

Koenzymy

Koenzym (kofaktor) je nízkomolekulární neproteinová struktura připojená k proteinovému řetězci enzymu. Koenzymy mají důležitou roli v přenosu atomů vodíku, elektronů nebo skupin atomů v průběhu enzymové katalyzované reakce. Podle způsobu vazby k bílkovinné části enzymu rozlišujeme:

- disociovatelné koenzymy
- prostetické skupiny

Disociovatelné koenzymy

Jsou udržované v kontaktu s enzymem nekovalentní interakcí. Mohou se snadno oddělit od molekuly původního enzymu a navázat se i na jiný. Patří sem například NAD^+ nebo NADP^+ .

Prostetické skupiny

Jsou struktury pevně vázané k enzymu převážně **kovalentními vazbami**. Charakter této vazby dělá z prostetické skupiny stabilní součást enzymu. Patří sem například FMN, FAD a kyselina lipoová.

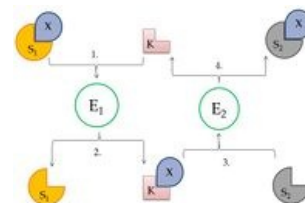
Působení koenzymů

Je podmíněno dvěma reakcemi. V průběhu těchto dvou reakcí jednak dojde ke katalýze reakce, jednak k současné regeneraci koenzymu. Jak již bylo výše zmíněno, rozlišujeme dva typy koenzymů.

Tyto dva druhy koenzymů se liší způsobem jejich regenerace.

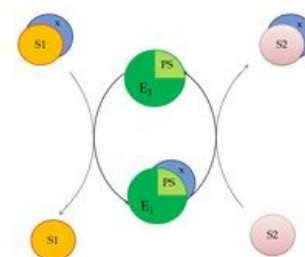
Katalýza a regenerace disociovatelných koenzymů

Nejdříve přijímá disociovatelný koenzym K, navázaný na apoenzym E_1 , přenášenou skupinu X od substrátu S_1 . Dále se komplex $\text{K}-\text{X}$ naváže na druhý apoenzym E_2 a předává v této formě přenášenou skupinu X na produkt S_2 . Zároveň se regeneruje koenzym K



Funkce koenzymů

1. Vznik komplexu 1
2. Regenerace substrátu + přenos x na koenzym
3. Vznik komplexu 2
4. Regenerace koenzymu + vznik produktu



Funkce prostetických skupin

Katalýza a regenerace prostetických skupin

Průběh reakce u prostetických skupin je kvůli jejich pevné vazbě k apoenzymu odlišný. Hlavní rozdíl je v tom, že katalýzy obou reakcí se účastní pouze jeden apoenzym.

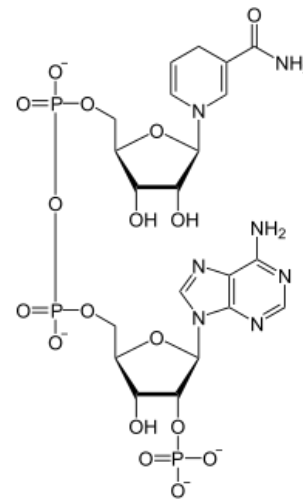
Funkce koenzymů

Koenzymy jsou důležité pro funkce především enzymů, které katalyzují oxidačně redukční děje (oxidoreduktáz), nebo enzymů katalyzujících přenos skupin (transferáz).

Koenzymy oxidoreduktáz

 *Podrobnější informace naleznete na stránce Oxidoredukční enzymy.*

Tyto koenzymy se podílejí na přenosu atomu vodíku nebo elektronů.



Struktura NADPH

Koenzym	Poznámka
NAD ⁺	přenos redukčních ekvivalentů (hydridových iontů: 2 e ⁻ , 1 H ⁺) z katabolických dějů do dýchacího řetězce
NADPH	redukční činidlo biosyntetických procesů, vzniká především v pentózovém cyklu
FMN	přenos redukčních ekvivalentů (2 e ⁻ , 2 H ⁺) pomocí dusíkových atomů
FAD	přenos redukčních ekvivalentů (2 e ⁻ , 2 H ⁺) pomocí dusíkových atomů
Koenzym Q (ubichinon)	součást mitochondriálního dýchacího řetězce
Kyselina lipoová	vázána amidovou vazbou na postranní řetězec lysinu (označuje se pak jako liponamid), obsahuje intramolekulární disulfidovou vazbu, která působí oxidoredukčně a při redukci přechází na dithiol
Hem	přenáší jen elektrony, např. mitochondriální cytochromy dýchacího řetězce, cytochrom P450
Glutathion	antioxidant v erytrocytech, obsahuje redoxně aktivní intramolekulární disulfidovou vazbu – obdobně jako kyselina lipoová
Kyselina L-askorbová	koenzym monooxygenáz a dioxygenáz, podíl na hydroxylaci prolinových a lysinových zbytků při syntéze kolagenu, syntéze katecholaminů a žlučových kyselin
Tetrahydrobiopterin (BH ₄ , THB)	koenzym účastní se hydroxylace tyrosinu, fenylalaninu, tryptofanu atd.

Koenzymy transferáz

Tyto koenzymy umožňují přenos skupin.

Koenzym	Poznámka
Nukleosidtrifosfáty: ATP, GTP, UTP, CTP	přenášejí většinou zbytek kyseliny fosforečné, součástí kináz
Koenzym A	obsahuje -SH skupinu, na kterou může thioesterovou vazbou navázat zbytek karboxylové kyseliny, např. acetylkoenzym A
Tetrahydrofolát (THF)	přenáší jednouhlíkaté zbytky (methyl, formyl, methylen)
Pyridoxalfosfát (PLP)	koenzym důležitý pro metabolismus AMK (transaminace, dekarboxylace)
Fosfoadenosinfosfosulfát (PAPS)	přenáší sulfát
S-adenosylmethionin (SAM)	přenáší methyl např. při přeměně noradrenalinu na adrenalin nebo při syntéze kreatinu, metylace DNA
Kobalaminy	koenzymy methyltransferáz – např. metylace homocysteinu na methionin

Koenzymy karboxylačních a dekarboxylačních reakcí

Koenzym	Poznámka
Pyridoxalfosfát (PLP)	koenzym důležitý pro metabolismus AMK (transaminace, dekarboxylace)
Kyselina lipoová	vázána amidovou vazbou na postranní řetězec lysinu příslušného apoenzymu → liponamid, který se účastní oxidativní dekarboxylace 2-oxokyselin
Thiamindifosfát (TPP)	koenzym oxidativní dekarboxylace 2-oxokyselin a transketolasy
Biotin	koenzym všech karboxyláz, reaguje s bikarbonátem (HCO ₃ ⁻) na karboxybiotin, který přenáší CO ₂ na jiné molekuly a vytváří tak v nich karboxylové skupiny (COOH) – příkladem může být syntéza malonyl-CoA z acetyl-CoA nebo oxalacetátu z pyruvátu

Odkazy

Související články

- Enzymy
- Vitaminy
- Kofaktory enzymů

Použitá literatura

- MATOUŠ, Bohuslav, et al. *Základy lékařské chemie a biochemie*. 1. vydání. Praha : Galén, 2010. 540 s. ISBN 978-80-7262-702-8.
- KOOLMAN, Jan a Klaus-Heinrich RÖHM. *Barevný atlas biochemie*. 1. vydání. Praha : Grada, 2012. 512 s. ISBN 978-80-247-2977-0.
- MASOPUSTOVÁ, Nina, NÁDĚJOVÁ, Barbora. Koenzymy.
- Wikipedia: the free encyclopedia [online]