



Universiteit
Leiden

The Netherlands

**Above- and belowground interactions in *Jacobaea vulgaris*:
zooming in and zooming out from a plant-soil feedback
perspective**

Liu, X.

Citation

Liu, X. (2024, May 15). *Above- and belowground interactions in *Jacobaea vulgaris*: zooming in and zooming out from a plant-soil feedback perspective*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/3753963>

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/1887/3753963>

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

Samenvatting

Planten kunnen de abiotische en biotische kenmerken van de bodem aanpassen en deze veranderingen in de bodem kunnen vervolgens de prestaties beïnvloeden van opvolgende planten die groeien in dezelfde bodem. Dit wordt in plant-bodem terugkoppeling (“plant-soil feedback” PSF) genoemd. Het begrijpen van de factoren die PSF beïnvloeden en hoe PSF in de loop van de tijd varieert, is belangrijk, omdat kennis van deze aspecten niet alleen onze voorspelbaarheid van PSF verbetert, maar ook implicaties heeft voor ecologische toepassingen. Bovendien kan inzicht in de rol van PSF onder natuurlijke omstandigheden ons helpen om plantengemeenschapsdynamiek en ecosysteemfuncties te begrijpen. De doelstellingen van dit proefschrift zijn het onderzoeken van de oorzaken van temporale variatie in PSF, het verkennen van de gevolgen van wortel-geassocieerde bacteriën op de groei van planten en op bovengrondse herbivoren, en het verder onderzoeken van de relevantie van plant-bodem terugkoppelingen in de natuur.

In **hoofdstuk 2** onderzoek ik of PSF varieert met de duur van de bodemconditionering door de eerste plant en met de leeftijd (grootte) van de testplant die vervolgens in die bodem groeit. Ik heb een PSF-experiment uitgevoerd met twee fasen. In de eerste fase werd de bodem gedurende 2, 5 en 8 weken geconditioneerd door twee plantensoorten, de focus plant jakobskruiskruid (*Jacobaea vulgaris*) en het gras gestreepte witbol (*Holcus lanatus*). Tijdens de tweede fase werden jakobskruiskruid-planten van verschillende leeftijden (2 weken, 5 weken en 8 weken oud) die waren gekweekt in gesteriliseerde bodem, evenals net gekiemde zaailingen, overgeplant in de bodems die gedurende verschillende perioden waren geconditioneerd. De tweede fase duurde vier weken, waarna de planten werden geoogst. Bovendien heb ik de temporele dynamiek van de groei van jakobskruiskruid en van de samenstelling van microben in de wortelzone tijdens de tweede fase onderzocht met behulp van twee bestaande PSF-datasets van experimenten met dezelfde soorten. Ik ontdekte dat de PSF varieert met de duur van bodemconditionering en de feedbackfase. Tijdens de feedbackfase kan verminderde PSF effecten worden toegeschreven aan zowel de grootte van de testplant als aan temporele veranderingen in de microbengemeenschap in de wortelzone. Jakobskruiskruid groeide aanvankelijk beter bodems die waren geconditioneerd door *H. lanatus*, maar over tijd, leidt de groei van jakobskruiskruid in die bodems tot een afname van gunstige bacteriën en een toename van schadelijke bacteriën, wat vervolgens de postieve PSF afremt.

In **hoofdstuk 3** onderzoek ik of wortel-geassocieerde bacteriën in potentie gebruikt zouden kunnen worden voor de biologische bestrijding van jakobskruiskruid. Hiervoor heb ik twintig wortel-geassocieerde bacteriën geïsoleerd uit de wortels van jakobskruiskruidplanten, verzameld in verschillende locaties. Ik heb de effecten van inoculatie met deze bacterie-isolaten op zaadkieming en groei van jakobskruiskruid bestudeerd. Daarnaast heb ik getest of deze bacteriën direct en indirect (via veranderingen in de bacteriën op de planten) bovengrondse specialistische herbivore insecten kunnen beïnvloeden. Een van de twee insecten, de rupsen van de Sint jacobsvlinder, *Tyria jacobaeae* worden gebruikt bij de biologische bestrijding van jakobskruiskruid. De resultaten geven aan dat sommige wortel-geassocieerde bacteriën de potentie hebben om te worden gebruikt voor de biologische bestrijding van jakobskruiskruid. Echter, dit onderzoek laat ook zien dat er mogelijke gevolgen van ondergrondse micro-organismen zijn voor bovengrondse plantenetende insecten die gebruikt worden voor de bestrijding van onkruiden.

In **hoofdstuk 4** focus ik op twee bacteriën, *Pseudomonas brassicacearum* en *Serratia plymuthica*, waarvoor ik in hoofdstuk 3 remmende effecten op de groei van jakobskruiskruid detecteerde. Het doel was om de negatieve effecten van het deze bacteriën op jakobskruiskruid verder te onderzoeken en de specificiteit van deze twee bacteriën voor jakobskruiskruid te evalueren. Om dit te bereiken heb ik eerst onderzocht of de negatieve effecten op de plant afhankelijk zijn van de concentratie van de geïnoculeerde bacteriën, en of de negatieve effecten te wijten zijn aan metabolieten die door de bacteriën worden uitgescheiden. Ik heb ook onderzocht of deze twee bacteriën op afstand via vluchtige stoffen een negatieve invloed kunnen hebben op zaadkieming en de groei van zaailingen van jakobskruiskruid. Ten slotte heb ik de gastheerspecificiteit van deze bacteriën beoordeeld door hun effecten via wortelinoculatie te testen op negen andere plantensoorten die samen met jakobskruiskruid in de natuur voorkomen. De resultaten laten zien dat de negatieve effecten van *S. plymuthica* en *P. brassicacearum* op jakobskruiskruid via wortelinoculatie worden veroorzaakt door levende bacteriën in plaats van door de metabolieten die ze produceren. Beide bacteriën scheiden ook vluchtige stoffen uit die een negatieve invloed hebben op de kieming en groei van jakobskruiskruid-zaailingen. Hoewel de twee bacteriën een negatief effect hebben op de groei van zaailingen van jakobskruiskruid, werden vergelijkbare negatieve effecten ook waargenomen op andere plantensoorten. Dit gebrek aan gastheerspecificiteit beperkt het potentiële gebruik van deze bacteriën voor biologische bestrijdingsdoeleinden.

In **hoofdstuk 5** heb ik een andere groep bodemfauna, nematoden (aaltjes) die in de bodem leven, gebruikt om hun effecten op de groei van jakobskruid en dertien in de buurt van jakobskruid voorkomende soorten te onderzoeken. Bovendien heb ik onderzocht of jakobskruid, bekend om het produceren van alkaloiden die het kruid oneetbaar maken voor herbivoren en een negatief effect hebben op wortel-etende nematoden, zogenaamde “associatieve weerstand” biedt aan buurplanten tegen deze wortel-etende nematoden. Daarnaast heb ik onderzocht hoe bodemnematoden plant-plant-interacties beïnvloeden. Ik heb ontdekt dat jakobskruid ondergrondse associatieve weerstand biedt aan andere planten tegen migrerende endoparasitaire nematoden, maar ook dat de aanwezigheid van nematoden de concurrentiekracht van jakobskruid in interacties met andere plantensoorten kan vergroten.

In **hoofdstuk 6** was mijn doel om een breder begrip van PSF te krijgen en de relevantie ervan in een natuurlijke omgeving te onderzoeken. Om dit te bereiken zijn op twee locaties in Nederland in natuurlijke graslanden veldjes uitgemeten en heb ik de posities van rozetdragende en bloeiende jakobskruid binnen elk veldje in kaart gebracht. Vervolgens werd ruimtelijke punt-patroonanalyse toegepast om de afstands- en dichtheidsafhankelijke voorspellingen van de Janzen-Connell hypothese te onderzoeken. Bovendien heb ik getest of de waargenomen afstands- en dichtheidsafhankelijke patronen gerelateerd waren aan PSF effecten in de bodem. Dit heb ik gedaan met een reeks microkosmos- en potexperimenten. In dit hoofdstuk bevestig ik voor jakobskruid de aanwezigheid van afstands- en dichtheidsafhankelijke plantenrecrutering in het veld. Ik ontdekte echter dat deze patronen niet werden veroorzaakt door PSF.

In **hoofdstuk 7** analyseer ik een dataset van een studie waarin de gewone margriet (*Leucanthemum vulgare*) de focussoort was. De planten groeiden in kokers gevuld met bodem die was verzameld uit verschillende percelen van een veldexperiment met plantengemeenschappen die verschilden in samenstelling. De kokers werden vervolgens teruggeplaatst in verschillende veldpercelen en dus in verschillende plantengemeenschappen en gedurende drie maanden werd de plantengroei en de herbivoren schade op de margriet planten gemeten. Dit hoofdstuk richt zich op de vraag hoe belangrijk de omringende plantengemeenschap en de bodemgeschiedenis van de vorige plantengemeenschap is voor de groei en vraatschade. Ik heb voor zowel bovengrondse als ondergrondse kenmerken van de huidige en vorige plantengemeenschap bepaald hoe ze gerelateerd zijn aan de groei en bovengrondse

schade van de *L. vulgare* planten. De resultaten benadrukken dat zowel huidige als historische effecten van invloed zijn op de plantengroei, maar dat herbivorie op de planten alleen wordt veroorzaakt door effecten van de huidige omringende plantengemeenschap en niet door historische effecten.

Ik heb in dit proefschrift aangetoond dat er een belangrijke temporale dimensie is voor PSF, die vaak over het hoofd wordt gezien. Veranderingen in de gevoeligheid van planten die reageren op veranderingen in de bodem en veranderingen in de microbiële gemeenschap in de bodem zelf zijn onderliggende drijvende krachten voor die PSF. De inzichten die ik heb verkregen uit mijn proeven met PSF en boven- en ondergrondse interacties kunnen traditionele praktijken, zoals biologische bestrijding van invasieve planten, hervormen. Ten slotte laat dit proefschrift de contextafhankelijkheid van PSF onder natuurlijke omstandigheden zien en benadrukt het de behoefte aan experimenten die de overgang maken van gecontroleerde binnen- naar buitenomgevingen en die rekening houden met temporele en ruimtelijke factoren.