

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 enzymově 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

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.

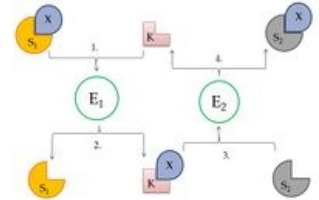
Funkce koenzymů

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

Koenzymy oxidoreduktáz

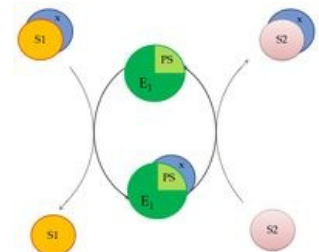
📌 *Podrobnější informace naleznete na stránce [Oxidoredukční enzymy](#).*

Tyto koenzymy se podílejí na přenosu atomu vodíku nebo elektronů.

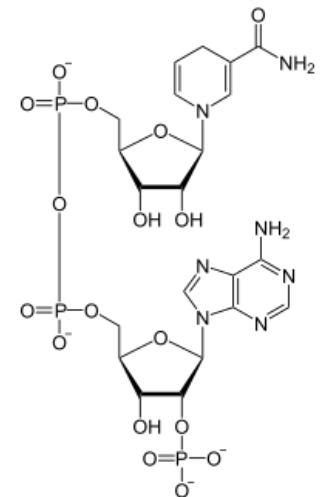


Funkce koenzymů

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



Funkce prostetických skupin



Struktura NADPH

Koenzym	Poznámka
<u>NAD[±]</u>	přenos redukčních ekvivalentů (hydridových iontů: 2 e ⁻ , 1 H ⁺) z katabolických dějů do <u>dýchacího řetězce</u>
<u>NADPH</u>	redukční činidlo biosyntetických procesů, vzniká především v <u>pentózovém cyklu</u>
<u>FMN</u>	přenos redukčních ekvivalentů (2 e ⁻ , 2 H ⁺) pomocí dusíkových atomů
<u>FAD</u>	přenos redukčních ekvivalentů (2 e ⁻ , 2 H ⁺) pomocí dusíkových atomů
<u>Koenzym Q</u> (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
<u>Hem</u>	přenáší jen elektrony, např. mitochondriální cytochromy dýchacího řetězce, <u>cytochrom P450</u>
<u>Glutathion</u>	antioxidant v <u>erytrocytech</u> , obsahuje redoxně aktivní intramolekulární disulfidovou vazbu – obdobně jako kyselina lipoová
<u>Kyselina L-askorbová</u>	koenzym monooxygenáz a dioxygenáz, podíl na hydroxylaci prolinových a lysinových zbytků při syntéze <u>kolagenu</u> , syntéze <u>katecholaminů</u> a <u>žlučových kyselin</u>
Tetrahydrobiopterin (BH ₄ , THB)	koenzym účastní se hydroxylace <u>tyrosinu</u> , <u>fenylalaninu</u> , <u>tryptofanu</u> atd.

Koenzymy transferáz

Tyto koenzymy umožňují přenos skupin.

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

Koenzymy karboxylačních a dekarboxylačních reakcí

Koenzym	Poznámka
<u>Pyridoxalfosfát (PLP)</u>	koenzym důležitý pro metabolismus <u>AMK</u> (transaminace, dekarboxylace)
Kyselina lipoová	vázána amidovou vazbou na postranní řetězec lysinu příslušného <u>apoenzymu</u> → liponamid, který se účastní oxidativní dekarboxylace 2-oxokyselin
<u>Thiamindifosfát (TPP)</u>	koenzym oxidativní dekarboxylace 2-oxokyselin a transketolasy
<u>Biotin</u>	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 <u>malonyl-CoA</u> z acetyl-CoA nebo oxalacetátu z <u>pyruvátu</u>

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]