



**Universiteit
Leiden**
The Netherlands

Plant-soil interactions determine ecosystem aboveground and belowground processes in primary dune ecosystems

Gao, C.

Citation

Gao, C. (2023, March 2). *Plant-soil interactions determine ecosystem aboveground and belowground processes in primary dune ecosystems*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/3566824>

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/1887/3566824>

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

Samenvatting

Bodembiodiversiteit is van groot belang voor het behoud van multifunctionaliteit (d.w.z. het hebben van meerdere functies tegelijkertijd) in terrestrische ecosystemen. Een groeiend aantal onderzoeken heeft aangetoond dat de interacties tussen planten- en bodemgemeenschappen belangrijke gevolgen kunnen hebben voor zowel het bovengrondse als het ondergrondse functioneren van ecosystemen. Voorbeelden hiervan zijn de samenstelling van levensgemeenschappen, de nutriëntenkringloop en de gevoeligheid van een ecosysteem voor omgevingsstress. Vanwege de complexiteit van de ondergrondse biodiversiteit zijn nieuwe concepten over de impact van plant-bodem interacties zelden empirisch onderzocht onder realistische veldomstandigheden. Om deze uitdaging aan te gaan, heb ik bodems in een veldexperiment geïnoculeerd met verschillende bodemmicrobiële gemeenschappen. Dit proefschrift beoogt de effecten van plant-bodem interacties op de bovengrondse en ondergrondse processen in duinecosystemen in een vroeg successiestadium te verhelderen, die met behulp van een dergelijke manipulatie zijn onderzocht.

In natuurlijke ecosystemen worden arbusculaire mycorrhizale schimmels (AM) blootgesteld aan een reeks bodemmicrobiële gemeenschappen, waar veranderingen in voorkomen. De diversiteit van één microbiële gemeenschap kan het voorkomen en het functioneren van andere microbiële gemeenschappen veroorzaken. Hoewel er steeds meer aanwijzingen zijn dat specifieke groepen bodemorganismen de symbiotische interacties tussen planten en AM-schimmels beïnvloeden, blijft de invloed van hele bodemgemeenschappen op de kolonisatie van AM-schimmels slecht begrepen en ontbreekt empirisch veldonderzoek. In Hoofdstuk 2 werd de invloed van veranderingen in hele bodemgemeenschappen op de samenstelling van een gemeenschap van AM-schimmels en de daaropvolgende groei van de phytometerplant *P. lanceolata* beoordeeld, in het eerste jaar na bodeminoculatie. De effecten van verschuivingen in de bodemgemeenschap op de samenstelling van de AM-schimmelgemeenschap waren detecteerbaar in de plantenwortels, terwijl er geen effect op AM-schimmels in de bodem werd gevonden. Bovendien had de bodeminoculatie geen invloed op de kolonisatie van AM-schimmels in de plantenwortel, noch op de groei van de waardplant. Deze resultaten suggereren dat de vestiging van AM-schimmels geassocieerd was met de structuur van de bodemgemeenschap, ondanks het gebrek aan impact op de kolonisatie-intensiteit van de wortel door AM-schimmels. Bovendien benadrukt ons onderzoek, in tegenstelling tot eerdere studies die de gunstige rol van AM-schimmels op het functioneren van planten aantoonde, dat het functioneren van *P. lanceolata* in een vroeg successiestadium meer verband houdt met kleinschalige verschillen in de beschikbaarheid van voedingsstoffen dan met de kolonisatie door AM schimmels.

Voorspellingen van klimaatverandering geven aan dat de droogte in de zomer de komende jaren in hevigheid en frequentie zal toenemen. Recente hittegolven en droogtes in Europa

hebben de natuurlijke ecosystemen aanzienlijk aangetast. In Hoofdstuk 3 werden de invloeden van bodembiota op de droogtegevoeligheid van een plantengemeenschap getest tijdens een zomerse droogte in 2020. In tegenstelling tot de heersende opvatting over positieve effecten van complexe bodemgemeenschappen, laten we zien dat bodembiota afkomstig van latere successiestadia de stabiliteit van plantengemeenschappen blootgesteld aan droogte niet verbeterden. Het toevoegen van bodembiota verminderde zelfs het herstel van de plantengemeenschappen na de droogte. Bovendien hadden de verschillende bodeminocula een andere invloed op de droogtegevoeligheid van individuele functionele plantengroepen en individuele soorten. Deze studie levert expliciet bewijs over de mogelijk nadelige rol van bodembiota in plant-bodem interacties onder klimaatverandering, wat suggereert dat de impact van de complexiteit van bodembiota op de stabiliteit van plantengemeenschappen sterk contextafhankelijk is.

Er wordt steeds meer erkend dat functionele eigenschappen van planten worden beïnvloed door abiotische en biotische factoren in de bodem. Hoewel bekend is dat de bodemgesteldheid de functionele eigenschappen van planten bepaalt, is de impact van bodembiota op de relaties tussen planteneigenschappen op het niveau van de gehele plantengemeenschap onbekend. In Hoofdstuk 4 werden de effecten van veranderingen in bodembiota en abiotische omstandigheden op de functionele eigenschappen van planten, die relevant zijn voor het zogenaamde economische spectrum van planten, op gemeenschapsniveau beoordeeld. Bovendien werden de correlaties tussen deze sets van boven- en ondergrondse eigenschappen geëvalueerd. We ontdekten dat verandering in de bodemgesteldheid tot een sterke ontkoppeling leidt in blad- en worteleigenschappen op plantengemeenschapsniveau. De veranderde abiotische bodemfactoren beïnvloedden zowel blad- als wortelkenmerken op gemeenschapsniveau, terwijl veranderde bodembiota alleen een significante invloed hadden op wortelkenmerken. Op basis van deze observaties concluderen we dat de dynamiek van bovengrondse eigenschappen van planten niet noodzakelijkerwijs informatief is voor de ondergrondse dynamiek en de bijbehorende processen.

Een toenemend aantal onderzoeken naar de interacties tussen plant en bodem heeft een basis gelegd voor ons begrip van de samenhang tussen van bovengrondse en ondergrondse gemeenschappen. Het ontbreekt ons echter aan empirisch bewijs over de sturende factoren van planten- en bodemgemeenschappen onder natuurlijke omstandigheden. Dit vormt het zogenaamde "aanjager of passagier" dilemma: zijn bodemmicro-organismen de drijvende kracht achter het functioneren van de plantengemeenschap of passen ze zich juist aan de plantengemeenschap aan? Op basis van ons veldexperiment, waarbij de samenstelling van microbiële gemeenschappen van planten en bodem jaarlijks werd onderzocht (Hoofdstuk 5), ontdekte ik dat veranderingen in de bodemgemeenschap door bodeminoculatie leiden tot divergentie in de samenstelling van bodemschimmels en bacteriën. De plantengemeenschap werd ook beïnvloed door bodeminoculatie, maar er was geen verschil tussen de impact van

levende vs. steriele inocula. Bovendien was er in de loop van de tijd een toenemende correlatie tussen de microbiële samenstelling van plant en bodem. Samen suggereren deze resultaten dat bodemmicro-organismen "passagiers" zijn en geen "aanjagers" van het functioneren van het ecosysteem, d.w.z. dat ze de ontwikkeling van de plantengemeenschap volgen in vroege successiestadia. De resultaten van Hoofdstuk 5 bieden waardevolle inzichten in het begrijpen van de samenhang tussen plant- en bodemmicrobiële gemeenschappen, wat van vitaal belang is voor het beheer en herstel van ecosystemen.

Concluderend laat dit proefschrift zien dat bodembiota een belangrijke rol spelen bij het bepalen van de groei, stresstolerantie en samenstelling van plantengemeenschappen. De effecten van plant-bodem interacties op ecosysteemfuncties zijn sterk contextafhankelijk en mijn werk benadrukt de cruciale rol van biotische factoren bij het bepalen van bovengrondse en ondergrondse ecosysteemprocessen in duinecosystemen in een vroeg successiestadium. Bovendien tonen mijn resultaten aan dat bodeminoculatie een nuttig hulpmiddel is om empirisch de korte termijneffecten van de gehele bodemgemeenschap op plantengroei en -samenstelling te onderzoeken. Voor een betere implementatie van bodeminoculatie onder natuurlijke omstandigheden moeten echter ook de lokale abiotische factoren in de bodem in overweging worden genomen, vooral onder omstandigheden van een beperkende nutriëntenvoorziening. Over het algemeen biedt ons onderzoek waardevolle inzichten in het begrijpen van de effecten van interacties tussen plant en bodem op de bovengrondse en ondergrondse processen in een vroeg successiestadium.