# Delovanje enostavnih katalizatorjev

## Uvod

Aktivacijska energija je potrebna za začetek vsake metabolne reakcije. Katalizatorji imajo sposobnost zniževanja aktivacijske energije substratnih molekul in omogočajo, da med seboj hitreje reagirajo. V reakcijah se ne spreminjajo ali porabljajo. Encimi so biokatalizatorji, torej se nahajajo v živih bitjih. Zgrajeni so iz beljkovinskega in nebeljakovinskega dela, ki ga med drugim lahko sestavljajo tudi vitamini ali minerali. Z aktivnim mestom encim prepozna podlago (substrat), s katero se poveže v kompleks encim-substrat. Reakcija poteče, encim se odcepi in stopi v novo reakcijo. Če mora encim prepoznati podlago, to pomeni, da deluje specifično, nanj pa vpliva tudi temperatura, pH in koncentracija substrata.

Anorganske katalizatorje pa najdemo v naravi. Spoznali smo encim katalazo in manganov dioksid, ki razgrajujeta vodikov peroksid (H2O2), ki nastaja pri kemičnih reakcijah v živih celicah kot stranski proizvod, ker pa je strupen, ga mora celica takoj razgraditi.

Vodikov peroksid (H2O2) je kemična snov, ki nastaja kot stranski proizvod pri kemičnih reakcijah v živih celicah. Ker je strupen, ga mora celica takoj razgraditi. Pri razkroju sodeluje snov - katalizator - ki pospešuje kemične reakcije. Katalizatorje v živih celicah imenujemo encimi ali fermenti. Encimi so kemično beljakovine.

Pri tem laboratorijskem delo bomo opazovali delovanje encima katalaze, ki pospešuje razkroj vodikovega peroksida. Katalazo najdemo v tkivih. Primerjali bomo njeno delovanje z delovanjem nebeljakovinskih katalizatorjev in ugotovili v kakšnih razmerjih deluje.

## Namen vaje

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

## Pripomočki

* erlenmajerica
* manganov dioksid v prahu
* sveža 3% razstopina vodikovega peroksida
* destilirana voda
* koščki svežih govejih jeter in krompirja
* epruvete
* valji s prostornino 350 ml
* pinceta
* termometer
* držalo za epruveto
* kopel z vrelo vodo
* ledena kopel
* kopel sobne temperature
* steklena paličica
* kremenčev pesek
* univerzalni indikatorske papir
* skalpel
* razstopina natrijevega hidroksida
* razstopina klorovodikove kisline
* kristalizirka
* terilnica in pestilo
* lesene trske
* vžigalice
* dve veliki epruveti
* gumijaste cevke
* steklene cevke
* preluknjani zamaški
* gorilnik
* stativ s tremi mufami in prižemami

## Potek dela

Hitrost reakcij smo označevali po tabeli iz navodil

0 = ni reakcije

1 = počasna reakcija

2 = zmerna reakcija

3 = hitra reakcija

4 = zelo hitra reakcija

1. **razkroj H2O2 s segrevanjem (brez katalizatorjev)**

Pripravili smo aparaturo za zbiranje plina, ki nastaja pri razgradnji H2O2. Nato smo naleli v epruveto 5 ml 3% rastopine H2O2 in jo previdno segrevali tako, da se je H2O2 začel razkrajati v produkte razgradnje, od katerih je eden plin. Plin smo zbirali v aparaturi. S tlečo trsko pa smo ugotovili, kateri plin je nastajal.



aparatura za zbiranje plina

1. **delovanje katalizatorja in delovanje encima**

Nalili smo razstopino H2O2 v dve epruveti približno do višine 2 cm. V eno smo dodali malo drobnega peska, v drugo pa približno enako količino manganovega dioksida. Za vsako snov smo zamenjali žlički, da nebi prišlo do mejšanja med snovmi.

1. **učinek encima**

V dve čisti epruveti smo nalili enaki količini H2O2. V eno smo dodali riževo zrno velik košček jeter, v drugo pa enako velik košček krompirja. Košček jeter smo držali v epruveti s pomočjo paličice, dokler ni potekla reakcija.

1. **ponovna uporaba encima**

Tekočino iz epruvete z jetri iz prejšnjega poskusa smo razdelili v 2 čisti epruveti. Tudi jetra smo razdelili na dva dela in smo v vsako epruveto dali en košček. V prvo epruveto smo dodali še košček svežih jeter, v drugo pa dolili še 1 ml svežega H2O2.

1. **vpliv velikosti delcev na delovanje encima**

V eno epruveto smo dali nekaj koščkov jeter v velikosti riževih zrn, v drugo pa nekaj koščkov krompirja. V obe epruveti smo vsuli malo peska in ves material previdno zmečkali s stekleno paličico. Nato smo dodali v vsako epruveto 2 ml H2O2.

1. **vpliv temperature na delovanje encima**

Nekaj zmečkanih jeter na dnu epruvete smo postavili za 5 minut v vrelo vodo. Potem smo dodali kuhanim jetrom približno 1ml svežega H2O2.

V dve epruveti pa smo dali 1 ml H2O2. Eno epruveto smo za 5 minut postavili v toplo vodno kopel, drugo pa v ledeno. Potem smo vzeli obe epruveti iz vodnih kopelih in v vsako dodali košček jeter.

1. **vpliv pH na delovanje encima**

V vsako izmed treh čistih epruvet smo dali majhne koščke jeter in malo peska ter vse skupaj zmečkali z stekleno paličico. V prvo epruveto smo dodali 2 ml destilirane vode, v drugo 2 ml natrijevega hidroksida in v tretjo 2 ml klorovodikove kisline. Nato smo si zapisali pH vsake epruvete. V vsako epruveto smo nalili še 2 ml H2O2.

1. **produkti reakcije**

Plitvo posodo smo napolnili z vodo do treh četrtin. Z vodo smo napolnili še dve večji epruveti in ju obrnili v plitvo posodo - ustje epruvete je bilo pod vodno gladino. Prosti konec cevi, ki je bil pritrjen na zamašek smo vtaknili pod vodo v ustje epruvete. V terilnici smo zmečkali vejčjo količino jeter s približno enako količino drobnega peska. Mešanico smo dali 250 ml erlenmajerico dolili še 100 ml H2O2. Po petih sekundah smo zamašili erlenmajerico z zamaškom, na katerega je pritrjena cevka. Plin smo zbrali v dve epruveti.

1. **dokazovanje produktov reakcije**

Prvo epruveto z plinom smo obrnili z ustjem navzdol, ter k ustju približali gorečo vžigalico. Drugo epruveto s plinom smo obrnili z ustjem navzgor in v njo vtaknili tlečo trsko.

Rezultati

1. **razkroj H2O2 s segrevanjem (brez katalizatorjev)**

Reakcija je potekla hitro. Kot produkta pa sta nastala voda ter kisik, ki smo ga dokazali z tlečo trsko. Kot produkta segrevanja vodikovega peroksida sta nastala voda in kisik.

2H2O2  2H2O + O2

Razkroj H2O2 v živih celicah bi potekel s pomočjo katalizatorjev, ki omogočajo potek pri nižji aktivacijski temperaturi drugače pa bi celice pomrle zaradi previsoke temperature, ki bi bila potrebna za potek reakcije.

1. **učinek katalizatorja**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Epruveta | Dodane snovi | Hitrost reakcije |
| 1 | H2O2 + pesek | 0 |
| 2 | H2O2 + manganov dioksid | 4  |

1. **učinek encima**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Epruveta | Dodane snovi | Hitrost reakcije |
| 1 | H2O2 + jetra | 3 |
| 2 | H2O2 + krompir | 2  |

1. **ponovna uporaba encima**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Epruveta | Dodane snovi | Hitrost reakcije |
| 1 | stari H2O2 + jetra (stara in sveža) | 0 |
| 2 | stari H2O2 + stara jetra + sveži H2O2 | 2  |

1. **vpliv velikosti delčkov**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Epruveta | Dodane snovi | Hitrost reakcije |
| 1 | H2O2 + jetra + pesek | 4 |
| 2 | H2O2 + krompir + pesek | 3  |

1. **vpliv temperature**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Epruveta | Dodane snovi | Temperatura | Hitrost reakcije |
| 1 | H2O2 + kuhana jetra | 1000°C | 0 |
| 2 | H2O2 + jetra + topla kopel | 370°C | 3 |
| 3 | H2O2 + ledena kopel + jetra | -10°C | 2 |

1. **vpliv pH**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Epruveta | Dodane snovi | pH | Hitrost reakcije |
| 1 | H2O2 + jetra + pesek + voda | 7 | 1 |
| 2 | H2O2 + jetra + pesek + NaOH | 11,5 | 0 |
| 3 | H2O2 + jetra + pesek + HCl | 1 | 0 |

1. **produkti reakcije**

Produkti reakcije so vodik, ki smo ga dokazali z vžigalico in kisik, ki smo ga dokazali z tlečo trsko.

## Zaključek in diskusija

V vaji smo ugotavljali kako delujejo katalizatori. Usmerili smo se katalizator katalazo in na dejavnike, ki so vplivali na njega.

Ugotovili smo, da je mogoče H2O2 razgraditi tudi z nebeljakovinskim katalizatorjem in sicer smo to dokazali z katalizatorjem MnO2.

Pri sproščanju H2O2, ko nanj delujejo encimi nastaja plin kisik, v erlenmajerici po končni reakciji pa bi ostala voda.

 2H2O2  2H2O + O2

Ugotavljali smo, katera snov se je spremenila pri reakciji med H2O2 in jetri. Prišli smo do zaključka, da se je spremenil H2O2, kar vidimo v točki 4, ko smo dodali svež H2O2 je reakcija potekla, ko pa smo dodali sveža jetra pa reakcije ni bilo.

**Dejavniki:**

*temperatura*

Ugotovili smo, da visoka (1000°C) temperatura zavira hitrost reakcije, ali pa reakcija sploh ne poteče iz česa lahko sklepamo, da uniči ali zavre katalizator, kateri reakcijo pospeši.

Reakcija je bila najhitrejša pri normalni temperaturi (370°C), iz česa lahko sklepamo, da je pri tej temperaturi katalizator najbolj dejaven, in da je to idealna temperatura za katalazo.

Pri temperaturi pod ničlo (-10°C), pa je reakcija stekla počasneje kot pri normalni temperaturi.

Ugotovili smo tudi, da se drugače strupeni H2O2 s pomočjo encima katalaze spremeni v neškodljive, ki jih človeško telo potrebuje in sicer H2O in O2.

*velikost delcev*

Iz rezultatov, ki smo jih dobili vidimo, da če so delci manjši reakcija hitreje poteče, kot če so delci v kosu in veliki.

*pH*

Ugotovili smo, da reakcije potečejo samo v nevtralnem okolju in sicer v postopku 7. Razvidno je, da reakcija ni potekla v bazičnem in kislem okolju. Lahko sklepamo, da bazičnost in kislost negativno vplivata na katalizatorje.

Encimi so za nas življenskega pomena, saj brez njih ne bi mogle potečti reakcije snovi, ki nastajajo med metabolizmom v našem telesu, npr. razpad H2O2, saj je za razpad vodikovega peroksida potrebna zelo visoka temperatura, kakršne naše telo ne bi moglo prenesti. Encimi pa zmanjšajo aktivacijsko energijo.

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 H2O2. 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.

**Sklepi**

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.

Ugotovili smo, da katalizatorji v različnih pogojih delujejo drugače. In da ne delujejo v bazičnih in kislih okoljih.

Ugotovili smo tudi, da se katalizatorji ne porabijo ali uničijo ampak vstopajo v nadaljne reakcije.

Vaja je potekala hitro in brez zapletov. Pri tej vaji je bilo potrebno dobro opazovanje hitrosti reakcij.

## Viri

* Smilja Pevec: BIOLOGIJA, Laboratorijsko delo, DZS, Ljubljana 1999, strani 25 do 29.
* Drašler, Gogala, Povž in ostali: BIOLOGIJA, Navodila za laboratorijsko delo, DZS, Ljubljana 1998, strani 20 do 22.
* Stušek, Podobnik, Gogala: Biologija 1 – Celica, DZS, Ljubljana 2001, strani 69 do 70