

## Delovanje enostavnih katalizatorjev

### Uvod

Katalizatorji so snovi, ki z nižanjem aktivacijske energije pospešijo kemijske reakcije in se pri tem kemično ne spremenijo. Katalizatorje srečamo v velikih industrijskih obratih kjer jih snovem dodajajo, da bi pri nižjih temperaturah dosegli enak učinek reakcije in bi s tem prihranili z energijo. Katalizatorji so prisotni tudi v človeškem telesu, kjer imajo enako funkcijo. Najpomembnejša vloge encimov v telesu je razkroj organizmu škodljivih snovi v neškodljive. Sicer pa se za katalizatorje v živih organizmih uporabljata imeni biokatalizator in encim.

### Namen vaje

- \* Spoznati razlike in podobnosti v delovanju anorganskega katalizatorja in encima
- \* Spoznati dejavnike, ki vplivajo na delovanje encimov (pH, temperatura, velikost delcev)
- \* Razumeti pomen encimov v živih celicah
- \* Spoznati encim katalazo in njeno vlogo v celicah

### Materiali

- \* Erlenmajerica
- \* Manganov dioksid v prahu
- \* Sveža 3% raztopina vodikovega peroksida
- \* Destilirana voda
- \* Koščki svežih jeter in krompirja
- \* Epruvete
- \* Termometer
- \* Držalo za epruveto
- \* Kopel z vrelo vodo
- \* Ledena kopel
- \* Kopel sobne temperature
- \* Steklena paličica
- \* Kremenčev pesek
- \* Univerzalni indikatorske papir
- \* Nož
- \* Raztopina natrijevega hidroksida
- \* Raztopina klorovodikove kisline
- \* Terilnica in pestilo
- \* Lesene trske
- \* Vžigalice
- \* Gumijaste cevke
- \* Gorilnik

### Postopek

### 1. Razkroj H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> s segrevanjem (brez katalizatorja)

Epruveto, v katero smo nalili 5ml 3% raztopine H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, smo segrevali, tako da se je vodikov peroksid začel razkrajati v produkte razgradnje, od katerih je eden plin. S tlečo trsko smo ugotovili kateri plin je nastal.

### 2. Delovanje katalizatorja in delovanje encima

Raztopino H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> smo nalili v dve epruveti (približno do višine 2cm), v eno smo dodali malo peska v drugo pa približno enako manganovega oksida.

### 3. Učinek encima

V dve čisti epruveti smo nalili enako količino H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. V eno smo dodali za riževo zrno velik košček jeter v drugo pa enako velik košček krompirja.

### 4. Ponovna uporaba encima

Tekočino iz epruvete z jetri iz prejšnjega poskusa smo razdelili v dve čisti epruveti. Tudi jetra smo razdelili in dali v vsako epruveto en košček. V prvo epruveto smo dodali še košček svežih jeter v drugo pa smo dolili še 1ml svežega H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

### 5. Vpliv velikosti delcev na delovanje encima

Nekaj koščkov jeter smo zmečkali s kremenčevim peskom in jih dali v epruveto. Ravno tako smo naredili s koščki krompirja in jih dali v drugo epruveto. V obe epruveti smo nato dodali še po 2ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

### 6. Vpliv temperature na delovanje encima

Prekuhana zmečkana jetra smo dali v epruveto in nato dodali 1ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. V dve epruveti smo dali H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in eno ohlajali v ledeni kopeli drugo pa segreli v topli kopeli (37°C). Potem smo v obe epruveti dodali košček jeter.

### 7. Vpliv pH na delovanje encima

V tri čiste epruvete smo dali malo z kremenčevim peskom zmečkanih jeter. V prvo epruveto smo dodali 2ml destilirane vode, v drugo 2ml NaOH in v tretjo 2ml HCl. Zapisali smo pH vsake epruvete ter nato v vsako dodali še 2ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

### 8. Produkti reakcije

Plitvo posodo smo napolnili do treh četrtin. Z vodo smo napolnili tudi dve epruveti in ju postavili v plitvo posodo. Jetra zmečkana z kremenčevim peskom smo dali v erlenmajerico in dolili 100 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. po petih sekundah smo zamašili erlenmajerico z zamaškom, na katerega je pritrjena cevka. Drugi konec cevke smo vtaknili pod vodo v ustje epruvete. Zbrali smo dve epruveti plina.

### 9. Dokaz produktov reakcije

Vzeli smo prvo epruveto in jo obrnili z ustjem navzdol. K ustju smo približali gorečo vžigalico. Drugo epruveto smo obrnili z ustjem navzdol. V ustje smo vtaknili tlečo trsko.

Pri poskusih smo hitrost reakcije označili takole:

0 = ni reakcije

1 = počasna reakcija

2 = zmerna reakcija

3 = hitra reakcija

4 = zelo hitra reakcija

### **Rezultati**

#### 1. Razkroj $H_2O_2$ s segrevanjem (brez katalizatorja)

V epruveti v kateri je bila raztopina  $H_2O_2$  je nastal kisik kot produkt razkroja, kar smo ugotovili s tlečo trsko. Reakcija  $2 H_2O_2 \rightarrow H_2O + O_2$

#### 2. delovanje katalizatorja in delovanje encima

Epruveta	Dodane snovi	Hitrost reakcije
1	$H_2O_2$ + pesek	0
2	$H_2O_2$ + $MnO_2$	4

Tabela 1: Učinek katalizatorja

#### 3. Učinek encima

Epruveta	Dodane snovi	Hitrost reakcije
1	$H_2O_2$ + krompir	2
2	$H_2O_2$ + jetra	3

Tabela 2: Učinek encima

#### 4. ponovna uporaba encima

Epruveta	Dodane snovi	Hitrost reakcije
1	$H_2O_2$ + jetra + nova jetra	0
2	$H_2O_2$ + jetra + $MnO_2$	3

Tabela 3: Ponovna uporaba encima

#### 5. vpliv velikosti delčkov

Epruveta	Dodane snovi	Hitrost reakcije
1	jetra + pesek + $H_2O_2$	4
2	krompir + pesek + $H_2O_2$	2

Tabela 4: Vpliv velikosti delcev

#### 6. Vpliv temperature

Epruveta	Dodane snovi	Temperatura	Hitrost reakcije
1	vrela jetra + $H_2O_2$	100°C	0
2	$H_2O_2$ + jetra	37°C	4
3	$H_2O_2$ + jetra	0°C	2

Tabela 5: Vpliv temperature

7. Vpliv pH

Epruveta	Dodane snovi	PH	Hitrost reakcije
1	Jetra + pesek + destilirana voda + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	7	3
2	Jetra + pesek + NaOH + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	14	2
3	Jetra + pesek + HCl + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1	0

Tabela 6: Vpliv pH

8. Produkti reakcije

Ko smo tlečo trsko približali navzgor obrnjeni epruveti, je le ta zagorela. S tem smo dokazali kisik. Z gorečo vžigalico in navzdol obrnjeno epruveto pa smo dokazali vodik.

Diskusija

Pri vaji smo opazovali delovanje encima katalaze, ki pospešuje razkroj vodikovega peroksida. Njeno delovanje smo primerjali z delovanjem nebeljakovinskih katalizatorjev in ugotovili v kakšnih razmerah deluje.

Opazili smo, da se da vodikov peroksid razgraditi tudi z nebeljakovinskimi katalizatorji – uporabili smo MnO<sub>2</sub>. Reakcija je bila burna, sprostito se je tudi več zunanje energije – toplote, kar pa ni primerno za naše celice, zato ta reakcija v telesnih celicah ne poteka. Ko smo MnO<sub>2</sub> dodali pesku, reakcija ni potekla.

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dodamo krompirju in pri tem zaznamo počasnejšo reakcijo, kot pa če ga dodamo jetrom. To nam kaže na to, da krompir vsebuje nekaj encima katalaze, vendar manj kot pa jetra. Podobne razlike bi lahko opazili tudi med celicami naših tkiv. Jetra so zelo aktivna.

S ponovnim dodajanjem H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> smo dokazali, da se encim res ne uniči in še vedno deluje.

Dokazali smo tudi, da pri zmečkanih jetrih poteče hitrejša reakcija kot pa pri enaki količini jeter v enem koščku. Reagirajo samo encimi na površini. Encimi v notranjosti ne bi prišli do substrata. S tem, ko zdrobimo jetra, povečamo površino na kateri reagira katalaza.

Vpliv temperature smo opazovali v poskusu 6. Ugotovili smo, da je encim občutljiv na temperaturo. Reakcija z vrelimi jetri ni potekla, reakcija z mrzlimi jetri pa je bila počasna. Pri telesni temperaturi poteče najhitrejša reakcija.

Opazovali smo tudi vpliv pH na delovanje encima. Opazili smo, da reakcija poteče od nevtralnega (pH = 7) do bazičnega (pH = 14). V kislem okolju (pH = 1) reakcija ne poteče.

**Zaključek**

Encimi so za nas življenjskega pomena, saj brez njih ne bi mogle poteči reakcije snovi, ki nastajajo med metabolizmom v našem telesu, npr. razpad  $H_2O_2$ , saj je za razpad vodikovega peroksida potrebna zelo visoka temperatura, kakršne naše telo ne bi moglo prenesti. Encimi pa zmanjšajo aktivacijsko energijo.

Ugotovili smo, da se drugače strupeni  $H_2O_2$  s pomočjo encima katalaze spremeni v neškodljive elemente, ki jih človeško telo potrebuje in sicer  $H_2O$  in  $O_2$ .

Katalizatorji sodelujejo v reakciji, vendar se pri tem ne spreminjajo in ne porabljajo. Kar vidimo v postopku 4, ko smo ponovno uporabili encim in je spet potekla reakcija, ko smo dodali svež  $H_2O_2$ . Molekula katalizatorja se veže na reagirajočo molekulo in tako zniža njeno aktivacijsko energijo, da se reakcija lahko začne. Takoj zatem se katalizatorska molekula sprosti in poveže z naslednjo reagirajočo molekulo. Katalizatorji vplivajo na hitrost reakcij.

Videli smo, da anorganski katalizator in encim pospešujeta reakcije, vendar je reakcija pri anorganskem katalizatorju potekla hitreje. Encim je katalizator živih bitij zato ga imenujemo tudi biokatalizator.

Ugotovili smo, da si brez katalizatorjev ne moremo predstavljati življenja, saj bi drugače potrebovali preveč energije in naše celice bi morale biti dosti bolj odporne na temperature, in snovi, ki nastajajo pri metabolizmu.

Encimi v živih organizmih so sestavljeni iz beljakovinskega in nebeljakovinskega dela.

To pomeni da pri segrevanju nad 45 stopinj Celzija zakrknejo in prenehajo delovati.

Encimi so najbolj dejavni pri sobnih temperaturah in pri temperaturah ki je značilna za živali s stalno telesno temperaturo. Pri ohlajanju se njihovo delovanje upočasni. Na njihovo delovanje deluje tudi pH okolja, v katerem delujejo.

**Literatura:**

- ★ Pevec, S. (1999). BIOLGIJA – Laboratorijsko delo. Ljubljana: DZS
- ★ Drašler, J. et al. (2005). BIOLOGIJA – Navodila za laboratorijsko delo. Ljubljana: DZS
- ★ Stušek, P. et al. (2001). Biologija 1 – Celica. Ljubljana: DZS