

Cover Page



Universiteit Leiden



The handle <http://hdl.handle.net/1887/66667> holds various files of this Leiden University dissertation.

Author: Gomes, S.I.F.

Title: Cheating belowground interactions : diversity, ecology and distribution of mycoheterotrophy

Issue Date: 2018-10-30

SAMENVATTING

Mycoheterotrofie is een levenswijze waarbij planten koolhydraten verkrijgen van geassocieerde schimmelpartners, in plaats van via fotosynthese. Deze levenswijze is vele malen onafhankelijk van elkaar geëvolueerd en komt in verschillende plantengroepen voor. In totaal zijn er meer dan 500 verschillende soorten chlorofylloze mycoheterotrofe planten. De meerderheid van deze planten groeit op mycorrhizaschimmels en zijn duidelijke voorbeelden voor de evolutie van bedrog vanuit voorouderlijke mutualistische interacties in de mycorrhiza symbiose. Omdat mycorrhiza interacties vaak erg complex zijn en het moeilijk is om de effecten van de symbiose – zowel op de plant als de schimmel – te achterhalen, is bedrog in dit systeem een relatief weinig bestudeerd fenomeen. Deze thesis had als doel opheldering te verkrijgen in de diversiteit, ecologie, en verspreiding van mycoheterotrofe interacties. Hierbij veronderstelde ik dat verschillende drijfveren van belang kunnen zijn op verschillende schaalgroottes en bestudeerde ik mycoheterotrofie op vier verschillende niveaus van ecologische complexiteit.

Hoofdstuk 2 behandelt onderzoek naar de specificiteit van mycoheterotrofe interacties in de arbusculaire mycorrhizasymbiose op het niveau van het organisme. Door arbusculaire mycorrhiza schimmelmilieus van mycoheterotrofe *Thismia* soorten, omringende groene planten en bodemmonsters van verschillende locaties te vergelijken, toonde ik aan dat mycoheterotrofe soorten altijd leven op schimmelmilieus die fylogenetisch meer gespecialiseerd zijn dan omringende autotrofe planten. Deze resultaten ondersteunen de veronderstelling dat mycoheterotrofe mycorrhiza-interacties erg gespecialiseerd zijn en dat deze specialisatie niet veroorzaakt wordt door een beperkte lokale beschikbaarheid van arbusculaire mycorrhizaschimmels.

In hoofdstuk 3 werden de biotische interacties tussen planten en schimmels bestudeerd in het kader van het samen voorkomen van mycoheterotrofe planten op populatieniveau. Omdat arbusculaire mycorrhizaschimmels de voornaamste voedselbron zijn van tropische mycoheterotrofe planten, testte ik de hypothese dat

het samen voorkomen van deze planten bevorderd wordt door een symmetrisch patroon van schimmel-gastheer overlap en diversiteit. Zowel in gemeenschappen van samengroeiende mycoheterotrofe planten in de natuur als in artificieel samengestelde groepen van mycoheterotrofe planten, observeerden we een trend waarbij een toenemende fylogenetische diversiteit van schimmelgemeenschappen samengaat met een toenemende overlap van de schimmelgemeenschappen. Deze resultaten suggereren dat de interactie tussen schimmels en mycoheterotrofe planten beter begrepen kan worden met kennis over hoe plant-plant interacties beïnvloed worden door de beschikbaarheid van schimmelgastheren.

Edafische abiotische factoren die potentieel het voorkomen van mycoheterotrofe planten beïnvloeden op het niveau van de gemeenschap werden onderzocht in een studie beschreven in hoofdstuk 4, waarbij kwadranten met en zonder mycoheterotrofe planten vergeleken werden op basis van chemische bodem karakteristieken en nutriënten. Hieruit blijkt dat bodem pH, nitraat en de interactie tussen kalium- en nitraatconcentraties de hoogste voorspellende waarde hebben voor het voorkomen van mycoheterotrofe planten in twee bestudeerde regenwouden in Zuid-Amerika. Aangezien de abundantie van mycoheterotrofe planten daalt met een toename van nitraat in de bodem, lijkt het erop dat deze planten niet goed gedijen op plaatsen met veel voedingstoffen in de bodem. Het model dat uitgaat van een gebalanceerde handel tussen planten en mycorrhizaschimmels voorspelt dat bodemomstandigheden met een geringe hoeveelheid voedingstoffen potentieel aanleiding geven tot een zwak mutualistische interactie tussen planten en arbusculaire mycorrhizaschimmels. Dit suggereert dan arbusculaire mycoheterotrofe planten een voorkeur hebben aan lokale omstandigheden waarbij het mutualisme tussen planten en schimmels zwak is.

Tenslotte onderzocht ik in hoofdstuk 5 de globale drijfveren voor de verspreiding van mycoheterotrofie in de arbusculaire en ectomycorrhizasymbiose, op basis van de verspreidingsgegevens van de verschillende plantensoorten. De resultaten laten zien dat hoewel mycoheterotrofe planten wereldwijd verspreid zijn, ze koude klimaten en klimaten met extreme seizoenen vermijden – hierbij geen rekening houdend met de identiteit van hun mycorrhizaschimmels. Ook hebben mycoheterotrofe planten een duidelijke voorkeur voor bosrijke gebieden. Arbusculaire en ectomycorrhiza mycoheterotrofe planten hebben echter afgetekende verschillen in hun verspreiding: mycoheterotrofe planten die op arbusculaire mycorrhiza leven, komen voornamelijk voor in eeuwig groene tropische loofbossen, terwijl mycoheterotrofe planten die op

ectomycorrhiza leven hoofdzakelijk voorkomen in gematigde bladverliezende loofbossen en gematigde eeuwig groene naaldbossen. Na biotypes hebben temperatuurs- en neerslagvariabelen, maar geen edafische factoren, de hoogst voorspellende waarde voor de verspreidingspatronen van arbusculaire en ectomycorrhiza mycoheterotrofe planten. Daarmee werd aangetoond dat de wereldwijde verspreiding van mycoheterotrofe voornamelijk beïnvloed wordt door de aanwezigheid van bos en het type bos, terwijl het voorkomen van mycoheterotrofe planten verder bepaald wordt door de evolutionaire geschiedenis van de planten en het type mycorrhiza associaties waarop ze leven.

Bij elkaar genomen bieden de hoofdstukken uit deze thesis een overzicht van de schaalafhankelijke factoren die het voorkomen van mycoheterotrofe bepalen. In de eerste plaats hebben mycoheterotrofe planten hun specifieke schimmelpartners nodig om te kunnen groeien. Deze komen wellicht voornamelijk in vochtige bossen voor. Wanneer deze voorwaarde is vervuld, bepalen de relatieve proporties tussen bodemnutriënten, en niet hun absolute concentratie, het voorkomen van mycoheterotrofe planten, en dit beïnvloedt wellicht ook de stabiliteit van de mycorrhizanetwerken in het algemeen. Ten slotte kan ook de competitie voor voedingsstoffen bijdragen aan de specificiteit in schimmelinteracties bij mycoheterotrofe planten en hun voorkomen bepalen. Het effect hiervan kan verschillend zijn voor elke plantensoort. De brede aanpak van het onderzoek in deze thesis laat zien dat veel intrigerende aspecten van mycoheterotrofe nog weinig bestudeerd en begrepen blijven. Maar de behaalde resultaten onderstrepen ook het belang van de studie van mycoheterotrofe voor het begrijpen van de mycorrhiza symbiose in het algemeen.