

Gæring

Kapitel 5 · Stofskifte



FOTO: SØREN LUNDBERG

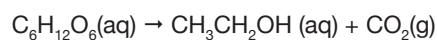
Figur 1: Gæringskolbe med gærrør.

FORMÅL

At undersøge hvilken rolle temperaturen spiller for ethanolgæringen ved hjælp af et kontrolleret forsøg.

TEORI

Gærsvampe kan omsætte glucose (druesukker, $C_6H_{12}O_6$) til alkoholen ethanol (CH_3CH_2OH) og gassen carbondioxid (CO_2). Det skriver man sådan:



Afstem reaktionsskemaet.

Reaktionen er et eksempel på en gæring, da ikke alle C-atomerne i glucosen bliver til carbondioxid. Nogle af C-atomerne er bundet i den organiske forbindelse, ethanol. Derfor kaldes denne specielle gæring for ethanolgæring.

Gæring

Ethanolgæring har stor anvendelse i bioteknologisk produktion. Ethanolindholdet i vin og spiritus er opstået ved ethanolgæring, og gærbrød hæver på grund af carbondioxid fra respiration og ethanolgæring. I produktion af øl, champagne og andre mousserende vine anvendes både ethanol og carbondioxid fra gæringen. Brus i sodavand kommer normalt også fra ethanolgæring, idet ølbrygningen giver overskud af carbondioxid, som bryggerierne kan tilsætte sodavandet.

Brug naturvidenskabelig metode til at finde ud af så meget som muligt om gæringsprocessen, og hvad der påvirker den. Opstil eksperimenter, som kan eftervise nogle af følgende hypoteser om gæring:

- Ethanolgæring kan tage udgangspunkt i andre carbohydrater end glucose, men ikke et hvilket som helst.
- Ethanol er et giftstof for gærceller, og ved en ethanolkoncentration på 12-20 volumen% går gæringen helt i stå. *DATABOG fysik kemi* indeholder en tabel over ethanol/vand-blandingers koncentrationer i masse% og tilhørende densitet.
- Ioner af tungmetaller som fx jern, kobber, cadmium, bly og kviksølv er giftige for gærceller. Ethanolgæring foregår hurtigst, hvis gærcellerne har det lunt. Hvis det er koldt, går det langsomt, og hvis det er for varmt, går gæringen helt i stå.

Man kan udregne, at 51,1 masse% af den omsatte glucose omdannes til ethanol, og de resterende 48,9 masse% forsvinder fra gæringsbeholderen som carbondioxid. Gæring skal foregå uden ilt til stede (anaerobt), men for at undgå at trykket stiger i kolben, skal carbondioxid kunne undslippe. Til dette anvendes et gærrør med vand, der forhindrer, at der kommer dioxygen i kolben, men lader carbondioxid slippe ud.

HYPOTESE

Formuler en korte præcise hypoteser for de del-eksperimenter, der udføres.

MATERIALER

- 250 mL koniske kolber
- Gærrør
- Phenolrødt
- Vægt
- Termometer
- Carbohydrater, fx glucose, fructose, maltose, sucrose, lactose og stivelse
- Gær (*Saccharomyces cerevisiae*)
- Ethanol
- Opløsning med tungmetal fx 0,1 M $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$
- Vandbade

Gæring

METODE

Grundeksperiment

Planlæg eksperimentet i detaljer, så du ved, hvordan eksperimentet med glucose, vand og gær skal udføres i praksis. Planlæg mindst tre forsøgsserier, hvor kun en faktor er variabel i hver serie.

- Afvej 12,5 g glucose og 2,5 g gær og kom det i kolben.
- Kom 125 mL vand i kolben, og opløs glucose og gær i vandet.
- Kom vand og en syre-baseindikator (fx phenolrødt) i gærrøret, og placer det i kolben.
- Vej kolben med indhold og gærrør. Noter den nøjagtige masse. Dette er massen til tiden 0.
- *Hvis den variable er temperaturen, så skal vandet have den relevante temperatur (dvs. temperatur, som forsøgstemperaturen) fra starten.*

Gæringen kan følges ved at

1. tælle antal bobler pr. minut til tiden 0, efter 15 min, 30 min, 45 min, 60 min, 75 min, 90 min, 105 min, 120 min. Noter resultaterne i et skema.
2. veje kolben med indhold og gærrør fx hver time. *Kolben skal tørres af inden vejning og samme vægt skal benyttes.* Hvis der kan benyttes en vægt, der tilsluttes en computer med et dataanalyseprogram, kan massen registreres i løbet af et par døgn.
3. observere og notere indikatorens farve ved start og afslutning af eksperimentet.

Forsøgsserier

- Lav en serie af forsøg, hvor der kun ændres på en faktor ad gangen (temperatur, pH, typen af carbohydrat, koncentration af gærceller, ...). De øvrige forsøgsbetingelser holdes konstante.
- For at bekræfte metoden bør man lave et par dubletter, hvor to gæringsforsøg udføres helt ens, og derfor bør give stort set samme resultater.
- Husk kontrolforsøg.

RESULTATER

- Afbild massen af den omsatte glucose (beregnet ud fra massetabet) som funktion af gæringstiden.
- Beregn massen af dannet ethanol.
- Vedlæg resultaterne fra mindst tre forskellige forsøgsserier: Din egen og mindst to du har byttet dig til.

Gæring

DISKUSSION

- Forklar, hvorfor der skal laves et kontrolforsøg.
- Forklar, hvorfor der er vand i gærrøret.
- Forklar et eventuelt farveskift af indikatoren i gærrøret.
- Analyser de tre forskellige forsøgsserier. Ved at analysere datasæt fra forskellige forsøgsserier fås flere informationer om ethanolgæringen. Formuler delkonklusioner ud fra analyserne af de tre forsøgsserier.
- Skitser mindst et eksperiment, der giver svar på et eller flere af de spørgsmål, jeres tre eksperimenter gav anledning til.
- Standser gæringsprocessen, fordi glucosen bruges op, fordi ethanol-koncentrationen bliver for høj eller af en helt tredje årsag? For at give et bud på dette centrale men komplicerede spørgsmål, skal du beregne, om glucosen er brugt op og hvor meget ethanol, der er blevet dannet. Slå op i *DATABOG fysik kemi* for at finde de nødvendige værdier som skal benyttes, når volumenprocenten skal beregnes.
- Hvad kan resultatet af eksperimentet med gæring ved forskellige temperaturer bruges til i praksis?
- Analyser og vurder, om principperne for naturvidenskabelig metode er overholdt. Giv eventuelt forslag til forbedringer af eksperimentet.

KONKLUSION

Formuler korte og præcise konklusioner ud fra de bearbejdede data.

KILDER

Lav en liste over alle anvendte kilder som fx bøger, artikler og internetkilder. Anfør fuldstændig reference som forlag, udgivelsesår og URL-adresse.