

DELOVANJE KATALIZATORJEV

Cilji eksperimenta:

Opazovanje delovanja encima katalaze, ki pospešuje razkroj vodikovega peroksida, primerjava njenega delovanja z delovanjem nebeljakovinskih katalizatorjev in ugotavljanje razmer, v katerih ta encim deluje.

Uvod:

Vodikov peroksid je kemična snov, ki nastaja kot stranski produkt pri kemijskih reakcijah v živih celicah. Ker je strupen, ga mora celica takoj razgraditi. Molekula H_2O_2 je zelo nestabilna, zato hitro reagira:



Pri razkroju sodeluje snov, ki pospeši kemične reakcije – to so katalizatorji, v živih celicah pa jih imenujemo encimi. Kemično so encimi beljakovine. Razgradnjo vodikovega peroksida v celicah pospešuje encim katalaze, ki ga najdemo v tkivih.

Na encimsko dejavnost vplivajo mnogi dejavniki: temperatura, pH, koncentracija substrata in encima, nekateri antibiotiki (zavirajo delovanje specifičnih bakterijskih encimov). Kot pri ostalih katalizatorjih tudi za encime velja, da je pri višji temperaturi hitrost reakcije višja, vendar pa je pri encimih to res samo do določene temperature, in sicer okrog 45–50°C, saj se pri teh t. encimi uničijo (uniči se vodni ovoj). Če je pH nizek, je na encimu več prostih pozitivnih nabojev. Nekateri encimi delujejo v kislem okolju bolje kot v alkalnem, načeloma pa najbolje delujejo v okolju, kjer je pH 7. Na hitrost reakcije vpliva tudi velikost delcev: pri manjših delcih je površina večja, zato je tudi hitrost večja.

Materiali:

- manganov dioksid v prahu
- dve plastični žlički
- sveža 3% raztopina vodikovega peroksida
- destilirana voda
- koščki svežih jeter in krompirja
- graduirane epruvete
- menzura
- pinceta
- termometer
- držalo za epruveto
- kopel z vrelo vodo
- ledena kopel
- kopel sobne temperature
- steklena paličica
- droben pesek
- univerzalni indikatorski papir
- skalpel
- 0,1 M raztopina natrijevega hidroksida
- 0,1 M raztopina klorovodikove kisline
- 250 ml erlenmajerica
- kristalizirka
- lesene trske
- vžigalice

Metode dela:

Pri poskusih označite hitrost reakcije takole:

- 0 = ni reakcije
- 1 = počasna reakcija
- 2 = zmerna reakcija
- 3 = hitra reakcija
- 4 = zelo hitra reakcija

1. *Učinek katalizatorja:* Nalijte raztopino H_2O_2 v dve epruveti do oznake 5 ml. V eno dodajte približno polovico žličke drobnega peska, v drugo pa manj kot četrtino žličke MgO_2 . Opazujte reakcijo v obeh reakcijah in ocenite hitrost reakcije!
2. *Učinek encima:* V dve čisti epruveti nalijte enaki količini H_2O_2 . V eno dodajte za veliko riževo zrno velik košček krompirja, v drugo pa enako velik košček jeter. Košček jeter s paličico pritisnite ob dno epruvete, dokler reakcija ne poteče. Kakšni so rezultati v primerjavi s prvim poskusom? Ocenite in zapišite hitrost reakcij!
3. *Ponovna uporaba encima:* Tekočino iz epruvete z jetri iz prejšnjega poskusa razdelite v dve čisti epruveti. Tudi jetra razdelite na dva dela in dodajte v vsako epruveto en košček. V prvo epruveto dodajte še svež košček jeter, v drugo pa dolijte še 1 ml H_2O_2 . Opazujte reakciji.
4. *Vpliv velikosti delčkov:* Dajte nekaj koščkov jeter v velikosti riževih zrn v eno in nekaj enako velikih koščkov krompirja v drugo epruveto. V epruveti vsujte malo peska in ves material previdno zmečkajte s stekleno paličico. Nato dodajte v epruveti po 5 ml H_2O_2 . Kakšni so dobljeni rezultati v primerjavi s tistimi, ki ste jih dobili z nezmečkanih koščki jeter in krompirja? Določite hitrost reakcije!
5. *Vpliv temperature:* Dajte nekaj zmečkanih jeter na dno epruvete in jo postavite za 5 minut v vrelo vodo. Potem dodajte kuhanim jetrom 5 ml svežega vodikovega peroksida. Opazujte in zapišite si hitrost reakcije!
Vzemite štiri epruvete in dajte v dve po 5 ml H_2O_2 , v ostali dve pa koščka jeter. Postavite za 5 minut eno epruveto s H_2O_2 in eno z jetri v toplo vodno kopel, ostali dve pa v ledeno vodno kopel. Potem vzemite epruvete iz njihovih kopeli in hkrati prelijte vodikov peroksid v epruveti z jetri. Primerjajte hitrosti reakcij!
6. *Vpliv pH:* V vsako izmed treh čistih epruvet dajte majhen košček jeter in malo peska ter zmečkajte s stekleno paličico. V prvo epruveto dodajte 5 ml destilirane vode, v drugo 5 ml NaOH in v tretjo 5 ml HCl. Zapišite si pH vsake epruvete! V vsako epruveto vlijte še 5 ml H_2O_2 . Opazujte in zapišite hitrost posameznih reakcij.
7. *Proizvodi reakcije:* V erlenmajerico dajte približno 1 cm^3 jeter, narezanih na koščke in dolijte 100 ml H_2O_2 . V ustje erlenmajerice vtaknite tlečo trsko. Zapišite, kaj ste opazili! Kaj se zgodi, če se s tlečo trsko dotakneš pene, ki je nastala?

Rezultati:

Tabela 1: Hitrosti reakcij za poskuse 1, 2, 4, 5, 6

št. poskusa	vplivni dejavnik*	hitrost reakcije
1 - učinek katalizatorja	pesek	0
	MgO ₂	1
2 - učinek encima	jetra	3
	krompir	1
4 - vpliv velikosti delcev	jetra	4
	krompir	2
5 - vpliv temperature	100°C	0
	41°C	2
	1°C	3
6 - vpliv pH	6	4
	1	2
	13	3

*vplivni dejavnik – pri različnih poskusih gre tu za različne dejavnike (glede na vplive, ki smo jih želeli preveriti):

1, 2, 4 – dodana snov

5 – temperatura vode, v katero smo dali epruvete

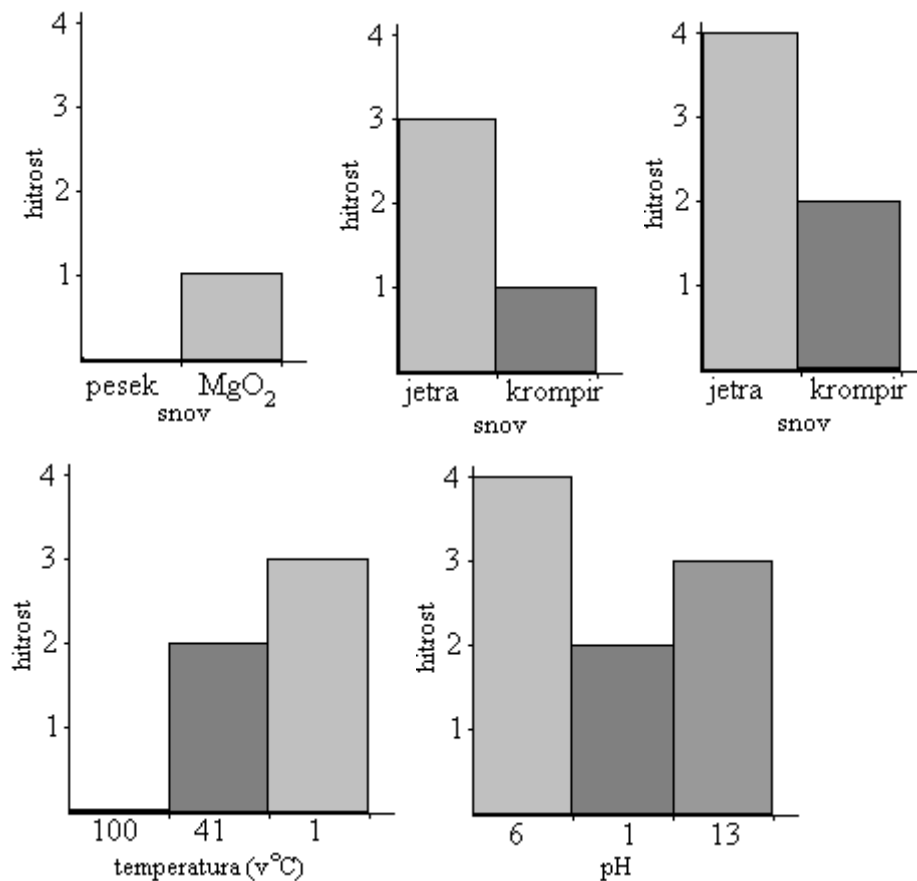
6 – pH dodane snovi (pri tem, da ima destilirana voda pH 6, HCl 1 in NaOH 13)

Tabela 2: Poskus št. 3 (Ponovna uporaba encima)

dodana snov	potek reakcije
košček jeter	NE
vodikov peroksid	DA

Poskus št. 7: Proizvodi reakcije. Ko smo tlečo trsko dali v ustje erlenmajerice, je zagorela. Ko smo se z njo dotaknili pene, je ugasnila.

Grafi hitrosti reakcij:



Zaključek:

1. Pesek ni katalizator vodikovega peroksida, zato reakcija ne poteče, manganov dioksid pa je (anorganski katalizator). Reakcija je počasna.
2. Reakcija s krompirjem poteče počasi, z jetri pa hitreje. Katalizatorji v obeh snoveh so organski (=encimi), reakciji potečeta hitreje, kot prvi dve.
3. Pri poskusu se porabi vodikov peroksid, ne pa encimi. Reakcija je potekla, ko smo dodali vodikov peroksid, torej lahko sklepamo, da je prejšnja reakcija nehala potekati zato, ker se je le-ta porabil, ne pa ker bi se uničili encimi. Encimi iz jeter se torej niso porabili in so lahko dodani peroksid spet razgradili.
4. Pri manjših delčkih snovi reakcija poteče hitreje.
5. Reakcija v vreli vodi ni potekla, v hladni kopeli pa poteče hitreje, kot v topli.
6. Reakcija najhitreje poteče v destilirani vodi, nekoliko počasneje v bazičnem okolju, najpočasneje pa v kislem okolju.
7. Tleča trska ob vstopu v erlenmajerico zagori, ker se pri reakciji sprošča kisik. Nastanek vode lahko samo predpostavljamo, in sicer iz tega, ker trska ob dotiku pene ugasne.

Kritika:

Pri 5. poskusu se naši rezultati ne ujemajo z začetno hipotezo. Do napak je verjetno prišlo zato, ker nismo bili dovolj pozorni, katera reakcija je potekla hitreje, hkrati pa te razlike niso bile tako očitne, zato smo se verjetno zmotili pri oceni hitrosti reakcij.

Pri 7. poskusu lahko nastanek vode samo predpostavljamo, ne moremo pa tega trditi, saj bi trska prav tako ugasnila, če bi jo potopili v bencin.

Diskusija:

Z opravljenimi poskusi smo dokazali določene začetne trditve:

- Katalizator pospeši potek kemične reakcije.
- Za razgradnjo vodikovega peroksida lahko uporabimo tudi nebeljakovinske katalizatorje; v našem primeru je bil to manganov dioksid.
- Encimi se pri reakcijah ne porablajo, tako da jih po končani reakciji lahko ponovno uporabimo – tako se je v našem primeru spremenil vodikov peroksid, jetra pa ne.
- Pri manjši velikosti delčkov je površina večja in zato tudi hitrost reakcije večja, saj encimi delujejo na površini.
- Encimi najbolje delujejo v pH nevtralnem okolju, slabše v bazičnem in najslabše v kislem okolju (lahko se poškoduje njihov vodni ovoj).
- Encimi pri zelo visokih temperaturah nehajo delovati.
- Eden od produktov razgradnje vodikovega peroksida je kisik.

Glede nekaterih procesov lahko ostanemo na stopnji domnev:

- Da encimi pri višjih temperaturah delujejo bolje kot pri nižjih – naš poskus tega sicer ni dokazal, vendar lahko to pripišemo naši nenatančnosti (gl. točko Kritika).
- Da se strupen vodikov peroksid pod vplivom delovanja katalaze razgradi na neškodljive snovi – kisik in vodo (nastanek vode lahko samo predvidevamo).

Viri:

- učni list (priložen)
- lastni zapiski
- Stušek, P., Podobnik, A., Gogala, N., 2003: Biologija. Celica. *Učbenik za splošne gimnazije*. Ljubljana, DZS.