

Fremstilling af bioethanol

Du skal undersøge forskellige biomassers potentiale til fremstilling af bioethanol. Gærceller kan producere bioethanol ud fra glukose. I alle plantedele er der glukose på en eller anden form: frit eller bundet som cellulose eller stivelse. For at omdanne cellulose og stivelse tilsættes specielle enzymer.

Materialer

10 mL rør med låg
Mikropipetter, 10 mL og 200 μL
50 mL bægerglas
10 og 25 mL engangssprøjter
med prop

$2 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$
 $0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$ natriumethanoat(aq)
Neutralisationsopløsning
($4 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \text{NaOH}$, $0,3 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$ natrium-
ethanoat)¹



Forskellige biomasser
(halm, papir, savsmuld, hvede-,
majs- og kartoffelmel,
sukker, glukose, fruktose)
Termamyl
(enzym, der hydrolyserer stivelse)
Celluclast + Viscozyme
(enzymer, der hydrolyserer
cellulose)
Gær opslæmmet i vand

Fremgangsmåde

Hver gruppe arbejder med et carbohydrat fra hver gruppe.

1. gang (30 minutter)

- Cellulose
1. Halm, papir eller savsmuld knuses eller klippes i meget små stykker.
 2. Afvej 0,50 g og hæld det i et rør.
 3. Tilsæt 3,0 mL $2 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$ svovlsyre og 2,7 mL vand.
 4. Biomassen autoklaveres ved 120 °C i 20 min.

2. gang (30 minutter); 2 timer - 7 dage senere

- Cellulose
5. Tilsæt 3,0 mL neutralisationsopløsning til røret.
 6. Tilsæt 100 μL af hver af enzymerne Celluclast, Viscozym og Termamyl.

- Stivelse
7. Afvej 0,50 g mel (af hvede, kartoffel eller majs) og bland med 8,9 mL 0,1 M natrium-ethanoat i et rør.
 8. Tilsæt 100 μL af enzymet Termamyl.

¹ Der er både 4 mol NaOH og 0,3 mol natriumethanoat i én liter.

3. gang (180 minutter); dagen efter

Cellulose og
stivelse

9. Ryst rørene og se om biomassen har ændret form/udseende/viskositet.

Sukker

10. Afvej 0,50 g sukker (alm. sukker, fruktose eller glukose) og bland med 9,0 mL $0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$ natrium-ethanoat i et bægerglas.

Inkubér

11. Tilsæt 1,0 mL gæringslæmning til alle tre prøver og bland grundigt.
12. Find to 10 mL og en 25 mL engangssprøjte, hvor stemplet er let og smidigt at skubbe. Evt. smøres gummiringens kant med madolie. Brug den store til sukker og de to små til cellulose og stivelse.
13. Hæld biomasserne i hver sit lille bægerglas og sug 6-7 mL op i hver engangssprøjte.
14. Bank luft ud af sprøjterne og tryk ud, til I har 5,0 mL tilbage i sprøjterne.
15. Sæt en prop på hver sprøjte og inkubér de tre prøver ca. 1-2 timer ved 37 °C.

Aflæs

16. Notér hvor meget gas, der er udviklet under gæringen ved at se, hvor meget stemplet er skubbet tilbage.

Resultater

Biomassetype:			
mL gas:			

Efterbehandling

Diskussion

1. Hvad nytte gør bioethanol for samfundet?
2. Hvad er formålet med at koge cellulose med syre?
3. Tjek, at neutralisationsopløsningen sikrer, at alle carbohydrater ender i samme slags opløsning.
4. Hvorfor tilsætter vi de tre enzymer og hvorfor netop på disse tidspunkter?
5. Hvilken stofskifteproces udfører gæren? Skriv reaktionsskemaet.
6. Hvor meget bioethanol producerede dine biomasser pr. gram biomasse? Lav et mængdeberegningsskema - 1 mol gas fylder 24 L.
7. Hvad er 1. og 2. generations bioethanol?
8. Hvor i verden producerer man råvarer til 1. og 2. generations bioethanol? Har vi noget i Danmark?
9. Hvad er lettest at lave, 1. eller 2. generations bioethanol? Begrund svaret.
10. Hvad er etikken i at producere 1. og 2. generations bioethanol?