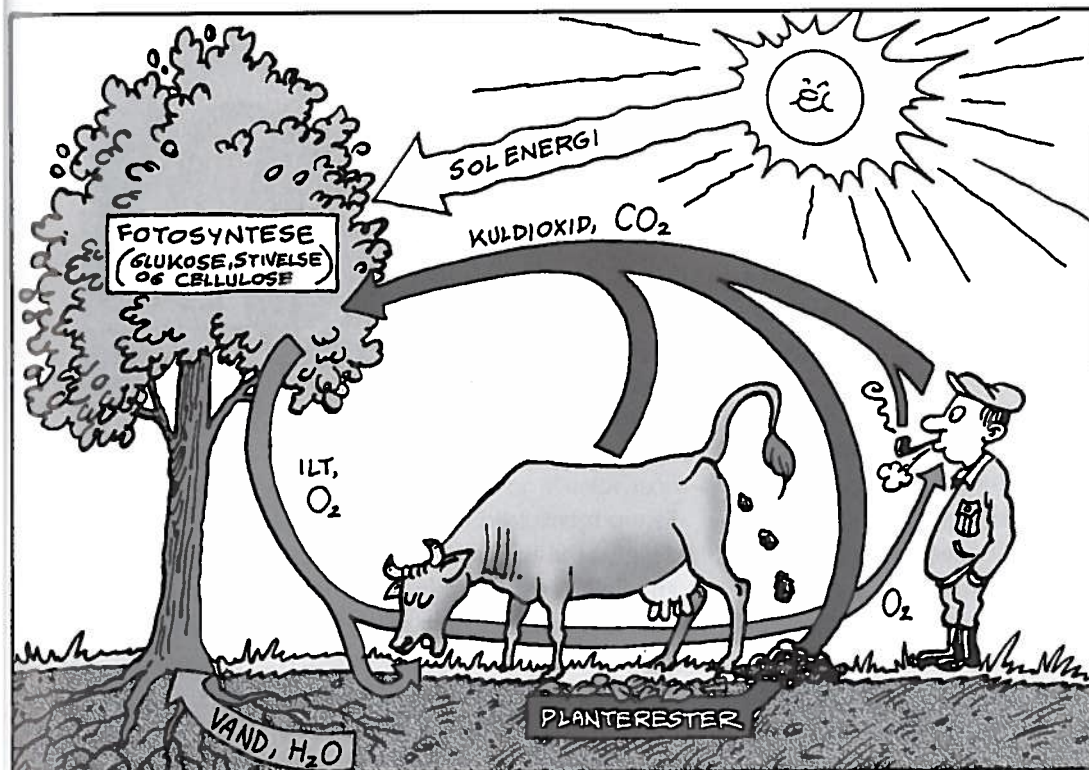


6. Sukker – et naturprodukt

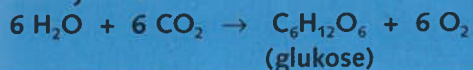


Åndingsprocessen og fotosyntesen udgør tilsammen et kredsløb i naturen.

Fotosyntesen

Glukose, $C_6H_{12}O_6$ er et naturprodukt, som dannes i alle grønne planter. Det sker, hvis de har adgang til både vand, carbondioxid og sollys. Processen, der er jordens vigtigste kemiske reaktion, kaldes for fotosyntesen (foto er et græsk ord, som betyder lys; syntese betyder opbygge). Reaktionsskemaet for fotosyntesen ser sådan ud:

Fotosyntesen



Fotosyntesen er forudsætningen for alt liv på jorden. Den er således grundlaget for plantevækst. I fødekæden tjener planterne som føde for dyr og mennesker.

Ved fotosyntesen forbruges H_2O (vand) og CO_2 (carbondioxid). Der dannes $C_6H_{12}O_6$ (glukose) og O_2 (oxygen) som kan erstatte den oxygen, som forbruges ved ånding og ved andre forbrændingsprocesser. Ved åndingsprocessen er det den modsatte proces, der foregår, jf. reaktionsskemaet i kapitel 5.

De to råstoffer til fotosyntesen får planterne fra henholdsvis luften, som indeholder 0,035 % CO_2 , og fra jorden, der indeholder H_2O .

Åndingsprocessen og fotosyntesen udgør tilsammen et kredsløb i naturen, jf. tegningen øverst på siden. Læs evt. mere om fotosyntesen i temabogen "Kulstoffets kredsløb", hvori de tre efterfølgende forsøg tidligere er beskrevet.

Sukker – et produkt af fotosyntesen

Sukker i sukkerrør og sukkerroer kan tænkes dannet i tre trin. I første trin opstår ved fotosyntesen monosakkaridet glukose. Noget af det dannede glukose omdannes derefter i andet trin til fruktose (glukose og fruktose har samme molekylformel). I det tredje trin kobler et glukosemolekyle og et fruktosemolekyle sig sammen, hvorved disakkaridet sukker (sakkarose) opstår, jf. kapitel 5.

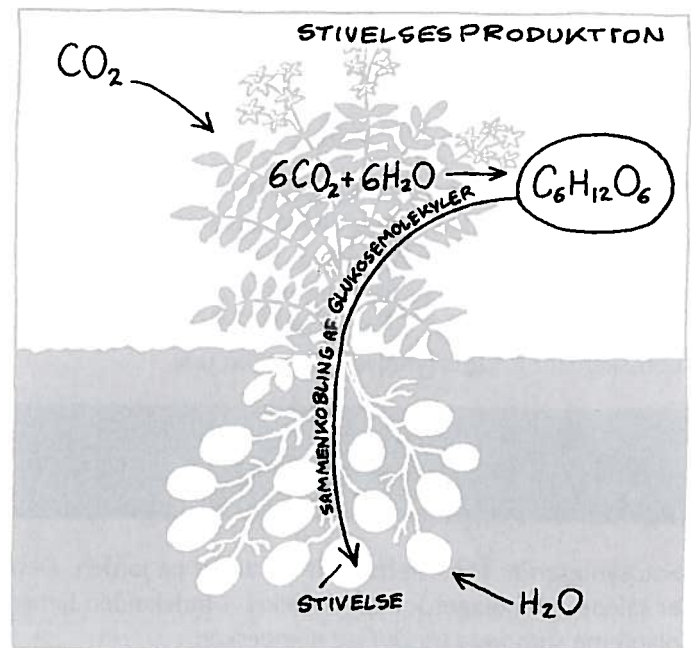
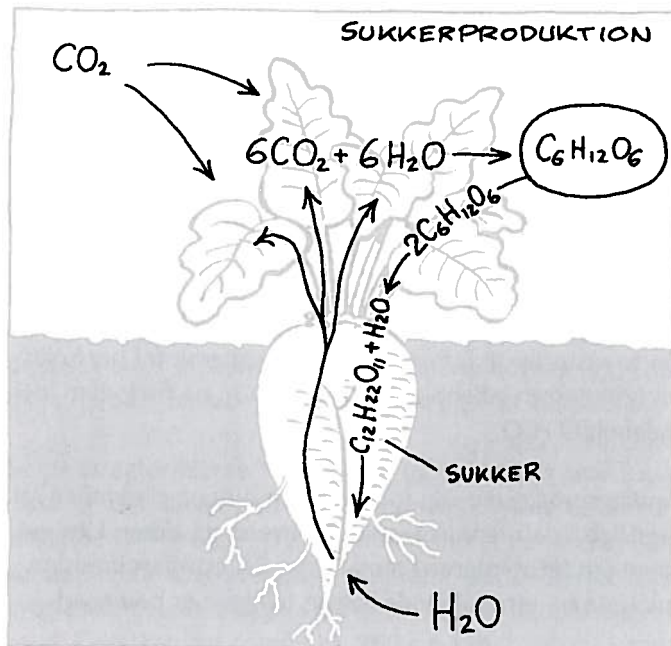
Stivelse og cellulose

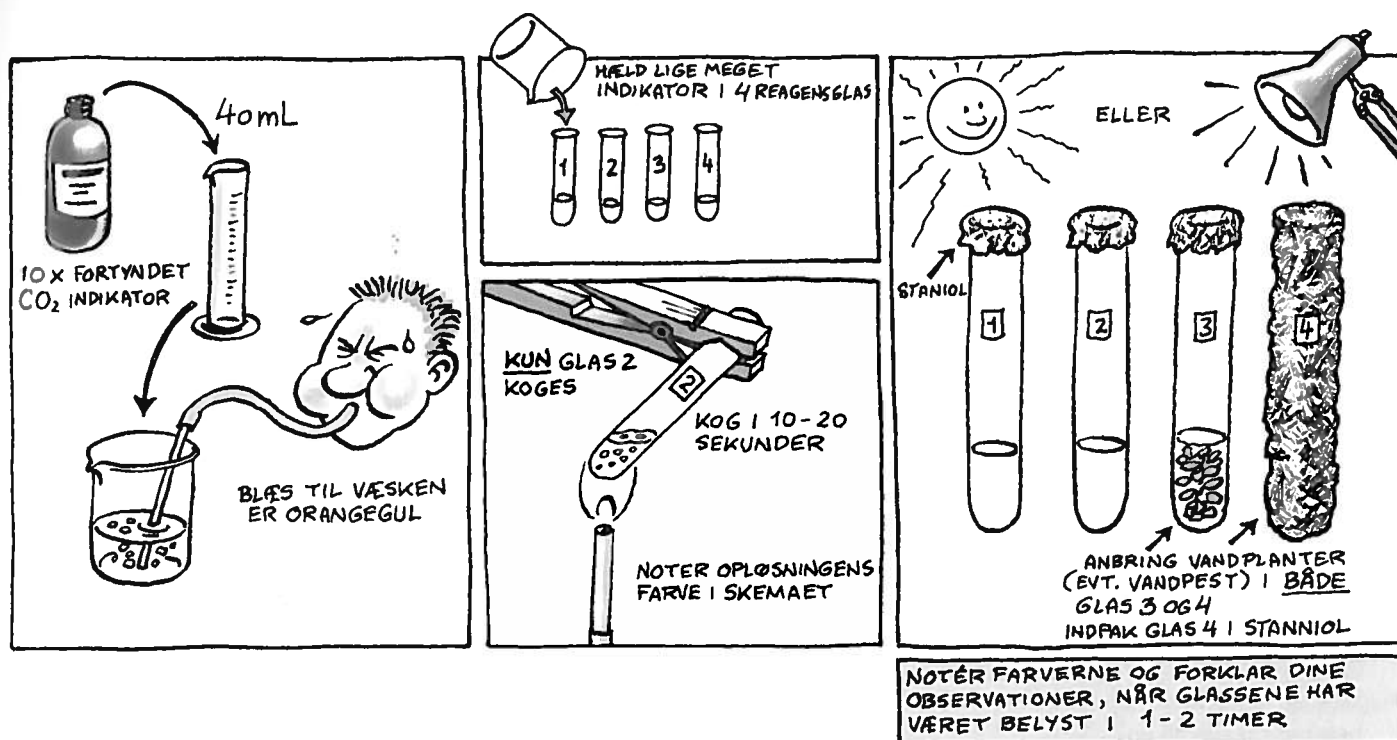
I de fleste andre planter, kobler glukosemolekyler sig sammen, så der opstår nye molekyler, som er endnu større end sukkermolekylerne. Disse meget store molekyler er især stivelse og cellulose, såkaldte polysakkarider; læs mere herom i kapitel 10. Kun i sukkerrør og sukkerrøer omdannes større mængder af glukose til disakkaridet sukker (sakkarose).

Mennesket er, som nævnt i kapitel 4, bedst til at forbrænde glukose. Før kroppen kan udnytte en stivelsesholdig føde, er det derfor nødvendigt at nedbryde og omdanne stivelsemolekylerne til glukosemolekyler. Det sker ved, at stivelse reagerer med vand. Hertil medvirker forskellige hjælpestoffer (enzymmer og syre), som findes i spyt og i maven. Omdannelsen af stivelse til glukose tager tid. Derfor omtales stivelse som et "langsomt" kulhydrat.



Selv om cellulose er et kulhydrat, er det så svært nedbrydeligt, at vi ikke kan udnytte dets energiindhold. Alligevel anbefaler ernæringsekspert, at vi spiser celluloseholdige fødevarer (fiberholdig kost), fordi det menes at have en gavnlig effekt på vort tarmsystems sundhed.





Kroppens vigtigste leverandør af glukose er stivelse, som bl.a. findes i kartofler og mel. Når man industrielt fremstiller rent druesukker, anvendes stivelse som råmateriale. Kartoffelmel og især majsmel er næsten ren stivelse, jf. kapitel 10. Stivelse kan påvises med en stivelsesindikator. Hertil anvendes en opløsning af iod, I₂, med hvilken stivelse giver en karakteristisk blåsort farvereaktion, jf. kapitel 5.

Forsøg 6.1

Planter og CO₂

Materialer:

Bægerglas; reagensglas; CO₂-indikator (fortyndes 10 gange før brug); vandplanter (f.eks. Vandpest); stanniol; lampe (sol).

- Hæld ca. 40 mL CO₂-indikator i et bægerglas. Blæs CO₂-holdig udåndingsluft gennem væsken indtil den er orangegul.
- Fordel indikatoren på fire reagensglas mærket med nr. 1-4.
- Kog indholdet i glas nr. 2 i 10-20 sekunder; herved koges al opløst CO₂ i vandet ud. Noter opløsningens farve. Benyt resultatskemaet.
- Glas nr. 1 og 2 anvendes til sammenligning (reference).

- Anbring lidt friske vandplanter helt under væskeoverfladen i både glas nr. 3 og 4. Glas nr. 4 indpakkes lystæt i stanniol.
- Tildæk åbningen på alle glas med stanniol.
- Anbring glassene i sollys eller foran en tændt 60 watt pære, så alle glas får ensartet belysning. Glassene må ikke stå så tæt på lyskilden, at indholdet varmes væsentligt op.
- Lad alle fire glas stå foran lyskilden i 1-2 timer.
- Noter og forklar dine observationer.

Resultatskema til forsøg 6.1 (udfyld de blanke felter)

	Vand		Vand + planter	
	Glas 1	Glas 2	Glas 3	Glas 4
	I lys Med CO ₂	I lys (kogt) Uden CO ₂	I lys Med CO ₂	I mørke Med CO ₂
Farve før belysning	Orange-gul		Orange-gul	Orange-gul
Farve efter belysning				
Konklusion: Der dannes/ bruges CO ₂ (skriv)				

Forsøg 6.2

Planter og O_2 (evt. fællesforsøg)

Materialer:

Vandplanter (f.eks. Vandpest); natriumhydrogencarbonat, $NaHCO_3$ (natron); højt cylinderglas; tragt med lidt mindre diameter end cylinderglasset; slange; glasrør; reagensglas; træpind.

- Anbring en knivspids $NaHCO_3$ i et højt cylinderglas.
- Fyld cylinderglasset med postevand til et par cm fra kanten.
- Blæs i et par minutter CO_2 (udåndingsluft) gennem vandet.
- Anbring friske vandplanter på bunden af cylinderglasset.
- Anbring en omvendt tragt oven på vandplanterne. Der skal være så meget vand, at tragten er helt dækket.
- Sæt et helt vandfyldt reagensglas med bunden opad hen over tragtstilk.
- Lad hele opstillingen stå i sollys eller foran en lampe i op til 2 dage.
- Undersøg med en glødende træpind om den gas, der er opsamlet i reagensglasset, er ren oxygen, O_2 .

Planternes forbrug af CO_2 kan følges ved hjælp af en CO_2 -indikator. Denne skifter farve, når koncentrationen af CO_2

i vandet forandres. Ved formindskelse af CO_2 -indholdet ændres indikatorens farve fra gullig til rødlig.

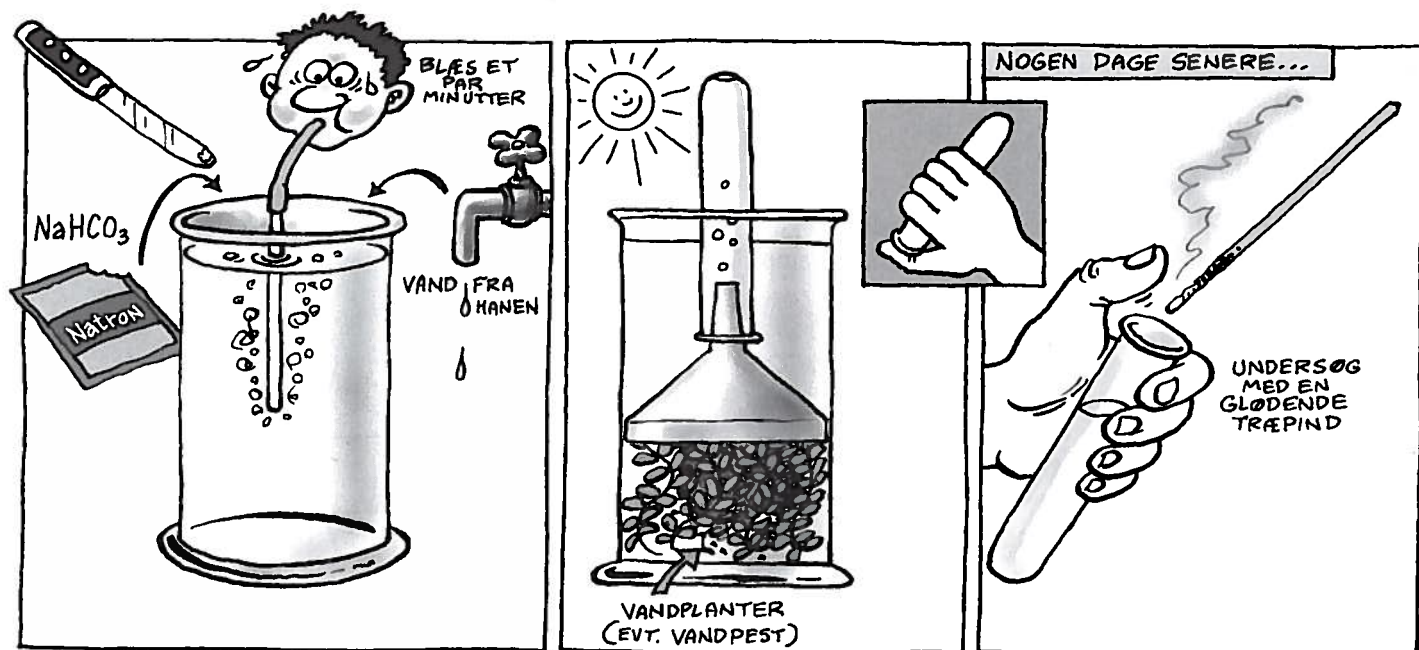
Forsøg 6.1 og 6.2 viser, at ved fotosyntesen forbruges CO_2 . Samtidig dannes O_2 . Forsøgene viser også, at planterne kun optager CO_2 , når der er lys.

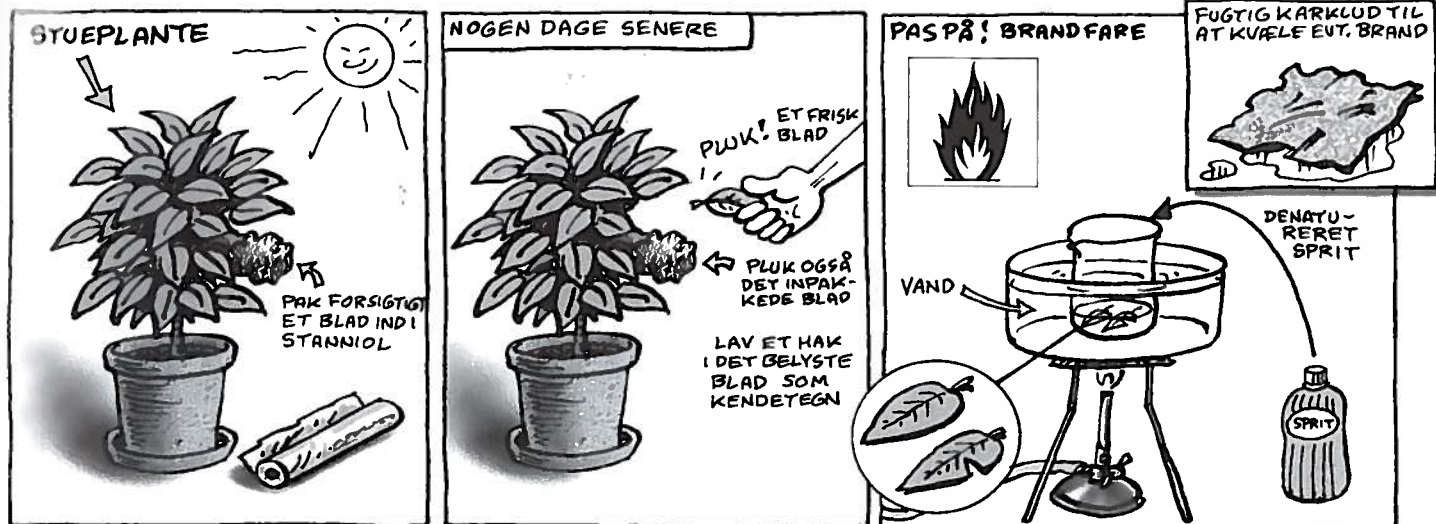
At planterne producerer oxygen, O_2 under fotosyntesen, kan registreres ved opsamling af den dannede gas. Flammer en glødende træpind op ved kontakt med gassen, er det nemlig O_2 .

Hvordan virker CO_2 -indikatoren?

Når der forsvinder eller dannes CO_2 ændres vandets pH-værdi. Opløst i vand virker CO_2 som en syre, nemlig kulsyre, som har formelen H_2CO_3 . Mindre CO_2 i vandet gør det således mindre surt, dvs. pH-værdien bliver større. Den anvendte CO_2 -indikator viser disse pH-ændringer. CO_2 -indikatoren skifter farve fra gul til rødlig i pH-intervallet 6 til ca. 8,5.

Andre sure eller basiske stoffer, f.eks. saltsyre og natriumhydroxid vil kunne give de samme farveændringer. Derfor er CO_2 -indikatoren ikke en specifik CO_2 -indikator. Alligevel er den velegnet til at følge ændringer i CO_2 -indholdet i vand.





Lidt vanskeligere er det i praksis at vise, at der også forbruges vand ved fotosyntesen. Men det er dog en kendsgerning, at udtørring slår alle planter ihjel!

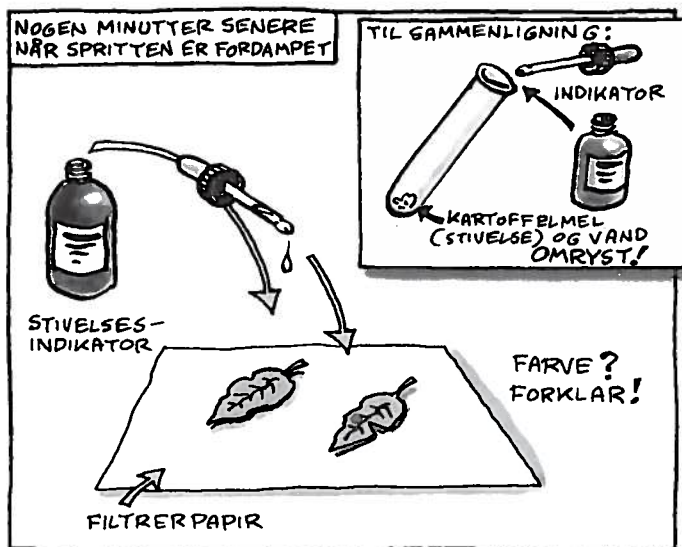
Forsøg 6.3

Planter producerer stivelse (evt. fællesforsøg)

Materialer:

Frisk stueplante (pelargonie); stanniol; bægerglas; stivelsesindikator; skål (gryde); sprit (denatureret); evt. en lampe (60-75 W).

- Anbring en frisk stueplante i direkte sollys; evt. i stedet tæt ved en tændt elektrisk pære. En pelargonie med friske blade kan anvendes. Pak et af plantens blade ind i stanniol. Bladet må ikke ødelægges, men stanniolen skal forhindre, at bladet får lys. Lad planten stå lyst nogle dage.
- Pluk både et solbelyst blad af planten og et, som har været i mørke. Lav et hak eller mærke i det ene blad så du kan skelne dem fra hinanden.
- Hæld sprit i et lille bægerglas til ca. 1 cm over bunden. Hold spritten i kog ved at holde bægerglasset neddyppet i kogende vand i et par minutter. Læg begge blade i den kogende sprit. Herved udtrækkes bladenes grønne farvestof, som kan genere de senere farvereaktioner. Lad bladene ligge i den kogende sprit i et par minutter. **Vær opmærksom på brandfaren ved sprit.** Hav en fugtig karklud liggende parat, så du kan kvæle en eventuel lille ildebrand!



- Tag bladene op og lad spritten fordampe. Anbring et par dråber stivelsesindikator på bladene. Vent nogle minutter. Til sammenligning af farverne kan anbringes en lille knivspids kartoffelmel (ren stivelse) i et reagensglas, hvorefter der tilsættes 3 dråber stivelsesindikator. Omryst.
- Noter og forklar dine observationer.

Forsøg 6.3 viser, at den stivelse der dannes i planternes grønne blade, forbruges, hvis bladene konstant er i mørke.

Hvordan kan man ved et forsøg vise, at bladene gendanner stivelse, når de igen får sollys? Prøv!