

VU Research Portal

The effects of UVB radiation on charophycean algae and bryophytes

de Bakker, N.

2011

document version

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

citation for published version (APA)

de Bakker, N. (2011). *The effects of UVB radiation on charophycean algae and bryophytes*. [PhD-Thesis - Research and graduation internal, Vrije Universiteit Amsterdam]. Labor Grafimedia B.V.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

E-mail address:

vuresearchportal.ub@vu.nl

De effecten van UVB straling op kranswieren en mossen

Het onderzoek in dit proefschrift beschrijft de effecten van ultraviolette-B straling (UVB) op kranswieren en mossen. Door het dunner worden van de ozonlaag neemt de UVB straling op aarde toe. Sinds de ontdekking van het gat in de ozonlaag is er veel onderzoek gedaan naar de effecten van UVB op voornamelijk terrestrische en mariene organismen. UVB kan namelijk schadelijk zijn voor het leven op aarde. De onderzoeken gericht op de effecten van UVB op planten lieten zien dat UVB kan leiden tot schade aan DNA, eiwitten, vetten, pigmenten en planthormonen. Hierdoor kan de groei en morfologie van de planten worden beïnvloed. Echter, veel planten zijn in staat om schade te voorkomen, bijvoorbeeld door de aanmaak van UVB absorberende stoffen, of kunnen ontstane schade herstellen en hiermee de gevoeligheid voor UVB verlagen.

Er wordt aangenomen dat de gevoeligheid voor UVB van planten afhangt van wanneer ze zijn geëvolueerd. Tijdens de evolutie van landplanten was ook de ozonlaag in ontwikkeling. Het lichtspectrum verschilde daardoor van het huidige, met hogere UVB niveaus. Aanpassingen aan UVB speelden daarom mogelijk een belangrijke rol in de evolutie van landplanten. Omdat de hoogte van UVB gedurende de ontwikkeling van landplanten verschilde en plantgroepen zich op verschillende manieren ontwikkelden, kunnen de aanpassingen aan UVB verschillen tussen vroeg en latere landplanten. Het Europese UVAQTER^[1]-project, waar dit onderzoek deel van uitmaakte, richtte zich onder meer op de UVB absorberende stoffen in verschillende plantengroepen uit de evolutionaire lijn van landplanten: van mariene algen via kranswieren, mossen en korstmossen naar vaatplanten. Het doel was om deze stoffen te analyseren, karakteriseren en het functioneren van deze stoffen te onderzoeken. Aangenomen werd dat deze stoffen complexer werden met de hogere ontwikkelingsgraad van de landplanten. Omdat kranswieren en mossen worden gezien als belangrijke groepen in de ontwikkeling van landplanten, richt het onderzoek in dit proefschrift zich op de effecten van UVB op groei, DNA schade en de inductie van UVB absorberende stoffen in deze groepen. Naast experimenten onder gecontroleerde omstandigheden, werden de effecten van UVB in deze groepen in een ecologi-

[1] UVAQTER is het acronym voor 'The role of Ultra Violet-B radiation in Aquatic and Terrestrial ecosystems: an experimental and functional analysis of the evolution of protective and adaptive mechanisms in plants' (project reference ENV4970580).

sche context onderzocht. Voor kranswieren werden veldmetingen verricht onder natuurlijke omstandigheden. Voor mossen werden UVB effecten bestudeerd bij verschillende mossen uit drie contrasterende habitats.

Voor dit onderzoek startte, waren effecten van UVB op mossen slechts in beperkte mate onderzocht. Voor kranswieren was dit onderzoek zelfs het eerste. Van de nu levende groenalgen zijn kranswieren het meest verwant aan vaatplanten. Kranswieren komen voor in ondiep zoet water. In het water beïnvloeden verschillende processen het lichtspectrum, zoals reflectie aan het oppervlak en uitdoving met toenemende diepte. In zoet water dooft UVB in het algemeen sneller uit dan in de zee doordat de concentratie opgeloste organische stof hoger is. Toch kan UVB nog tot aanzienlijke diepten doordringen en planten in zoetwatersystemen beïnvloeden. Bovendien dragen ondergedoken waterplanten, en kranswieren in het bijzonder, bij aan de helderheid van het water. Door het dunner worden van de ozonlaag neemt UVB toe in deze systemen.

Mosses staan evolutionair gezien dichterbij vaatplanten dan kranswieren. Ze leven voornamelijk op het land. Ze kunnen goed droogte overleven en zijn alleen fysiologisch actief bij voldoende hoge luchtvochtigheid. Mosses nemen voedingsstoffen en water direct op via de bladeren en stengels. Al deze eigenschappen geven mosses de mogelijkheid om in veel verschillende habitats te leven, zoals in venen, bossen, duinen en graslanden. Deze eigenschappen kunnen ook van belang zijn in de respons op UVB.

De meeste studies naar de effecten van UV straling op mosses zijn uitgevoerd rondom de poolcirkels, waar UVB door ozondepletie het meest toeneemt. Bovendien zijn de effecten op slechts een beperkt aantal soorten onderzocht. Deze soorten groeiden allen in open habitats die vochtig zijn door smeltende sneeuw en een korte groeiperiode hebben. De effecten van UVB straling en de aanpassingen van de mosses daarop in andere habitats, zoals in het gematigde Atlantische klimaat waar mosses vrijwel het gehele jaar zijn blootgesteld aan UVB straling, waren tot dit onderzoek vrijwel onbekend. Daarom beschrijft het mossesonderzoek in dit proefschrift de effecten van UVB op groei, DNA schade en UVB absorberende stoffen in mosses uit de gematigde zone. Naast verschillen in UVB blootstelling in bijvoorbeeld bossen versus open systemen, verschillen de habitats ook in blootstelling aan andere stressfactoren, zoals droogte. Een vergelijking tussen mosses uit verschillende habitats, zoals die hier is uitgevoerd, is een eerste stap om de verschillen in UVB gevoeligheid te relateren aan hun habitat omdat beschermingsmechanismen voor UVB mogelijk ook gecombineerd zijn met bescherming tegen andere stressfactoren.

Uit kasexperimenten bleek dat het kranswier *Chara aspera* gevoelig was voor UVB (hoofdstuk 2 en 3). UVB had een negatief effect op de groei, DNA schade nam toe met hogere UVB dosis en werd 's nachts niet gerepareerd. De kranswieren lijken geen UVB beschermende pigmenten te ontwikkelen. De absorptie in het UVB spectrum is een maat voor de UVB absorberende stoffen. Deze was laag en er werd geen toename gevonden. Opmerkelijk was de toename van bulbillen (vegetatieve reproductie) bij aanwezigheid van UVB, terwijl de antheridiën en oogoniën (generatieve reproductie) afnamen (hoofdstuk 2). Metingen in twee door kranswieren gedomineerde zoetwatersystemen in Nederland werden uitgevoerd om te onderzoeken of kranswieren onder natuurlijke omstandigheden door UVB worden beïnvloed (hoofdstuk 3). Metingen van het lichtspectrum in de waterkolom met een spectroradiometer en met DNA dosimeters toonden aan dat UVB snel uitdooft in beide door kranswier gedomineerde systemen en dat UVB tot geringere diepte doordringt dan waar de kranswieren groeien. Dit geeft aan dat UVB de ondergedoken kranswervegetatie niet bereikt. Bovendien werd er geen DNA schade gevonden in de kranswieren onder natuurlijke omstandigheden. Dit suggereert dat de waterkolom voldoende bescherming biedt tegen UVB, en als een natuurlijk uitwendig UVB filter werkt. Toch kan UVB van invloed zijn op de kranswieren. Één van de systemen waar metingen werden verricht, was een natte duinvallei. Hier fluctueert het waterniveau gedurende het jaar. Vrijwel jaarlijks is de waterstand zo laag dat de kranswieren aan UVB worden blootgesteld.

Het tweede deel van dit proefschrift richt zich op de effecten van UVB op mossen (hoofdstukken 4 en 5). De netto groei van *Syntrichia ruralis* var. *arenicola*, een mossoort uit open duinen, nam af bij blootstelling aan verhoogd UVB in een 13 maanden durend experiment op het proefveld (hoofdstuk 4). Aan het eind van het experiment waren, onder verhoogd UVB, de planten significant kleiner, terwijl er geen significante verschillen waren in het aantal vertakkingen per plant of in de lengte van de zijtakken tussen de verschillende behandelingen. Aangezien het totale drooggewicht niet was beïnvloed, waren de mossen meer compact. Niet UVB, maar blootstelling aan extra UVA (een controle-behandeling) zorgde voor een toename in de concentratie fenolische stoffen, welke ook absorberen in het UVB bereik. Concentraties UVB absorberende stoffen in *S. ruralis* verschilden niet tussen de verschillende UVB niveaus, maar wel binnen het groeiseizoen, onafhankelijk van het UVB blootstellingsniveau. Dit geeft aan dat deze stoffen altijd aanwezig zijn en dat, voor dit mos, blootstelling aan UVB de hoeveelheid van deze stoffen niet beïnvloedt. Dit suggereert dat een ander

beschermingsmechanisme tegen UVB werkzaam kan zijn in mossen dan in vaatplanten, waar bij UVB blootstelling wel extra UVB absorberende stoffen worden aangemaakt.

In hoofdstuk 5 onderzochten we of de directe leefomgeving (het habitat) de gevoeligheid van mossen ten aanzien van UVB beïnvloedt. Negen mossen uit drie contrasterende habitats (bossen, venen en duinen) in Nederland werden geselecteerd. In bossen is de blootstelling aan UVB in het algemeen laag, terwijl in venen en duinen de planten aan hoge UVB doses worden blootgesteld onder zonnige omstandigheden. Echter onder deze zonnige omstandigheden zijn de soorten uit de venen in het algemeen fysiologisch actief door de hogere vochtgehalten, terwijl duinsoorten dan vaak fysiologisch inactief zijn. In een geklimatiseerde kas werden de mossen tien weken blootgesteld aan verschillende UVB niveaus. Groei, DNA schade en UVB absorberende stoffen werden gemeten. Blootstelling aan UVB leidde tot significante toenames in DNA schade in vrijwel alle soorten en negatieve effecten op de groeisnelheid van diverse soorten. In enkele soorten werd een afname van UVB absorberende stoffen gemeten onder blootstelling aan UVB. Wanneer de UVB effecten worden geanalyseerd op habitatniveau dan blijkt dat de UVB consistente effecten heeft tussen soorten binnen hetzelfde habitat. Soorten uit duinen en venen bleken meer gevoelig voor UVB dan bossoorten. Habitatafkomst lijkt dus de gevoeligheid van soorten ten aanzien van UVB te beïnvloeden. Maar paradoxaal genoeg blijken de soorten die onder natuurlijke omstandigheden aan hogere UVB dosis worden blootgesteld gevoeliger voor UVB.

De experimentele condities waren het meest representatief voor venen (hoge luchtvochtigheid en hoog UVB). Op basis van de resultaten lijken aanpassingen aan UVB bij deze soorten te ontbreken. Duinsoorten zijn onder natuurlijke omstandigheden bij zonnig weer en hoog UVB vaak droog en inactief. De gevonden effecten zijn een maat voor potentiële gevoeligheid, terwijl onder natuurlijke omstandigheden deze soorten minder gevoelig voor UVB kunnen zijn. Aanpassingen aan andere stressfactoren dan UVB kunnen de gevoeligheid ten aanzien van UVB beïnvloeden. Verscheidene studies tonen aan dat bijvoorbeeld droogtetolerantie interfereert met UVB gevoeligheid in mossen, omdat zowel UVB als droogtetolerantie tot oxidatieve stress kunnen leiden. Beschermingsmechanismen voor droogtetolerantie kunnen mogelijk onder natuurlijke omstandigheden ook bescherming bieden tegen UVB straling.

Het onderzoek in dit proefschrift laat zien dat een toename in UVB straling leidt tot gereduceerde groei en een toename in DNA schade in mossen en kranswieren, maar dat dit niet leidt tot een inductie van UVB absorberende

SAMENVATTING

stoffen. In kranswieren worden weinig UVB absorberende stoffen gevonden. Voor kranswieren kan het water als extern UVB filter werken. Wanneer de UVB niveaus te hoog worden, kunnen aantallen bulbillen toenemen zodat onder gunstige omstandigheden weer snelle hergroei mogelijk is. In mossen komen UVB absorberende stoffen voor, maar deze worden niet door UVB beïnvloed. De effecten ten aanzien van UVB straling zijn mogelijk gerelateerd aan andere aanpassingen dan blootstelling aan UVB, zoals bijvoorbeeld droogtetolerantie.