

Een harnas tegen stralen

Planten beschermen zich tegen een teveel aan ultraviolette straling. Ze doen dit onder andere door pigmenten aan te maken. Ook pakken ze hun genetisch materiaal beter in. De gewijzigde chemische samenstelling van de wanden van stuifmeelkorrels biedt wetenschappers heel wat informatie over de ozonlaag in een ver verleden.

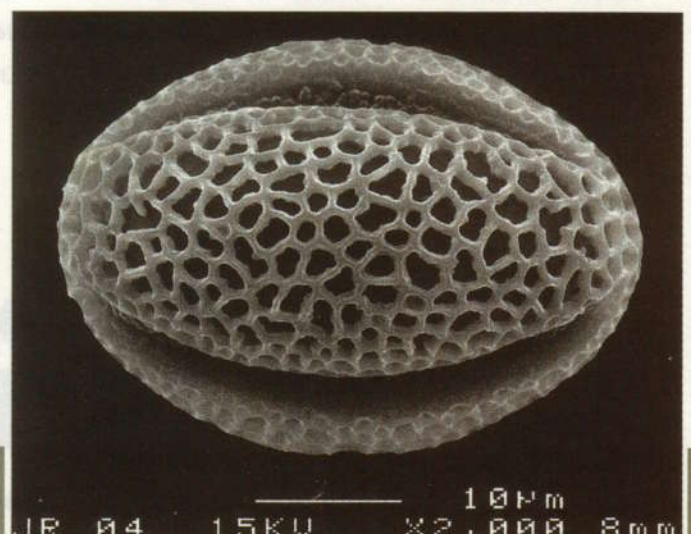
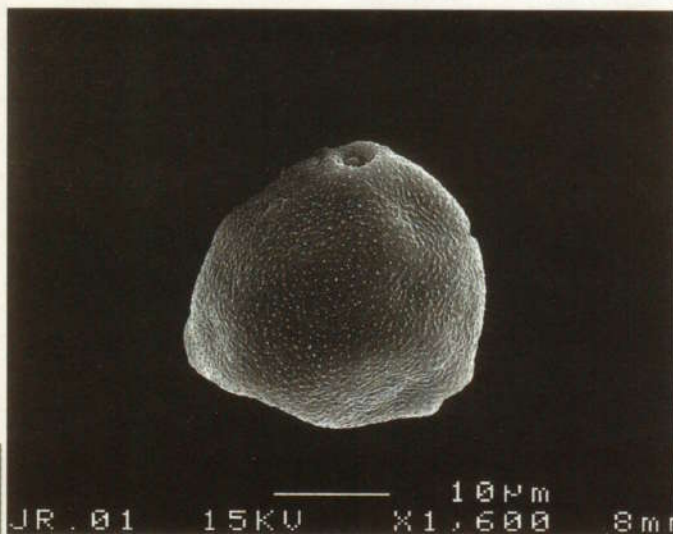
Plantenvormen kunnen zich aan een hogere dosis ultraviolette B-straling of kortweg UVB-straling – de schadelijke component binnen het spectrum van ultraviolette straling – aanpassen. Doordat de ozonlaag dunner wordt, bereikt een grotere hoeveelheid van die straling de aarde. Als reactie hierop blijken planten hun erfelijk materiaal – dat in sporen en stuifmeelkorrels is opgeslagen – beter te beschermen. Dat doen ze door in de wanden van de stuifmeelkorrels sporopollenine aan te maken. Dat is een bijzonder bioresistente stof die de schadelijke UVB-straling absorbeert.

DE VOORSPELLINGEN KLOPPEN NIET

'Van de ozonlaag zoals die er uitzag voordat het gat erin werd ontdekt – in 1985 – weten we nog niet veel,' zegt Jelte Roze-

ma van de Vrije Universiteit in Amsterdam. 'Paleo-ecologen kunnen door de aanwezigheid van sporopollenine meer te weten komen over het geologische verleden van onze planeet en over de samenstelling van de ozonlaag.' Rozema doet al jaren onderzoek naar de effecten van UVB-straling op de groei van planten. 'Voor de analyse van stuifmeelkorrels – om de fluctuaties van de ozonlaag uit het verre verleden te reconstrueren – gebruiken we de verzameling stuifmeel uit het British Arctic Survey (BAS). Hierin is sinds 1920 plantenmateriaal afkomstig van het zuidpoolgebied verzameld. Ook gebruiken we plantenmateriaal uit de bodem van het noordpoolgebied. Hier ligt tot vijfduizend jaar oud materiaal dat door de permafrost (permanent bevroren bodem) erg goed is geconserveerd.' Miljarden jaren geleden was er geen ozonlaag die het leven op

aarde tegen schadelijke ultraviolette zonnestraling beschermde. Tot zo'n twee miljard jaar geleden speelde het leven zich vooral af in oceanen, meren en rivieren. Onze planeet was toen nog grotendeels met water bedekt. Het water fungeerde als filter voor de toenmalige levensvormen, in die tijd nog uitsluitend eenvoudige een- en meercellige organismen. Het leven aan land ontwikkelde zich pas ongeveer vierhonderd zeventig miljoen jaar geleden goed. Toen kon door een toename van zuurstof in de atmosfeer een beschermend ozonschild ontstaan. In die tijd was de concentratie zuurstof in de aardse atmosfeer ongeveer één procent van de huidige, de ozonlaag was een stuk ijler dan vandaag het geval is. De oudste fossiele resten van het landleven dateren overigens van zo'n miljard jaar geleden.



Planten beschermen zichzelf tegen een teveel aan ultraviolette straling. Dit doen ze onder meer door pigmenten aan te maken. Ook pakken ze hun genetisch materiaal beter in. Uit de gewijzigde chemische samenstelling van de wanden van stuifmeelkorrels halen wetenschappers heel wat informatie over de ozonlaag in een ver verleden. Hier zien we de microscopische opname van een stuifmeelkorrel van de ruwe berk (links) en van een wrangwortel (rechts).



'Planten hebben in de loop van de evolutie middelen ontwikkeld om zich tegen schadelijke UVB-straling te beschermen,' vertelt Rozema. 'Opvallend daarbij is dat waterplanten zich minder goed tegen UVB-straling kunnen beschermen. Wellicht profiteren waterplanten van de filterende werking van het water en hebben landplanten die beschermende eigenschap beter ontwikkeld.'

UVB-straling, ultraviolette straling die zich in het voor de mens onzichtbare lichtspectrum met een golflengte tussen tweehonderd tachtig en driehonderd twintig nanometer bevindt, is schadelijk voor planten en die-

ren. De straling kan DNA beschadigen, het erfelijk materiaal kan er door muteren. Bij mensen kan dit bijvoorbeeld huidkanker veroorzaken. Rond de evenaar is de hoeveelheid UV-straling het grootst. Dat komt doordat de zon daar het dichtst bij de aarde staat en het zonlicht veel rechter op de aarde valt. Dit leidt tot een maximale lichtintensiteit. Niet voor niets hebben de volkeren die rond de evenaar leven, door een beschermende pigmentlaag, een donkerder huid. Zelfs bij een intacte ozonlaag is de dosis UV-straling die in het gebied rond de evenaar op aarde terecht komt nog altijd groter dan de hoeveelheid straling die het

zuidpoolgebied, ondanks het beruchte 'gat' in de ozonlaag dat zich daar bevindt, ontvangt.

'De ozonlaag boven de zuidpool herstelt zich niet even snel als veel wetenschappers voorspelden,' zegt Rozema. 'Rond de eeuwwisseling, nu dus, zou, als gevolg van een vermindering van de emissie van chloorfluorkoolwaterstoffen en andere ozon aantastende stoffen, de ozonlaag zich moeten herstellen. Maar dit herstel blijft uit.' Op de SPARC-conferentie – Stratospheric Processes And their Role in Climate – die in november 2000 in Argentinië werd gehouden, bespraken deskundigen de voortgang van het

Biologen van de Vrije Universiteit van Amsterdam onderzoeken in een internationaal Antarctica-project hoe de vegetatie op de zuidpool op de toename van UVB-straling reageert. Ze doen dit onderzoek in het noordwestelijke deel van Antarctica.

ozononderzoek. 'Het uitblijvende herstel en de maximale grootte die het ozongat boven de zuidpool in het najaar van 2000 bereikte, hielden de gemoederen bezig,' vertelt Rozema. 'Een verklaring hiervoor wordt gezocht in de wisselwerking tussen de aantasting van de ozonlaag en het broeikas-effect. De warmte die de aarde weerkaatst, wordt in een deken van broeikasgassen vastgehouden. Daardoor koelt de hoger gelegen ozonlaag af. Bij een lagere temperatuur wordt ozon sneller afgebroken, zodat het herstel trager verloopt.'

DE NOORDPOOL IS DE ZUIDPOOL NIET

De biologen van de Vrije Universiteit in Amsterdam onderzoeken in het internationale Antarctica-project hoe de ►

Op de zuidpool groeit maar een beperkt aantal korstmossen en vinden we slechts twee hogere planten. Eén hogere plant zien we hier: Deschampsia antarctica of zuidpoolsmele op het antarctische Leonie Island.



Vegetatie op de zuidpool werd experimenteel aan een verhoogde dosis UVB-straling blootgesteld. Op alle lokaties werd door middel van een opstelling met UV-lampen een situatie gesimuleerd die overeenkomt met vijftien procent ozondepletie.

▶ vegetatie op de zuidpool op de toename van UVB-straling reageert. Rozema reisde hiervoor al enkele keren naar het noordwestelijke deel van Antarctica. 'Door het korte groeiseizoen in dit gebied is het voor biologen niet eenvoudig het antarctische ecosysteem te onderzoeken,' vertelt Rozema. 'Het groeiseizoen duurt hier maar twee maanden. Tien maanden lang is de schaarse vegetatie hier met sneeuw bedekt. Bovendien groeit op de zuidpool maar een beperkt aantal korstmossen en vinden we er slechts twee hogere planten: een anjerachtige (*Coelobanthus quitenses*) en een grassoort (*Deschampsia antarctica* of zuidpoolsmele) Op de noordpool is dat heel anders. Daar groeien honderd drieënzestig hogere plantensoorten. Het noordpoolgebied wordt, doordat ook daar de ozonlaag dunner wordt, voor biologen en ecologen steeds interessanter. Ook daar zijn planten steeds meer aan ultraviolette straling blootgesteld.' Nabij Spitsbergen, op achtenzeventig graden noorderbreedte, werken de Nederlanders samen met een Noors onderzoeksteam dat de gevolgen van UVB-straling op blauwwieren onderzoekt.

Behalve de vegetatie in de poolgebieden zijn op andere lokaties binnen Europa kenmerkende vegetatietypes onderzocht. In het Noord-Hollandse Heemskerk worden de duinplanten duinriet en zandzegge onder de loep genomen. In Duitsland bekijken wetenschappers de effecten op plankton en waterplanten. In Zweden zijn korstmossen – een belangrijke voedselbron voor rendieren – onderwerp van onderzoek. In Slovenië (het voormalige Joegoslavië) ten slotte be-

studen onderzoekers vegetatie in de karstgebieden – gebieden waarvan de bodem hoofdzakelijk uit kalksteen bestaat en die worden gekenmerkt door sterk wisselende waterstanden.

Jelte Rozema: 'Op alle lokaties werd door middel van een opstelling met UV-lampen een situatie gecreëerd die overeenkomt met vijftien procent ozondepletie. Dat houdt 's zomers een stralingsintensiteit in van ongeveer 7,5 kJ (kilojoule) per vierkante meter per dag. Ter vergelijking: in Nederland is de stralingsdichtheid 's zomers 5 kJ per vierkante meter per dag en in het najaar 2,5 kJ. In de experimenten moeten de planten, behalve aan de UVB-component, ook aan het resterende spectrum van ultraviolette straling (UV-A met een golflengte groter dan 320 nanometer; UV-C met een golflengte kleiner dan 280 nanometer) worden blootgesteld. Zo speelt bijvoorbeeld UVA-straling een belangrijke rol bij het herstellen van beschadigd DNA.'

CHEMISCHE VERDEDIGING

De planten reageren op een hogere dosis UVB-straling door beschermende stoffen aan te maken. Zowel onder kascondities als in het veld produceren de planten meer pigment, lignine (houtstof) en flavonoïden. Hierdoor hebben planten, als ze aan een hogere straling blootstaan, meer kans te overleven. Pigment absorbeert straling, lignine vertraagt de afbreekbaarheid door micro-organismen en flavonoïden, met name tannine, remmen de vraat door planten etende dieren. Rozema: 'Rupsen bleken minder snel van het gewas te eten. In Nieuw-Zee-

land, waar de schapenteelt een omvangrijke economische sector is, bleken schapen graag witte klaver te eten die aan een hogere dosis UVB was blootgesteld. Witte klaver en Engels raaigras zijn voor de Nieuw-Zeelandse schapen belangrijke voedingsstoffen. De witte klaver bleek een giftig ingrediënt te bevatten, een cyanogene glycoside, die bij de stofwisseling tot de vorming van blauwzuur leidt.'

'Opvallend is ook dat de zuidpoolgrassen dezelfde hoeveelheid biomassa blijken te produceren. Toch ziet hun groeivorm er helemaal anders uit. De zuidpoolgrassen vormen meer, maar kortere scheuten. Datzelfde verschijnsel zien we bij planten die hoog in de bergen groeien, omdat ook daar de intensiteit van de UVB-straling groter is.'

Niet alleen van de delen van de planten die boven de grond uitsteken, bleek de chemische samenstelling te veranderen. Mycorrhiza-schimmels, die in symbiose leven met de wortels van bepaalde plantensoorten, bleken door de aanmaak van tannine moeilijker in het wortelstelsel van de plant te kunnen binnendringen. Rozema: 'Een gelijkaardig resultaat vonden we bij de veldboon, een landbouwgewas waarvan de wortelknobbeltjes in nauwe samenwerking met in de bodem voorkomende bacteriën stikstof opnemen. De samenwerking tussen plant en micro-organismen bleek, doordat in de wortels van de plant meer flavonoïden dan normaal werden aangemaakt, te zijn verstoord.'

Zijn de effecten op plantenniveau onomstotelijk bewezen, op het niveau van het ecosysteem is het, volgens Rozema, vanwege de natuurlijke variatie, soortspecifieke reacties en

schommelingen van jaar tot jaar en van seizoen tot seizoen een stuk moeilijker harde uitspraken te doen over de gevolgen van de dunner wordende ozonlaag. 'We hebben een duinlandschap, een toendragebied en een mediterrane gebied met elkaar vergeleken. Conclusie is dat de effecten niet groot zijn. Het Zweedse toendragebied bleek als ecosysteem het meest gevoelig voor meer UVB-straling. In de mediterrane zone was het effect minimaal, waarschijnlijk omdat de vegetatie daar al aan de 'barre' omstandigheden is aangepast.'

Maar niet alleen in wetenschappelijk opzicht is onderzoek naar complete ecosystemen gecompliceerd en minder eenduidig. Veranderingen op ecosystemniveau zijn voor politici vaak te subtiel, aldus de bioloog. 'Die zijn vooral geïnteresseerd in de effecten van de ozonaantasting op de opbrengst van landbouwgewassen in kwantitatieve zin. Kwalitatieve aspecten, zoals zaken die op een subtieler biologisch niveau liggen, zijn voor politici en beleidsmakers minder bruikbaar.'

Annemieke van Roekel
Foto's: Jelte Rozema



Nóg meer weten?

Op onze site vindt u extra links naar meer informatie over dit onderwerp.

www.eosweb.com



Ook de toendravegetatie op Spitsbergen staat bloot aan een verhoogde dosis UVB-straling. Nabij Spitsbergen, op achtenzeventig graden noorderbreedte, onderzoeken Nederlandse biologen samen met een Noors team de gevolgen van UVB-straling op blauwwieren.