

1 b

Fremstilling af æblecider

Formålet med forsøget er at fremstille en æblecider med en bestemt alkoholprocent og at følge gæringsprocessen.

Baggrund

Æblecider kan fremstilles ved gæring af æblejuice. Det er en alkoholgæring som svarer til beskrivelsen af ølgæring i Bioteknologi 2, side 10-17. Upstreamprocesserne vil bestå i en presning af æblerne, evt. filtrering og sukkertilsætning.

Skriv reaktionsskemaet op for alkoholgæring:

Gæren har brug for en carbohydratkilde i form af æblesaftens indhold af fructose, evt. suppleret med saccharose eller fructose. Herudover har den behov for næringsioner som er til stede i æblesaften.

Man kan beregne hvor meget sukker der skal tilsættes for at opnå en bestemt alkoholprocent. En del af sukkeret anvender gærcellerne til deres vækst, ved at omdanne det til de molekyler de består af. Hvor meget der går til vækst, vil afhænge af en række faktorer. Under aerobe vækstforhold kan det teoretisk være op mod halvdelen af sukkeret der går til vækst, mens det vil være 10-15 % ved anaerobe forhold. Ciderfremstillingen foregår ved anaerobe forhold. Derfor kan man som nøgletal regne med at skulle tilsætte 10 % ekstra sukker til gærcellernes vækst. Omdannelsen til ethanol er ikke nødvendigvis fuldstændig idet der vil være restsukker tilbage i brygget. Hvor meget sukker der er tilbage, vil afhænge af hvor langt gæringen forløber.

Giv en kort skriftlig redegørelse for den teoretiske baggrund. Hvordan forventer du at væksten forløber i en kultur af mikroorganismer, og hvilken indflydelse vil forskellige temperaturer og inhibitorer have på væksten? Hvilken inhibitor kunne være vigtig i dette forsøg? Hvilke forventninger har du til forsøgets resultater?

Brug Bioteknologi 2, side 11-16. Udvalg de diagrammer fra bogen som du mener man kan sammenligne resultaterne med, og forklar hvad de viser.



Materialer

- Spand med tætsluttende låg og påmonteret gærrør, se figur 1. Rengør spanden med en NaOH-opløsning, skyl den og luk den til indtil forsøget.
- 5 L æblejuice
- Sukker
- 25 g gær
- Vægt som kan veje spand med indhold
- Målejournal

Figur 1. Eksempel på forsøgsopstilling.

Fremgangsmåde

1. Bestem først hvor høj en alkoholprocent I ønsker i cideren. 5 vol.% er meget normalt.
2. Beregn hvor mange gram de 5 vol.% af 5 L svarer til. Ethanol's massefylde er 789 g/L.
3. Beregn hvor mange gram glucose der skal til for at danne den ønskede mængde ethanol. Det gøres ved at følge eksemplet i Bioteknologi 1, side 44-45. Brug beregningskemaet i figur 2.
4. Læg 10 % til den beregnede sukkermængde, til opbygning af gærceller.

5. Beregn nu hvor meget sukker der skal tilsættes de 5 L æblejuice for at opnå den ønskede totale suktermængde. I beregningen kan der evt. tages højde for at sukkeret tilsættes i form af saccharose, som er et disaccharid med bruttoformlen $C_{12}H_{22}O_{11}$.
Find en nærmere forklaring på hvorfor bruttoformlen ikke svarer til 1 glucose + 1 fructose i Bioteknologi 2, Tema 3, side 26. Forskellen vil ikke have den store praktiske betydning.
6. Fyld vand i gærrøret. Markér vandstanden i gærrøret med en vandfast tusch. Gærrøret efterfyldes hertil med en pipette før hver vejning.
7. Vej den tomme spand med låg og gærrør, notér vægten.
8. Gæren udrøres i lidt af juicen.
9. Juicen hældes op i spanden.
10. Sukker tilsættes spanden, omrør juice med sukker indtil sukkeret er opløst.
11. Gæropløsningen tilsættes spanden, og låg med gærrør monteres.
12. Spand med indhold vejes og startvægten noteres.
13. Herefter noteres vægt og antal bobler pr. minut i resultatskemaet hver time første dag.
14. De følgende dage gentages målingerne to gange dagligt.
15. Når boblerne ophører, afsluttes forsøget.
16. Cideren kan fyldes på sodavandsflasker med skruelåg og lagres koldt et par uger.
17. For at få brus på cideren tilsættes en ekstra mængde sukker som opløses i spanden inden cideren fyldes på flasker. Hvor meget sukker der skal tilsættes, kan beregnes således:
Hvis der fx ønskes et tryk på 1,5 atmosfære i flaskerne, kan man beregne hvor mange mol CO_2 der skal udvikles vha. idealgasligningen $PV = nRT$, hvor
 $P = \text{Tryk (atm)}$, i dette tilfælde ønskes der 0,5 atm
 $V = \text{Volumen (L)}$, holdes konstant (5 L)
 $n = \text{antal mol gas dannet (mol)}$
 $R = \text{Gaskonstanten} = 0,082 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ($T = \text{den absolutte temperatur (K)}$, den vil være 293 K ved stuetemperatur)
18. Beregn vha. idealgasligningen hvor mange mol CO_2 der skal dannes for at give de 5 L det ønskede overtryk.
19. Beregn herefter hvor mange gram sukker der skal tilsættes, på samme måde som du tidligere beregnede hvor meget sukker der skulle tilsættes for at opnå en bestemt alkoholmængde. Indsæt tallene i beregningskemaet i figur 2.
20. Sukkeret tilsættes og opløses hvorefter cideren fyldes på flasker.

	$C_6H_{12}O_6$	$2 C_2H_5OH$	$2 CO_2$
Masse (g)			
Molarmasse (g/mol)			
Stofmængde (mol)			

Figur 2. Beregningskema for tilsat glucosemængde.

Resultater

Resultaterne skrives ind i resultatskemaet i figur 3:

Dato	Kl.	Antal bobler pr. minut	Vægt (gram)	Beregnet vægttab (gram)	Noter

Figur 3. Resultatskema.

Resultatbearbejdning

1. Lav et diagram som viser antal bobler pr. minut gennem forsøget.
2. Beregn vægttabet for hver måling.
3. Lav et diagram som viser vægttabet i gram gennem forsøget.
4. Beregn den dannede alkoholmængde ud fra slutmålingen.
5. Beregn alkoholprocenten ud fra slutmålingen. Dette er den beregnede alkoholprocent.
6. Sammenlign vækstforløbet med bakterievækstkurven i Bioteknologi 2, side 11.
Hvilke faser kan du genkende?
7. Hvordan afspejler kurverne antallet af celler i gærkulturen?
8. Sammenlign den beregnede alkoholprocent med den I forventede ud fra jeres sukkerberegninger. Hvordan svarer de til hinanden? Hvad kan eventuelle forskelle skyldes?
9. Smag på cideren og vurder resultatet. Hvordan er denne cider forskellig fra de cider-drinks man køber på dåse i butikkerne? Tjek med varedeklarationen hvad de består af.