

NLT: De Bodem Leeft.

Naam:

Experiment: Superslurpers

Inleiding:

Twee liter water per dag is goed voor je. Maar stel nu eens dat je hetzelfde transportsysteem zou hebben als een plant. Dan ben je er niet met twee liter. Nee, je zou ongeveer achtendertig liter water per dag drinken. Bovendien zou je ook heel vaak naar de wc gaan, want slechts een fractie van die grote hoeveelheid water heeft je lichaam nodig. Waarom dan toch zoveel water? Eigenlijk omdat water drinken een plant weinig energie kost en tegelijkertijd essentieel is voor de plant. In de allereerste plaats voor het transport van stoffen, daarnaast onder andere ook voor het proces van de fotosynthese.

Hoe zit dat?

Fotosynthese vindt met name plaats in de bladeren van de plant. Nu zitten bladeren ook vaak bovenin de plant. Het benodigde water moet dus getransporteerd worden door de plant heen, naar boven, naar de bladeren. Het liefst gebruikt de plant daar zo min mogelijk van de eigen energie voor. Ook andere essentiële elementen moeten vanuit de bodem naar verschillende delen in de plant getransporteerd worden.

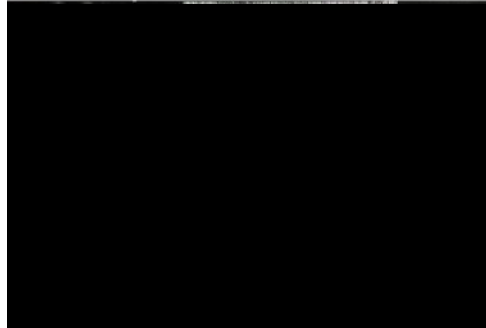


figuur 1: een sequoia kan wel 100 meter hoog worden. Binnen in de boom staat een waterkolom van 100 meter hoog.

In de loop der evolutie ontstond een ingenieus, energiezuinig transportsysteem in (vaat)planten, namelijk het gebruik van water. Transpiratie vervult daarbij een hoofdrol. Door transpiratie, verdamping van het water via de huidmondjes aan het bladoppervlak, wordt de concentratie van ionen in de cellen die de huidmondjes vormen groter en daardoor ook de osmotische zuigkracht. De sterke cohesie van water, de adhesie van water aan de celwanden en de geringe diameter van de houtvaten maken voor de rest deel uit van dit wonderlijke systeem. Door de aansluiting van houtvaten ontstaat zo een ononderbroken waterkolom van soms wel honderd meter hoog.



Hoe meer bladeren, hoe groter de dorst. En op warme dagen, als de transpiratie groter is, veranderen sommige planten in superslurpers. In deze lesmodule wachten we niet op een warme dag. Je zet ze direct aan het slurpen.



Figuur 2 berken zijn superslurpers

Doelstellingen.

Na het maken van deze lesmodule:

- ken je de vergelijking voor fotosynthese;
- kun je een schatting maken van de hoeveelheid water die een plant opneemt;
- kun je de experimentresultaten relateren aan een praktijksituatie.

Opzet van het experiment.

Dit experiment bestaat uit drie stappen:

- je bepaalt de snelheid waarmee een plantenblad water opneemt;
- je doet deze bepaling nogmaals, maar dan beschijn je het blad met een groeilamp;
- je vergelijkt de experimentresultaten met de neerslag in Nederland.

Benodigdheden:

- citroengeranium of andere niet moerasplant
- schaar
- rubber slangetje
- injectiespuit (1 ml) met naald
- Groeilamp
- Statief+twee klemmen
- capillair (diameter 0,4 mm)+rolmaat
- stopwatch
- rekenmachine
- grafiekpapier
- maatbeker (25 ml)

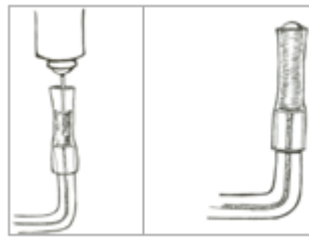


Figuur 3 benodigdheden

Experiment I:

Werkwijze:

- 1 Maak de proefopstelling van figuur 3. In een statiefklem hangt een maatbeker met water, een andere statiefklem is bevestigd aan een capillairtje, zodanig dat de onderkant van het capillairtje in het water van de maatbeker kan hangen;
- 2 Zoek een bladsteel van de plant die ongeveer even dik is als de opening van het rubber slangetje;
- 3 knip het blad bij de steel schuin af;
- 4 Schuif het slangetje op het capillairtje;
- 5 Vul het capillairtje met water (hang het capillairtje in het maatbekertje met water);
- 6 Vul het rubber slangetje met water. Gebruik hiertoe de injectiespuit. Eerst met de spuit onder het wateroppervlak in het slangetje spuiten (zie figuur 4). Daarna druppel je water met de spuit totdat er een 'kopje' van water op de rubber slang staat (figuur 5). Er mag geen luchtbel in het water zitten;



figuur 4 & 5: in het rubber slangetje staat reeds een laagje water door het vullen van het capillairtje. Breng de naald van de injectiespuit onder de waterspiegel en spuit voorzichtig water in het slangetje. Druppel water in het rubber slangetje tot er een 'kopje' van water op staat.

- 7 Schuif de bladsteel in het slangetje;
- 8 Laat het systeem een paar minuten in evenwicht komen;
- 9 Houd de stopwatch gereed;
- 10 Haal de onderkant van het capillairtje even uit het water en haal de druppel aan de onderkant van het capillairtje weg met een tissue. Er verschijnt een luchtbel in het capillair. Hang het capillairtje weer terug in de maatbeker;
- 11 Bepaal op verschillende tijdstippen de verplaatsing van het luchtbelletje. Noteer de waarden op het antwoordenblad;
- 12 Herhaal het experiment vanaf stap 8 minimaal 3 keer.

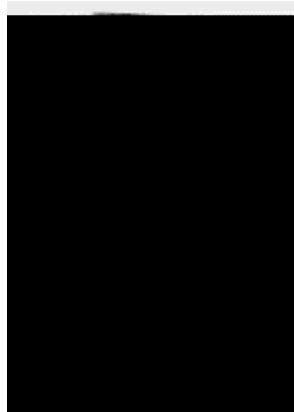
Verrijkingstof: ideeën over watertransport door de eeuwen heen.

Het transport van water in planten heeft wetenschappers al eeuwen lang bezig gehouden. Een van de vroegste verklaringen, die we kennen is van de Engelse wetenschapper Nehemiah Grew uit 1682.

Hij dacht dat planten het water naarboven pompten en dat er speciale cellen waren naast de houtvaten die deze pompfunctie hadden. Hij keek lelijk op z'n neus toen bleek dat ook in dood hout water naar boven stijgt. In 1690 suggereerde de Italiaan Marcello Malpighi dat er sprake moest zijn van capillaire werking. Dit is deels een verklaring. Want, water kan ongeveer een meter stijgen in een capillair, maar dan moet er wel lucht aanwezig zijn boven het wateroppervlak. En dat is bij een plant niet het geval. Sterker nog het kan de plant noodlottig worden (dat is ook de reden van de aanwezigheid van hofstippels, dit zijn 'ontluchtingsgaten').

De Britse plant fysioloog Stephen Hales ontdekte worteldruk in planten. Echter, worteldruk alleen is niet genoeg om het water tot in de top van een boom te verplaatsen.

Dezelfde Stephen Hales poneerde later de 'cohesie-trek'-theorie, een theorie waarmee hij aangaf dat door transpiratie een trekkracht bovenin de boom ontstaat die door de cohesie van het water tot onderin de boom merkbaar is. Deze theorie wordt tot op de dag van vandaag aanvaard.



figuur 6: Stephen Hales aan het werk

Experiment II:

Werkwijze:

een warme dag

In dit volgende onderdeel van het experiment gebruik je dezelfde proefopstelling. Het enige verschil is dat je nu een groeilamp gebruikt die je boven het blad klemt en waarmee je een warme dag nabootst.

- 1 Zet de lamp aan en wacht een paar minuten;
- 2 Houd de stopwatch gereed;
- 3 Haal de onderkant van het capillairtje even uit het water en haal de druppel aan de onderkant van het capillairtje weg met een tissue. Er verschijnt een luchtbel in het capillair. Hang het capillairtje weer terug in de maatbeker;
- 4 Bepaal op verschillende tijdstippen de verplaatsing van het luchtbelletje. Noteer de waarden op het antwoordenblad;
- 5 Herhaal het experiment vanaf stap 3 minimaal 3 keer.

Vraag 1

Schat eens:

- A. Hoeveel liter water transpireert een maïsplant gemiddeld per week?
- B. Hoeveel liter water slurpt een akker met maïsplanten in een groeiseizoen van 100 dagen?
- C. Hoeveel liter water verbruikt een flink bos naaldbomen op een zonnige dag?

Antwoorden:

A

.....

B

.....

C

.....



figuur 7: hoeveel water verbruikt een flink bos naaldbomen op een zonnige dag?

Experiment III:

Werkwijze:

1 Haal het plantenblad uit het rubber slangetje;

2 Trek het blad over op millimeter papier en bereken het oppervlak van het blad;

.....
.....

3 Bereken de hoeveelheid opgenomen water per uur;

.....
.....

4 Druk de verbruikte hoeveelheid water uit in liter per vierkante meter bladoppervlak per dag;

.....
.....

5 Maak een schatting van het totale bladoppervlak van de gehele plant waar je nu slechts een blad van hebt geknipt. Hoeveel liter water gebruikt deze plant per dag?

.....
.....

6 Reken de in vraag 4 bepaalde hoeveelheid water (liter/m²/dag) om naar millimeter per dag, dezelfde eenheid waarin neerslag over het algemeen wordt weergegeven;

.....
.....

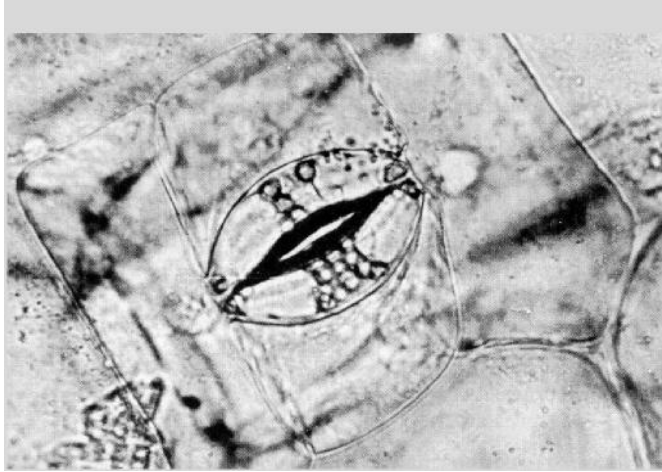
7 De jaarlijkse neerslag in Nederland is ongeveer 800 mm. Vergelijk dit getal met de uitkomst van vraag 6. Wat is je commentaar? Licht toe.

.....
.....



Verrijkingstof: water in planten.

Jonge plantencellen bestaan voor 90% uit water. Enzymreacties en andere, chemische, processen in de vele miljarden cellen vinden plaats in water. En een klein beetje water is nodig voor de fotosynthese. Daarnaast is de plant voor zijn stevigheid afhankelijk van water, denk aan de celturgor. Bovendien zorgt verdamping van het water uit de plant voor wat verkoeling op een warme dag. Dat laatste houdt de plant wel in de gaten. Wanneer de plant meer water verdampt dan er wordt opgenomen sluiten de huidmondjes. Op deze manier voorkomt de plant dat hij verwelkt.



figuur 8: een sterk vergrote opname van een huidmondje

Suggesties voor een vervolgonderzoek.

Wanneer je deze lesmodule met plezier hebt gemaakt, dan zou je deze als basis kunnen laten dienen voor een grotere praktische opdracht of zelfs als basis voor je profielwerkstuk. Enkele suggesties voor uitbreiding:

1

Je hebt in dit experiment gekeken naar een deel van het transport door de plant, namelijk het transport met behulp van water naar boven. Maar de suikers die in de fotosynthese worden geproduceerd moeten ook hun weg door de plant vinden. Immers, ook wortels hebben energie nodig om te groeien. Hoe gaat die transportroute in zijn werk?

2

Van de grondwateronttrekkende capaciteiten van de Eucalyptus-boom werd in Spanje een eeuw geleden gebruik gemaakt om moerassen droog te leggen en zo de malaria-mug te weren. Ook op hellingen werd de boom daar aangeplant in plaats van de bestaande vegetatie. De snel groeiende Eucalyptus geeft snel houtopbrengst en werd veelvuldig gekapt. Droge, kale hellingen waren het gevolg. En na een flinke regenbui onstond heel veel erosie. Het blijkt dat je niet alleen moet kijken naar het soort vegetatie dat je aanplant, maar dat je ook naar onder andere de bodem moet kijken om problemen als erosie te voorkomen.

Met de lesmodules 'plassen' en 'niet doorspoelen is beter' kun je samen met deze module een praktische opdracht over erosie in het oude Spanje maken.

3

Bij de benodigdheden wordt vermeld dat je een niet-moerasplant gebruikt. Als je dit experiment met bijvoorbeeld een Papyrusplant doet dan zul je zien dat luchtbel in het capillairtje soms wordt teruggeblazen. Waarom is dat? En is dat het enige verschil tussen moeras- en niet-moerasplanten?



figuur 9: een treurwilg langs het water. Weinig reden tot treuren ...