**Opdrachten: Plant op het land, anatomie en watertransport**

De antwoorden op de vragen zijn in rood toegevoegd. Door de roodgekleurde tekst weg te halen, kan dit document door de leerlingen gebruikt worden.

Het leven is in de zee ontstaan; de allereerste planten waren aangepast aan de omstandigheden in het water. In de loop van de tijd zijn planten het land gaan ‘veroveren’ en zij moesten zich daarbij aanpassen aan andere omstandigheden.

Op het land moeten de planten stevigheid hebben om niet om te vallen door de zwaartekracht en ze moeten bestand zijn tegen waterverlies. Planten zijn als gevolg van evolutie de hoogte in gaan groeien om meer zonlicht op te kunnen vangen voor de fotosynthese. Dat betekent dat er transportkanalen (vaatbundels) moeten zijn om stoffen (bijvoorbeeld water) naar grote(re) hoogte te transporteren.

**Opdracht 1. Stevigheid van stengels**

Uitvoering

Je zoekt uit wat de rol van water is bij de stevigheid van kruidachtige en houtachtige stengels.

Benodigdheden:

Een houtachtige tak met bladeren in een buis of potje zonder water

Een kruidachtige tak met bladeren in een buis of potje zonder water

Een kruidachtige tak met bladeren in een buis of potje met water

Een houtachtige tak met bladeren n een buis of potje met water.

Werkwijze

Gebruik bij deze proef houtachtige takjes, die even lang zijn en afkomstig van dezelfde plant en stengels van een kruidachtige plant die ook alle even lang zijn en afkomstig van dezelfde plant; het aantal en de grootte van de bladeren per onderzochte plantensoort moet eveneens gelijk zijn. Laat alles minstens een dag of meer staan (de duur is afhankelijk van de snelheid waarmee verschillen zichtbaar worden) en noteer iedere dag wat er verandert.

Vraag:

1. Wat neem je waar en noteer de verklaring voor je waarnemingen. Maak eventueel een foto van het resultaat en voeg deze toe aan je verslag

Antwoord:

Waarneming: De takken blijven ‘altijd’ stevig (door het aanwezige houtweefsel), de bladeren van de houtachtige plant zonder water gaan slaphangen. Als er water aanwezig is, blijven ook de bladeren stevig.

De kruidachtige stengel zonder water wordt slap en de bladeren ook. In water blijft de kruidachtige stengel stevig en de bladeren ook.

Verklaring. De stevigheid van de kruidachtige stengel en van de bladeren gaat door gebrek aan water verloren en blijft bestaan als de plant water krijgt. De stevigheid wordt veroorzaakt door de wateropname in de cellen, waardoor turgor ontstaat; het slaphangen is een gevolg van het verlies van turgor door van waterverlies en het optreden van plasmolyse.

De houtachtige stengel blijft stevig zonder water, maar de bladeren verliezen hun stevigheid zonder water. De stengel is stevig door aanwezig houtweefsel. Het blad verliest water door verdamping waardoor de turgor in de cellen van stengel en bladeren verdwijnt.

**Opdracht 2 Verschillen in de bouw van bladeren bestuderen**

Uitvoering

Je bekijkt microscopische preparaten van bladeren van landplanten die verschillende standplaatsen hebben en vergelijkt deze met preparaten van waterplanten; beschrijf de aanpassingen in de anatomie van het blad die te maken hebben met het leefmilieu/de standplaats van de plant

Benodigdheden

Kant en klare preparaten van dwarsdoorsneden van het blad van verschillende plantensoorten

Werkwijze:

Maak een overzichtstekening van het bladpreparaat (dwarsdoorsede) waarin je de volgende onderdelen aangeeft: cuticula, bovenste epidermis, palissadeparenchym, sponsparenchym, onderste epidermis, huidmondje, bladnerf.

Zie als alternatief voor het werken met preparaten <http://www.sbs.utexas.edu/mauseth/weblab/>

Op deze website zijn foto’s van microscopische preparaten te vinden, die in plaats van kant-en-klare preparaten bestudeerd kunnen worden

Vragen:

Noteer de antwoorden op onderstaande vragen

Vraag 1. Waar bevinden zich luchtholten in het blad en waarom daar?

Vraag 2. Aan welke kant van het blad bevinden zich de (meeste) huidmondjes? Waarom daar?

Vraag 3. Wat is de functie van de huidmondjes?

Antwoorden:

Vraag 1. Op de bovenkant van het blad valt het zonlicht; daardoor kan daar (als er zich huidmondjes en luchtholten bevinden) (te) veel water uit het bladweefsel verdampen. Dat zorgt voor uitdroging.

Vraag 2. Aan de onderkant van het blad komt geen zonlicht, zodat de verdamping via de huidmondjes daar beperkt is.

Vraag 3. De functie van de huidmondjes is het regelen van de gaswisseling (zuurstof, koolstofdioxide, waterdamp) tussen de luchtholtes in het blad en de buitenwereld.

**Opdracht 3. Transport van water en opgeloste stoffen in de plant** (zichtbaar maken).

Uitvoering:

Door paksoibladeren met hun steel in een gekleurde oplossing te zetten, is de stijging van opgenomen gekleurde vloeistof goed te zien. De stijging is weer te geven in een diagram. Je kunt verschillende kleurstoffen gebruiken om te zien of dit een verschil oplevert in de mate van de stijging. Het doel van de proef is om te zien in welk gedeelte van de bladsteel en het blad het transport plaats vindt.

Benodigdheden:

Paksoi

Geconcentreerde oplossingen van bijvoorbeeld eosine of methyleenblauw.

Bekerglazen of jampotten

Microscoop met toebehoren

Scalpel

Werkwijze:

Je plaatst het paksoiblad in een gekleurde oplossing naar keuze.

Als je na verloop van tijd de kleurstof duidelijk in de bladeren ziet verschijnen, snijd je de onderkant van de bladsteel netjes recht af. Maak een tekening van deze onderkant en geef aan waar zich de gekleurde transportkanalen (vaatbundels) bevinden.

Snijd daarna de bladsteel in de lengte open en bekijk de ligging van de transportkanalen (de vaatbundels). Snijd ook de nerven van het blad open. Maak tekeningen van de opengelegde bladsteel en de nerven.

Vragen

Noteer de antwoorden op onderstaande vragen

1. Welke krachten spelen een rol bij dit transport?

2. Welke kracht speelt in dit experiment geen rol bij het transport?

3. In welke richting worden de kleurstoffen door een vaatbundel getransporteerd?

4. Welke rol spelen de cel*wanden* in het transport?

Antwoorden

1: Zuigkracht van de bladeren als gevolg van verdamping, samen met adhesiekrachten (wand van het kanaal) en de cohesiekrachten (waterdraad).

2: De worteldruk.

3: Water met kleurstof via (de celwanden van) de houtvaten in opwaartse richting.

4: De celwanden nemen het water op; daarbij spelen adhesiekrachten een rol.

**Opdracht 4. De worteldruk**

Door worteldruk wordt water, dat uit de bodem de wortel binnendringt, ‘omhooggeduwd’ in de houtvaten van de wortel. De worteldruk is moeilijk aantoonbaar; dat lukt vooral in het vroege voorjaar als de sapstroom op gang komt.

Beantwoorde de volgende vragen over de worteldruk.

Noteer de antwoorden op onderstaande vragen

1. Waardoor ontstaat worteldruk? Gebruik in het antwoord de volgende termen: schors, osmotische waarde, selectieve opname, houtvaten, endodermis.

2. Soms druppelen bladeren. Dat gebeurt bij een hoge luchtvochtigheid. Geef een verklaring.

Antwoorden

1. Het water dat zich in de grond bevindt, dringt via (permeabele) celwanden van de opperhuid- en de schorscellen de wortel binnen. Het water met de daarin opgeloste zouten wordt echter tegengehouden door (de aanwezigheid van ondoorlaatbare kurkbandjes om) de endodermiscellen. Er vindt vervolgens selectieve opname (door actief transport) van zouten door de endodermiscellen plaats en vervolgens afgifte van deze zouten aan de centrale cilinder (met daarin de houtvaten) waardoor de osmotische waarde in de houtvaten stijgt. De houtvaten zuigen als gevolg van de toegenomen concentratie osmotisch water aan dat alleen naar boven kan en niet meer terug. Zo wordt het water met daarin de opgeloste zouten naar boven getransporteerd.

2. Bij grote luchtvochtigheid kan het voorkomen dat de bladeren te weinig waterdamp verdampen. Het water dat door de worteldruk omhoog wordt gestuwd, zal het blad dan niet via de huidmondjes verlaten maar wordt uit de bladeren geperst (dit is zichtbaar als druppelen aan de bladrand).

**Opdracht 5. Capillaire werking**

Uitvoering

In dit experiment onderzoek je of de diameter of het diffusieoppervlak invloed heeft op de diffusiesnelheid en of er ook andere factoren meespelen. Dat kunnen adhesie - en/of cohesiekrachten zijn. Als maat voor de diffusiesnelheid wordt de stijghoogte van een vloeistof in een capillair gebruikt. Daar kan een grafiek van worden gemaakt.

Benodigdheden:

Een vijftal capillairen met verschillende diameters, maar van hetzelfde materiaal. (Meet met een schuifmaat de inwendige diameter op of gebruik anders een liniaaltje.)

Bekerglas met gekleurde vloeistof, bijvoorbeeld eosine.

Millimeterpapier (voor de diagrammen).

Werkwijze

Zet of hang alle capillairen op gelijke hoogte in hetzelfde bekerglas met de gekleurde vloeistof. Daardoor is de stijghoogte gemakkelijk vast te stellen. Meet de stijghoogte en

bereken de inhoud (in ml) van de vloeistof in elke capillair.

Zet vervolgens alle waarnemingen uit in drie diagrammen:

1. de stijghoogte (h) ten opzichte van de diameter (d).

2. de stijghoogte ten opzichte van het inwendige oppervlak van het capillair.

3. de diameter ten opzichte van het inwendig oppervlak.

Vragen

Noteer de antwoorden op onderstaande vragen

1. Geef een juiste omschrijving van een capillair.
2. Geef een verklaring voor het mogelijke verschil in stijghoogte van de capillairen als gevolg van de grootte van de diameter
3. Bereken per capillair het volume van de in het capillair gestegen vloeistof. Trek een conclusie.

Antwoorden:

1. Een lange dunne buis met een diameter van enkele millimeters of minder.
2. Het verschil in diameter beïnvloedt het effect van de adhesiekrachten. Naarmate de diameter groter wordt is dat effect van de adhesiekrachten kleiner. Daardoor stijgt het water minder hoog in de capillairen.
3. Gebruik bij het berekenen van de inhoud de onderstaande formule.

Berekening inhoud: oppervlakte x stijghoogte, ofwel ¼ π d2 x h

**Opdracht 6. De zuigkracht van de bladeren** (verdamping van water via de huidmondjes**)**

Uitvoering

Door verdamping vanuit het bladweefsel (via celwanden, intercellulaire ruimtes en de huidmondjes) ontstaat er onderdruk en daardoor een zuigkracht in de bladeren waardoor het water in de houtvaten omhoog gezogen wordt.

Plaats stengels/takjes van kruidachtige planten en struiken in een maatcilinder met water en leg een laagje olie op het wateroppervlak. Laat de opstelling een paar dagen staan en ga dan na hoeveel water er uit de maatcilinder verdwenen is. Vergelijk stengels van dezelfde plant of boom, die alleen verschillen in het aantal bladeren met elkaar.

Benodigdheden:

Stengels/takjes van kruidachtige planten en struiken, verschillend in het aantal bladeren.

Vragen:

Noteer de antwoorden op onderstaande vragen

1. Welke conclusie trek uit de resultaten?
2. Wat is de betekenis van het laagje olie op het water?
3. Hoe zou je kunnen aantonen dat het water uit de maatcilinder de plant als waterdamp heeft verlaten?

Antwoorden:

1. Hoe meer bladeren, hoe meer water er uit de cilinder is ‘verdwenen’.
2. Door olie op het water te leggen, voorkom je dat water verdwijnt via verdamping. Zo weet je zeker dat de plant het water opgenomen heeft.
3. Wanneer je de opstelling onder een stolp zet of er een doorzichtige plastic zak omheen ‘bindt, zie je dat er condensvorming optreedt.

**Opdracht 7.** **Osmotische verschijnselen op celniveau** (in een zelfgemaakt microscopisch preparaat van plantenweefsel

Uitvoering

Diverse plantensoorten lenen zich er uitstekend voor om het osmoseproces zichtbaar te maken. Blad van rode kool of de rokken van een rode ui, de haren op de bladeren van Gynera, blad van waterpest enzovoort, zolang de cellen maar gekleurd zijn door hun kleurstoffen (zoals anthocyanen) in de vacuole.

Benodigdheden:

Microscoop met toebehoren.

Sterke zoutoplossing, bijvoorbeeld 20% kaliumnitraat.

Werkwijze:

Maak zowel een preparaat van een stukje van de plant (opperhuid) in water als in een oplossing van kaliumnitraat. Bekijk beide preparaten en maak er tekeningen van.

Noteer daarbij de namen van de *zichtbare* celonderdelen.

Een alternatief is het doorzuigen van het kaliumnitraat om het verloop van het proces te kunnen volgen onder de microscoop.

Een soortgelijke opdracht kan ook uitgevoerd om het openen en sluiten van *huidmondjes* te bestuderen.

Benodigdheden:

Kalanchoëblad

Sterke zoutoplossing

Werkwijze:

Knak voorzichtig een stuk van het blad doormidden en scheur een stukje van de opperhuid van de *onderkant* af.

Maak daarvan een preparaat zowel in water als in de zoutoplossing en bekijk dat door de microscoop. Vergelijk de grootte van de opening van de sluitcellen in beide gevallen bij een vergroting van 400x en verklaar wat je ziet

Vragen

Noteer de antwoorden op onderstaande vragen

1. Wat wordt verstaan onder een hyper- en hypotonische oplossing?
2. Welke stof wordt er bij osmose getransporteerd?
3. In welk preparaat wordt de kleur van anthocyaan feller/donkerder? Wat is de verklaring?

Antwoorden:

1. Onderstaande geldt wanneer de oplossingen van elkaar gescheiden zijn door een semipermeabel membraan.

Hypertonische oplossing = de meest geconcentreerde oplossing

Hypotonische oplossing = de minst geconcentreerde oplossing

1. Water (netto-waterverplaatsing in de richting van de hypertonische oplossing).
2. In geplasmolyseerde cellen waar de vacuole krimpt, neemt de concentratie van de kleurstof toe.

Met dit experiment wordt duidelijk gemaakt, wat het effect van een sterke zoutoplossing is op levende plantaardige cellen. Als er turgor is, betekent dit dat de celinhoud van de plantaardige cel hypertonisch is ten opzichte van het externe milieu. Daarbij is, in de evenwichtssituatie, de inwendige osmotische waarde gelijk aan de uitwendige osmotische waarde **plus** de wanddruk. De richting waarin het watertransport optreedt, hangt af van de osmotische waarde van het externe milieu ten opzichte van het interne milieu. Bij turgor is de netto-waterverplaatsing de cel in, bij plasmolyse verlaat er meer water de cel dan er wordt opgenomen.

In een preparaat in water wordt vrijwel de gehele ruimte in de cel door de vacuole ingenomen. Het cytoplasma met alle celonderdelen zit als het ware ingeklemd tussen het celmembraan aan de ene kant en de tonoplast (membraan van de vacuole) aan de andere kant.

N.B. Laat leerlingen tekeningen maken van geplasmolyseerde plantencellen en daarin aangeven: celwand, vacuole, kaliumnitraatoplossing, wand van de vacuole (tonoplast) en celmembraan.

Als rode koolbladeren gebruikt zijn, is duidelijk zichtbaar dat de protoplast losgelaten is van de celwand. In de vacuole bevindt zich rode kleurstof (anthocyaan). De kleur van het vacuolevocht is na plasmolyse donkerder, de anthocyaanoplossing is geconcentreerder geworden.

Leerlingen moeten begrijpen dat het celmembraan is losgekomen van de celwand doordat water uit de vacuole is aangezogen door de sterke zoutoplossing (extracellulair toegevoegd) dat daardoor de turgor van de plantencel kleiner wordt/verdwijnt en de stevigheid van de plant afneemt. In een geplasmolyseerde cel bevindt de hypertonische oplossing zich ook tussen celwand en celmembraan.

**Opdracht 8.** **Openen en sluiten van huidmondjes** (rol van turgor en plasmolyse)

(vervolg van opdracht 7; deze opdracht kan ook alleen theoretisch uitgevoerd worden)

Vraag:

Noteer het antwoord

1. Beschrijf het mechanisme dat ervoor zorgt dat de huidmondjes kunnen opengaan en weer sluiten afhankelijk van de omstandigheden.

Onderstaande bron is uitgebreid maar verschaft wel interessante informatie.

* <https://vob-ond.be/resources/Jaarboeken/Download/2015/Huidmondjes.pdf>
* video: [https://schooltv.nl/video/huidmondjes-het-openen-en-sluiten-van-huidmondjes/#](https://schooltv.nl/video/huidmondjes-het-openen-en-sluiten-van-huidmondjes/)

Antwoord + extra toelichting

De functie van de sluitcellen is: het ‘regelen’ van de gaswisseling tussen het blad en de buitenwereld. Als er sprake is van uitdroging, gaan de huidmondjes dicht om waterverlies tegen te gaan. (Bij landplanten zitten de huidmondjes meestal aan de onderkant van het blad. Ook dat voorkomt (te veel) verdamping.)

In zuiver water is de turgor van de sluitcellen maximaal; de opening tussen de sluitcellen is dan op zijn grootst. In droge omstandigheden wordt door verdamping via de huidmondjes water aan de bladcellen en dus ook aan de sluitcellen onttrokken en verdwijnt de turgor. De sluitcellen zakken als het ware tegen elkaar aan en de ademopening wordt kleiner.

Sluitcellen bevatten, in tegenstelling tot de buurcellen, bladgroen. Ze zijn daardoor in staat tot koolstofassimilatie. De sluitcellen kunnen door de productie van glucose hypertonisch worden ten opzichte van de buurcellen. Ze nemen dan water op uit hun omgeving; De sluitcellen gaan door de opname van water (osmose en door de speciale wandopbouw van de sluitcellen verder uit elkaar; daardoor wordt de opening groter wordt en kan er gaswisseling plaatsvinden).

N.B. Door een stukje bladoppervlak (met huidmondjes) in een zoutoplossing te leggen is een imitatie van droogte te simuleren: door de hypertonische oplossing wordt namelijk water aan het bladweefsel onttrokken (net zoals bij verdamping)