



Eksperiment

Lav din egen kombucha

Kombucha er en drik der smager både sødt og syrligt, se figur 1. Den fremstilles ud fra te der er brygget og tilsat sukker.

Efter afkøling er der tilsat en kultur af mikroorganismer. Kulturen kaldes en *SCOBY*, og det står for 'symbiotic culture of bacteria and yeast'. Den findes som en hinde der dannes på overfladen af sødet grøn eller hvid te der fermenterer ved stuetemperatur, altså en eksisterende kombucha, se figur 2.

Hinden er en *biofilm* der primært består af eddikesyrebakterier, gærsvampe og cellulose. Ofte indeholder *SCOBY*'en også mælkesyrebakterier.

Te indeholder såkaldte alkaloider, bl.a. koffein, der er nitrogenholdige forbindelser som giver mikroorganismernes den nødvendige mængde nitrogen til deres vækst og produktion af fx DNA, RNA og protein.

Læs mere om kombucha side 69 i bogen.



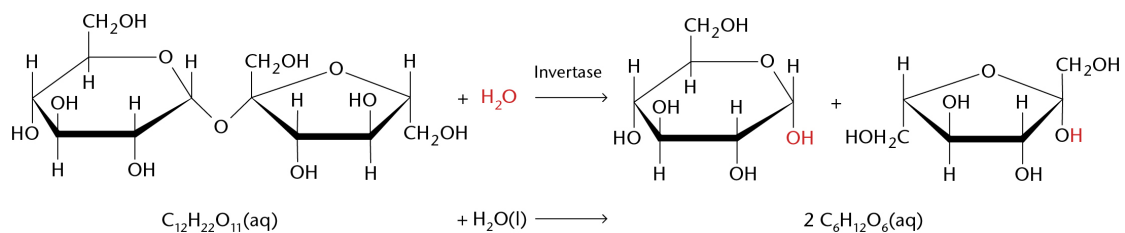
Figur 1. Kombucha tilsat frugt.



Figur 2. SCOBY til fremstilling af kombucha.

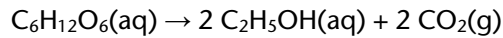
I forbindelse med mikroorganismernes vækst i *SCOBY*'en i sker der følgende:

1. Sukker (sucrose) spaltes af gærcellerne til monosacchariderne glucose og fructose af enzymet invertase (beta-fructofuranosidase) der sidder i gærcellernes membran:



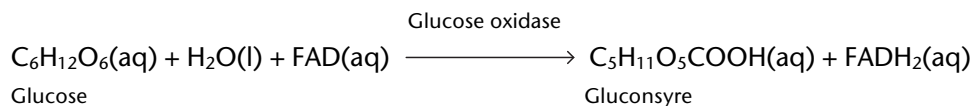


2. Monosacchariderne optages af gærcellen og fermenteres til ethanol og carbondioxid:



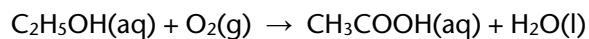
Flere enzymer medvirker i processen.

3. Eddikesyrebakterier oxiderer glucose til gluconsyre:



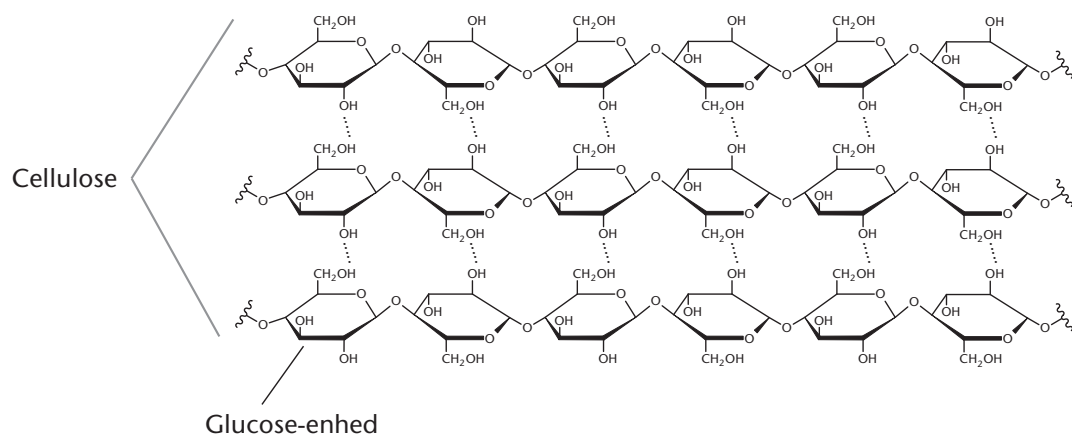
FAD er et coenzym der hjælper enzymet glucoseoxidase med at katalysere processen.

4. Eddikesyrebakterier oxiderer også ethanol til eddikesyre (ethansyre):



Processen katalyseres af de to enzymer alkoholdehydrogenase og aldehyddehydrogenase samt coenzymet NAD^+ .

5. Eddikesyrebakterier anvender glucose og fructose til at producere den bakterielle cellulose som danner biofilmens netværk, se figur 3.



Figur 3. Bakteriell cellulose holdes sammen af hydrogenbindinger og kan binde og oplagre store mængder vand.



Eddikesyrebakterierne vil befinde sig øverst i SCOBY'en hvor der er adgang til dioxygen fra luften, mens gærcellerne vil befinde sig nederst i SCOBY'en og evt. også i væsken hvor forholdene er anaerobe. De lever således i et symbiotisk forhold da de er indbyrdes afhængige af hinandens stofskifteprodukter.

Som resultat dannes et bryg med en både sød og syrlig smag, og det kan drikkes efter at SCOBY'en er siet fra. Det er især indholdet af gluconsyre der forhindrer at brygget smager eddikesurt, som det ville gøre hvis der kun blev dannes eddikesyre.

For at få en drik der har en mere frisk smag, kan det siede bryg overføres til en lukket beholder (fx en flaske med patentprop) og evt. tilsættes æblejuice uden konserveringsmidler. I den lukkede beholder vil gærcellerne fortsætte deres produktion af ethanol og carbondioxid under anaerobe forhold, og der fremstilles derved en boblende ciderlignende drik med en alkoholprocent på ca. 0,5 %.

Idet kombucha indeholder probiotiske mikroorganismer, anses drikken for at være sundhedsfremmende. Der er dog endnu ikke nogen klar videnskabelig evidens for at det forholder sig sådan.

Materialer pr gruppe

Gryde med låg
Spiseske eller lignende til at røre med
Termometer
pH-sticks
Glasbeholder med stor munding (1,5-2 L)
Ostelærred og elastik
Engangspipetter
Hanevand uden chlor
Grønne eller hvide teblade uden tilsatte æteriske olier (6 g)
Ubleget engangstefilter
Rørsukker (85 g)
En SCOBY
Starter-kombucha (100 mL)
Evt. en smule æbleeddike
En si
Tragt og (kaffe)filtre

Til en kombucha med brus desuden:
Flasker med patentprop eller lignende
Evt. æblesaft eller andre smagsgivere.

Både en SCOBY og en starterkultur kan købes eller skaffes fra en igangværende produktion.



Hygiejne og sikkerhed

Det er vigtigt at alle de anvendte materialer normalt kun bliver anvendt til gastronomiske forsøg. De skal desuden være helt rene og fri for sæberester o.l. der kan dræbe mikroorganismer. Det er vigtigt under hele processen at arbejde så sterilt som muligt for at undgå kontaminering med mikroorganismer fra omgivelserne. Hvis der på noget tidspunkt i bryggeprocessen ses kolonier af mug, kasseres brygget straks.

Fremgangsmåde

1. Kog en ½ liter vand i en gryde og afkøl til den anbefalede temperatur for den pågældende te.
2. Afvej 6 g teblade og put i tefilter. Anbring tebladene i gryden med det kogte vand og sæt låg på gryden. Lad teen trække i 15 minutter.
3. Fjern tefilteret og opløs 85 g rørsukker i det varme vand. Tilsæt ½ liter koldt vand og afkøl med låg på gryden til brygget har en temperatur på 30 °C eller derunder.
4. Tilsæt 100 mL starter-kombucha (ikke SCOBY'en) og bland med skeen.
5. Mål pH. Værdien skal være under 4,5 og hvis ikke det er tilfældet, tilsættes lidt æbleeddike, og der måles igen. Notér pH-værdien (dag 0).
6. Hæld grydens indhold i en glasbeholder med et volumen på mindst 1,5 L.
7. Kom SCOBY'en i med den blegeste side opad.
8. Dæk beholderens åbning med et dobbelt lag ostelærred og luk med en elastik (gummibånd).
9. Placér brygget uforstyrret ved stuetemperatur i mindst 7 døgn. Fotografér brygget hver dag hvis muligt, og duft til det gennem ostelærredet. Notér hvordan SCOBY'en og duften udvikler sig.
10. VIGTIGT! Hvis der på noget tidspunkt opstår mug (a la det der ses på rugbrød), kasseres hele brygget og der startes forfra.
11. Efter 7 døgn fjernes ostelærredet, og en lille portion udtages med engangspipette, dels til at måle pH, og dels til at smage på brygget. pH skal gerne være faldet til mellem 2,0 og 3,5. Notér pH, smag og duft (dag 7).
12. Hvis balancen mellem sødme og syrlighed er fin, er brygget klar. Hvis det ønskes mere surt og mindre sødt, fortsættes brygningen, og der smages og noteres hver dag eller når det er muligt.
13. Når brygget er klar, filtreres SCOBY og bundfald m.m. fra gennem tragt med kaffefilter el.lign.
14. Kombuchaen kan nu nydes – gerne afkølet.
15. Ønskes en kombucha med brus, filtreres brygget over i en flaske med patentprop el.lign., og det henstår i nogle dage til der kommer brus. Det kan tilsættes andre smagsgivere fx æble- eller pæresaft uden konserveringsmiddel (gerne ufiltreret). Ved servering kan der fx tilsættes friske bær.



Efterbehandling

1. Beskriv hvordan lugt af kombucha og udseende af SCOBY udvikler sig i løbet af bryggeperioden.
2. Forklar hvad det betyder at en SCOBY er en symbiotisk kultur.
3. Hvilke fordele har bakterier af at leve sammen med gærceller i en SCOBY?
4. Hvilke fordele har gærceller af at leve sammen med bakterier i en SCOBY?
5. Forklar hvorfor sødet te er et velegnet næringssubstrat for mikroorganismene i SCOBY'en.
6. Hvorfor er det vigtigt at pH under brygning er mindre end 4,5?
7. Hvorfor er det vigtigt at flasken lukkes med ostelærred eller tilsvarende under brygning?
8. Hvorfor kommer der brus ved at overføre brygget til en flaske med tætsluttende låg?
9. Diskuter hvilke faktorer der kan få bryggeprocessen til at gå galt.

Forslag til supplerende eksperiment

Lav podninger fra SCOBY'en til agarplader med næringssubstrat for hhv. bakterier og svampe. Se vejledningen 'Isolering og dyrkning af mikroorganismer'. Undersøg hvilke mikroorganismer der fremkommer.