



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## BIOKATALYZÁTORY I.

Obecné pojmy - opakování:

**Katalyzátory** – látky, které ovlivňují průběh katalyzované reakce a samy se přitom nemění. Dělíme je na:  
*pozitivní (aktivátory)* – urychlující reakce  
*negativní (inhibitory)* – zpomalující reakce

**Katalýza:**

- *homogenní* – katalyzátor je stejného skupenství jako spolu reagující látky
- *heterogenní* – katalyzátor je jiného skupenství než spolu reagující látky

**Složení katalyzátoru:**

- 1) *aktivní centrum* – místo, kde probíhá vlastní katalýza
- 2) *promotor* – zvyšuje katalytické účinky; sám však není schopen katalýzu ovlivňovat
- 3) *nosič* - většinou porézní materiál, který ovlivňuje katalyzátor

**Účinek katalyzátoru spočívá ve snižování aktivační energie reakce  $E_A$  tj. energie, kterou molekuly reagujících látek potřebují k účinné srážce molekul.**

**Biokatalyzátory** – přírodní látky, které katalyticky ovlivňují a usměrňují chemické děje v živých organismech. Nejvýznamnějšími biokatalyzátory jsou *enzymy, hormony a vitamíny*.

## ENZYMY

Buňky uskutečňují svou činnost jen v určitém prostředí, při určité teplotě, tlaku. Většina reakcí by v podmínkách organismu (vodné prostředí, nízká teplota a tlak) neprobíhala nebo by probíhala velmi pomalu. Proto je v organismu nutná přítomnost látek umožňujících průběh reakcí - **enzymů**.

**Enzymy** vznikají činností buněk. Reakce probíhající v lidském, zvířecím i rostlinném těle na nich závisí. Účastní se řady rozkladných přírodních procesů (hnití, kvašení, tlení) a hrají významnou roli při rozkladných a syntetických procesech v živém organismu (trávení, zažívání). Dále se uplatňují např. v potravinářství (výroba piva, vína, pečiva, octa, zpracování mléka, atd.), textilnictví, lékařství. V domácnostech se můžeme setkat s enzymatickými prostředky (obsahují proteasy, lipasy).

**Enzymy**

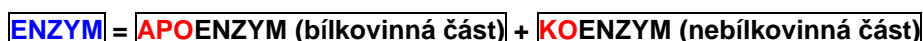
- jsou biokatalyzátory, jejichž hlavní složkou jsou bílkoviny
- jsou nepostradatelné pro život organismu
- mají specifickou funkci, tj. výrazně ovlivňují (urychlují i regulují) již ve velmi malých množstvích určitý druh chemické reakce
- pro jejich činnost je nutné vhodné prostředí (jsou citlivé na teplotu; nad 60°C denaturují a ztrácí katalytický účinek)

Rozlišujeme:

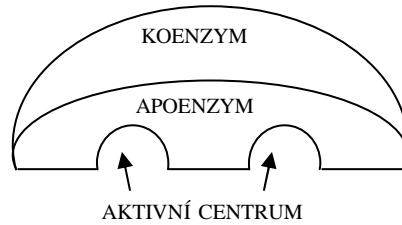
**Jednosložkové enzymy** – tvoří je pouze bílkovina

**Dvosložkové enzymy** – tvoří je komplex zvaný **holoenzym**, složený z **apoenzymu** (bílkovinná část) a **kofaktoru** (nebílkovinná část). **Kofaktorem** je *prostetická skupina* (pevně poutaná k apoenzymu) nebo *koenzym* (slabě poutaný k apoenzymu nebo je zcela volný; je-li volný, váže se na aktivní centrum enzymu společně se substrátem, kde se přímo účastní chemické reakce). **Kofaktorem** mohou být ionty některých kovů ( $Mg^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $Fe^{2+}$  aj.) nebo organická molekula, popř. obě složky najednou. Většina *koenzymů* strukturně souvisí s **vitamíny** – organismus je často nedokáže syntetizovat a musí je získávat z potravy.

Zjednodušeně:

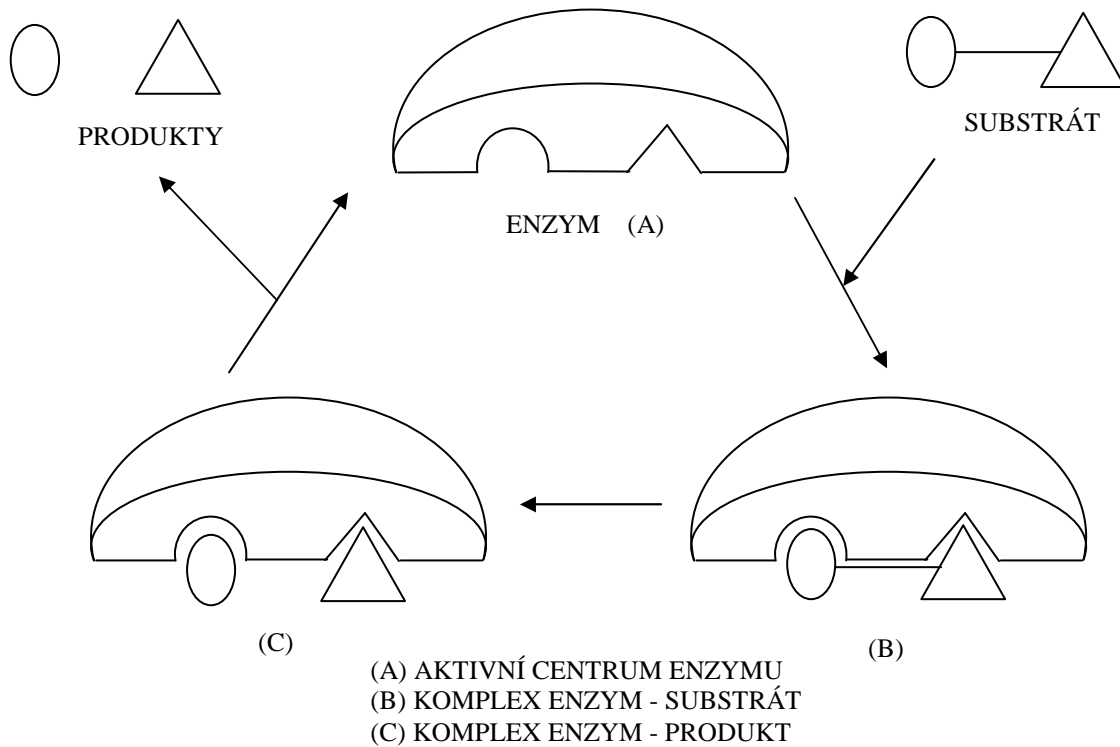


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

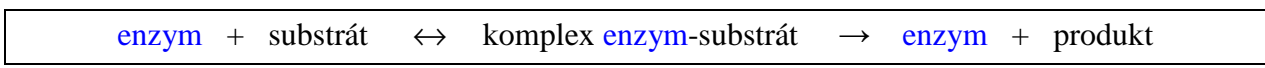


Mechanismus katalytického působení enzymů = PRINCIP ZÁMKU A KLÍČE

Molekuly enzymů se vážou se sloučeninami vstupujícími do reakce (**substráty**) na svém povrchu, kde probíhá vlastní chemická reakce. Místo v molekule enzymu, na které se vážou substráty, nazýváme **aktivní centrum**. V aktivním centru se vyskytují aktivní skupiny aminokyselin ( -OH, -SH, -NH<sub>2</sub>, -COOH). Tvar aktivního centra odpovídá tvaru substrátu. Na tyto skupiny se váže molekula substrátu za vzniku **komplexu enzym - substrát**. Substrát zapadá do aktivního centra jako *klíč do zámku*. Po průběhu reakce se komplex rozpadá a z aktivního centra enzymu se uvolní **produkty** reakce. Katalytickým účinkem enzymu se sníží aktivační energie  $E_A$  reagujících molekul substrátu a tím se reakce urychlí.



Enzymovou reakci lze zjednodušeně zapsat schématem:



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### Vlastnosti enzymů:

Enzymy se vyznačují:

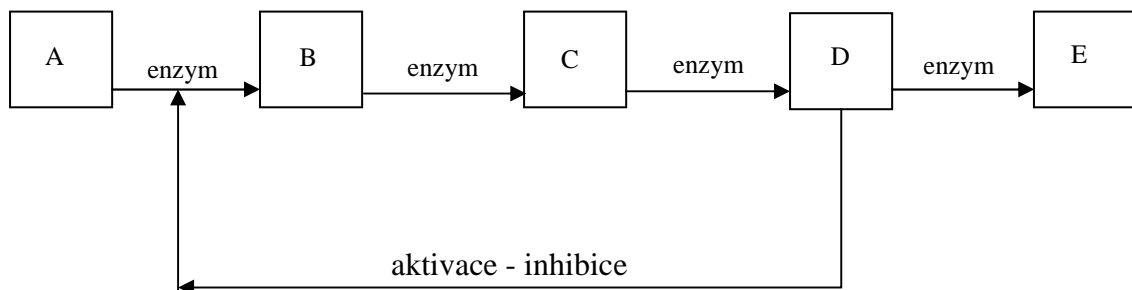
- 1) **substrátovou specifitou**
  - každý enzym katalyzuje určitou reakci určitého substrátu
  - za substrátovou specifiku odpovídá apoenzym
- 2) **specifitou účinku**
  - enzym katalyzuje pouze jednu z mnoha možných přeměn substrátu
- 3) často katalyzují řadu po sobě následujících reakcí
- 4) koenzym může být stejný i pro několik enzymů, které katalyzují stejný typ chemické reakce

### Faktory ovlivňující aktivitu enzymů:

Největší vliv má:

- a) **množství substrátu** – rychlost enzymové reakce roste s koncentrací substrátu tak dlouho, dokud se neobsadí všechna reakční centra enzymu
- b) **množství enzymu** – rychlost reakce roste s rostoucím množstvím enzymu za předpokladu dostatečné zásoby substrátem
- c) **pH prostředí** – enzymy mají určitou optimální oblast pH, v níž je jejich účinnost nejvyšší
- d) **teplota prostředí** – růst rychlosti reakce se při určité teplotě zastaví (45°C až 50°C) a při dalším zvyšování teploty začne silně klesat (důvodem je denaturace bílkovinné molekuly enzymu při vyšší teplotě). Nejúčinnější jsou při teplotě 25°C až 40°C. Při nízkých teplotách se jejich činnost zastavuje, čehož se využívá při skladování potravin v chladicích boxech apod.

Rovněž se na účinku enzymů mohou podílet **produkty reakce**. Často některý z produktů následné reakce ovlivňuje některou reakci ze sledu přeměn a tak urychluje nebo zpomaluje celý řetězový mechanismus reakcí.



### Názvosloví a klasifikace enzymů:

Názvy enzymů vznikají připojením zakončení „-asa“ k názvu příslušného substrátu, který enzym napadá (proteasa – enzym štěpící bílkoviny, lipasa – enzym štěpící tuky, ureasa – enzym katalyzující přeměnu močoviny) nebo k výrazu označujícího typ reakce, která je enzymem katalyzovaná (reduktasa, oxidasa).

#### *Hlavní klasifikační skupiny enzymů: \*\*\**

- **oxidoreduktasy** – katalyzují oxidačně-redukční reakce mezi dvěma substráty (přenos vodíku, elektronů, nebo reakce s kyslíkem)
- **transferasy** – katalyzují přenos skupin atomů z jedné sloučeniny na druhou (karboxyltransferasy, aminotransferasy)
- **lyasy** – katalyzují eliminační reakce skupin za vzniku dvojných vazeb (dekarboxylasy)
- **ligasy (syntetasy)** – katalyzují syntézu dvou molekul substrátu na složitější molekulu za současné spotřeby ATP
- **hydrolasy** – katalyzují štěpení substrátu za účasti vody
- **izomerasy** – katalyzují přenos atomů nebo skupin v rámci jedné molekuly substrátu z jednoho uhlíku na jiný nebo změnu polohy skupin na jednou chirálním uhlíku

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### INHIBICE ENZYMŮ = snižování katalytického účinku enzymů \*\*\*

3 typy:

#### 1) kompetitivní inhibice (konkurenční)

- inhibitor se váže na aktivní centrum enzymu a brání tak substrátu vytvořit komplex enzym-substrát
- inhibitor a substrát mají podobnou strukturu
- inhibitor rychleji obsadí aktivní centra enzymu a zamezí tím přístupu substrátu
- účinek inhibitoru lze tlumit zvýšením koncentrace substrátu
- inhibice je vratná

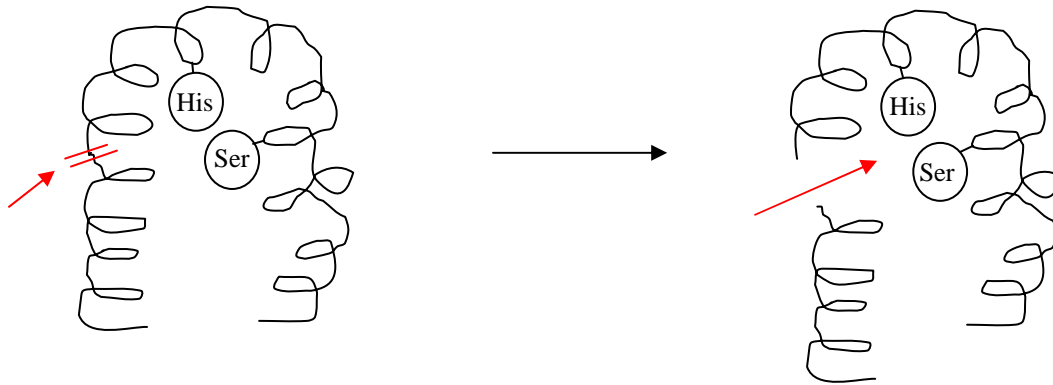
#### 2) nekompetitivní inhibice (nekonkurenční)

- inhibitor trvale blokuje aktivní centra enzymu
- inhibice je nevratná
- katalytickými jedy jsou nejčastěji ionty těžkých kovů ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ )

3) inhibitor se váže na molekulu enzymu mimo aktivní centrum a přitom vyvolá změnu struktury molekuly enzymu  $\Rightarrow$  změny i v aktivním centru

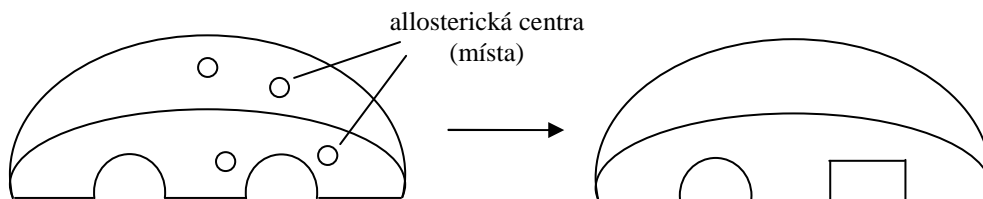
### AKTIVACE ENZYMŮ = zvyšování katalytického účinku enzymů \*\*\*

Účinnost enzymů zvyšují některé ionty kovů ( $\text{Mg}^{2+}$ ) tak, že se jeho neúčinná forma – *proenzym* - přemění na formu účinnou. Například odštěpením části polypeptidického řetězce proenzymu, která brání substrátu vázat se na aktivní centrum.



### ALLOSTERICKÁ AKTIVACE A INHIBICE ENZYMŮ \*\*\*

Některé enzymy jsou složeny z podjednotek tvořených polypeptidickými řetězci. Mimo aktivní centrum těchto podjednotek se může vázat ion nebo malá molekula za současné aktivace nebo inhibice enzymu v důsledku změn konformace enzymu. Toto místo se nazývá *allosterické centrum*. Allosterické enzymy si buňka vytváří sama a může tak sama regulovat činnosti enzymů i vlastní metabolismus.





evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



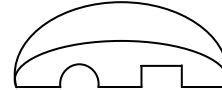
## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### Pracovní list – Biokatalyzátory - Enzymy

1) Doplňte !

Enzymy jsou ....., jejichž hlavní složkou je ..... Působí již ve velmi ..... množstvích. Dvousložkové enzymy obsahují koenzym, který se strukturou podobá ..... Účinek enzymu spočívá ve ..... aktivační energie reakce. Enzymy působí na principu ..... a ..... Meziproduktem působení enzymu je ..... komplex. Při nekompetitivní inhibici inhibitor ..... blokuje ..... centrum enzymu. Názvy enzymů vznikají nejčastěji připojením koncovky ..... k názvu substrátu, který enzym napadá.

2) Popište na obrázku strukturu molekuly enzymu !



3) Co jsou to enzymy, jak vznikají, jakou plní funkci v organismu a kde se uplatňují v praktickém životě ?

4) Vyjmenujte faktory, které ovlivňují rychlost enzymových reakcí !

5) Pojmenujte enzym, který štěpí

- lipidy,
- peroxydy,
- škrob (amylum) !

6) Proč je nevhodné prát prádlo ručně a při vysokých teplotách enzymatickými pracími prostředky ?

V dalších úlohách vyberte správnou odpověď !

7) Enzymy

- zvyšují rychlost reakce tím, že zvyšují jejich aktivační energii
- katalyzují většinu dějů, při nichž vznikají nebo zanikají kovalentní vazby
- umožňují realizovat reakce, které by za normálních podmínek nemohly v organismu probíhat

8) Kofaktory enzymů

- dělíme na holoenzymy a koenzymy
- jsou molekuly, které nejsou součástí peptidového řetězce enzymu a přímo se účastní přeměny substrátu
- jsou bílkovinnou složkou enzymu

9) Vyberte správné tvrzení o enzymech

- aktivita enzymu je nejvyšší při 60°C
- působí pouze v prostředí o pH 7
- substráty se vážou na aktivní centrum enzymu

10\*\*\*) Oxidoreduktasy katalyzují reakci, při které dochází

- k přenosu elektronů nebo vodíkových atomů
- k hydrolýze substrátu
- k přenosu funkčních skupin

11\*\*\*) Proenzym je

- aktivní forma enzymu
- inhibitor enzymu
- inaktivní forma enzymu

12\*\*\*) Účinek kompetitivního inhibitoru lze tlumit

- snížením koncentrace substrátu
- zvýšením koncentrace enzymu
- změnou pH prostředí



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- 13<sup>\*\*\*</sup>) Označte správné tvrzení o kompetitivní inhibici
- a) inhibitor se váže mimo aktivní centrum
  - b) inhibitor soupeří se substrátem o vazbu do aktivního centra
  - c) inhibitor zvyšuje rychlost enzymové reakce
- 14<sup>\*\*\*</sup>) Transaminasa katalyzuje přenos
- a) OH skupiny
  - b) NO<sub>2</sub> skupiny
  - c) NH<sub>2</sub> skupiny

---

Výsledky:

- 5) lipasa, peroxidasa, amylasa
  - 7) c
  - 8) b
  - 9) c
  - 10) a
  - 11) c
  - 12) b
  - 13) b
  - 14) c
-