

Otázka: Enzymy

Předmět: Chemie

Přidal(a): Anča

Enzymologie

- věda zabývající se enzymy

Historie:

- Berzelius (18. stol.) – v rostlinách probíhají katalyzované reakce – fermenty (fermentace)
- W. Kühne – en zýme = v kvasnicích – objevil enzymy v kvasnicích
- J. Summer – prokázána bílkovinná podstata enzymu

Enzymy

- jsou to látky bílkovinné povahy
- obsahují bílkovinou část a mohou obsahovat nebílkovinou část
- urychlují reakce v živých organismech
- zajišťují průběh reakcí, které by nemohly za normálních okolností probíhat (teplota, pH těla, ...)
- specifické katalyzátory = enzymy
- vyskytují se ve všech živých systémech
- mají druhovou specifitu – každý jedinec (druh) má své specifické enzymy
- nejjednodušší buňky obsahují přes 3000 enzymů
- veškerá existence života je založená na přítomnosti enzymů

- aktivita enzymů – pružně regulovatelná dle měnících se potřeb organismů
 - v podstatě fungují pouze když jsou potřeba
- složité struktury enzymů jsou citlivé k řadě vlivů – dysbalancím, výkyvům
- podléhají rychlému opotřebení
- podle potřeb regulace jsou stále syntetizovány a odbourávány
- **substrátová specifita** = katalyzovaná reakce probíhá jen s určitým substrátem

STRUKTURA ENZYMU

- jsou to globulární bílkoviny (až ribozomy – RNA)
- podle přítomnosti nebílkovinné části je dělíme na:
 - **jednoduché enzymy - jednosložkové**
 - obsahují jen bílkovinnou část
 - pepsin, trypsin, obecně hydrolázy
 - **složené enzymy - dvousložkové**
 - obsahují i nebílkovinou strukturu
 - apoenzym = bílkovinná část
 - kofaktor (koenzym) = nebílkovinná část
 - holoenzym = aktivní enzym (koenzym+apoenzym)
- **aktivní centrum**
 - do aktivního místa se v průběh reakce vážou substráty a jsou změněny pomocí katalytických skupin na produkty
 - pouze na aktivním centru probíhá katalýza biochemické reakce
- **kofaktory**
 - ionty kovů: Zn^{2+} (např. alkoholdehydrogenáza), Mn^{2+} (např. argináza), Fe^{2+} , Cu^{2+} , Mg^{2+}
 - organické molekuly: často se jedná o deriváty vitaminů.
 - Podle charakteru vazby na apoenzym kofaktory dělíme na:
 - koenzymy: organická molekula neproteinové povahy, na molekulu apoenzymu vázaná volně – může se z něho oddělit (např. NAD^+ , NADP^+)
 - prostetické skupiny: organická molekula neproteinové povahy, na molekulu apoenzymu vázaná pevně (např. hem, FAD)
- **multienzymový komplex**
 - různý počet peptidových řetězců
 - každý řetězec může obsahovat více domén

- enzym obsahuje více řetězců (kvarterní struktura) = multienzymový komplex
- **zymogeny**
 - jsou tvořeny a sekretovány ve své neaktivní podobě
 - jsou aktivovány až na místě, kde se jejich aktivita požaduje
 - př. buňky žaludeční sliznice sekretují proenzym pepsinogen. HCl přítomná v žaludeční šťávě napomáhá autoaktivaci pepsinogenu na aktivní pepsin. Reakce probíhá také autokatalyticky, kdy se na štěpení pepsinogenu podílejí již vytvořené molekuly pepsinu.

ENZYMY VS. UMĚLÉ KATALYZÁTORY

- enzymy jsou účinnější
- jsou rychlejší -> mají vyšší reakční rychlost (o několik řádů rychlejší)
- jsou mnohem více specifitější v ohledech:
 - substrátové struktury přeměněných látek
 - typu katalyzované reakce
- pracují za mírných podmínek: teplota 20-40°, tlak 0,1 MPa, pH okolo 7
- lze je snadno regulovat
- jsou netoxické

RYCHLOST ENZYMOVÝCH REAKCÍ

- závisí na podmínkách reakčního prostředí
- pro porovnání rychlosti se uvádí jednotka katal, která udává množství enzymu potřebného pro přeměnění 1 molu substrátu za 1 s
- U (= 1 μ mol za 1 min, tj. cca 16,67 nkatal)
- rychlost ovlivňuje:
 - Množství substrátu
 - Množství enzymu
 - Teplota
 - Pro reakce v živých organismech je optimální teplotní rozsah 10 – 40 °C
 - Při nižších i vyšších teplotách efektivita reakcí obvykle klesá (např. při

teplotě 50 °C může docházet k narušení bílkovinné struktury – její denaturaci)

- Hodnota pH
- Aktivátory a inhibitory
 - V případě, že dojde k její urychlení, jedná se o aktivaci (danou látkou je poté aktivátor).
 - Jestliže se enzymová reakce zpomalí, hovoříme poté o inhibici (způsobena inhibitorem).

INHIBICE ENZYMŮ

- Rozlišujeme 2 základní typy inhibice enzymů
- Kompetitivní inhibice
 - Tento děj je vratný, enzymovou reakci lze obnovit zvýšením množství substrátu.
- Nekompetitivní inhibice
 - inhibitor pevně zablokuje aktivní centrum enzymu, a tak do něj nemůže vstoupit substrát.
 - Tento typ inhibice způsobují zpravidla ionty těžkých kovů (Hg, Pb..), které se označují pojmem enzymové (katalytické) jedy.

AKTIVACE ENZYMŮ

- Některé ionty kovů (např. hořečnaté kationty Mg^{2+}) mají schopnost zvyšovat katalytickou aktivitu enzymů.
- Aktivace enzymu může nastat tak, že se jeho neúčinná forma (proenzym) přemění na formu účinnou.

MECHANISMUS PŮSOBENÍ ENZYMŮ

- pracují na principu snížení aktivační energie
- Během prvního kroku dojde k tvorbě komplexu enzym-substrát (E-S)(probíhá typicky velmi rychle a je reverzibilní/vratný)
- Následně se substrát za katalýzy enzymem přemění v produkt
- Z komplexu E-S tak vzniká komplex enzym-produkt (E-P)
- rozpad E-P (pomalejší reakce, je ireverzibilní)
- Reakce se tak rozdělí na několik postupných kroků, v nichž vzniká jeden nebo několik přechodných stavů E-S (transition states)
- Aktivační energie potřebná k vytvoření každého meziprojektu a k následné přeměně E-S na E-P je nižší než při přímé přeměně substrátu na produkt, přestože celkové ΔG (gibbsova energie) obou reakcí je stejné.
- fialový koenzym/substrát koenzym může být navázán se substrátem

NÁZVOSLOVÍ ENZYMŮ

- původně fermenty
- podle zdroje nebo metody použití
- mnoho jich je zakončeno -sin/-in (pepsin, trypsin, ptyalin)
- triviální názvy jednotlivých enzymů (α -amyláza, pepsin, trypsin)
- **Substrát + -áza (-asa)** – například amyláza (katalyzující hydrolýzu amylózy)
- **Typ reakce + -áza** – například dehydrogenáza
- enzym oxalát karboxy-lyasa (oxalátdekarboxylasa) katalyzuje dekarboxylaci kyseliny šťavelové (COOH)₂
- všechny mají i své kódové číslo EC

KLASIFIKACE ENZYMŮ

1) Oxidoreduktázy

- katalyzují intramolekulární a oxidačně-redukční reakce, složené bílkoviny
- reakcích dochází k přenosu elektronů e^- mezi jednotlivými substráty – transelektronázy

- často využívají kofaktory – např. NAD⁺, NADP⁺, FAD či hem
- oxidázy, peroxidázy
- oxygenázy – vnášejí do molekuly substrátu kyslík, buď ve formě -OH, (monooxygenázy, nebo také hydroxylázy) či jako O₂ (dioxygenázy),
- dehydrogenázy – oxidují substrát odebráním H-atomů, jejich název se zkracuje jako DH (př. laktátdehydrogenáza – LDH, alkoholdehydrogenáza – ADH),
- desaturázy
- Příklad enzymové reakce: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{NAD}^+ \rightarrow \text{CH}_3\text{CHO} + \text{NADH} + \text{H}^+$

2) Transferázy

- podílejí se na přenosu skupin (amino-, acyl-, methyl-, glykosyl-, fosforyl-, ...)
- typy:
 - transaminázy (aminotransferázy) – přenášejí -NH₂ skupinu,
 - kinázy (fosfotransferázy) – přenášejí fosfátovou skupinu z ATP nebo jiných nukleosidtrifosfátů,
 - transaldolázy, transketolázy.
- př. enzym fosfotransferasa HPO₄²⁻
 - enzym katalyzuje například přeměnu D-glukosy na D-glukosa-6-fosfát

3) Hydrolázy

- hydroliticky štěpí vazby, které vznikly kondenzací
- štěpí pomocí vody!
- typy:
 - lipázy, fosfolipázy (hydrolýza esterové vazby v tucích)
 - disacharidázy (sacharáza, maltáza, laktáza),
 - proteázy, peptidázy (pepsin, trypsin), (hydrolýza amidové vazby)
 - esterázy
 - fosfatázy

4) Lyázy (syntázy)

- štěpí vazbu C-C, C-N, C-O nehydrolytickým způsobem
- štěpí i adiční 2 vazbu a syntézy bez spotřeby ATP
- typy:
 - dekarboxylázy,
 - aldolázy,
 - dehydratázy, hydratázy
- př. enzymy dekarboxylasy (odštěpují oxid uhličitý CO₂)
 - enzymový rozklad kyseliny šťavelové (COOH)₂: **(COOH)₂ → HCOOH + CO₂**

5) Izomerázy

- umožňují vnitromolekulární přeměny substrátů (jejich izomerace)
- vzniklý produkt je izomerem výchozího substrátu
- typ jednoduchých bílkovin
- typy podle typu izomerie:
 - epimerázy – mění polohu – OH skupiny v molekule,
 - mutázy – mění polohu fosfátové skupiny v molekule
- př. D-glukosa C₆H₁₂O₆ → D-fruktosa C₆H₁₂O₆

6) Ligázy (syntetázy)

- Katalyzují syntetické reakce spojené s hydrolýzou ATP
- dělení podle vytváření vazeb

1. [Enzymy – maturitní otázka z biochemie](#)
2. [Hormony, enzymy – maturitní otázka](#)
3. [Enzymy, vitamíny, hormony a jejich význam](#)