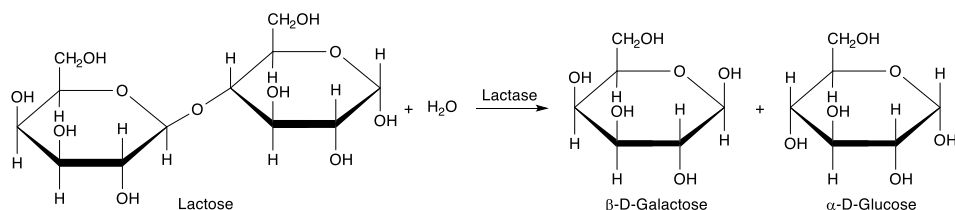




Undersøgelse af lactases omdannelse af lactose i mælk

Mælk indeholder disaccharidet lactose som kan omdannes til glucose og galactose:



I forsøget undersøges omdannelsen af lactose i mælk under forskellige forhold.

Opstil hypoteser for følgende forsøg:

- Lactase tilsættes en opløsning af lactose.
- Lactase tilsættes en opløsning af mælk tilsat stærk base.
- Lactase tilsættes en opløsning af mælk tilsat stærk syre.
- Lactase tilsættes en opløsning af mælk ved stuetemperatur.
- Lactase tilsættes en opløsning af mælk, som er opvarmet til næsten kogepunktet.
- Lactase tilsættes en opløsning af mælk, som er opvarmet til næsten kogepunktet, men derefter afkølet til stuetemperatur.

I forsøget undersøges omdannelsen af lactose både vha. glucose-sticks og et glucometer. I glucose-sticks dannes en farvet forbindelse hvis der er glucose til stede. Jo mere glucose, jo mørkere bliver farven. Et glucometer kan måle koncentrationen af glucose i enheden mmol/L (10^{-3} mol/L). Glucometret er tilpasset måling i blod og derfor kan der være en mindre forskel til måling af koncentrationen af glucose i mælk eller andre opløsninger, som vi benytter i dette forsøg.

Apparatur

- Glucosesticks
- Glucometer
- Glasspatel
- Plastpipetter
- Måleglas (25 + 50 mL)
- Bægerglas (100 mL)
- Vandbad
- Isterninger
- Magnetomrører med opvarmning og termosensor
- Magnet
- Stopur

Kemikalier

- Mælk (fx skummetmælk)
- Opløsning af lactase
- Natriumhydroxid - 1 M NaOH(aq)
- Saltsyre - 1 M HCl(aq)



1. del: Undersøgelser med brug af glucosesticks

I denne del af eksperimentet undersøges det hvordan omdannelsen af lactose påvirkes af syre, base og varme.

Fremgangsmåde

1. Afmål ca. 20 mL mælk i et måleglas og fyld det i et bægerglas (100 mL).
Gør det samme med to andre bægerglas.
2. Til glas 1 tilføjes ca. 5 mL demineraliseret vand, til glas 2 tilføjes ca. 5 mL stærk base (1 M NaOH) og til glas 3 tilsættes ca. 5 mL stærk syre (1 M HCl).
3. Mål temperaturen i de tre opløsninger og notér resultaterne i tabel 1.

	Glas 1	Glas 2	Glas 3
Almindelig mælk	20 mL	20 mL	20 mL
Tilsætning	5 mL demi. vand	5 mL 1 M NaOH	5 mL 1 M HCl
Temperatur			
Lactase	5 dråber	5 dråber	5 dråber
Glucoseindhold efter 3 min.			

Tabel 1.

4. Tilsæt 5 dråber lactase til hver af de tre opløsninger og rør grundigt rundt med en spatel (husk: en spatel til hver opløsning).
5. Mål glucoseindholdet med en glucosestick efter 3 min. og notér resultaterne i tabel 1.
6. Afmål ca. 40 mL mælk med måleglas og fyld det i et bægerglas (100 mL).
Placér bægerglasset på en varmeplade, og opvarm mælken til 80-85 °C - pas på mælken ikke koger over!
7. Brug en læderstrop til at tage rundt om det varme bægerglas med mælk. Fyld halvdelen af mælken over i et nyt bægerglas (100 mL), og placer dette bægerglas i et isbad - mælken skal afkøles til ca. 20-25 °C (glas 5). Gå videre med næste punkt, mens mælken afkøles.
8. Tilsæt 5 dråber lactase til bægerglasset med resten af den opvarmede mælk (glas 4), og rør rundt. Mål temperaturen, som skal være omkring 80-85 °C (evt. skal der varmes forsigtigt op igen). Hold denne temperatur i ca. 3 min, og rør et par gange rundt i mælken.
Mål glucoseindholdet med en glucosestick efter 3 min. og notér resultatet i tabel 2.
9. Tilsæt 5 dråber lactase til glas 5 (tjek at temperaturen er omkring 20-25 °C). Rør rundt og mål glucoseindholdet med en glucosestick efter 3 min. og notér resultatet i tabel 2.



	Glas 4	Glas 5
Opvarmet mælk	20 mL	20 mL
Temperatur	80-85 °C	20-25 °C
Lactase	5 dråber	5 dråber
Glucoseindhold efter 3 min.		

Tabel 2.

2. del: Undersøgelser med brug af glucometer

I denne del af eksperimentet undersøges det hvor hurtigt omdannelsen af lactose sker og om temperaturen har betydning for reaktionshastigheden.

Klassen opdeles i fire grupper. Hver gruppe skal lave deres måling ved én temperatur og efterfølgende deles alle resultater, se tabel 3.

Hold	1	2	3	4
Temperatur (°C)	20	25	30	40

Tabel 3.

Fremgangsmåde

1. Anbring et vandbad på en varmeplade, se figur 1. Der skal være så meget vand i badet, at når bægerglasset med mælk sænkes ned i, vil overfladen af vandet være på højde med mælkens overflade i bægerglasset. Placér herefter termometret (del af magnetomrører) i vandet, og indstil termostaten til den ønskede temperatur (indstilles på magnetomrører) og tænd for opvarmningen. Hvis temperaturen er for høj, lægges nogle isklumper i vandet.
2. Afmål 80 mL mælk med et måleglas, og hæld det i et bægerglas (højt, 100 mL). Læg en magnet ned i mælken.
3. Placér herefter bægerglasset med mælk i vandbadet Start omrøringen (ca. 340 omdrejninger/min) og vent i ca. 5 min. Flyt herefter termometret, så det måler i mælken. Vent til mælken har den ønskede temperatur.
4. Tænd et glucometer ved at sætte en målestrip ind i det. (Husk kun at holde på siderne af målestrippen). Tjek at glucometret er klar til at måle.
5. Lav selv en passende tabel, som du kan notere resultaterne i.



Figur 1: Forsøgsopstilling.
(Foto: Marie Eiland)



6. Klargør et stoppeur, fx en telefon. Tilsæt 1 dråbe lactase til mælken, og start samtidig stoppeuret.
7. Efter ca. 1 min tages lidt af mælken op på en ske. Dyb målestrippen på glucometret ned i mælken på skeen - glucometret viser et tal, når målingen er foretaget. Aflæs og notér resultatet (angives i mmol/L) sammen med den rigtige tid. Så snart glucometret har registreret at målingen er foretaget, tages den op af mælken.
8. Mål med et passende interval, fx efter ca. 5 min., 10 min. og 20 min. Men hold øje med målingerne, sådan at I får en god spredning af værdierne. Den største måleværdi er ca. 33 mmol/L. Så hvis de første målinger er relativt høje, så vælg tidspunkter der kommer hurtigere efter hinanden. Hvis derimod de to første målinger er forholdsvis lave, så vælg tidspunkterne, så der er lidt længere imellem målingerne.

Affald

Alle opløsninger må hældes i vasken.

Diskussion**Del 1:**

1. Hvordan påvirkes lactases nedbrydning af lactose af syre, base og varme?
2. Hvordan passer resultatet med hypoteserne?
3. Hvis lactase ikke virker, hvad kan da være forklaringen?

Del 2:

1. Hvor hurtigt foregår reaktionen, og har temperaturen betydning for reaktionshastigheden?
2. Tegn grafer for hvert forsøg med temperatur. På x-aksen skal afsættes tiden (angivet i min) og på y-aksen den målte koncentration af glucose (angivet i mmol/L).
3. Hvilken sammenhæng er der (tilnærmelsesvis) mellem tiden t og koncentrationen af glucose, $[C_6H_{12}O_6]$?
4. Afhænger reaktionshastigheden af temperaturen?
5. Diskutér om målemetoden med glucosesticks overvejende kan betragtes som en kvalitativ eller kvantitativ metode og tilsvarende med målemetoden med glucometeret.

Konklusion

Skriv en samlet konklusion.