

Eksperiment 4.2: Biobrændstoffer

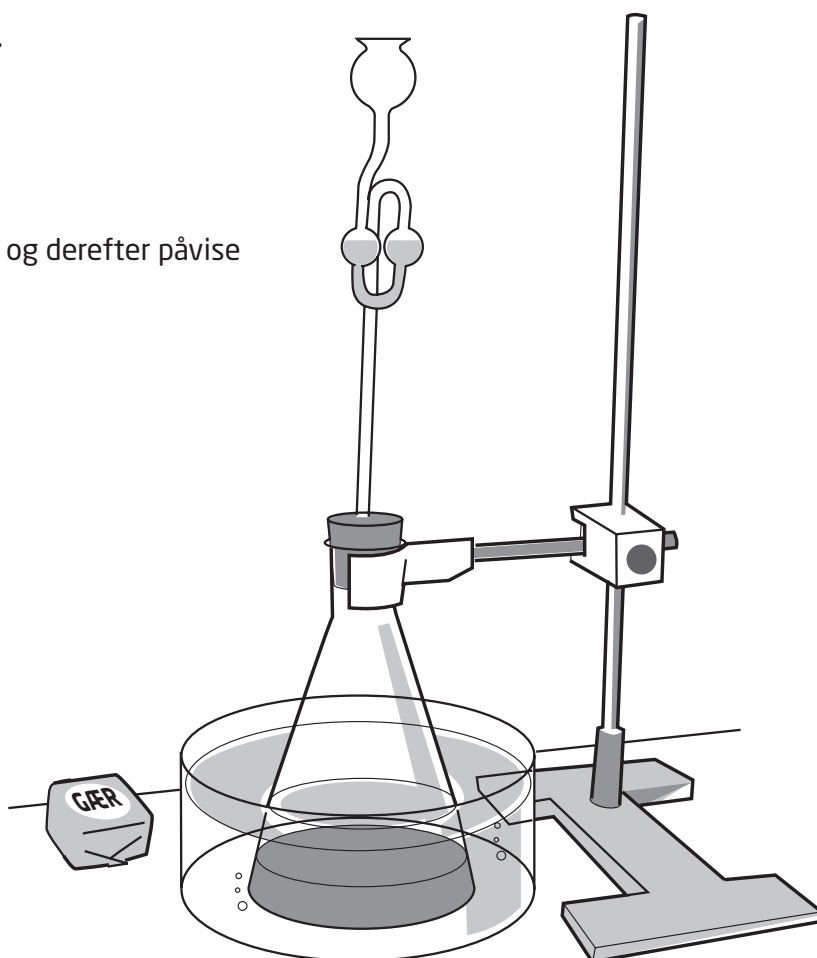
Fremstilling af alkohol ved gæring

Formål

I skal fremstille alkohol ved gæring af sukker og derefter påvise dannelsen af alkohol.

I skal bruge

Glucose (druesukker)
Iod-kaliumiodidopløsning
Mættet kalkvand
Natriumhydroxid (NaOH) (1 M)
Frisk gær
Filterpapir
Forsøgsstativ med muffe og klemme
Gærrør
Måleglas (25 ml)
Prop med hul
Reagensglas
Ske
Termometer
To koniske kolber (250 ml)
Tragt
To plastikpipetter
Vandfad



Oplæg

Gær består af gærceller, der er levende organismer. De findes overalt i naturen, men de fleste kender nok gær fra brødbagning. Gærceller lever af sukker, som de omdanner til alkoholen ethanol og luftarten carbon-dioxid (CO₂). Det er CO₂, der får brødet til at hæve. Omdannelsen af sukker til ethanol kaldes for gæring, og den bruges også til at fremstille øl, vin og andre alkoholiske drikke. Ethanol kan også bruges som brændstof, og når sukkeret kommer fra biomasse, kaldes brændstoffet for bioethanol. Biomassen kan for eksempel være sukkerroer, majs eller korn. I dette eksperiment skal I først omdanne glucose til ethanol og derefter påvise dannelsen af ethanol.

Sådan gør I

Fremstilling af alkohol ved hjælp af gær

1. Byg opstillingen på tegningen et sted, hvor den kan stå i nogle dage.
2. Hæld nogle skefulde glucose i en 250 ml konisk kolbe. Hæld en skefuld smuldret gær oveni.
3. Fyld cirka en tredjedel af kolben med 30 °C varmt vand. Ryst kolben, til sukkeret er opløst.
4. Sæt kolben ned i et vandfad, og fastgør kolben til et forsøgsstativ.
5. Sæt en prop med hul på et gærrør. Sæt derefter proppen på kolben.
6. Hæld mættet kalkvand i gærrøret.
7. Fyld cirka 40 °C varmt vand i vandfadet.

Efter cirka 10 minutter starter gæringen. I kan se det ved, at der dannes bobler i væsken. Når der ikke mere er bobler i gærrøret, er gæringen slut. Det sker efter et par uger. Alkoholprocenten er nu over 10 procent. I kan påvise tilstedeværelsen af ethanol ved hjælp af iodoformprøven:

Iodoformprøven

Det er vigtigt, at I har sikkerhedsbriller på under hele dette eksperiment

8. Sæt en tragt med filterpapir i en ren konisk kolbe, og filtrer 15-20 ml af væsken fra gæringseksperimentet ved at hælde den igennem tragten.
9. Afmål 5 ml af den filtrerede væske, og hæld det over i et reagensglas.
10. Tilsæt med pipetter 5 dråber iod-kaliumiodidopløsning og 10 dråber natriumhydroxid-opløsning.
11. Ryst forsigtigt reagensglasset fra side til side et par gange. Hvad sker der?

-
-
12. Vent to minutter, og betragt så omhyggeligt indholdet i reagensglasset ved at holde det op mod lyset. Beskriv, hvad der sker med væsken.

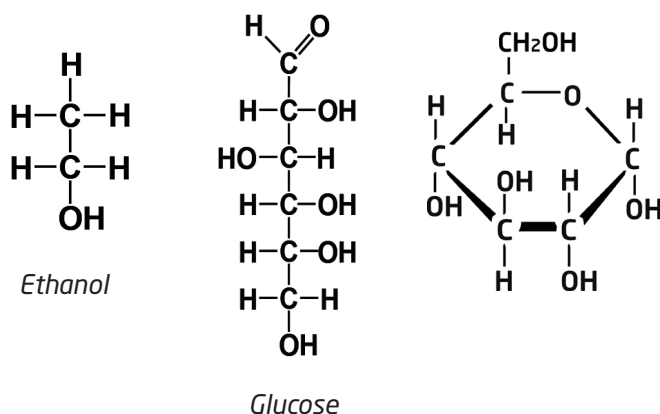
-
-
13. Sammenlign eventuelt jeres resultat med lærerens kontroleksperiment. Kan I forklare en eventuel forskel?

Forklaring

Når CO_2 og kalkvand reagerer, dannes der et bundfald. Ved at boble luften gennem mættet kalkvand under gæringen kan I dermed påvise, at den dannede luftart er CO_2 . Ethanol påvises ved, at der dannes et gult bundfald af triiodmethan (iodoform), når man blander ethanol med iod-kaliumiodidopløsningen.

Efterbehandling

Byg et ethanol-, et glucose- og et CO_2 -molekyle med et molekylbyggesæt. Glucosemolekylet er egentligt en ring, som tegningen yderst til højre viser, men I kan bygge det som et udstrakt molekyle efter formlen i midten.



Ekspæriment 4.2: Biobrændstoffer

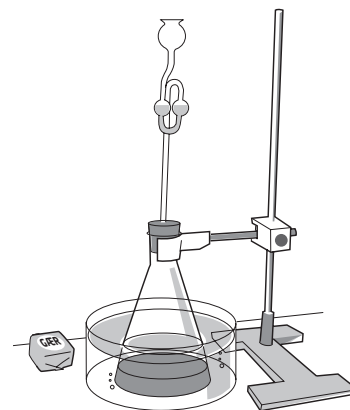
Fremstilling af alkohol ved gæring

Baggrundstekst

Afsnittet 'Biobrændstof med naturens hjælp'

Beskrivelse

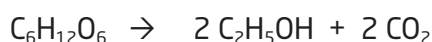
Eleverne fremstiller alkohol ved gæring af sukker med almindeligt bagegær. Gæringen starter allerede kort efter, at eleverne har blandet ingredienserne, men er først helt afsluttet efter nogle uger. Efter gæringen påviser eleverne dannelsen af alkohol med iodoformprøven.



Forklaringer

Gæring

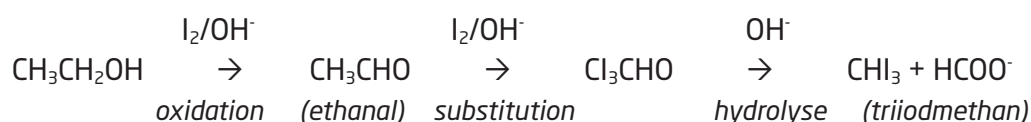
Gærceller indeholder enzymet zymase, der spalter glucose til luftarten carbondioxid (CO₂) og alkoholen ethanol (C₂H₅OH). Gæringsreaktionen kan skrives således:



Gærarten *Saccharomyces* er en af de mest anvendte til ethanolproduktion på grund af dens effektivitet og tolerance over for alkoholkoncentrationer helt op til 18 %.

Iodoformprøven

Ethanol kan som den eneste primære alkohol påvises med iodoformprøven. Iodoformreagenset er en stærkt basisk opløsning af I₂ i KI(aq), og under reaktionen bliver ethanolopløsningen i reagensglasset først uklar efterfulgt af dannelsen af et gult bundfald af triiodmethan (iodoform). Sideløbende bliver ethanol oxideret til ethanal. Bundfaldet har en særlig antiseptisk lugt. Iodoformreaktionen sker i tre trin:



Da prøven udføres på en fortyndet alkoholopløsning (ca. 5-10 %), er bundfældningen længe om at løbe til ende, men eleverne kan iagttage den umiddelbart efter tilsætningen af iod-kaliumiodid- og natriumhydroxid-opløsningerne. En fuldstændig bundfældning tager omkring 20 min.

Mikroskalakemi

Iodoformprøven er et eksperiment i mikroskala. Begrebet betegner eksperimenter, der udføres i meget små beholdere og derfor også med meget små mængder kemikalier, ofte kun en eller to dråber af hvert reagens. Eksperimenter i mikroskala har typisk færre udgifter til kemikalier og udstyr samt mindre mængder affald. Desuden er sikkerheden for eleverne større, idet de små mængder kemikalier nedsætter eksponeringen og risikoen for skader og brand.

Ethanol som biobrændstof

Ethanol dannet fra biomasse er et populært alternativ til fossile brændstoffer, fordi det reducerer udledningen af CO₂ og andre drivhusgasser. I Brasilien, som i 2009 var verdens næststørste producent af bioethanol (størst er USA), er over 70 % af bilerne såkaldte full-flex biler, der kører på en blanding af op til 90 % ethanol i benzinen.

Sukkeret til fremstilling af bioethanol kommer blandt andet fra sukkerrør, majs og korn. Når bioethanol forbrændes, udleder det i princippet blot den samme mængde CO_2 , som planterne optog, da de voksede på marken. I praksis sænker brugen af bioethanol dog ikke udledningen af drivhusgasser helt så meget, som man kunne forvente, fordi man bruger energi fra fossile brændstoffer til at så, gøde, høste og forarbejde biomassen. Biobrændstoffer konkurrerer desuden om både vand og land med produktionen af fødevarer, hvilket kan have alvorlige konsekvenser for verdens fattige lande.

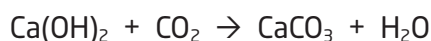
Disse ulemper bliver dog mindre i takt med, at teknologien bliver bedre. De biobrændstoffer, der i dag hældes i bilerne, er fremstillet ved at bruge spiselig biomasse. Forskerne i CASE og mange andre steder i verden arbejder på at udvikle metoder til at omdanne de langt sværere nedbrydelige dele af biomassen, som træ, blade og stængler, til brændstoffer. Det vil ifølge det amerikanske energiministerium kunne mindske udledningen af drivhusgasser med over 85 % i forhold til afbrændingen af fossile brændstoffer. Desuden vil problemer knyttet til land, vand og fødevarer blive langt mindre, fordi vi kan bruge planteaffaldet fra fødevarerproduktionen som biobrændstof.

Gode råd til eksperimentets udførelse

1. Elevernes eksperimenter kan suppleres med en kontrolopstilling, hvor gær udelades, som bevis for at dannelsen af alkohol skyldes gærcellernes aktivitet. Læreren kan så udføre iodoformtesten på kontrolblandingen sideløbende med elevernes test, så de kan sammenlignes.
2. Gæringen forløber hurtigere, hvis man tilsætter lidt næringssalt, for eksempel en blanding af 1,5 g dinatriumhydrogenphosphat (Na_2HPO_4), 0,5 g ammoniumsulfat ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$), 0,15 g kaliumchlorid (KCl) og 0,1 g magnesiumsulfat (MgSO_4) per hold.
3. Mættet kalkvand fremstilles ved at opløse 1 g calciumoxid i 500 ml demineraliseret vand. Det kan også fremstilles ved at opløse 1,5 g fast calciumhydroxid (melkalk, $\text{Ca}(\text{OH})_2$) i vandet. Efter nogle timer dekanteres opløsningen, hvorefter den filtreres. Opløsningens koncentration bliver 0,02 mol/l. Det er bedst at bruge frisk fremstillet kalkvand, da kalkvand suger CO_2 til sig og danner bundfald i flasken.
4. Iod-kaliumiodidopløsningen kan købes hos Søren Frederiksen, der forhandler en opløsning indeholdende 1,3 g iod og 5 g kaliumiodid per 100 ml.
5. Natriumhydroxid (NaOH) i den brugte koncentration skal mærkes C; R34. Kaliumiodidopløsninger (KI(aq)) op til 0,1 M kræver ingen mærkning.

Fejlkilder

Når CO_2 bobler gennem kalkvand, dannes der bundfald af calciumcarbonat, CaCO_3 , der er tungtopløseligt. Reaktionen for dannelsen af bundfald er:



Man skal være opmærksom på, at bundfaldet efter et stykke tid vil gå i opløsning ved den fortsatte gennembobling med CO_2 . Det sker ved følgende reaktion, hvor der dannes calciumhydrogencarbonat, som er letopløseligt:

