

CHE 3 XI.	Látky v živých organizmoch
CHE 3 XI.5	Enzýmy

- **Biokatalyzátory**- látky bielkovinovej povahy, ktoré v živých sústavách urýchľujú a regulujú priebeh chemických reakcií
- **proenzým (zymogén)**- neaktívna forma enzýmu (*aktivácia napr. odštiepením polypeptidového reťazca, brániacemu naviazaniu substrátu*)
- **holoenzým**- aktívna forma enzýmu



### Charakteristika enzýmových reakcií

1. Účinok	<ul style="list-style-type: none"> <li>• urýchľujú aj regulujú (znižujú hodnotu <math>E_A</math>), neovplyvnia rovnováhu</li> <li>• Pôsobia iba v mieste aktívneho centra</li> <li>• Funkciu si uchovávajú aj mimo bunky</li> <li>• Zriedka vznik vedľajších produktov</li> </ul>
2. Vyššie reakčné rýchlosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>• niekoľkonásobne vyššie v porovnaní s anorganickými katalyzátormi</li> <li>• rýchlosť <math>10^6 - 10^{12}</math>x vyššia ako pri nekatalyzovanej reakcii</li> </ul>
3. Miernejšie podmienky reakcie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• fyziologicky prijateľné teploty (<i>do 50°C</i>)</li> <li>• konštantný tlak</li> <li>• takmer neutrálne prostredie</li> <li>• bez objemových zmien</li> </ul>
4. Vysoká špecifickosť	<ul style="list-style-type: none"> <li>• substrátová alebo účinku</li> </ul>
5. Schopnosť regulácie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• alosterická, enzýmová</li> </ul>

**Anorganický katalyzátor:** *nešpecifický účinok, iba urýchľujú, pôsobia celým povrchom*

### Zloženie enzýmov

1. <b>jednozložkové</b>	iba z bielkovinovej zložky ( <i>apoenzým</i> )
2. <b>dvozzložkové</b>	<b>apoenzým</b> ( <i>bielkovinová zložka</i> )
	<b>kofaktor</b> ( <i>nebielkovinová zložka</i> )

### Typy kofaktorov

1. <b>anorganický</b>	kovový ión	
2. <b>organický</b>	<b>koenzým</b>	<b>viazaný</b> na apoenzým <b>slabou väzbou</b> , v bunke aj voľné <i>napr. vitamíny a ich deriváty, NAD, acetylkoenzým A</i>
	<b>prostetická skupina</b>	<b>pevne viazaná na apoenzým kovalentnou väzbou</b> <i>napr. hém v hemoglobíne</i>

### Aktívne centrum

- Väzbové miesto enzýmu, na ktoré sa viaže substrát (*popr. koenzým*)
- S vhodnými priestorovými a väzbovými podmienkami na naviazanie substrátu

1. Hypotéza zámku a kľúča
  2. Hypotéza indukovaného prispôsobenia sa ( *správna*)
- Obsahuje väčšinou funkčné skupiny –COOH, -NH<sub>2</sub>, -OH, -SH z reťazca AMK
  - Väzba substrát + aktívne miesto slabá ( *vodíkové väzby, van der Waalsové, elektrostatické sily*)

### Špecifita enzýmovej katalýzy

1.Substrátová špecifita	2.Špecifita účinku
katalyzuje premenu iba určitého substrátu	katalyzuje iba jednu z premien substrátu
zabezpečuje apoenzým	zabezpečuje koenzým

### Mechanizmus enzýmovej reakcie

**Podstata:** zníženie aktivačnej energie E<sub>A</sub>

**Priebeh-** nepriamo cez enzým- substrátový komplex



1. Tvorba enzým- substrátového komplexu
2. Aktivácia enzým- substrátového komplexu
3. Tvorba komplexu enzým- produkt
4. Uvoľnenie produktu z enzýmu

### Priebeh katalyzovanej a nekatalyzovanej reakcie

#### Názvoslovie

1. **Triviálne-** podľa výskytu a funkcie v organizme, *napr. ptyalín, pepsín*
2. **Systémové-** názov substrátu ( alebo reakcie) + typ katalyzovanej reakcie+ prípona áza *napr. lipáza, amyláza*

#### Triedy enzýmov

názov triedy	Účinok (katalyzujú...)
1.Oxidoreduktázy	oxidačno- redukčné procesy, prenosy elektrónov medzi substrátmi
2.Hydrolázy	hydrolytické štiepenie väzieb
3.Lyázy	nehydrolytické štiepenie- adičné, eliminačné reakcie alebo štiepenie väzieb C-C, C-N, C-O
4.Izomerázy	izomerické reakcie, vnútramolekulové zmeny v substráte
5.Ligázy (syntetázy)	syntézu dvoch molekúl, za spotreby ATP a uvoľnenia energie
6.Transferázy	prenos skupín medzi substrátmi

### Faktory vplývajúce na enzýmové reakcie

1. Koncentrácia substrátu	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rýchlosť stúpa lineárne so zvyšujúcou sa koncentráciou substrátu</li> <li>Do <b>saturačného bodu</b>- stav obsadenia všetkých aktívnych centier enzýmu</li> </ul>
2. Koncentrácia enzýmu	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rýchlosť reakcie stúpa lineárne s množstvom enzýmu</li> <li>Podmienka- dostatočné množstvo substrátu</li> </ul>
3. Teplota	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aktivita enzýmov stúpa v teplotnom rozpätí 10-40°C</li> <li>Vyššie teploty- hodnota kritického bodu 40-60°C- aktivita enzýmov prudko klesá( <i>denaturácie bielkovín, strata biologickej funkcie</i>)</li> <li>Nižšie teploty- aktivita klesá, až zastavuje sa</li> <li><i>Napr. chladenie a zmrazovanie potravín</i></li> </ul>
4. pH	<ul style="list-style-type: none"> <li>veľmi citlivé na zmenu pH ( <i>denaturácia bielkovín vplyvom kyselín a zásad</i>)</li> <li>Fyziologické pH= 7,4</li> <li><i>Napr. pepsín potrebuje v žalúdku pH=1-2, trypsín zásadité prostredie</i></li> </ul>
5. Prítomnosť aktivátorov/ inhibítorov	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nízkomolekulové látky alebo katióny kovov</li> <li>Spomaľujú alebo aktivujú účinok enzýmu               <ol style="list-style-type: none"> <li><b>Aktivátory</b>- Urýchľujú účinok enzýmu, napr. <math>Mg^{2+}</math></li> <li><b>Inhibítory</b>- Spomaľujú účinok enzýmu</li> </ol> </li> </ul>

### Aktivácia enzýmov

1.Premena neúčinnnej formy na účinnú	<ul style="list-style-type: none"> <li>Odštiepenie časti polypeptidového reťazca a uvoľnenie prístupu substrátu k aktívnemu miestu</li> <li>Aktivácia na inom mieste ako je miesto vzniku enzýmu ( <i>ochrana rozkladu materských buniek- pepsinogén-pepsín</i>)</li> <li><i>Napr. kovové ióny <math>Zn^{2+}</math>, <math>Mg^{2+}</math></i></li> </ul>
2.Alosterická aktivácia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Naviazanie aktivátora na alosterické miesto.</li> <li>Zmena konformácie enzýmu a tvorba vhodných podmienok na naviazanie substrátu na aktívne miesto</li> </ul>

### Inhibícia enzýmov

1.Kompetitívna (konkurenčná)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhibítor s <b>podobnou štruktúrou ako substrát</b></li> <li>Naviaže sa <b>na aktívne miesto</b> (<i>bráni naviazaniu substrátu a vzniku ESK</i>)</li> <li><b>reverzibilná</b>( <i>zvýšením množstva substrátu</i>)</li> </ul>
2.Nekompetitívna (nekonkurenčná)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhibítor <b>nemá podobnú štruktúru ako substrát</b></li> <li>Naviazanie inhibítora <b>mimo aktívne miesto</b> (<i>na reaktívne skupiny enzýmu -SH, -OH, čím spôsobí zmenu štruktúry enzýmu a bráni naviazaniu substrátu</i>)</li> <li><b>ireverzibilná</b>( <i>napr. ťažké kovy</i>)</li> </ul>
3.Alosterická inhibícia	<ul style="list-style-type: none"> <li>naviazanie inhibítora na alosterické miesto</li> <li>zmena konformácie enzýmu, znemožnenie naviazania substrátu</li> </ul>

### Alosterická regulácia bunkou

- prirodzená regulácia činnosti enzýmov a vlastného metabolizmu v bunke
- alosterické aktivátory a inhibítory bunka tvorí sama- medziprodukty metabolizmu
- viažu sa mimo aktívneho miesta ( *alosterické miesto*)
- spôsobujú zmenu konformácie enzýmu ( *terciárnej a kvartérnej štruktúry*) aj aktívneho miesta
- znemožňujú/ umožnia naviazanie substrátu

### Tráviace enzýmy

- Podieľajú sa na trávení potravy prijatej človekom
- Funkciu vykonávajú mimo bunky v ktorej boli syntetizované
- Patria do typu enzýmov- hydroláz
- Pre aktivitu potrebné kyslé prostredie (trypsín zásadité)

názov	Význam v tele
<b>amyláza</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydrolytické štiepenie škrobu na jednoduchšie sacharidy</li> <li>• Tvorená slinnými žľazami a pankreasom</li> <li>• <i>rôzne druhy, napr. <math>\alpha</math>- amyláza( ptyalín)- v slinách, štiepi 1→4 glykozidovú väzbu</i></li> </ul>
<b>pepsín</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydrolyticky štiepi peptidové väzby v bielkovinách v žalúdku</li> <li>• Vzniká v sliznici žalúdku</li> </ul>
<b>trypsín</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydrolyticky štiepi peptidové väzby v bielkovinách v tenkom čreve</li> <li>• Vzniká v pankrease</li> </ul>
<b>lipáza</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydrolytický rozklad lipidov</li> <li>• Vzniká v pankrease ale aj iných tkanivách</li> </ul>

### Využitie enzýmov

1. potravinárstvo (*pivo, pečivo, syry, ocot, etanol*)
2. textilný priemysel ( *vyhladenie, odžmolkovanie, zvýšenie lesku, odstránenie škrobového obalu na tkanine, zošúchanie rifľoviny*)
3. medicína (*stanovenie  $\alpha$ -amylázy v krvi, moči- zápal pankreasu, obličiek*)
4. trávenie v tráviacej sústave
5. spracovanie papiera a celulózy
6. zmäkčovanie kože
7. poľnohospodárstvo- prísady do krmív pre zvieratá
8. súčasť pracích práškov (*pri nízkych teplotách*)