

Afsluitende les

leerlingenhandleiding

Tandenstokerase +

Leerlingenhandleiding

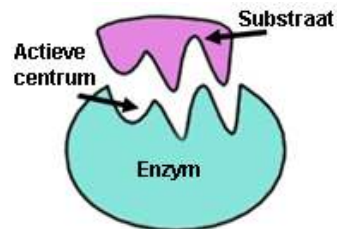
Introductie

Enzymen zijn onmisbaar voor een goede werking van het lichaam. Een enzym is een eiwit dat chemische reacties versnelt of mogelijk maakt. Het zijn biologische katalysatoren. Het enzym *amylase* in je speeksel versnelt bijvoorbeeld de afbraak van zetmeel tot eenvoudige suikers. Bij deze reactie wordt het enzymmolecuul zelf niet verbruikt. Na de reactie is het meteen weer beschikbaar voor de volgende omzetting. Bij het Reizende DNA-lab *Bioinformatica: leven in de computer* heb je slangengif in detail bekeken. Ook dit slangengif is een enzym. Het breekt namelijk collageen af.

In de volgende proefjes ben jij het enzym ‘tandensterase’, dat tandensterkers in gemeten intervallen afbreekt. Je maakt berekeningen om te bepalen hoeveel tandensterkers per seconde afgebroken worden. Hiermee kan je bepalen wat de reactiesnelheid is van het enzym ‘tandensterase’.

Materiaal

- ongeveer 150 tandensterkers per team
- een schaal/kom
- een stopwatch
- paperclips, 10 per team
- een pen



Een schematische weergave van een enzym.

Methode

De werking van een enzym wordt nagebootst door je eigen hand. Het enzym ‘tandensterase’ zijn je duim en wijsvinger van één hand. Het actieve centrum (zie figuur hierboven) is het gedeelte tussen duim en wijsvinger waar de tandensterker (het substraat) in past. De tandensterker kan zo in twee stukken gebroken worden (het product). De reactiesnelheid kan gemeten worden door het aantal gebroken tandensterkers te tellen.

Er zijn vele factoren die invloed hebben op de snelheid van de enzymreactie. Een belangrijke factor is in ieder geval *de bouw van het enzym*, of in ons geval: de manier waarop je je hand gebruikt bij het breken van de tandensterker. Probeer eerst uit op welke verschillende manieren je een tandensterker kan breken (met alleen je duim en wijsvinger). Bepaal welke manier jij het prettigst vindt.

Zelfs wanneer je een grote stapel tandensterkers hebt, en wanneer alle omstandigheden ideaal zijn, duurt het toch een tijd voordat het enzym alle tandensterkers heeft gebroken. Dit is de maximale snelheid, de *V_{max}*, van het enzym. Zelfs als het hele klaslokaal gevuld zou zijn met tandensterkers, dan zou deze snelheid niet veranderen.

1. Het kost je meer tijd om een tandenstoker te breken als deze aan de andere kant van het lokaal ligt. Leg dat uit, en gebruik het begrip *substraatconcentratie* in je antwoord.

2. Het kost je meer tijd om een stapeltje tandenstokers door te breken als er paperclips tussen de stapel liggen. Leg dat uit, en gebruik het begrip *competitieve inhibitor* in je antwoord.

3. Wat zou er gebeuren met de reactiesnelheid als twee mensen tegelijkertijd tandenstokers breken? Gebruik het begrip *enzymconcentratie* in je antwoord.

Doe de volgende twee proefjes in groepjes van minimaal 4 personen.

Proef 1: Reactiesnelheid van tandenstokerase

- Leg ongeveer 60 tandenstokers in de schaal.
- Breek **zonder te kijken** zoveel mogelijk tandenstokers tussen duim en wijsvinger.
- Gooi de gebroken helften **terug in de schaal** (product en substraat zijn immers gemixt in een reactie aanwezig).
- Iedere tandenstoker mag **maar één keer gebroken** worden (het enzym heeft al gereageerd met het substraat).
- Laat iemand uit je groep het aantal gebroken tandenstokers bijhouden in intervallen van 10 seconden. De resultaten zet je in tabel 1.

Tabel 1.

Tijd (seconden)	Aantal gebroken tandenstokers (N)	Gemiddelde snelheid
0		
10		
20		
30		
40		
50		
60		
70		
80		
90		
Totaal		

1. Verandert het aantal gebroken tandenstokers door de tijd? Verklaar je antwoord.

2. Hoeveel tandenstokers zijn er in totaal gebroken gedurende de 90 seconden? Vergelijk jouw antwoord met dat van je klasgenoten. Hoe zou het kunnen komen dat een ander meer of minder tandenstokers gebroken heeft?

3. Bereken de gemiddelde reactiesnelheid tussen tijdsintervallen met behulp van de volgende formule (helling): $N_2 - N_1 / T_2 - T_1$. Vul de uitkomsten in tabel 1 in.

4. Indien je de totale reactietijd verlengt tot 180 seconden zal de reactiesnelheid in het interval 120 – 180 seconden waarschijnlijk 0 zijn. Leg uit dat de hoeveelheid beschikbaar substraat invloed heeft op de reactiesnelheid van het enzym. Gebruik in je uitleg als voorbeeld amylase (het enzym dat in je speeksel zit).

5. Wat is in het geval van slangengif het substraat?

Proef 2: Toevoeging van een inhibitor

- Leg ongeveer 60 nieuwe tandenstokers in de schaal.
- Mix 10 paperclips door de tandenstokers.
- Breek wederom zoveel mogelijk tandenstokers tussen duim en wijsvinger zonder te kijken.
- Noteer het aantal gebroken tandenstokers in intervallen van 10 seconden in de tabel.

Tabel 2.

Tijd (seconden)	Aantal gebroken tandenstokers (N)
0	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	

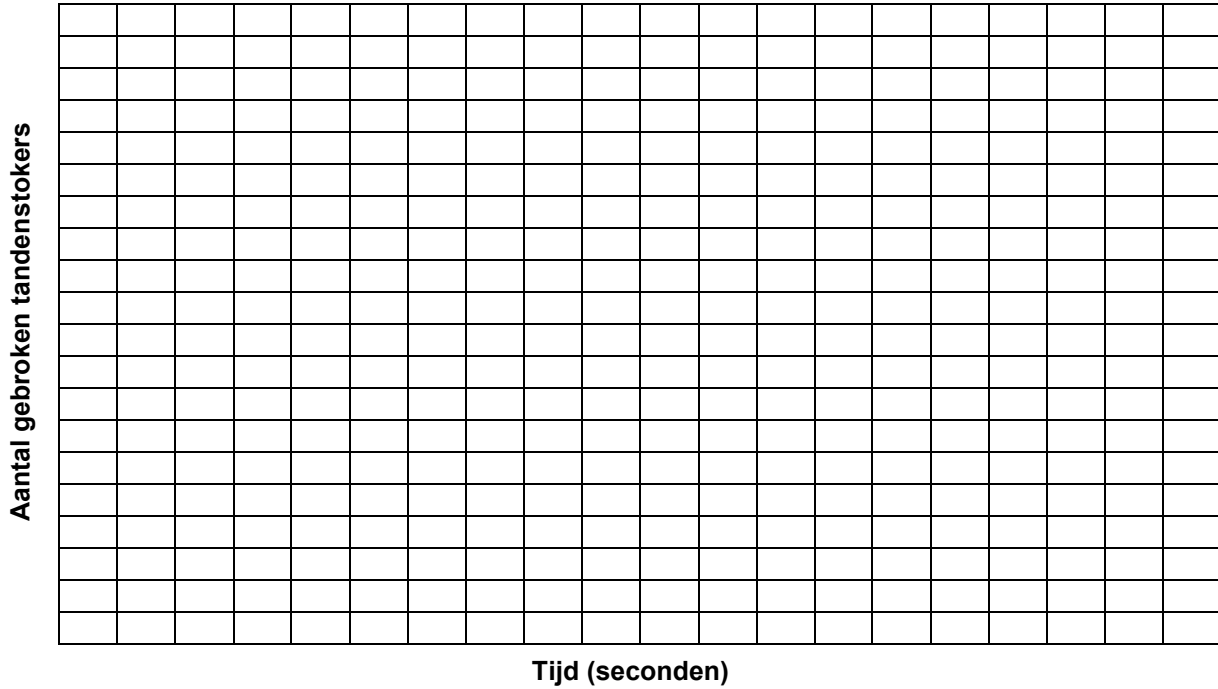
1. Welk effect heeft het toevoegen van een ‘verkeerd substraat’ op de hoeveelheid tandenstokers die gebroken zijn door tandenstokerase? Verklaar je antwoord.

2. Bij de ontwikkeling van medicijnen wordt veel gebruik gemaakt van deze ‘verkeerde substraten’. Deze hebben dan een hogere affiniteit (neiging om te binden) met het enzym dan het normale substraat. Leg uit dat het ontwikkelde antigif uit het Reizende DNA-lab op een soortgelijke manier functioneert.

Conclusie

Zet de data uit tabel 1 (van proef 1) in de onderstaande grafiek en verbind de punten tot een lijn. Doe dit ook met de data van tabel 2 van proef 2. Gebruik verschillende kleuren voor elke lijn. Maak een goed onderschrift bij de grafiek. Beantwoord tenslotte de vragen.

Grafiek: Tandestokerase efficiëntie



Grafiek 1 (onderschrift):

1. Geef een algemene omschrijving van een enzym? Wat was het enzym in deze proef?
2. Geef een algemene omschrijving van een substraat? Wat was het substraat in deze proef?
3. Beschrijf hoe het toevoegen van een ander substraat de werking van het enzym beïnvloedt. Gebruik de grafiek in je antwoord.
4. Wat gebeurt er met de reactiesnelheid van een enzym als het substraat afneemt?
5. Beschrijf hoe temperatuur de werking van een enzym beïnvloedt. Wat veroorzaakt meer definitieve verandering aan het enzym, afkoelen of verhitten?
6. Hoe zou je dit in een vergelijkbare proef als met tandenstokerase kunnen onderzoeken?

Bijlage

Voorbeelden van toepassingen van enzymen in het dagelijks leven.

Toepassing	Enzym en uitwerking
Voeding	
<i>Bakkerij</i>	<p>Amylase gelijkmatige kruimelstructuur en groot broodvolume</p> <p>Maltogeen langere versheid van brood</p> <p>Alfa-amylase het eerste door genetisch gemodificeerde organismen (GGO) geproduceerde enzym op de markt</p> <p>Xylanase makkelijker te hanteren deeg en verbeterde kruimelstructuur</p>
<i>Zuivelproducten</i>	<p>Chymosine stremmen van melk om kaas te maken</p> <p>Protease afbraak van allergene eiwitten</p> <p>Lipase verbeteren van kaasrijping</p>
<i>Brouwerij</i>	<p>Amylase afbraak van zetmeel tot fermenteerbare suikers</p> <p>Beta-glucanase voorkomen van 'chill-haze' bij bier (troebel worden bij afkoelen)</p>
<i>Fruitsappen</i>	Pectinase / Amylase verhogen van sapopbrengst en helderheid
<i>Wijn</i>	Pectinase behoud van kleur en helderheid
Veevoeding	
	Fytase maakt veevoer vrij van fosfor, zodat dieren het makkelijk kunnen opnemen
Niet-voeding	
<i>Textiel</i>	<p>Amylase afbraak van zetmeel in de waslaag die op textielvezels gebracht is ter bescherming van de vezels tijdens het weven</p> <p>Cellulase alternatief voor stonewashing</p>
<i>Wasproducten</i>	<p>Cellulase afbraak van cellulose in kleinere componenten die zich makkelijker laten wegspoelen</p> <p>Lipase afbraak van lipiden, de belangrijkste component van oliën en vetten</p> <p>Protease afbraak van eiwitvlekken in kleinere componenten die zich makkelijker laten wegspoelen</p>
<i>Papier</i>	<p>Lipase afbraak van lipiden in hars, dat de papierproductie bemoeilijkt (vlekken en gaten)</p> <p>Laccase afbraak van lignine in hout, want lignine zorgt voor een ongewenste bruine kleur</p>
<i>Leer</i>	<p>Lipase afbraak van weefselresten die nog aan het leer zijn gehecht</p> <p>Protease afbraak van eiwitten waardoor het leer makkelijker kan worden onthaard en ook aan soepelheid wint</p>