



Universiteit
Leiden
The Netherlands

Global distribution patterns of mycorrhizal associations: abundance, environmental drivers and ecological impacts

Barcelo, M.

Citation

Barcelo, M. (2022, October 26). *Global distribution patterns of mycorrhizal associations: abundance, environmental drivers and ecological impacts*.

Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/3484258>

Version: Publisher's Version

License: [Licence agreement concerning inclusion of doctoral thesis in the Institutional Repository of the University of Leiden](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/3484258>

Note: To cite this publication please use the final published version (if applicable).

Samenvatting

Mycorrhiza zijn symbiotische associaties tussen bodemschimmels en de meeste vasculaire plantensoorten. De gastheren, d.w.z. de planten geven koolhydraten door aan de mycorrhizale schimmels met wie ze samenleven. In ruil daarvoor krijgt de plant bodemnutriënten en water van de schimmel. Omdat deze symbiose grote implicaties heeft voor de fitness en de productiviteit van planten, hebben mycorrhiza een aanzienlijke invloed op het functioneren van ecosystemen, de samenstelling van plantengemeenschappen, de bodemstructuur en op de biogeochemische cycli in de bodem.

Afhankelijk van de identiteit van de plant en zijn schimmelpartners, d.w.z. afhankelijk van met welke soorten we te maken hebben, kunnen we vier mycorrhizale types onderscheiden. Van deze types zijn de zogenaamde arbusculaire mycorrhiza (AM), ecto-mycorrhiza (EcM) en ericoide mycorrhiza (ErM) het meest wijdverspreid, zowel in taxonomische als in geografische zin. Samen komen zij voor in ongeveer 80% van de plantensoorten wereldwijd. Door de substantiële verschillen tussen de verschillende schimmels in termen van morfologie, fysiologie en strategie voor de opname van nutriënten, hangt de invloed van de mycorrhiza op de ecosysteemprocessen sterk af van welk mycorrhizale type dominant aanwezig is. Echter, ondanks het feit dat de ecologische relevantie algemeen erkend wordt, is kwantitatieve informatie over de verspreiding en abundantie van verschillende mycorrhizale types, hun partners, en van welke milieufactoren hun verspreiding en abundantie bepalen, incompleet. Hierdoor hebben we ook slechts beperkt inzicht in de ecologische implicaties van het verschillend voorkomen van de diverse mycorrhizale types. Dit proefschrift exploreert de patronen in bovengrondse en ondergrondse abundantie van arbusculaire mycorrhiza, ecto-mycorrhiza en ericoide mycorrhiza op een kwantitatieve manier en evalueert de verschillen in ecologische eigenschappen die daar het gevolg van zijn.

In hoofdstuk 2 heb ik onderzocht welke klimatologische en bodemcondities het best de mondiale verspreiding van verschillende mycorrhizale types verklaren. Op basis van een gerasterde dataset van 39 bodem- en klimaatvariabelen en de relatieve

abundantie van AM-, EcM- en ErM-plantensoorten op een mondiale schaal, toon ik aan dat de verspreidingen van deze plantensoorten vooral wordt bepaald door temperatuur-gerelateerde factoren. Dit resultaat contrasteert met de wijdverspreide gedachte dat, op een mondiale schaal, vooral bodemfactoren de belangrijkste aanjager zijn van de verspreiding van mycorrhizale planten. Die gedachte komt voort uit het idee dat het hebben van een andere mycorrhizaal type een ander competitief voordeel bieden voor de opname van bodemnutriënten en zo kolonisatie en vestiging mogelijk maken. De resultaten van dit hoofdstuk benadrukken echter de rol van het klimaat als belangrijkste factor voor de verschillende mondiale verspreiding van mycorrhizale types. Dit suggereert dat klimaatverandering substantieel de verspreiding van individuele mycorrhizale plantensoorten zou kunnen veranderen, met substantiële gevolgen voor het functioneren van terrestrische ecosystemen tot gevolg.

Gegeven de grote onzekerheden over de verspreiding van mycorrhizale types in de tropen, over hun milieuvorkeuren en over de ecosysteemimplicaties die dat tot gevolg heeft, onderzoek ik hoofdstuk 3 tropische bossen langs een gradiënt van een dominantie in AM tot een dominantie in EcM. Langs deze gradiënt werden de eigenschappen van de bovenste laag van de bodem, de klimatologische omstandigheden en de microbiële abundantie onderzocht. Dit hoofdstuk laat consistente verschillen in verschillende biogeochemische variabelen zien tussen de AM vs. de EcM-gedomineerde tropische bossen. In EcM-gedomineerde bossen was er een lagere bodemvruchtbaarheid, minder bodemkoolstof (C) en een lagere omzettingssnelheid van nutriënten. Bovendien, en contrasterend met patronen gerapporteerd voor bossen uit gematigde streken, accumuleerden EcM-gedomineerde bossen in de tropen minder C in de bovengrond dan AM-gedomineerde bossen. Dit verschil in C accumulatie in de bovengrond kan mogelijk verklaard worden door de andere impact die microbiële overblijfselen hebben op de vorming van stabiel bodem organische stof in tropische bossen in vergelijking met bossen in gematigde streken.

Hoofdstuk 4 concentreert zich op de ondergrondse verspreiding van mycorrhiza. In dit hoofdstuk, presenteer ik de eerste hoge-resolutie mondiale kaart van de kolonisatie van fijne wortels door AM en EcM schimmels. Deze informatie is cruciaal voor een beter begrip en kwantificering van mycorrhizale effecten op ecosysteemprocessen en

maakt het mogelijk dat mycorrhizale omzettingen worden opgenomen in mondiale biogeochemische modellen. Om deze kaarten te maken, heb ik verschillende databases gecombineerd met informatie over bovengrondse en ondergrondse plantenbiomassa, de abundantie van verschillende plantensoorten op plot niveau, planteneigenschappen en de intensiteit van kolonisatie door mycorrhizale schimmels. De kaarten laten zien dat de hoogste abundanties van het AM type voorkomt in de (sub-)tropen en de hoogste abundanties van het EcM type in de taiga regio's. Dit hoofdstuk geeft geen ecologische analyse van deze patronen, maar dient als basis voor vervolgonderzoek waarvoor kwantitatieve data van ondergrondse mycorrhizale verspreiding nodig is.

Tenslotte, om een beter inzicht te krijgen in de mechanismen van de allocatie en transport van ondergronds C, exploreert hoofdstuk 5 of er een relatie bestaat tussen de totale lengte aan fijne wortels die gekoloniseerd zijn door AM schimmels vs. de hoeveelheid mycelium (d.w.z. de biomassa aan schimmeldraden) buiten de plantenwortels. Ik vond dat - op de schaal van een plantengemeenschap - de AM biomassa in de bodem over het algemeen positief gecorreleerd was met de AM biomassa binnen de plantenwortel, ondanks dat er verschillende kolonisatiestrategieën aanwezig waren binnen de bestudeerde plantengemeenschappen. Dit suggereert dat verschillen in de allocatie van biomassa aan schimmeldraden binnen en buiten de plantenwortel, zoals die bestaan tussen verschillende kolonisatiestrategieën, onderling worden gecompenseerd om zo tot een maximale productiviteit en fitness van de planten te komen. Het resultaat van hoofdstuk 5 opent de mogelijkheid om de totale wortelkolonisatie door AM schimmels te gebruiken als benadering voor de abundantie van AM schimmels in de bodem. Schatters voor de abundantie van AM schimmels in de bodem zijn nu heel lastig te maken, maar zijn wel cruciaal voor een beter begrip van het functioneren van terrestrische ecosystemen in het huidige en een toekomstig klimaat.

Alles bij elkaar genomen onderstrepen de hoofdstukken van dit proefschrift het belang van het onderkennen van de specifieke milieucondities op de mate waarin mycorrhiza effect hebben op het functioneren van ecosystemen. Dergelijke analyses puur baseren op de abundantie van AM, EcM en ErM plantensoorten kan misleidend zijn.

Specifieke klimaatomstandigheden, de aanwezigheid van schimmelpartners, de samenstelling van de microbiële gemeenschap en van soortspecifieke planten- en schimmeleigenschappen moeten verdisconteerd worden. Nieuwe theoretische kaders moeten ontwikkeld worden om nauwkeuriger voorspellingen van de invloed van mycorrhizale symbioses op biogeochemische cycli mogelijk te maken.