

Linkadresserne fungerer pr. 1.8.2011. Forlaget tager forbehold for evt. ændringer i adresserne.

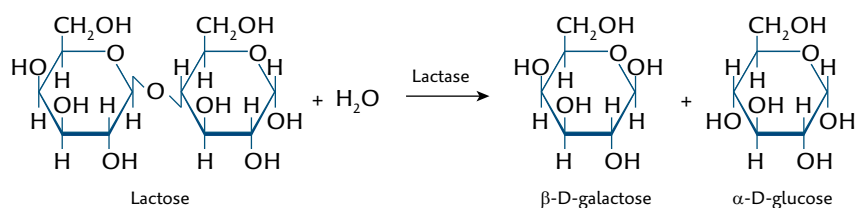
# Enzymatisk nedbrydning af mælkesukker

## Formål

At fremstille lactosefri mælk ved en enzymatisk nedbrydning af lactose (mælkesukker).

## Indledning

Nogle mennesker har intolerance over for mælkesukker, lactose, hvilket resulterer i mavesmerter og diarré. Årsagen til lactose-intolerance er at tyndtarmen ikke producerer tilstrækkelig af enzymet lactase. Lactase er det enzym i tyndtarmen, der nedbryder lactose til  $\beta$ -D-galactose og  $\alpha$ -D-glucose.



Ca. 75 % af den voksne befolkning på verdensplan har en eller anden grad af nedsat lactaseproduktion. I Nordeuropa er voksnes fald i lactaseproduktion ca. 5 % i forhold til spædbørnsproduktionen. På Sicilien er faldet på 71 % og i Afrika og Asien på 90 %.

Se kort over andel lactoseintolerante på [http://www.uneeda-audio.com/nomilk/li\\_map.htm](http://www.uneeda-audio.com/nomilk/li_map.htm).

## Teori

Lader man mælk løbe igennem en søjle med gelékugler der indeholder enzymet lactase, kan der foregå en hydrolyse af lactose til  $\beta$ -D-galactose og  $\alpha$ -D-glucose.

Hastigheden for kemiske processer afhænger af temperaturen. Da lactase har sin optimumtemperatur omkring 37 °C, vores legemstemperatur, er det vigtigt at mælken under forsøget har en temperatur omkring 30-35 °C. Temperaturen må ikke være højere da lactasen ellers denaturerer. Lactaseaktiviteten måles ved at måle koncentrationen af dannet glucose.

## Materialer

### Apparatur

- 10 mL engangssprøjte
- 2 stk. 100 mL bægerglas
- 10 mL pipette
- 100 mL målekolbe
- Si
- 50 mL måleglas
- 5 cm plastslange der passer til sprøjten

- Stativ
- Klemhane
- 200 mL måleglas
- Bunsenbrænder
- Gaze
- Termometer
- Glucosemåler
- Glucosesticks
- Spatel

#### **Kemikalier**

- Lactase (Lactozym 3000 L HP-G)
- 2 % natriumalginatopløsning
- 0,15 M  $\text{CaCl}_2$  opløsning

#### **Fremgangsmåde**

Fremstilling af natriumalginatsøjle med lactase

1. Bland 2 mL lactase med 8 mL 2 % natriumalginatopløsning.
2. Rør godt rundt med en spatel.
3. Hæld ca. 50 mL  $\text{CaCl}_2$ -opløsning i et 100 mL bægerglas.
4. Sug lactase-natriumalginatopløsningen op i en 10 mL engangssprøjte.
5. Hold engangssprøjten hen over  $\text{CaCl}_2$ -opløsningen og lad lactase-natriumalginatopløsningen dryppe ned i  $\text{CaCl}_2$ -opløsningen, se figur 1. Jo mindre dråber jo bedre. Når natriumalginaten rammer  $\text{CaCl}_2$ -opløsningen dannes små faste kugler. Lad kuglerne 'sætte sig' et par minutter.
6. Hæld  $\text{CaCl}_2$ -opløsningen og kuglerne op i en the-si, så væsken løber af.
7. Rens engangssprøjten
8. Kom et lille stykke gaze i bunden af engangssprøjten. Skub det ned med enden af spatlen.
9. Sæt et lille stykke plastslange på sprøjten.
10. Hæld forsigtigt natrium-alginatkuglerne over i sprøjten.
11. Sær sprøjtehylsteret fast i et stativ. Sprøjten skal stå lodret.
12. Skyl sprøjten med demineraliseret vand.
13. Sæt en klemhane på slangen, se figur 2.

#### **Nedbrydningen af lactose**

1. Overfør med pipette 10 mL mælk til en 100 mL målekolbe. Fyld op med vand.
2. Smag på mælken.
3. Varm de 100 mL fortyndet mælk op til ca. 30 °C.
4. Mål glucose-koncentrationen i mælken.
5. Fyld natriumalginatsøjlen med den varme mælk.
6. Anbring et 100 mL bægerglas under natriumalginatsøjlen.
7. Åben klemhanen så der løber ca. 2 dråber igennem pr. sek.



Figur 1. Lactase-natriumalginatopløsningen drypper ned i  $\text{CaCl}_2$ -opløsningen.



Figur 2. Engangssprøjte med slange og klemhane.

8. Lad 50 mL mælk løbe igennem søjlen.
9. Mål glucosekoncentrationen i bægerglasset.
10. Smag på mælken.

### Resultater

	mmol/L i den fortyndede mælk	Omregn til mmol/L i den ufortyndede mælk
Glucosekoncentrationen i mælken ved start		
Glucosekoncentrationen i mælken efter passage gennem søjlen		
Forskellen i glucosekoncentration		

### Bearbejdning

1. Smag på mælken før og efter – er der forskel?
2. Hvor mange gram lactose svarer den ekstra glucose til?
3. Sammenlign jeres beregninger med [http://arla.dk/DAimages/HE\\_Laktose-pfd.pdf](http://arla.dk/DAimages/HE_Laktose-pfd.pdf).
4. Hvorfor er det smart at binde lactase i natriumalginat kuglerne, frem for bare at hælde lactase i mælken og så røre rundt?
5. Læs på: <http://kortlink.dk/arla/9au6>.

### Konklusion

Hvad er konklusionen på forsøget?

### Fejlkilder

Hvilke fejlkilder er der i forsøget?