

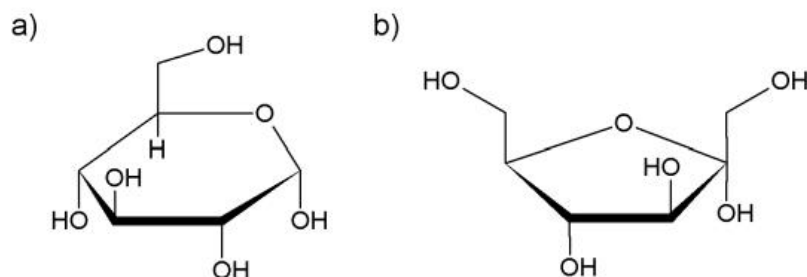
Opgave 1 Produktion af æblecider

Æblecider er en drik, der fremstilles ved gæring af æblesaft. Traditionelt har man ikke tilsat gær til saften, idet man har udnyttet, at der naturligt findes vildgær på overfladen af æblerne. Resultatet bliver en let mousserende cider med en karakteristisk smag, der vil afhænge af sammensætningen af mikroorganismer. Ligeledes vil indholdet af ethanol kunne variere fra produktion til produktion, medmindre processen kontrolleres nøje.

Æblesaft, som for eksempel benyttes til fremstilling af cider, indeholder blandt andet glucose og fructose, som vist i *figur 1*.



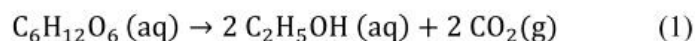
Foto: Colourbox



Figur 1. Den kemiske struktur af a) α -D-glucose og b) α -D-fructose.

1. Argumentér for, at α -D-glucose og α -D-fructose er isomere forbindelser.

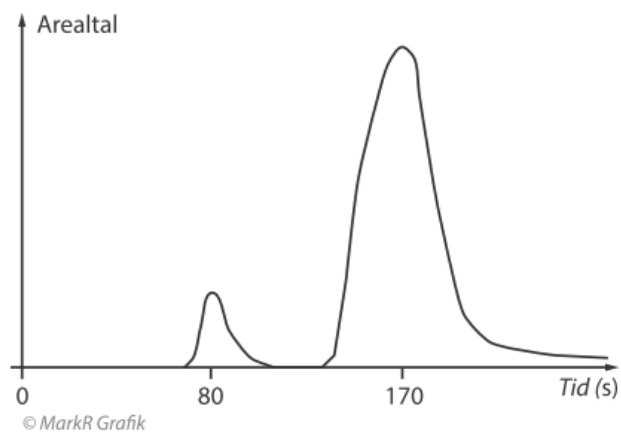
En gymnasieklasse vil lave æblecider. De river og presser æbler, så de har 10 L æblejuice, som hældes i en gæringsspand. I stedet for at benytte vildgær tilsætter eleverne gær til æblejuicen. Gærcellerne kan omdanne α -D-glucose og α -D-fructose fra æblesaften til ethanol, som vist i reaktion (1):



I æblejuicen er indholdet af α -D-glucose og α -D-fructose tilsammen 105 g/L.

2. Beregn det teoretiske udbytte af ethanol, hvis alt α -D-glucose og α -D-fructose i gæringsspanden omdannes. Resultatet skal angives i g/L.

Efter fire uger undersøges indholdet af ethanol ved hjælp af gaschromatografi. Gaschromatografi er en teknik, der anvendes til at adskille let fordampelige stoffer i en væskeblanding. Den stationære fase er enten et fast stof eller en væske med et højt kogepunkt, som befinder sig på den indvendige side af et opvarmet rør. Røret kalder man en kolonne. Den mobile fase er en gas. Når en prøve sprøjtes ind i gaschromatografen, føres den med gassen igennem kolonnen. Stofferne adskilles, idet de bevæger sig med forskellig hastighed gennem kolonnen på grund af forskelle i polaritet og kogepunkter. En detektor måler tiden, det tager for et stof at bevæge sig gennem kolonnen, og resultatet kan afbildes i et såkaldt chromatogram, hvor man kan se toppe for det enkelte stof, se *figur 2*.



Figur 2. Gaschromatogram af cider. Toppen ved 80 s stammer fra ethanol, og toppen ved 170 s stammer fra vand. Toppe fra andre letfordampelige stoffer i cideren er ikke vist på figuren.

Arealet under en top i gaschromatogrammet angiver hvor meget af det pågældende stof, den enkelte prøve indeholder, mens tiden, det tager for et stof at bevæge sig gennem kolonnen, er karakteristisk for det enkelte stof. For at kunne bestemme koncentrationen af ethanol i cider laves en række standardopløsninger med et kendt indhold af ethanol. Prøverne analyseres i gaschromatografen, og sammenhørende værdier mellem koncentration af ethanol og arealet under toppene er vist i *figur 3*.

Ethanol g/L	Areal under en top
32	55
60	105
125	220
200	340
256	445

Figur 3. Sammenhørende værdier mellem koncentration af ethanol og areal under en top. Areal tallene er angivet som relative værdier og er derfor uden enhed.

3. Vis, at der er en lineær sammenhæng mellem koncentration af ethanol og areal under en top ud fra værdierne, vist i *figur 3*.

Opgaven fortsættes næste side

Den fremstillede cider blev herefter undersøgt i gaschromatografen. Areal tallet for ethanol viste sig at være 71.

4. Bestem det praktiske udbytte af ethanol i cider. Resultatet angives i g/L.
5. Diskuter hvilke årsager, der kan forklare forskellen mellem det teoretiske og det praktiske udbytte.

Kvaliteten af en cider bedømmes blandt andet på dens sødme, syrlighed, bitterhed og duft. Disse faktorer kan variere fra produktion til produktion og afhænger blandt andet af de mikroorganismer, der er til stede under produktionen.

6. Giv forslag til hvilke forhold undervejs i produktionen, klassen skal være opmærksomme på for at få den bedste og mest ensartede kvalitet af deres æblecider.