

Aanpassingen van planten aan

Door klimaatverandering zullen we vaker met droge zomers worden geconfronteerd. Hoe overleven planten deze droge periodes? In dit artikel gaan we hier dieper op in.

Planten zijn grootverbruikers van water

De meeste kruidachtige planten bestaan voor ca. 90% uit water. Aan de druk die het water in de plantencellen (turgor) op de celwand uitoefent ontlene planten hun stevigheid. Water is samen met kooldioxide (CO₂) de grondstof voor de fotosynthese, waarbij onder invloed van het zonlicht koolhydraten (suikers) en zuurstof worden gevormd. Voorts wordt water gebruikt om de daarin opgeloste mineralen en organische verbindingen van cel tot cel te transporteren. Planten zijn grootverbruikers van water. Slechts een paar procent van het opgenomen water wordt gebruikt voor de productie van suikers. Meer dan 90% van het door planten opgenomen water keert als waterdamp via huidmondjes weer terug naar de atmosfeer (transpiratie). Van de ca. 850 mm neerslag die er tegenwoordig gemiddeld per jaar in Nederland valt wordt circa tweederde (580 mm) door planten verbruikt.

Neerslagtekort

Gedurende het groeiseizoen (april tot en met september) wordt er door directe verdamping aan de atmosfeer (evaporatie) en door verdamping door planten (transpiratie) meer water aan de bodem onttrokken dan er door neerslag kan worden aangevuld. Dit neerslagtekort neemt in de loop van de zomer toe, om eind augustus/begin september weer te dalen. De neerslagtekorten lijken de laatste decennia, ondanks de toegenomen neerslag (26% in de afgelopen eeuw), steeds groter te worden. Het jaar

Water in de bodem

De aanwezigheid van water in de bodem kan grofweg onderverdeeld worden in drie zones. Van boven naar beneden zijn dat de hangwaterzone, de capillaire zone en de grondwaterzone. In de grondwaterzone, ook wel aangeduid met de verzadigde zone, zijn alle poriën in de bodem geheel gevuld met water en is er geen lucht aanwezig. In de capillaire zone en de hangwaterzone zijn de kleinere poriën gevuld met water (capillair water) en de grotere poriën met lucht. Het water in de capillaire zone is grotendeels afkomstig uit het grondwater, ofwel door capillaire opstijging dan wel achtergebleven bij daling van de grondwaterspiegel. Het water in de hangwaterzone is in hoofdzaak afkomstig van regenwater dat bij het inzijgen in de bodem is blijven "hangen".

1976 is met een neerslagtekort van 362 mm nog steeds het topjaar, maar 2018 (308 mm), 2020 (253 mm) en 2022 (318 mm) behoren bij de top 10 van droogste jaren sinds 1900. Bovendien lijkt de piek in het neerslagtekort steeds eerder in het seizoen bereikt te worden (zie tabel hieronder).

Planten hebben zich op allerlei

manieren aangepast om droge periodes te overleven. Deze worden hieronder besproken. Ook wanneer er geen sprake is van een neerslagtekort kan de beschikbaarheid van water voor de plant beperkt zijn. Zo bemoeilijkt een hoog zoutgehalte in de bodem de wateropname. Maar ook bij vorst, als het bodemwater bevroren is, kunnen planten ver-

jaar	neerslagtekort (maximum in mm)	datum	week
1976	362	1-9-1976	36
1959	355	30-9-1959	40
1911	328	20-9-1911	38
1921	322	30-9-1921	40
2022	318	5-9-2022	36
2018	308	9-8-2018	32
1947	299	21-9-1947	39
2020	253	13-8-2020	33
1929	250	29-9-1929	40
2003	244	28-8-2003	35

In de huidige eeuw zijn er al 4 jaren met een neerslagtekort in de top 10 van jaren met het hoogste neerslagtekort sinds 1900. Weergegeven is de datum en het weeknummer waarop het neerslagtekort maximaal is. Bron: knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/data-neerslagtekort.

droogte



De overblijvende leerachtige bladeren van Kleine veenbes (*Vaccinium oxycoccus*) en Lavendelheide (*Andromeda polifolia*) zijn niet alleen een aanpassing aan de voedselarmoede in een hoogveenven, maar verminderen ook de verdamping sterk als de wortels uit een bevroren veenmosdek geen vocht meer kunnen opnemen. Foto: Hans Dekker, Saxifraga.

drogen. Een deel van de aanpassingen aan droogte stelt planten ook in staat te overleven bij vorst of hoge zoutgehalten.

Ontwijken

Eén strategie om droge perioden te doorstaan is ontwijken. De meeste wortels bevinden zich in de hangwaterzone. In deze zone onttrekken de plantenwortels veel vocht aan de bodem en omdat de bodemtemperaturen hier het hoogst zijn verdwijnt er ook relatief veel water door verdamping. Na regenloze perioden treden er in de hangwaterzone dan ook al vroeg in de zomer periodiek vochttekorten op. Sommige oppervlakkig wortelende soorten zijn echter in staat hun levenscyclus te voltooien voordat ze te maken krijgen met vochttekort. Het zijn met name éénjarigen, die in het najaar (winterannuellen) of in het vroege voorjaar (zomerannuellen) kiemen, vroeg bloeien en als zaden de periode met vochttekorten overleven.



Het vroeg bloeiende Ruw Vergeet-mij-nietje, de bloeipiek valt al in april, overbrugt de droge zomer als zaad in de bodem. Foto: Ed Stikvoort, Saxifraga.



Postelein (*Portulaca oleracea*) is een uit het Middellandse zeegebied afkomstige archeofyt. Van deze plant is bekend dat hij zowel van C4- als CAM-fotosynthese gebruik maakt. Postelein breidt zich recent sterk uit op droge, stenige plekken in het stedelijk gebied en op droogvallende rivieroevers, augustus 2018. Foto: Kees Groen.

Het betreft hier meestal soorten van goed doorlatende zandgronden als Zilverhaver (*Aira caryophyllaea*), Zandhoornbloem (*Cerastium semidecandrum*), Ruw vergeetmij-nietje (*Myosotis ramosissima*), Heidespurrie (*Spergula morisonii*) en Klein tasjeskruid (*Teesdalia nudicaulis*). Behalve éénjarige overlevende overblijvende soorten de droge periode ondergronds, maar dan niet als zaad maar als bol of knol. Bolgewassen die in bossen groeien profiteren dubbel van hun vroege ontwikkeling omdat ze in het voorjaar nog volop licht ontvangen terwijl de bomen nog niet in blad staan. Ook onder de soorten van droge graslanden vinden we planten die overzomeren als knol of bol. Naar de Knolboterbloem (*Ranunculus bulbosus*) is het midden in de zomer vaak tevergeefs zoeken, pas na de eerste regenbuien in augustus komen de blaadjes weer boven de grond.

Fysiologische aanpassingen

Wat betreft de wijze waarop de fotosynthese verloopt zijn er 3 typen planten te onderscheiden: C3-planten, C4-planten en CAM-planten. De meeste hier inheemse

planten zijn C3-planten, die de opgenomen CO₂ omzetten in 3-fosfoglyceraat (een molecuul met 3 koolstofatomen). Bij CAM- en C4-planten wordt CO₂ vastgelegd in de vorm van oxaalazijnzuur en malaat (moleculen met 4 koolstofatomen). Door hun afwijkende vorm van fotosynthese zijn CAM- en C4-planten beter in staat te overleven onder warme, zonnige en droge omstandigheden. CAM is een afkorting die staat voor Crassulacean Acid Metabolism. Planten verdampen water en nemen kooldioxide (CO₂) op via de huidmondjes in het blad. Bij de meeste planten zijn de huidmondjes overdag open en 's nachts gesloten. Bij een plant met CAM-fotosynthese is het andersom en gaan de huidmondjes 's nachts open en blijven ze overdag gesloten. Hierdoor wordt het waterverlies door verdamping aanzienlijk beperkt. De CO₂ wordt 's nachts in de vorm van malaat opgeslagen dat vervolgens overdag weer in CO₂ wordt omgezet voor de fotosynthese. Deze vorm van fotosynthese komt onder andere voor bij woestijnplanten als Cactussen en Agave's. Bij ons zijn Sedum-soorten en Postelein (*Portulaca oleracea*) facultatieve

CAM-planten, dat wil zeggen dat ze bij droogtestress kunnen overschakelen op CAM fotosynthese.

Mede door de speciale bouw van het blad kunnen C4-planten onder droge, warme, zonnige omstandigheden CO₂ efficiënter vastleggen en omzetten in suikers dan C3-planten. Hun grootste groei bereiken deze planten bij hoge zomerse temperaturen en in het volle licht. Onder de sterk in Nederland toenemende soorten bevinden zich veel C4-planten, zoals Liefdegrassen (*Eragrostis spec.*), Vingergrassen (*Digitaria spec.*) en Straatwolfsmelk (*Euphorbia maculata*). Op droge oeverwallen en rivierduinen is in droge zomers Handjesgras (*Cynodon dactylon*) vaak het enige gras dat nog groen is. Veel landbouwgewassen, zoals Maïs zijn C4-planten. De C4-planten Europese hanenpoot (*Echinochloa crus-galli*), Naaldaren (*Setaria spec.*) en Amaranten (*Amaranthus spec.*) zijn vaak overvloedig aanwezig in maïsakkers. Vanwege hun fysiologische overeenkomst met Maïs zijn deze soorten in maïsakkers moeilijk te bestrijden.

Morfologische aanpassingen

Zoals eerder vermeld zijn bij de meeste planten de huidmondjes overdag open en 's nachts gesloten. Bij droogtestress sluiten planten de huidmondjes ook overdag om vochtverlies door verdamping tegen te gaan. Dit betekent dat de plant de voor de fotosynthese benodigde CO₂ niet meer kan opnemen. Bij aan droogte aangepaste planten (xerofyten) zien we dan ook verschillende aanpassingen die de verdamping remmen zonder dat de huidmondjes geheel gesloten hoeven te worden. Xerofyten hebben vaak dikke leerachtige bladen die bedekt



Verzonken huidmondje (A) en waslaag (B) op een dwarsdoorsnede van een naald van een den (*Pinus spec.*) 400x vergroting. Bron: Berkshire Community College Bioscience Image Library, plantstomata.wordpress.com/.

zijn met een waslaagje, waardoor vochtverlies door het bladoppervlak (buiten de huidmondjes om) verhinderd wordt. Zo is bij Hulst (*Ilex aquifolium*) de bovenzijde van het blad bedekt met een waslaag en bevinden de huidmondjes zich alleen aan de onderzijde. Bij Olean-der (*Nerium oleander*) en Duindoorn (*Hippophae rhamnoides*) liggen de huidmondjes verzonken. Omdat het bladoppervlak bedekt is met witte beharing hebben veel xerofyten zoals bijvoorbeeld Duindoorn en Grijskruid (*Berteroa incana*) een witgrijs uiterlijk. De haren en de verzonken ligging van de huidmondjes zorgen voor minder luchtbevinging en meer schaduw waardoor de verdamping geremd wordt. De witte haren of schubben op het bladoppervlak reflecteren zonnestraling en voorkomen zo te sterke opwarming van het blad. Meer voor de

hand liggende aanpassingen om verdamping te verminderen zijn het verkleinen van het bladoppervlak en het verminderen van het aantal huidmondjes. Goed aan droogte aangepaste planten hebben kleine, veelal naaldvormige blaadjes, die dan ook vaak nog voorzien zijn van één of meer van de hierboven genoemde aanpassingen. Zo zijn de naalden van Grove den (*Pinus sylvestris*) voorzien van een waslaagje en liggen de huidmondjes verzonken.

Sommige planten hebben een heel andere aanpak. In plaats van te bezuinigen op water gaan ze op zoek naar watervoorraden diep in de bodem. Veel planten, zoals de meeste grassen, wortelen maar enkele decimeters diep, maar er zijn ook planten met wortels die meters lang kunnen worden. Van de Wijnstok (*Vitis vinifera*) is

bijvoorbeeld bekend dat de wortels diepten van zes meter en meer kunnen bereiken. Het bereiken van zulke diepten is niet weggelegd voor 1-jarige soorten. Alleen houtige gewassen en overblijvende planten kunnen, na vele jaren, zulke grote diepten bereiken. Van de overblijvende inheemse soorten is onder andere van Veldsalie (*Salvia pratensis*) en Kruisdistel (*Eryngium campestre*) bekend dat hun penwortels een diepte van meer dan 2 meter kunnen bereiken. Op plekken met niet al te diepe grondwaterstanden zijn deze soorten in staat om in tijden van neerslagtekorten water uit de grondwaterzone op te zuigen. Bij droogtestress vermindert de nectarproductie sterk of stopt zelfs helemaal. In zomers met grote neerslagtekorten is Kruisdistel, dankzij deze diepe wortels, één van de weinige soorten die de nectarproductie op gang weet te houden en nog door insecten bezocht wordt.

Tekst: Ruud Beringen (FLORON)



Bloeiende Kruisdistels (*Eryngium campestre*) op verdroogde oeverwal langs de Waal bij Hurwenen, augustus 2018. Foto: Kees Groen.



In verdroogd stroomdalgrasland zijn de bladen van diep wortelende soorten als Veldsalie (*Salvia pratensis*), Sikkelklaver (*Medicago falcata*) en Geel walstro (*Galium verum*) het enige resterende groen. Hurwenen, augustus 2018. Foto: Kees Groen.