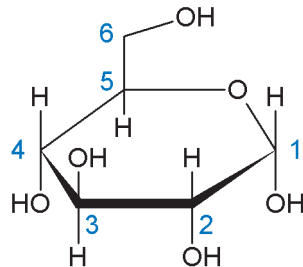


Opgave 4 Gærceller og bioethanol

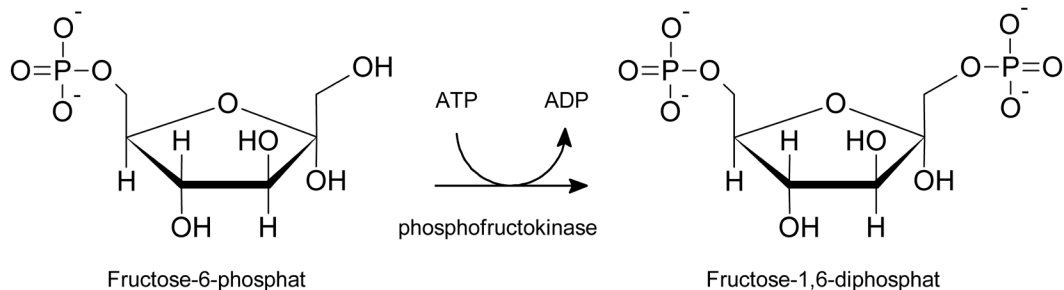
Bioethanol er et CO₂-neutralt brændstof. Bioethanol kan dannes ud fra forskellige typer biomasse, for eksempel halm. Halmen skal dog først nedbrydes til glucose, som gærceller via glycolyse kan omdanne til ethanol. *Figur 1* viser den kemiske opbygning af α -D-glucose.



Figur 1. α -D-glucose

1. Angiv de asymmetriske carbonatomer i α -D-glucose vist i *figur 1*. Benyt eventuelt *bilag 2*.

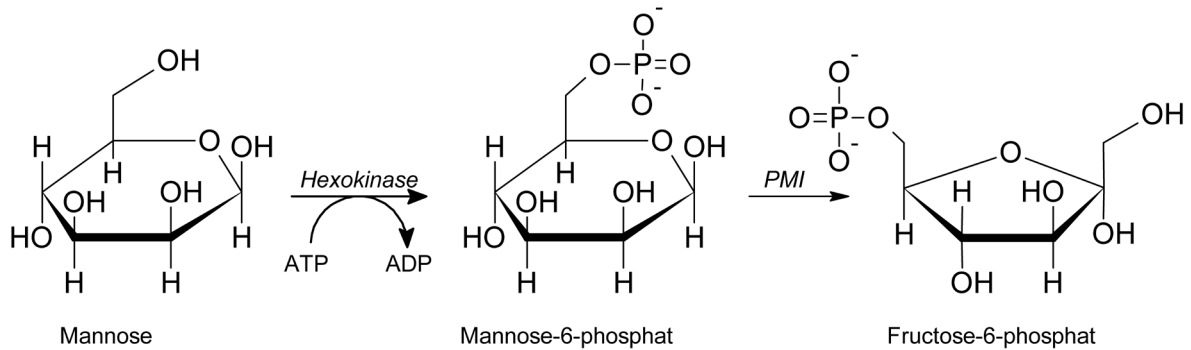
α -D-glucose omdannes i glycolysen til pyruvat og herfra videre til ethanol. I det tredje trin i glycolysen sker der en omdannelse af fructose-6-phosphat til fructose-1,6-diphosphat. Reaktionen katalyseres af enzymet *phosphofruktokinase*, se *figur 2*.



Figur 2. Omdannelse af fructose-6-phosphat til fructose-1,6-diphosphat, det tredje trin i glycolysen.

2. Redegør for, hvilken funktion ATP har i reaktionen, vist i *figur 2*.

I et forsøg på at øge produktionen af ethanol hos gærceller har man transformeret dem med et plasmid, der indeholder et ekstra gen for *phosphofruktokinase*. Plasmiderne, der blev brugt ved transformationen, indeholdt også et gen for enzymet *phosphomannose isomerase (PMI)*. Dette enzym indgår i dannelsen af fructose-6-phosphat ud fra carbohydratet mannose, se figur 3.



Figur 3. Omdannelsen af mannose til mannose-6-phosphat og videre til fructose-6-phosphat. *PMI* er en forkortelse for *phosphomannose isomerase*.

PMI-genet kan i forbindelse med transformation fungere som et selektivt markørgen, fordi de gærstammer, man arbejder med, ikke selv har genet. Dermed kan gærcellerne normalt ikke udnytte mannose til deres vækst.

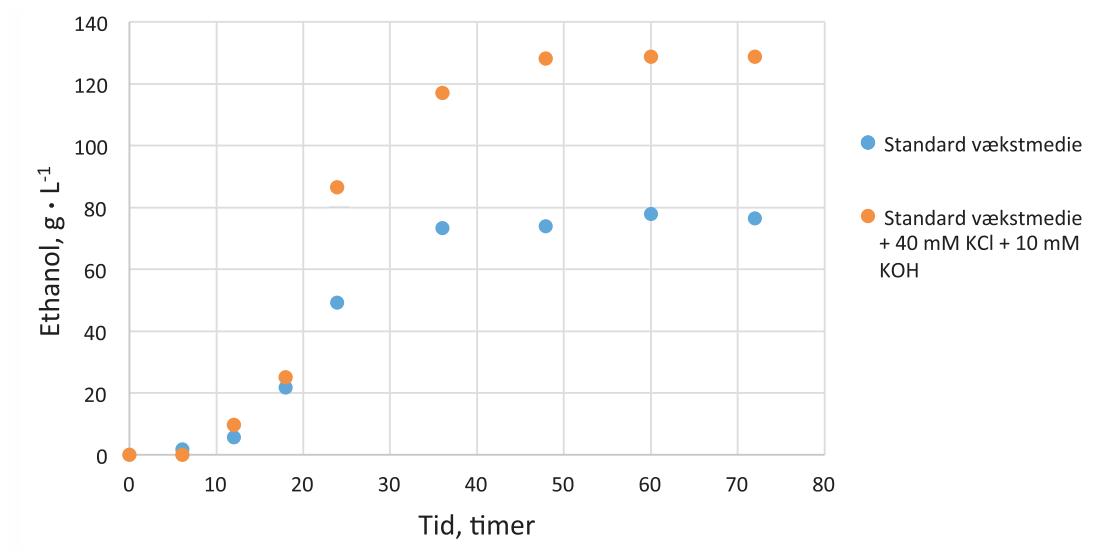
3. Forklar, hvordan man kan teste om transformationen med plasmider med *PMI*-genet er lykkedes.

De transformerede gærceller har cirka tre gange så høj enzymaktivitet af *phosphofruktokinase* som normale gærceller, men de har desværre vist sig ikke at danne mere ethanol end de normale gærceller.

4. Giv forslag til, hvorfor de transformerede gærceller ikke danner mere ethanol end de normale gærceller.

Opgaven fortsættes næste side

I et andet forsøg har man undersøgt betydningen af vækstmediets sammensætning for gærcellers produktion af ethanol. Resultater fra forsøget ses på *figur 4*.



Figur 4. Koncentrationen af ethanol som funktion af tiden i forsøg med gær i henholdsvis standard vækstmedie og standard vækstmedie tilsat KCl og KOH.

5. Analysér forsøgsresultaterne på *figur 4*, og diskuter hvilken betydning resultaterne kan have for produktion af bioethanol.