

Opgave 3 - Blodpletter på tøj

1. Giv forslag til, hvilken enzymtype der skal være i vaskepulveret, hvis det skal kunne nedbryde hæmoglobin.

Hæmoglobin er et protein, som findes i kroppens røde blodlegemer, og er ligeledes det transportprotein, der giver blodet dets røde farve. Hæmoglobins hovedfunktion er at binde ilt i blodet og transportere ilten fra respirationsorganerne rundt i kroppen og afgive ilten til de forskellige organismers væv, hvor ilten forbruges i cellernes stofskifte. Hæmoglobin kaldes oxyhæmoglobin, når det har optaget ilt, mens hæmoglobin uden ilt kaldes desoxyhæmoglobin. I og med at blodet primært består af proteinet hæmoglobin er det essentielt, at vaskepulveret, der skal nedbryde hæmoglobin, indeholder en enzymtype, der er i stand til at lysere proteiner. Enzymer har forskellige funktioner, men netop enzymtypen hydrolase.

Hydrolaser spalter molekyler til mindre dele ved at addere H-atomer og OH-grupper fra et vandmolekyle til molekylebinding, som forekommer under en hydrolyse. Ved hydrolyse af proteiner bruges endvidere enzymtypen proteaser, der spalter proteinets peptidbindinger ved at omdanne den til to forskellige molekylegrupper, nemlig en aminogruppe (-NH₂) og en carboxylgruppe (-COOH). Vaskepulveret skal altså indeholde enzymtypen protease.

2. Angiv hvilket forsøg, der fungerer som kontrol. Begrund dit svar.

Forsøget hvorved bomuldskluden (A) blev lagt i den vandige opløsning, der blot bestod af vand, fungerer som kontrolforsøg. Ved forsøget ønskes det er undersøge effektiviteten af et enzymholdigt vaskepulver, og derfor laves der et kontrolforsøg, hvor der ikke indgår noget enzym, så effektivitet af et enzym kan sammenlignes med effektiviteten uden et enzym. Dermed fremstår kontrolforsøget som en reference til de andre forsøg.

3. Forklar forsøgsresultaterne.

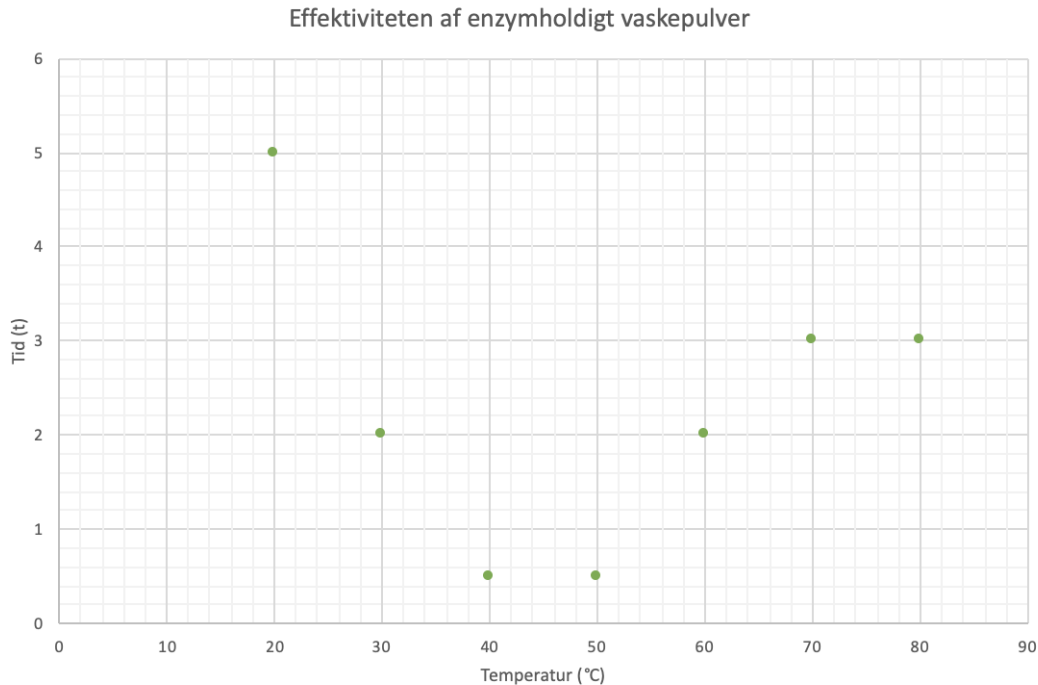
Forsøgsresultaterne i *figur 1* viser udfaldet af fire delforsøg, hvor effektiviteten af enzymholdigt vaskepulver blev undersøgt med udgangspunkt i indvirkning fra faktorer, der er forskellige fra hinanden. Eksperimentet blev udført ved 18°C og på fire forskellige klude, som blev placeret i fire forskellige vandige opløsninger, som mærkedes A, B, C og D. Røde

blodceller indeholder som bekendt proteinet hæmoglobin, som giver blodet sin røde farve. Ved at nedbryde hæmoglobinet i blodet vil blodpletten dermed forsvinde. Resultatet i forsøg B i *figur 1* viser, at nedbrydningstiden før pletten er væk er kortere, når bomuldskluden er i en opløsning med enzymholdigt vaskepulver, sammenlignet med tiden for forsøg D og A, hvor opløsningen ikke indeholder enzymer. I forsøg B har nedbrydning taget cirka 5 timer, hvilket skyldes, at opløsningen indeholder enzymholdigt vaskepulver. Enzymerne i vaskepulveret fungerer som katalysatorer for den enzymatiske nedbrydningsproces. Enzymerne sænker aktiveringsenergien for en reaktion, og øger dermed reaktionshastigheden således blodpletten hurtigere nedbrydes. I forsøg C koges opløsningen med det enzymholdige vaskepulver, hvilket betyder, at enzymaktiviteten udsættes for en temperatur på cirka 100°C. Den høje temperaturindvirkning medfører, at proteindelen af enzymerne vil denaturere, og at enzymets struktur ødelægges. I og med at denaturering oftest er en irreversibel proces, vil enzymet ikke genopbygge sig selv ved nedkøling og effektiviteten af det enzymholdige vaskepulver vil derfor frafalde. Dog vil sæben i vaskepulveret ikke miste sin rengørende effekt på tøjet, hvilket afspejles i nedbrydningstiden på 9 timer. I forsøg A består opløsningen af rent vand, og det er derfor også blodnedbrydningens eneste indvirkningsfaktor. *Figur 1* viser desuden, at nedbrydningen af blodpletten varede over 12 timer, hvilket skyldes, at nedbrydningen af hæmoglobin foregår forholdsvis langsomt i rent vand. Samtidig ses det ved forsøg D, at blodpletten forsvinder hurtigere i opløsningen, der indeholder vaskepulver uden enzymer med en tid på 10 timer, end i opløsningen med rent vand. Dette tyder på, at sæben i vaskepulveret medvirker til at fjerne pletten. Resultaterne viser derfor, at opløsningen med enzymholdigt vaskepulver er mest fordelagtig ved fjernelse af blodpletter på bomuldskludene.

4. Afbild tiden for nedbrydningen af blodpletten som funktion af temperaturen. Anvend regneark eller grafpapir.

Nedenstående graf viser temperaturens indflydelse på enzymholdigt vaskepulvers effektivitet, hvor temperaturen målt i °C angives på x-aksen, og tiden for nedbrydningen af blodpletten angives i antal timer på y-aksen. Grafen illustrerer, at nedbrydningen af blodets protein hæmoglobin forekommer hurtigst ved en temperatur på 40-50°C med en gennemsnitstid på 0,5 timer, mens nedbrydningsprocessen er langsomst ved 20°C, hvilket

skyldes, at størstedelen af enzymer trives bedst i moderate temperaturer omkring 30-50°C, den enzymatiske proces vil derfor mindskes ved lave temperaturer.



5. Formuler på grundlag af de oplysninger og resultater, der er angivet i opgaven, en vejledning til vask af blodpletet bomuldstøj.

Blodpletter indeholder proteinet hæmoglobin, som kan nedbrydes af enzymtypen protease. På baggrund af *figur 1* kan det konkluderes, at enzymholdigt vaskepulver har den hurtigste nedbrydningstid på 5 timer, mens resultaterne i *figur 2* angiver, at enzymerne i det enzymholdige vaskepulver har sit temperaturoptimum omkring 40-50°C, og hvor nedbrydningstiden er 0,5 timer. Ud fra disse oplysninger kan en vaskeanvisning opstilles: Blodpletet bomuldstøj renses ved hjælp af enzymholdigt vaskepulver, der indeholder enzymtypen protease. Tøjet vaskes ved en temperatur mellem 40-50°C i minimum 30 minutter for at opnå hurtigst fjernelse af blodpletterne. En højere eller lavere temperatur mindsker vaskepulverets effektivitet og vil derfor øge vasketiden for bomuldstøjet.