

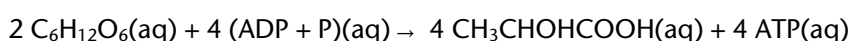


Syrning af mælk

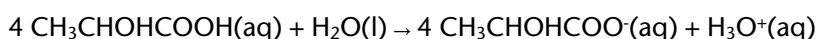
Flere bakterietyper som lever på menneskekroppen, er i stand til at udnytte mælkerester omkring mælkekirtlerne på pattedyr. De får deres næring fra mælken og får energi ved at forgære mælkesukker (lactose) til lactat (korresponderende base til mælkesyre). Da lactose er et disaccharid spalter bakterierne det til monosaccharider før de optager det:



Så kan gæringsprocessen ske. For hvert monosaccharid dannes to ATP:



Mælkesyre er en middelstærk syre som ved reaktion med vand omdannes til sin korresponderende base, lactat og oxonium.



Der findes en lang række bakteriestammer som laver lactatgæring. De inddeles af praktiske grunde i homofermentative og heterofermentative stammer. Homofermentative stammer laver en ren lactatgæring, mens heterofermentative også producerer andre organiske syrer, som giver mælken en dårlig smag.

Under bakteriernes vækst udskiller de desuden forskellige andre sekundære metabolitter eller affaldsstoffer. Affaldsstofferne er forskellige fra bakteriestamme til bakteriestamme. De giver surmælksprodukterne deres specielle aroma af yoghurt, smør osv.

Bakterietyperne vil variere fra egn til egn. Herhjemme har *Streptococcus lactis*, som vi kender fra tykmælk, været mest almindelige. Stiller man nymalket mælk ved stuetemperatur, vil bakterierne opformeres i mælken. Der vil da dannes mælkesyre, som vil få pH til at falde, fordi der produceres oxonium (H_3O^+). Mælken syrnes, og resultatet er tykmælk. Ved stuetemperatur kan mælkesyrebakterierne udkonkurrere colibakterier og andre bakterier fra vores tarmsystem. Pga. den lave pH vil de færreste bakterier kunne vokse i mælken, og den får en længere holdbarhed.

På mejeriet pasteuriseres mælken først, og derefter tilsættes bakterierne.

I dette forsøg skal I fremstille surmælksprodukter vha. mælkesyrebakterier. Bakterierne tilsættes som en smule yoghurt eller tykmælk, og I kan følge deres vækst ved at måle på mælkens pH som falder, når der produceres mælkesyre.

Det hurtigste vil være at fremstille yoghurt vha. yoghurtbakterierne *Lactobacillus bulgaricus* og *Lactobacillus thermophilus*. Deres optimale temperatur er omkring 42 °C. Andre muligheder er bakterier fra kærnemælk eller tykmælk, som har et lidt lavere temperaturoptimum og en tilsvarende lavere vækstrate.

I denne metode bestemmes pH med dataopsamlingsudstyr og pH-meter.



Teori

Giv en kort skriftlig redegørelse for den teoretiske baggrund. Hvordan forventer du at væksten forløber i en kultur af mikroorganismer, og hvilken indflydelse vil forskellig temperatur og ændringen i pH-værdi have på væksten? Hvilke forventninger har du til forsøgets resultater?

Materialer

- Rengjorte koniske kolber (mindst 250 mL)
- Pasteuriseret eller UHT-behandlet mælk
- Yoghurt eller andre surmælksprodukter
- Dataopsamlingsudstyr med pH-meter og termometer
- Varmeplade med magnetomrører og termostatbad.
- Bægerglas (100 mL)

Fremgangsmåde

1. Klargør og kontrollér pH-meter, termometer og dataopsamlingsudstyr. Kalibrér pH-meteret.
2. Hæld ca. 200 mL mælk op i hver af kolberne.
3. Tilsæt 10 mL surmælksprodukt til hver af kolberne som angivet i figur 1. Bland ved at ryste kolben let.

a.

	Temperatur
Cultura	40 °C
Kærnemælk	22 °C
A38	22 °C
Tykmælk	22 °C

b.



Figur 1. a. Surmælksprodukter og temperaturer som varmepladen skal indstilles på. b. Forsøgssopstilling.

4. Anbring kolben i vandbadet på varmepladen, se figur 1.
5. Anbring pH-meter og termometer i kolben. Kontrollér at der er omrøring, men at magneten ikke rammer elektroden.
6. Notér starttidspunktet.
7. Lad dataopsamlingen fortsætte til næste dag.
8. Rengør kolberne ved forsøgets afslutning.

Lav evt. en kolbe som kan bruges til smagsprøve. Anvend glasvarer beregnet på fødevarer (som ikke har været i kontakt med skadelige kemikalier) og sæt denne kolbe i køleskab efter 2-3 timer til næste dag. Syrningen giver en fast yoghurt. Den kan evt. røres før smagning. Man bør ikke anvende pH-meter i denne kolbe, da det kan have været i kontakt med skadelige kemikalier.



Databehandling

1. Overfør data til et regneark.
2. Lav grafer der viser pH som funktion af tiden. Husk aksetitler og enheder.
3. pH-kurven angiver ikke den aktuelle stofmængdekonzentration af mælkesyre, men $-\log [\text{H}_3\text{O}^+]$. Det kan derfor være lettere at forholde sig kurvens forløb ved først at regne tilbage til koncentrationen af oxonium, dvs. $[\text{H}_3\text{O}^+]$. Her benyttes formlen: $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$.
4. Tegn grafen der viser den $[\text{H}_3\text{O}^+]$ som funktion af tiden.
5. Beskriv hvad der sker i kolberne under syrningen. Kan du identificere de enkelte faser af bakteriernes vækst? Er der forskel mellem de enkelte kolber?
6. Kan du identificere en eksponentiel vækstfase?
7. Sammenlign med din teori. Hvilke faktorer har indflydelse på bakterievæksten i mælken?
8. Hvordan kan yoghurtfremstillingen gå galt?
9. Lugt og smag på yoghurten. Er resultatet tilfredsstillende?