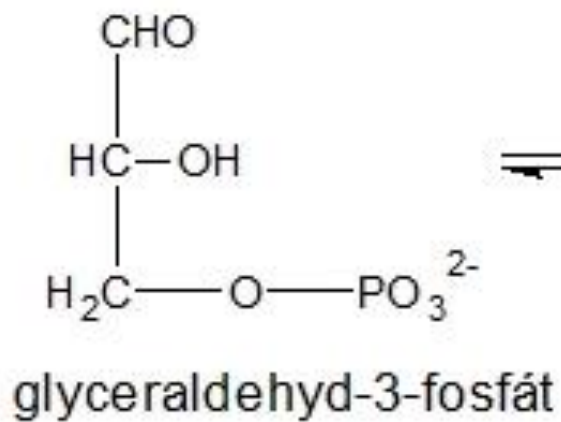
= syntetázy

- katalyzují syntézu jednoduchých molekul na složitější
- spotřeba ATP
- např. acetyl Co A syntetáza
- obsahují často koenzym transferáz



Izomerázy

- katalyzují reakce uvnitř molekuly jednoho substrátu
- přesunují atomy (skupiny atomů) z jednoho uhlíku na jiný
- např. cis – trans – izomerázy
- mohou měnit polohu skupin na chirálním uhlíku
- často koenzymy neobsahují



Zdroje

- MAREČEK., Aleš; HONZA., Jaroslav. *Chemie pro čtyřletá gymnázia 3. díl*. Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 2000, ISBN 80-7182-057-1.
- BENEŠOVÁ, Marika; SATRAPOVÁ, Hana. *Odmaturuj z chemie*. Brno: Didaktis, 2002, ISBN 80-86285-56-1.
- TEPLÁ, Milada. *Přírodní látky - enzymy* [online]. [cit. 16.9.2020]. Dostupný na WWW: http://www.studiumbiochemie.cz/prirodni_latky_enzymy.html

Zdroje obrázků

- 1. – 7. 14., 20. – 24., TEPLÁ, Milada. *Přírodní látky - enzymy* [online]. [cit. 16.9.2020]. Dostupný na WWW: http://www.studiumbiochemie.cz/prirodni_latky_enzymy.html
- 8. MYSID. *Nikotinamid* [online]. [cit. 16.9.2020]. Dostupný na WWW: https://cs.wikipedia.org/wiki/Nikotinamid#/media/Soubor:Nicotinamide_structure.svg
- 9. AUTOR NEUVEDEN. *High-Throughput Screening of Coenzyme Preference Change of Thermophilic 6-Phosphogluconate Dehydrogenase from NADP+ to NAD+* [online]. [cit. 16.9.2020]. Dostupný na WWW: https://www.nature.com/articles/srep32644?WT.feed_name=subjects_biocatalysis
- 10. AUTOR NEUVEDEN. *NADPH-System* [online]. [cit. 16.9.2020]. Dostupný na WWW: https://www.u-helmich.de/bio/lexikon/N/NADPH_System.html
- 11. AUTOR NEUVEDEN. *Electrochemical behaviour of FAD and FMN immobilised on TiO2 modified carbon fibres supported by ATR-IR spectroscopy of FMN on TiO2* [online]. [cit. 16.9.2020]. Dostupný na WWW: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0302459898001822>
- 12. YIKRAZUUL. *Hem* [online]. [cit. 16.9.2020]. Dostupný na WWW: https://cs.wikipedia.org/wiki/Hem#/media/Soubor:Heme_b.svg
- 13. FVASCONCELLOS. *Cytochrom c oxidáza* [online]. [cit. 16.9.2020]. Dostupný na WWW: https://cs.wikipedia.org/wiki/Cytochrom_c_oxid%C3%A1za#/media/Soubor:Complex_IV.svg
- 15. SAMUELS, Allison. *ATP* [online]. [cit. 16.9.2020]. Dostupný na WWW: <https://www.liberaldictionary.com/atp/>
- 16. NOBELIUM. *Karboxylové kyseliny* [online]. [cit. 16.9.2020]. Dostupný na WWW: https://cs.wikipedia.org/wiki/Karboxylov%C3%A9_kyseliny
- 17. AUTOR NEUVEDEN. *Acyl group* [online]. [cit. 16.9.2020]. Dostupný na WWW: <https://www.pngwave.com/png-clip-art-vrxxe>
- 18. AUTOR NEUVEDEN. *α CETYL gROUP* [online]. [cit. 16.9.2020]. Dostupný na WWW: <http://www.ochempal.org/index.php/alphabetical/a-b/acetyl-group/>
- 19. NEUROTIKER. *Acetyl-CoA* [online]. [cit. 16.9.2020]. Dostupný na WWW: <https://www.wikiskripta.eu/w/Acetyl-CoA#/media/File:Acetyl-CoA.svg>