



Universiteit
Leiden

The Netherlands

Modelling the role of mycorrhizal associations in soil carbon cycling: insights from global analyses of mycorrhizal vegetation

Huang, W.

Citation

Huang, W. (2024, April 10). *Modelling the role of mycorrhizal associations in soil carbon cycling: insights from global analyses of mycorrhizal vegetation*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/3734176>

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/1887/3734176>

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

Samenvatting

Mycorrhiza, een symbiotische associatie tussen plantenwortels en schimmels, heeft een grote invloed op de wereldwijde koolstofcyclus door hun effect op de opname van voedingsstoffen door planten, vooral in terrestrische ecosystemen. Deze ingewikkelde relatie verbetert het vermogen van planten om toegang te krijgen tot essentiële voedingsstoffen, met name fosfor en stikstof, terwijl de schimmels koolhydraten van de plant ontvangen. Het resultaat is een wederzijds voordelig partnerschap dat niet alleen bijdraagt aan de gezondheid en groei van planten, maar ook een cruciale rol speelt in de koolstofdynamiek van de bodem.

De alomtegenwoordigheid van mycorrhizale associaties strekt zich uit over de hele wereld en omvat een breed scala aan ecosystemen. Van de arctische toendra tot tropische regenwouden, mycorrhizaschimmels vormen symbiotische relaties met een veelheid aan plantensoorten. Deze wijdverspreide verspreiding is een bewijs van het aanpassingsvermogen en het belang van mycorrhizale associaties in verschillende milieuomstandigheden en vormt een belangrijke drijvende kracht achter de koolstofdynamiek in ecosystemen.

Het type mycorrhiza - of het nu ectomycorrhizae (EM) of arbusculaire mycorrhizae (AM) zijn - is nauw verbonden met de plantensoorten die een bepaald biotoop domineren. In boreale en gematigde bossen, waar naaldbomen zoals dennen en sparren overheersen, komen ectomycorrhiza-associaties veel voor. Deze schimmels omhullen de wortels van hun gastheerplanten met een dicht netwerk van schimmeldraden, waardoor voedingsstoffen beter worden opgenomen en karakteristieke vruchtlichamen als paddenstoelen worden gevormd. Arbusculaire mycorrhizale associaties daarentegen komen deels voor in de plantenwortels en worden algemeen aangetroffen in een breed spectrum van ecosystemen, van graslanden tot tropische regenwouden. Het tropische bioom, met zijn enorme biodiversiteit, vertoont een rijk tapijt van mycorrhizale associaties, die bijdragen aan het aanpassingsvermogen en de veerkracht van de vegetatie.

De invloed van mycorrhizale vegetatie op de wereldwijde koolstofcirculatie is diepgaand en veelzijdig. Mycorrhizale associaties dragen bij aan de opslag en afgifte van koolstof in de bodem door hun rol in de afbraak van plantenstrooisel, de kringloop van voedingsstoffen en in de vorming van organische verbindingen. Inzicht in deze rollen is cruciaal voor nauwkeurige beoordelingen van de dynamiek van koolstof in de bodem en voorspellingen van hoe ecosystemen reageren op veranderingen in het milieu, waaronder klimaatverandering en veranderingen in landgebruik. In dit proefschrift verdiep ik me in de fundamentele aspecten van mycorrhiza associaties en hun implicaties voor de bodemkoolstofcyclus.

Hoofdstuk 2 behandelt een kritische vraag: Hoe verschillen ectomycorrhizale en arbusculaire mycorrhizale schimmels in de afbreekbaarheid van hun mycelia? Ecto- en arbusculaire mycorrhizaschimmels zijn alomtegenwoordig in terrestrische ecosystemen en vormen een aanzienlijk deel van de biomassa van bodemmicro-organismen. Door gebruik te maken van in-vitro kweektechnieken heb ik met succes de chemische eigenschappen geanalyseerd die ten grondslag liggen aan de afbreekbaarheid van hun schimmelmateriaal. De zestien onderzochte soorten mycorrhizaschimmels bieden waardevolle inzichten in de chemische samenstelling van deze symbiotische organismen. De resultaten dragen niet alleen bij aan mycorrhizale afbraakmodellen voor strooisel, maar benadrukken ook de noodzaak om expliciet rekening te houden met verschillen in strooiselkwaliteit tussen dominante mycorrhizatypen bij de beoordeling van de koolstofcyclus in de bodem.

Ecosystemen gedomineerd door ectomycorrhizae (EM) of arbusculaire mycorrhizae (AM) vertonen verschillende bodemkoolstofdynamieken. In bestaande modellen ontbreekt echter een expliciete conceptualisatie van de invloed van die verschillen in mycorrhizale associaties. Hoofdstuk 3 introduceert een mechanistisch model, genaamd Yasso-Myco, dat de invloed van mycorrhizae scheidt van klimatologische factoren, om zo de nauwe correlatie tussen wereldwijde klimaatpatronen en de verspreiding van mycorrhizaevegetatie te ondervangen. Door de invloed van mycorrhiza's te scheiden van klimatologische factoren, verbetert het model de langetermijnvoorspellingen van de afbraakdynamiek aanzienlijk en biedt het een uitgebreide weergave van de mycorrhizale invloeden op de afbraak van strooisel.

Ondanks bewijs dat wijst op een andere dynamiek van bodemkoolstof in ecosystemen met verschillende mycorrhizatypen, is er weinig bekend over hun wereldwijde invloed. In hoofdstuk 4 wordt de minst begrepen route van mycorrhizale invloed onderzocht: mycorrhizale beïnvloeding van de afbraak van plantenstrooisel. Met behulp van het Yasso-Myco model dat in hoofdstuk 3 is ontwikkeld, schat ik de wereldwijde afbraak van plantenstrooisel op de lange termijn op basis van verschillende typen mycorrhizale vegetatie. De bevindingen laten zien dat het mycorrhizatypen van de dominante vegetatie een aanzienlijk deel van de variatie in afbraaksnelheden bepaalt, het belang van de mycorrhizatypen-specifieke afbraakomgeving benadrukkend. Daarnaast onderzoekt het hoofdstuk hoe groot de invloed van mycorrhizaschimmels is in verschillende biomen, waardoor we meer inzicht krijgen in de effecten van plant-microbiële interacties op de wereldwijde dynamiek van labiele en recalcitrante koolstofverbindingen in de bodem.

Mycorrhizale schimmels vertonen een hoge gevoeligheid voor milieuveranderingen, waaronder die veroorzaakt door klimaatverandering. In een wereld die onderhevig is aan milieuveranderingen, onderzoekt hoofdstuk 5 de gevoeligheid van mycorrhizale schimmels voor klimaatverandering en de implicaties ervan voor het toekomstige functioneren van ecosystemen. De studie

kwantificeert de studie de impact van veranderingen in mycorrhizale vegetatie wereldwijd te voorspellen onder verschillende milieuscenario's op de afbraak van bladafval. De bevindingen hebben aanzienlijke implicaties voor de mondiale koolstofcyclus, en biedt inzicht in de complexe wisselwerking tussen klimaatverandering en het type ecosysteem. Het begrijpen van de toekomstige evolutie van de verspreiding van mycorrhizale vegetatie is cruciaal voor het voorspellen van de reactie van terrestrische ecosystemen op wereldwijde milieuveranderingen en het ontwikkelen van effectieve beheerstrategieën om klimaatverandering tegen te gaan.

In conclusie: Dit proefschrift biedt een uitgebreide verkenning van mycorrhizale associaties en hun impact op de mondiale koolstofcyclus. De gedetailleerde verkenning van mycorrhizale chemie, integratie in modellen voor bodemkoolstof, mondiale schatting van hun impact en invloed van toekomstige milieuveranderingen dragen gezamenlijk bij aan ons begrip van de complexe relatie tussen mycorrhizale vegetatie en de dynamiek van koolstof in de bodem. De resultaten benadrukken de ingewikkelde rol van mycorrhizale associaties bij het vormgeven van de mondiale koolstofcyclus en benadrukken hun invloed op afbraakprocessen en de dynamiek van koolstof in de bodem. In het licht van de uitdagingen van een veranderend klimaat en verschillende veranderingen in landgebruik, wordt het begrijpen van de bijdragen van mycorrhizale associaties aan de koolstofcyclus cruciaal voor een effectief ecosysteembeheer en de mitigatie van klimaatverandering. Deze inzichten zijn essentieel voor het ontwikkelen van effectieve strategieën om de impact van wereldwijde veranderingen in landgebruik en klimaat op ecosysteemwerking tegen te gaan.