

## DELOVANJE ENOSTAVNIH KATALIZATORJEV

### Uvod

### Encimi

Encimi oz. fermenti so beljakovine ali beljakovinski kompleksi, ki katalizirajo biokemične reakcije v živih ali neživih celicah, kar pomeni, da uravnava hitrost in smer teh reakcij. Molekule, s katerimi encim reagira, imenujemo substrat. Dela encimske in substratne molekule se skladata po modelu ključ – ključavnica. Pri taki vezavi se medatomske sile tako preuredijo, da se aktivacijska energija (energija, ki je potrebna za začetek reakcije) zmanjša in reakcija zlahka steče brez da bi se spremenila temperatura in pritisk v celici.

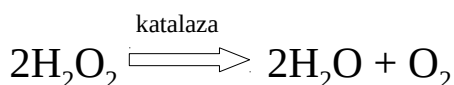
Večina encimov je zgrajenih iz dveh delov: iz beljakovinskega dela (apoencim) in iz nebeljakovinskega dela (kofaktor). Celoten encim se imenuje holoencim. Kofaktor je lahko kovinski ion (npr.  $Zn^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ) ali koencim – kompleksna organska spojina (največkrat so to vitamini). Encime izdelujejo živi organizmi. Ker so encimi po kemični zgradbi beljakovine, ne prenesejo visokih temperatur ter nizkih ali visokih pH vrednosti.

Encimi so specifični biokatalizatorji, kar pomeni, da vsak encim deluje le na točno določene substrate (včasih na le enega) oz. pospešuje le eno reakcijo. Beljakovinski del ima na svoji površini odprtino, v katero se lahko usedejo samo molekule s točno določeno zgradbo. Ko se molekula namesti v odprtino, jo aktivna skupina ali koencim polarizira in tako poveča njeno sposobnost reagiranja, sam encim pa se pri reakciji ne spremeni.

Encimsko katalizirana reakcija poteče v delčku sekunde. Velikokrat poteče po več tisoč takih reakcij na sekundo. Encimske reakcije so izredno hitre.

Snovem, ki delujejo podobno kot encimi, pravimo katalizatorji. Katalizatorji so lahko tudi nebeljakovinski, npr.  $MnO_2$ ,  $V_2O_5$  in kovine Ir, Rh, Pt, ...

Pri kemičnih reakcijah v živih celicah kot stranski produkt nastaja strupena snov vodikov peroksid ( $H_2O_2$ ). Ker je strupen, ga mora celica nemudoma razgraditi na neškodljive snovi. Njegovo razgradnjo omogoča encim katalaza, ki ga med drugim najdemo v jetrih in krompirju.



### Namen in cilji

Cilji vaje:

- primerjava učinka encima z učinkom anorganskega katalizatorja

- ugotavljanje delovanje katalaze v odvisnosti od temperature, pH vrednosti, velikosti delcev
- dokazovanje, da se encimi pri reakcijah ne porablajo

Delovne hipoteze:

- katalaza deluje hitreje od nebeljakovinskega katalizatorja
- pesek ne bo kataliziral reakcijo
- katalaza bo najhitreje katalizirala reakcijo pri tempeaturi okoli 37°C
- katalaza ne bo delovala v vreli vodi, v ledeni pa bo, ampak počasneje
- katalaza bo najhitreje učinkovala v nevtralnem pHju

# Postopek

Material:

- epruvete
- vodikov peroksid
- manganov dioksid
- košček jeter
- krompir
- pesek
- vodno kopel z ledeno, vrelo in vodo na temperaturi 38,8°C
- destilirana voda
- NaOH
- HCl
- erlenmajerica

Hitrost reakcij smo merili glede na količino sproščenega kisika (mehurčke) in določili s številkami:

0 = ni reakcije

1 = počasna reakcija

2 = zmerna reakcija

3 = hitra reakcija

4 = zelo hitra reakcija

## Učinek katalizatorja

V dve epruveti smo nalili vodikov peroksid ( $H_2O_2$ ). V prvo epruveto smo dodali pesek, vendar reakcija ni stekla. V drugo epruveto smo dodali manganov dioksid ( $MnO_2$ , črn prah), začeli so izhajati mehurčki, reakcija je stekla s hitrostjo 1,5.

## Učinek encima

V dve epruveti smo nalili vodikov peroksid ( $H_2O_2$ ). V prvo epruveto smo dodali košček jeter, reakcija je stekla s hitrostjo 3,5. V drugo epruveto smo dodali košček krompirja, reakcija je stekla s hitrostjo 1,5. Pri obeh epruvetah so izhajali mehurčki in epruveti sta se segreli (reakcija je eksotermna).

## Ponovna uporaba encima

Pri poskusu smo izhajali iz dejstva, da se encim ne porablja. Tekočino z jetri iz prejšnjega poskusa smo razdelili v 2 epruveti, v vsaki novi epruveti je bila tekočina s koščkom jeter in v obeh reakcija ni potekala. V prvo epruveto smo dodali svež košček jeter, vendar reakcija še vedno ni potekla. V drugo epruveto smo dolili svež vodikov peroksid in reakcija je stekla s hitrostjo 3,5.

S tem smo dokazali, da se ni porabil encim v jetrih, v prvi epruveti pa reakcija ni potekala, ker ni bilo več substrata.

## Vpliv velikosti delcev

Zmleli smo krompir in jetra s peskom in ju dali v dve epruveti z vodikovim peroksidom. Reakcija v epruveti z zmečkanimi jetri je stekla s hitrostjo 4, v epruveti z zmečkanim krompirjem pa s hitrostjo 2.

## Vpliv temperature

Kuhali smo jetra 5 minut v vreli in dodali 1 ml  $H_2O_2$ . Reakcija ni potekla (ni bilo mehurčkov).

V drugi epruveti smo imeli ohlajena jetra in ohlajen  $H_2O_2$  pri temperaturi  $3^\circ C$ . Reakcija je stekla s hitrostjo 2,5.

Tretjo epruveto z jetri in  $H_2O_2$  smo imeli v vodni kopeli s temperaturo  $36,8^\circ C$ . Reakcija je potekla s hitrostjo 4.

## Vpliv pH

Vzelo smo 3 epruvete, v prvo smo natočili HCl, v drugo destilirano vodo, v tretjo NaOH. Jetra smo zmečkali in jih dali v vse 3 epruvete. Z univerzalnim indikatorjem smo izmerili pH v epruvetah. V prvi epruveti smo izmerili pH 1, reakcija ni potekla. V drugi epruveti smo izmerili pH 6, reakcija je potekla s hitrostjo 4. V tretji epruveti smo izmerili pH 11, reakcija ni potekla.

## Proizvodi reakcije

$H_2O_2$  in jetra smo dali v erlenmajerico z zamaškom s cevko. Drugo stran cevke smo potopili v vodo in v epruveto lovili mehurčke, ki so izhajali iz cevke (z lovljenjem mehurčkov smo počakali nekaj sekund, da se zraj iz erlenmajerice zamenjal s kisikom, ki je nastajal kot produkt reakcije med  $H_2O_2$  in encimom v jetrih). Tlečo trsko smo nato dali v epruveto. Trska je zagorela, s tem smo dokazali kisik.

## Rezultati

tabela 1: hitrost reakcije

Dodana snov	Hitrost reakcije
Pesek	0
$MnO_2$	1,5
Jetra	3,5
Krompir	1,5

tabela 2: ponovna uporaba encima

Epruveta 1		Epruveta 2	
Vsebina	Hitrost	Vsebina	hitrost
Tekočina z jetri iz prejšnjega poskusa	0	Tekočina z jetri iz prejšnjega poskusa	0
Tekočina z jetri iz prejšnjega poskusa + jetra	0	Tekočina z jetri iz prejšnjega poskusa + vodikov peroksid	3,5

*tabela 3: vpliv velikosti delcev*

<b>Snov</b>	<b>Hitrost</b>
Zmlet krompir	2
Zmleta jetra	4

*Graf 1: hitrost encimske reakcije v odvisnosti od temperature*

*Graf 2: hitrost encimske reakcije v odvisnosti od pH vrednosti*

## Razprava

Encimske reakcije so hitrejše od tistih, ki jih katalizirajo organski katalizatorji.

Encim se pri reakciji ne spreminja, zato se lahko pri reakciji ponovno uporabi.

Pesek nam je pomagal pri mletju jeter, da je bila reakcija hitrejša zaradi manjših delov jeter in ne zaradi prisotnosti peska nas prepriča poskus, ko smo dali v vodikov peroksid samo pesek in reakcija ni potekla.

Encimi v jetrih niso več katalizirali reakcije, ko smo jih kuhali 5 minut v vreli vodi, ker so zaradi toplote nepovratno koagulirali. Po pričakovanjih je reakcija stekla najhitreje pri temperaturi 38,8°C, kar je logično, saj so bili encimi iz živalskega telesa, ki ima približno tako temperaturo.

Hitrost je bila večja tako pri zmletem krompirju kot pri zmletih jetrih napram nezmetimi, ker smo z mletjem povečali površino, s tem se je sprostilo več encima. Reakcija torej poteka hitreje, če so delci manjši

Nismo izmerili hitrosti encimske reakcije v čisto nevtralnem okolju, saj čeprav ima destilirana voda pH 7, se na zraku v njej začne topiti CO<sub>2</sub> in tako da šibka ogljikova kislina vodi rahlo kisel pH. Kljub napaki smo ugotovili, da katalaza ne deluje niti v zelo kislem niti v zelo bazičnem okolju, ampak ji najbolj ustreza nevtralen pH.

## Zaključek

Encimske reakcije so hitrejše reakcij, ki jih katalizirajo organski katalizatorji.

Encim se pri reakciji ne porablja.

Hitrost encimske reakcije je odvisna od:

- pH
- velikosti delcev
- količine substrata
- temperature

Z vajo smo dosegli namene in cilje dela.

## Literatura

- Encim [online]. Dostopno na: <http://sl.wikipedia.org/wiki/Encim>
- Dermastia, Marina, in Turk, Tom. 2007. Od molekule do celice – učbenik za splošno gimnazijo. Ljubljana: Rokus Klett. ISBN 978-961-209-457-7