

# VU Research Portal

## Global change and the functional diversity of cryptogams in northern biomes

Lang, S.I.

2011

### **document version**

Publisher's PDF, also known as Version of record

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

### **citation for published version (APA)**

Lang, S. I. (2011). *Global change and the functional diversity of cryptogams in northern biomes*. [PhD-Thesis - Research and graduation internal, Vrije Universiteit Amsterdam]. Ipskamp Drukkers.

### **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](mailto:vuresearchportal.ub@vu.nl)

## Nederlandse samenvatting

# Global change en de functionele diversiteit van cryptogamen in noordelijke biomen

Vertaling: Johannes H.C. Cornelissen

Klimaatverandering zal in de (sub-)arctische regio waarschijnlijk extremer en sneller zijn dan in andere klimaatsgebieden op Aarde. Cryptogamen (mossen en korstmossen) vormen een hoofdcomponent van de vegetatie op hoge breedtegraden, zowel wat betreft abundantie als biodiversiteit. Ze vervullen daar belangrijke functies in ecosystemen, zoals de regulering van de waterhuishouding, de koolstofbalans, stikstofbinding en de bescherming van de permafrost. De uitvoerige kennis over de respons van vaatplanten op klimaat staat in schril contrast met die van cryptogamen. Mijn proefschrift omvat een gedetailleerde studie van de relatie tussen cryptogamen en (veranderingen in) klimaat, niet alleen wat betreft hun respons in biodiversiteit en abundantie in diverse (sub-)arctische ecosystemen, maar ook wat betreft de consequenties van klimaatgestuurde veranderingen voor de bijdragen van cryptogamen aan de kringlopen van koolstof en stikstof. Enerzijds zullen die bijdragen bepaald worden door de koolstof- en nutriëntenhuishouding van verschillende soorten, anderzijds door secundaire effecten van hun functionele eigenschappen tijdens en na het afsterven van weefsels. Het gaat dan met name om verschillen in de efficiëntie van nutriëntenresorptie tussen soorten en in de kwaliteit van het resterende strooisel, met de gevolgen daarvan voor hun afbreekbaarheid.

Hoofdstuk 2 behandelt een studie in subarctisch Noord-Zweden (en deels N-Noorwegen), waarbij de respons van zowel cryptogamen als vaatplanten in *Sphagnum*-hoogvenen op klimaatverandering onderzocht is door de samenstelling van plantengemeenschappen in een *in-situ* opwarmingsexperiment te vergelijken met die langs natuurlijke klimaatgradiënten; de laatste als ruimtelijke analoog voor veranderingen in de tijd. Bodemvochtregime en de groei van *Sphagnum* (als substraat maar ook concurrent voor andere soorten) waren vooral bepalend voor vegetatiesamenstelling, zowel op micro- als op macroschaal langs de gradiënten. De vegetatiesamenstelling van venen binnen een gebied was tamelijk stabiel en werd niet duidelijk beïnvloed door verschillen in temperatuur. Dit kwam overeen met de bevindingen in het opwarmingsexperiment, hoewel daar ook de korte experimentele duur (4 jaar) een rol kon spelen. *Sphagnum*-groei,

### Nederlandse samenvatting

welke was gecorreleerd met de relatieve positie langs microgradiënten van vocht als ook met temperatuur, werkte sterk differentiërend m.b.t. de geassocieerde vegetatie, aangezien de abundanties van korstmossen, levermossen, overige bladmossen en vaatplanten negatief gecorreleerd waren met die van *Sphagnum*. Soortenrijkdom en Shannon diversiteits-index van alle hogere cryptogamen-taxa namen af met toenemende abundantie van *Sphagnum* naarmate de bodem vochtiger werd langs de gradiënt. Bij vaatplanten echter compenseerden toenemende zegges en wollegrassen in de nattere delen van hoogvenen voor het verlies van typische soorten voor (drogere) hoogveenbulten. Concluderend worden effecten van klimaat op plantengemeenschappen vooral bepaald door vochtregimes en *Sphagnum*-groei en in mindere mate door verschillen of veranderingen in temperatuurregimes. Echter, aan de randen van het huidige verspreidingsgebied van hoogvenen kunnen positieve effecten van temperatuur op *Sphagnum*-groei leiden tot expansie van deze venen de berg op.

In hoofdstuk 3 worden ook de effecten van klimaatsverandering op cryptogamen en vaatplanten vergeleken tussen opwarmingsexperimenten en natuurlijke klimaatsgradiënten, maar nu voor toendra i.p.v. hoogveen en met een extra intercontinentale schaaldimensie: Alaska versus Zweden. Temperatuur sprong eruit als belangrijke sturende factor voor vegetatiesamenstelling en soortenrijkdom. Korstmossen namen sterk af met toenemende temperatuur, bladmossen (excl. *Sphagnum*) en levermossen minder sterk, terwijl *Sphagnum* in Alaska erg resistent bleek tegen experimentele opwarming. De sterkste veranderingen in opwarmingsexperimenten waren te meten in de koudere gebieden, terwijl in het berkenbos in Zweden vrijwel geen verandering optrad. Hier was de hoeveelheid strooisel wel onderscheidend, terwijl in het experiment in Alaska ook de hogere beschikbaarheid van ammonium in de bodem van controle-plotjes t.o.v. die in opwarmingsplotjes een significante rol speelde. In het algemeen reageerden met name de struikjes en de mossen *Sphagnum girgensohnii*, *Hylocomium splendens* en *Pleurozium schreberi* positief op opwarming, terwijl de overige cryptogamen een negatieve respons lieten zien. De toename van de struikjes komt overeen met de voor diverse delen van het arctische gebied al eerder beschreven ‘arctic greening’. De verschillen in sturende factoren voor de klimaatseffecten op biodiversiteit tussen de twee onderzoeken hadden alles te maken met de dominantie van *Sphagnum* in de hoogvenen (hoofdstuk 2) t.o.v. de naar verhouding vrijwel *Sphagnum*-loze toendra (hoofdstuk 3).

De verschuivingen in de samenstelling van plantengemeenschappen van cryptogaam-gedomineerde vegetatie richting struik-gedomineerde toendra heeft mogelijke

### Nederlandse samenvatting

consequenties voor de nutriëntenkringloop. Hoofdstuk 4 behandelt de verschillen in efficiëntie van het terugtrekken van nutriënten uit afstervende fotosynthetiserende weefsels van uiteenlopende soorten en hogere taxa van cryptogamen en vaatplanten (% terugtrekking van stikstof of fosfor = resorptie-efficiëntie  $RE_N$  resp.  $RE_P$ ). Om eventuele massaverliezen mee te nemen in de berekening van % resorptie werden de hoeveelheden N resp. P in verse en afgestorven weefsels steeds uitgedrukt op basis van de hoeveelheid van bepaalde stabiele verbindingen (bijv. lignine, cellulose), welke bepaald werden door middel van state-of-the-art FTIR-ATR (Fourier transform infrared attenuated total reflectance). Bladmossen, korstmossen en wolfsklauwen hadden i.h.a. lage  $RE_N$  (< 20%), levermossen en coniferen intermediaire (40%) en varenachtigen en eudicotyle en monocotyle bloemplanten hoge  $RE_N$  (> 70%).  $RE_P$  leek relatief sterk bij eudicotylen en levermossen en zwak bij bladmossen. In het algemeen was er een positief verband te zien tussen de mate van aanwezigheid of specialisatie van vaatstelsels met  $RE$ , zowel binnen cryptogamen als in de evolutionaire lijn van cryptogamen tot en met geavanceerdere vaatplanten. Dit ondersteunde de hypothese dat de evolutie van vaatweefsels richting gespecialiseerd floem de landplanten heeft geholpen niet alleen om de fotosynthetische productie te faciliteren in nog levende groene weefsels, maar ook om het interne hergebruik van nutriënten gedurende het afsterven van diezelfde weefsels te optimaliseren.

Wanneer de bovengenoemde weefsels eenmaal zijn afgestorven komen deze als strooisel beschikbaar voor afbraak (decompositie). Om algemene patronen te detecteren in de afbreekbaarheid (potentiële decompositiesnelheid) van diverse soorten en functionele groepen, is in hoofdstuk 5 een breed scala aan belangrijke subarctische soorten mossen, korstmossen en vaatplanten vergeleken op de afbreekbaarheid van hun strooisel. Dit gebeurde d.m.v. een 2-jarig experiment in Noord-Zweden, waarin al deze strooisels tegelijkertijd geïncubeerd werden in zogenaamde 'strooiselbedden' in een proeftuin. Ook werden relevante initiële chemische eigenschappen van de diverse soorten strooisel gemeten. Korstmossen en vaatplanten hadden i.h.a. een hogere afbreekbaarheid dan mossen, maar ook binnen ieder van de hoofdtaxa van cryptogamen was er belangrijke variatie in afbreekbaarheid tussen soorten. *Sphagnum* bevond zich consequent aan het recalcitrante uiteinde van het gehele afbreekbaarheidsspectrum, ook binnen de mossen. Deze recalcitrantie verklaart onomstotelijk waarom *Sphagnum* zo'n belangrijke bouwer is van veen, terwijl in eerdere studies de effecten van deze recalcitrantie en die van het abiotische milieu op afbraaksnelheid nooit expliciet van elkaar onderscheiden hadden kunnen worden. Een additioneel experiment met minder soorten liet zien dat zowel incubatie-milieu als soort een belangrijke invloed hadden op afbraaksnelheid van

### *Nederlandse samenvatting*

cryptogamen, en dat er interacties waren tussen beide factoren. Dergelijke interacties zijn dusdanig groot dat ze zouden moeten worden meegenomen in voorspellingen over toekomstige afbraaksnelheden van strooisel in (sub-)arctische gebieden. De variatie in afbreekbaarheid tussen soorten kon adequaat verklaard worden m.b.v. FTIR-ATR-spectra die de concentraties van complexe mobiele en structurele chemische verbindingen van het initiële strooisel quantificeren. Deze techniek blijkt dus goed toepasbaar op het verklaren van afbraaksnelheden van uiteenlopende cryptogamen, zeker in vergelijking met conventionele analyses van initiële concentraties aan macronutriënten (N, P, C, kationen) en initiële pH, welke alle veel minder verklarende waarde hadden voor variatie in afbreekbaarheid dan FTIR-ATR.

De Algemene Discussie in hoofdstuk 6 is een synthese van de relaties tussen enerzijds klimaatgestuurde veranderingen in de abundanties en diversiteit van (sub-)arctische cryptogamen en anderzijds processen in de nutriëntenkringloop, met name resorptie en decompositie. En dit alles op diverse schaalniveaus: tijdsschaal, ruimtelijke schaal en functionele schaal. Ook additionele aspecten van deze thematiek zijn hier voor het voetlicht gebracht. Toekomstige onderzoeken zouden ook ander biotische interacties op de schaal van plantengemeenschappen moeten meenemen, bijvoorbeeld soortinteracties inclusief concurrentie en facilitatie; en hoe deze zich verhouden tot processen als decompositie, aangezien de hoeveelheid strooisel per soort een sterk bepalende factor is voor decompositiesnelheid op ecosysteemschaal. Ook directe effecten van klimaat op fenotypische expressie van eigenschappen van een gegeven soort zijn van belang, en hoe die zich vertalen in decompositiesnelheden. Trofische interacties (met name herbivorie) kunnen bepaalde klimaatgestuurde trends in de vegetatieontwikkeling modereren. Verspreiding van sporen en zaden, en reproductieve processen, zullen uiteindelijk van belang zijn voor de vestiging respectievelijk het verdwijnen van soorten, maar de rol van deze factoren is nog niet onderzocht voor grotere groepen cryptogamensoorten. Over lange tijdsschalen kunnen zelfs evolutionaire adaptaties aan milieuveranderingen een interessante rol spelen. Veranderingen in soortensamenstelling van cryptogamenvegetatie door klimaat kunnen mogelijk ook een trigger vormen voor veranderingen in de ecosysteemfuncties die de cryptogamen verzorgen, met name die van vochtregulering, koolstofopslag, permafrost-isolatie en stikstofbinding. De metingen in dit proefschrift zullen een bijdrage leveren aan het begrijpen en voorspellen van de gevolgen van klimaatverandering voor cryptogamensamenstelling in (sub-)arctische vegetatie op diverse schalen van tijd, ruimte en functionaliteit. Ook zal dit proefschrift bijdragen aan het verkrijgen van handvaten voor het voorspellen van de verdere consequenties van zulke veranderingen voor subarctische nutriënten- en koolstofkringlopen.

*Nederlandse samenvatting*

In een notendop: de ene soort cryptogaam is de andere niet waar het gaat over het functioneren van arctische ecosystemen!