

# De rol van bodem microben in herstel van (bos) ecosystemen

Erik Verbruggen, Research Group Plants and Ecosystems (PLECO)



# PLECO - Plants and Ecosystems



Dajana Radujkovic



Alba Llovet Martin



Lowie Van Ryckegem



Erik Verbruggen



Miguel Portillo Estrada



Layla Maas



Sophia Findeisen



Thomas Rombouts

- 4 Profs, ongeveer 50 onderzoekers
- Focus op ecologie van broeikasgassen, klimaatverandering, planten-biodiversiteit
- Ik focus op bodembiodiversiteit en interacties in ecosystemen



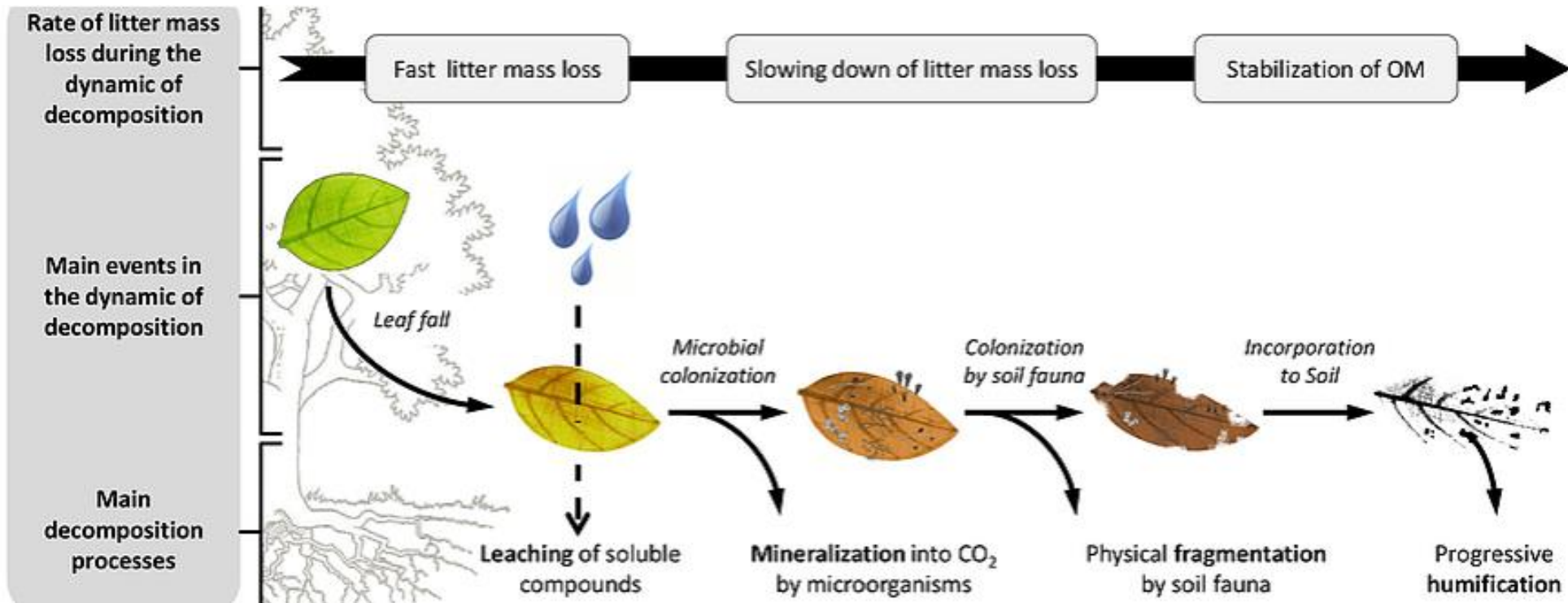
# Belangrijkste onderzoeksvragen

- Wat bepaalt biodiversiteit en samenstelling van bodem microbiële gemeenschappen?
- Hoe beïnvloedt klimaatverandering het bodemleven en welk effect heeft dat op het functioneren?
- Kunnen we microben inzetten voor natuurherstel?



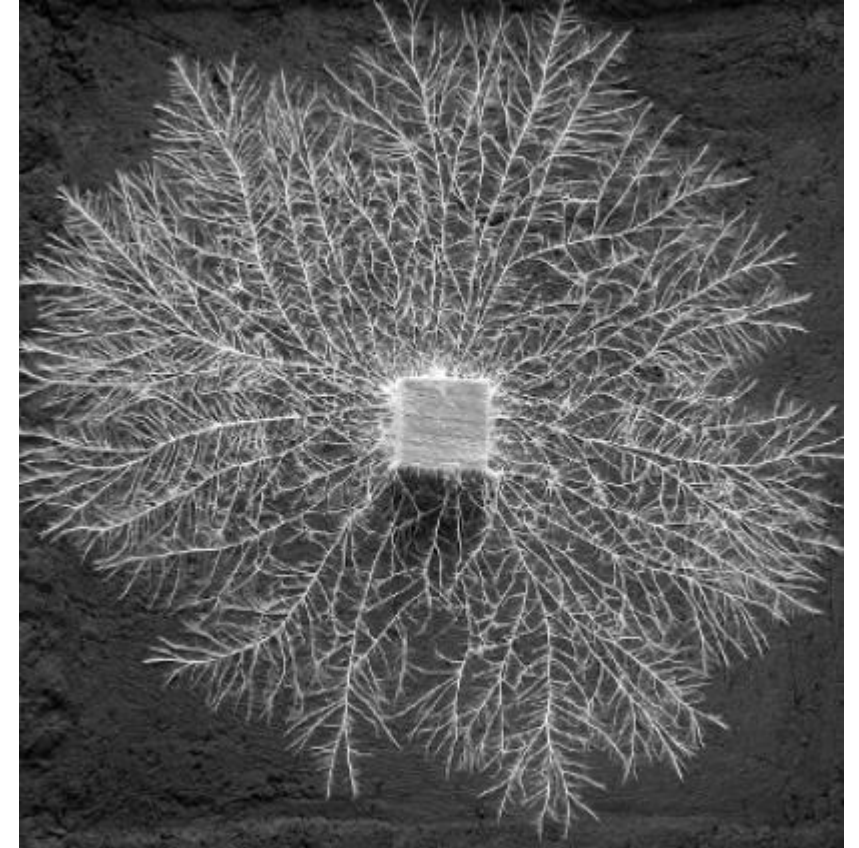
# Relevantie microben bosbodems

- Afbraak en cyclering van nutriënten



# Chemische afbraak - Schimmels

- Filamenteuze groei stelt in staat water/nutrienten gradienten te overbruggen
- Sommige schimmels kunnen verhoude verbindingen afbreken (e.g. lignine)
- Lage nutrienten-concentratie



# Chemische afbraak - Bacteria en Archaea

- Hoge groeisnelheid onder goede omstandigheden
- Hoge diversiteit in substraatgebruik
- Kunnen consortia vormen in biofilms
- Hoge nutriënten concentratie

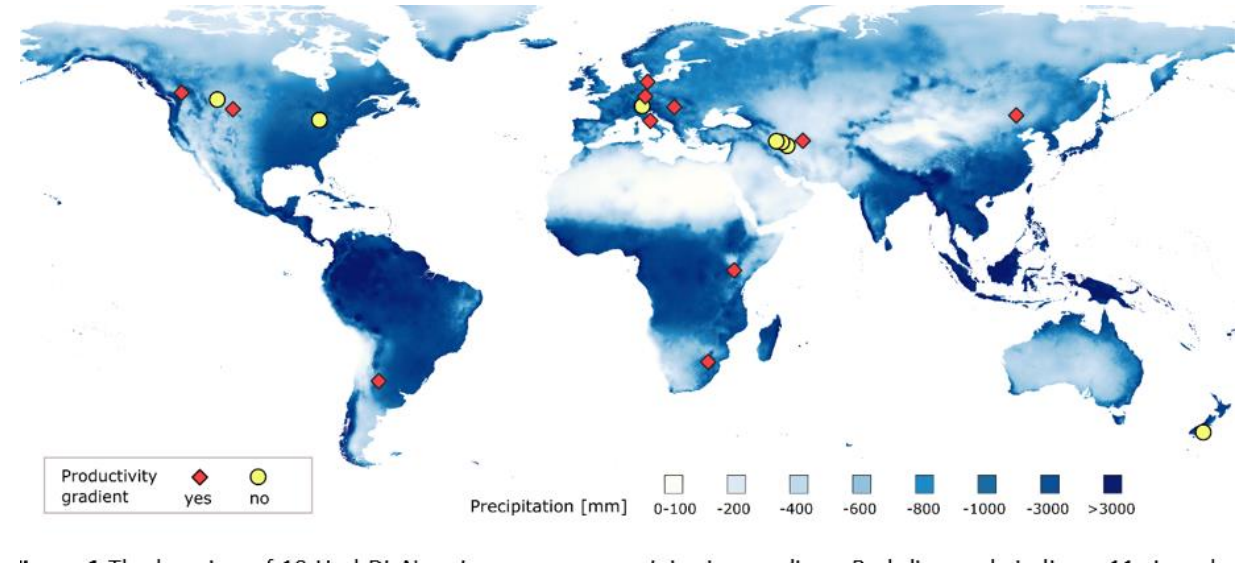
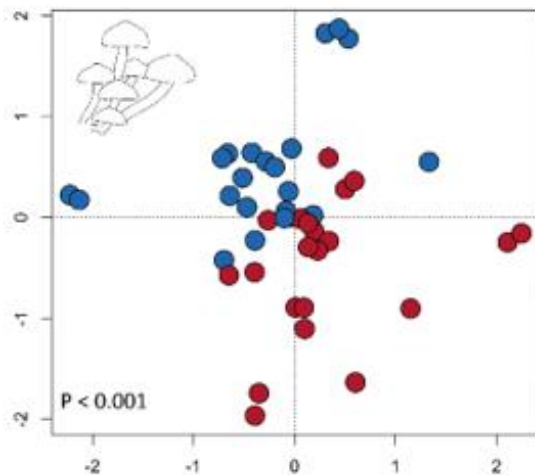
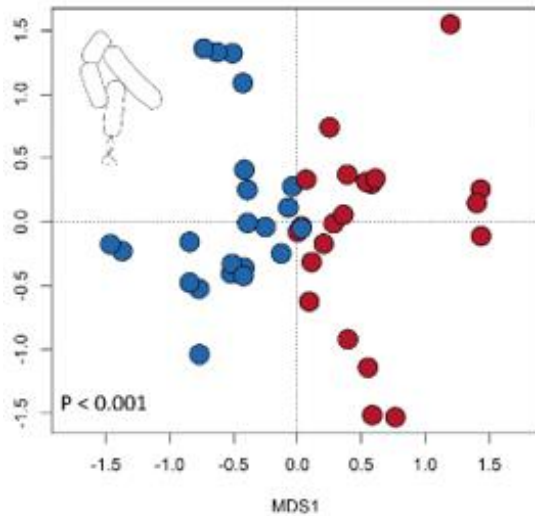


# Kan een census van bodem-microben iets zeggen over de gezondheid van de bodem?

- Diversiteit zegt niet veel over functioneren van een bodem
- Welke soorten gewenst zijn is vaak erg context-afhankelijk (klimaat, bodem-type, plantensamenstelling, leeftijd)
- Goede referenties moeilijk te vinden/definieren

**Toch enige bemoedigende aanwijzingen:**

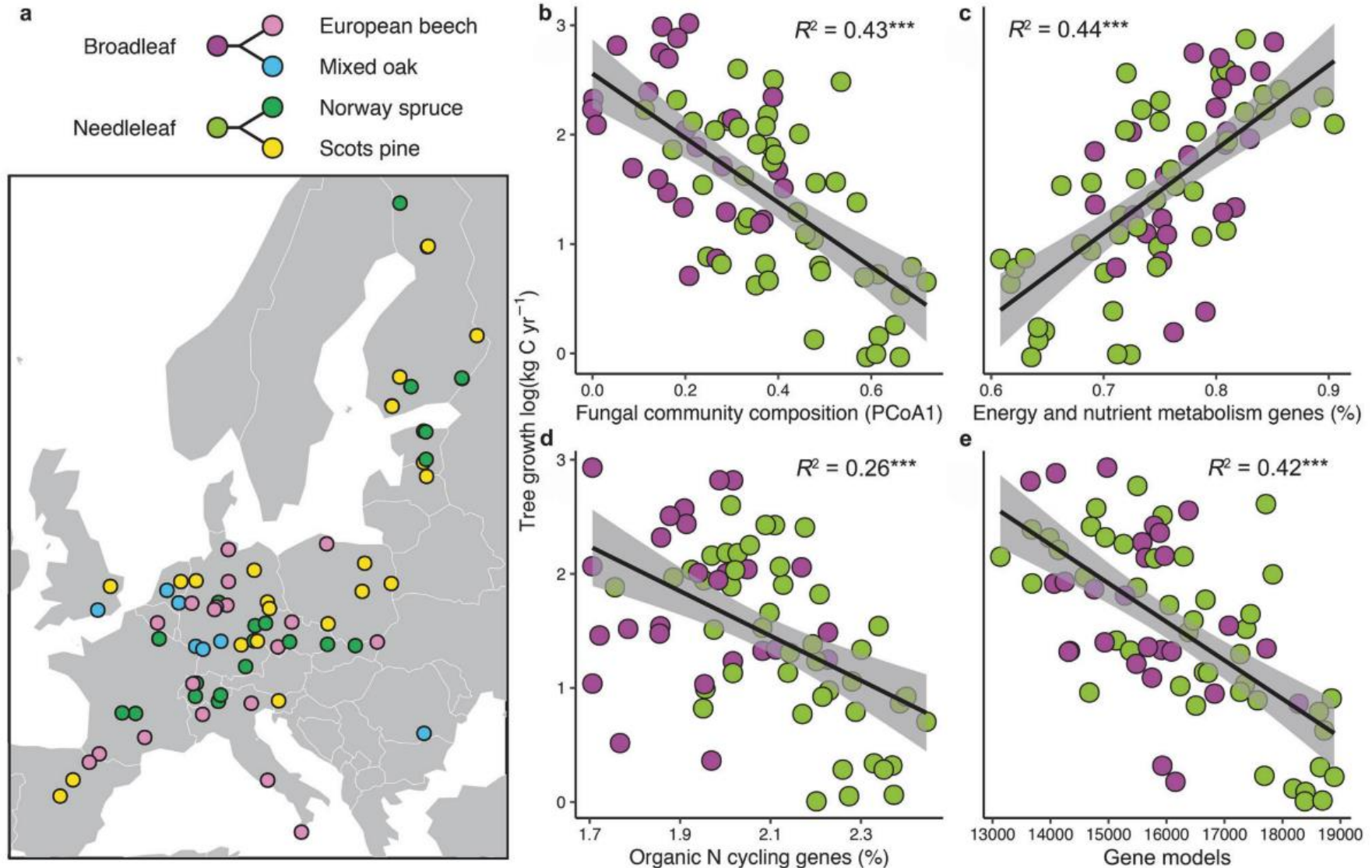
# Overeenkomst in meer versus minder productieve graslanden mbt bodem microben



- Gemeenschappen in graslanden konden onderscheiden worden ahv productiviteit
- (Radujkovic et al. 2023)

# Sterk verband tussen boomgroei en samenstelling ECM gemeenschap

In Europese bossen  
Is iets vergelijkbaars  
Waar te nemen ahv  
(ectomycorrhiza-)  
schimmel  
samenstelling



# Wat zijn mycorrhiza's?

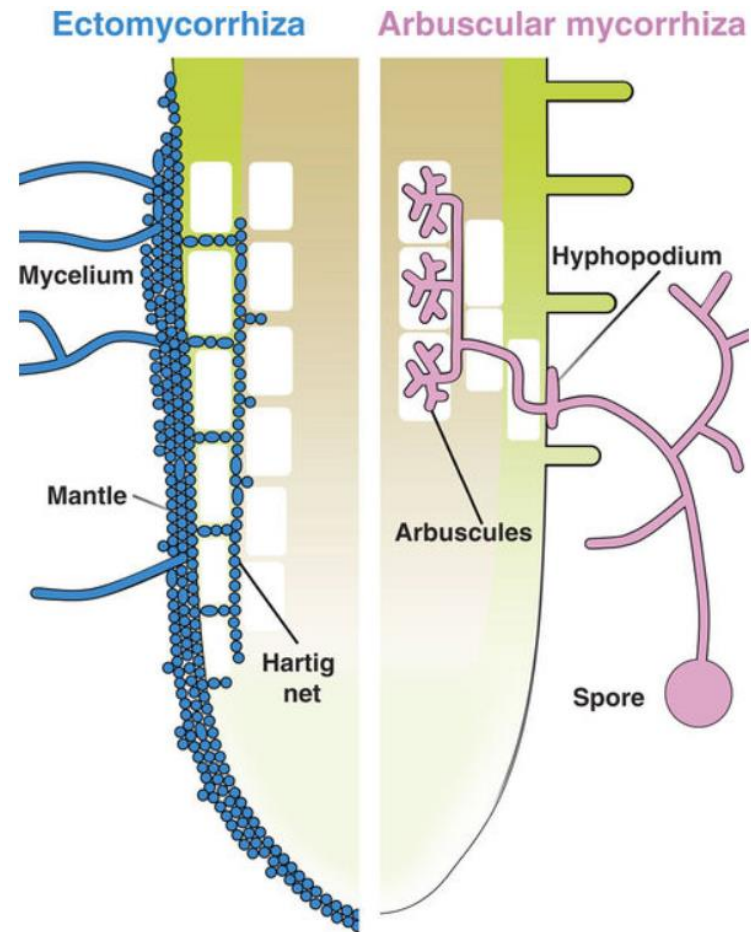
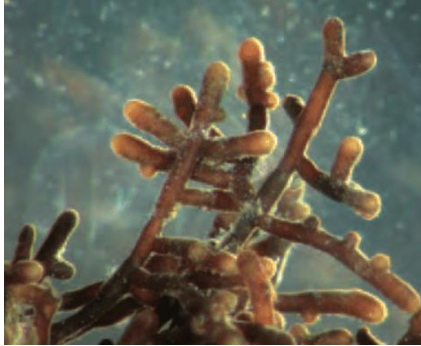
- **Myco=schimmel**
- **Rhiza=wortel**
  
- **Dus: “Schimmelwortel”**
  
- **Symbiose tussen plant en schimmels**



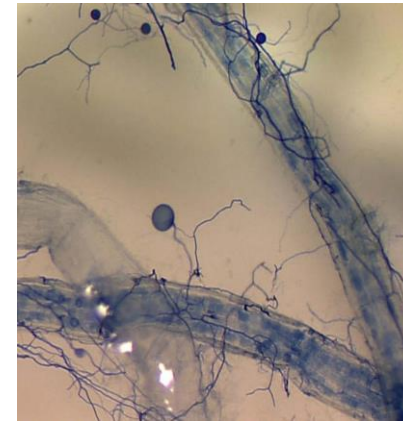
# Verschillende types mycorrhiza's

- **Ectomycorrhiza's**
  - vooral bomen (eik, beuk, den)
  - Schimmel omsluit wortels met een “mantel”
- **Arbusculaire mycorrhiza's**
  - > 90% van alle landplanten (mossen, varens, vaatplanten)
  - Schimmel groeit ook binnen in wortelcellen
  - Meeste landbouwgewassen

# Ectomycorrhizas

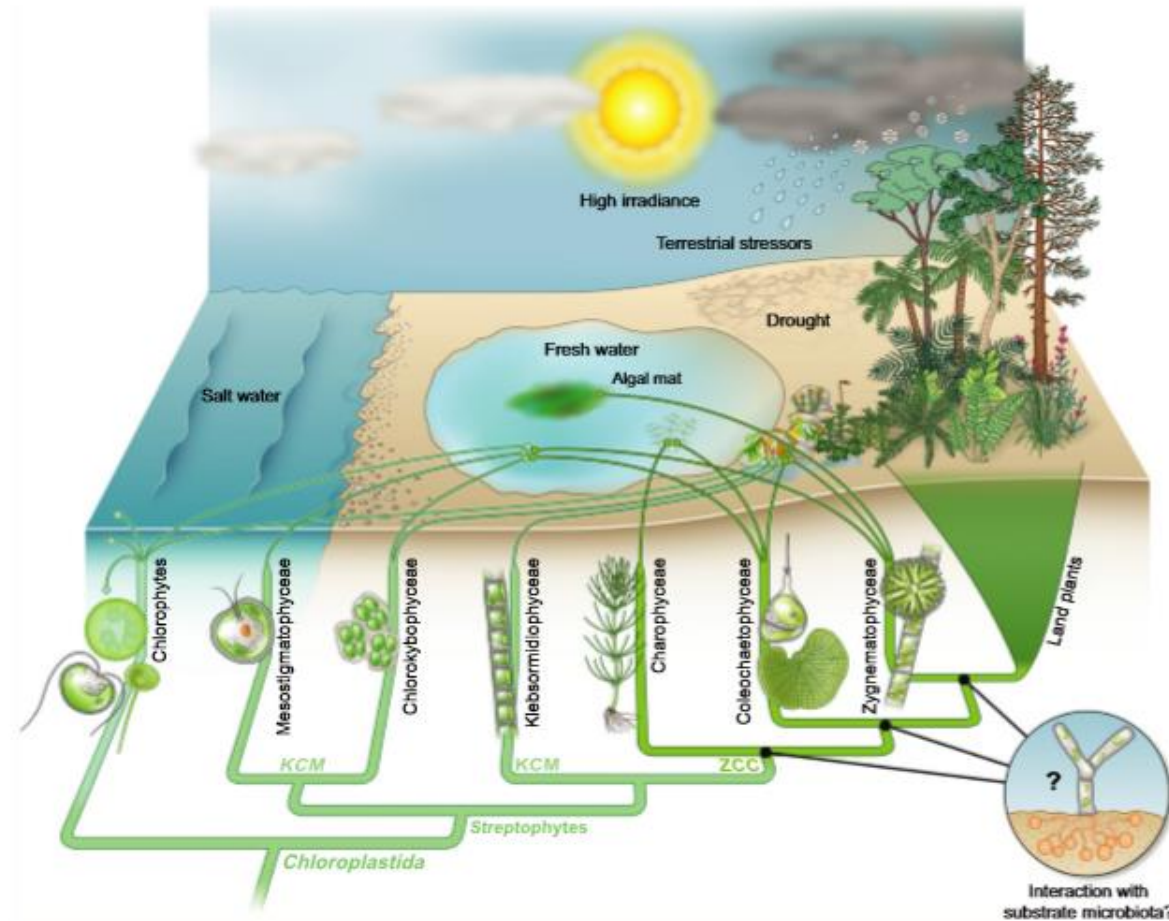


# Arbusculaire mycorrhizas



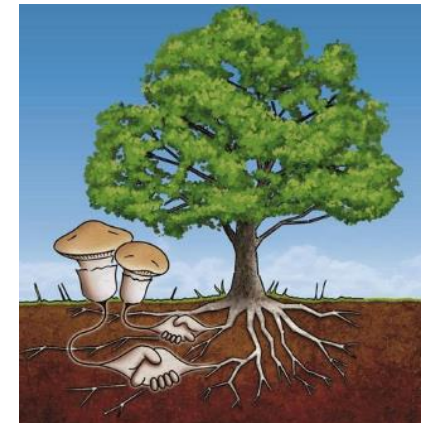
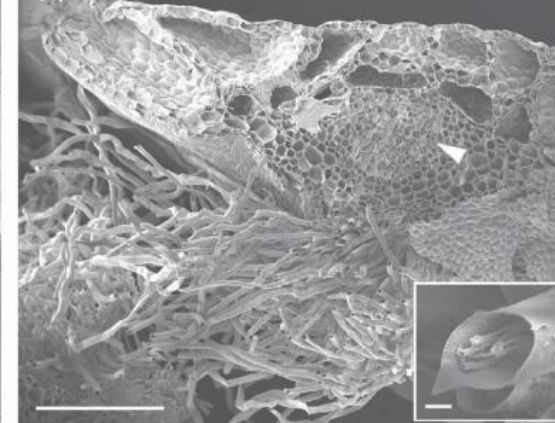
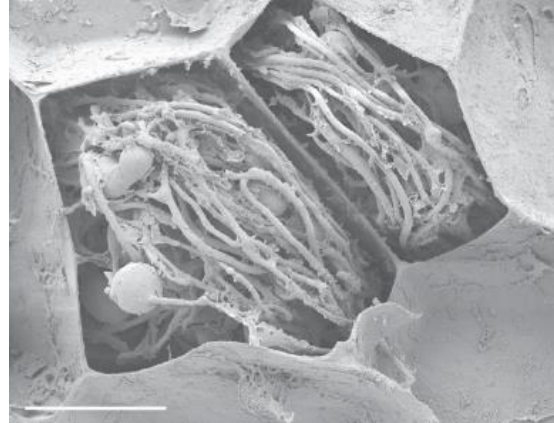
# Ontstaan:

- Arbusculaire mycorrhiza veruit de oudste (>500 miljoen jaar)

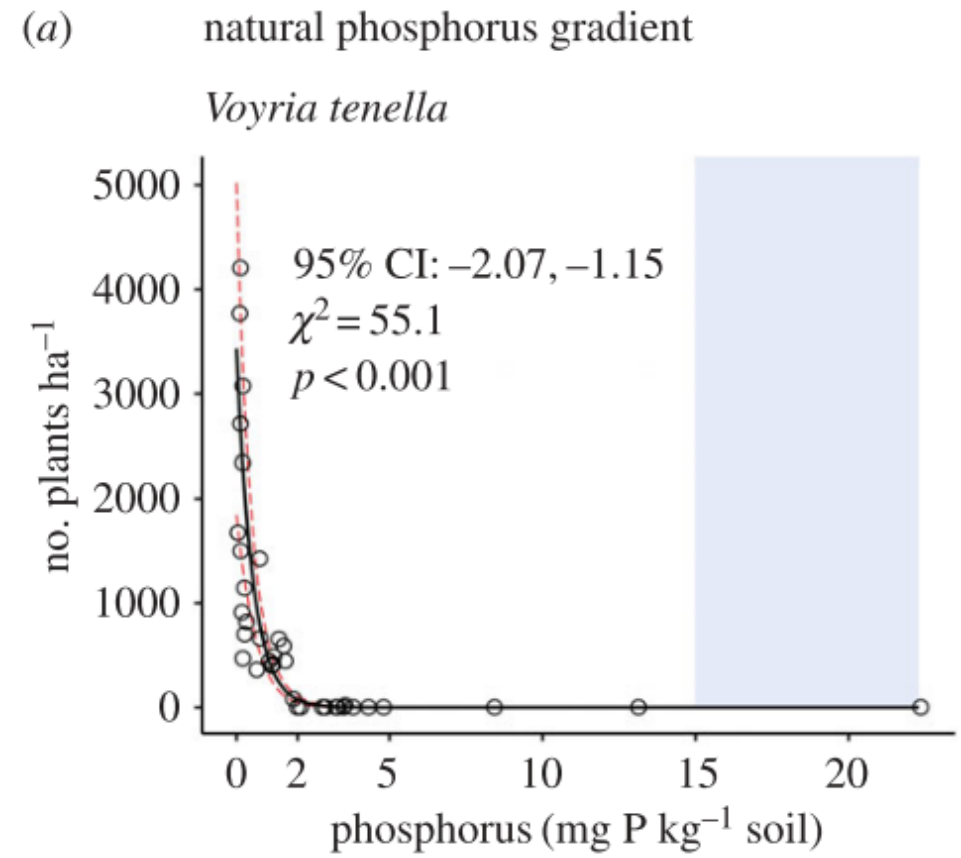
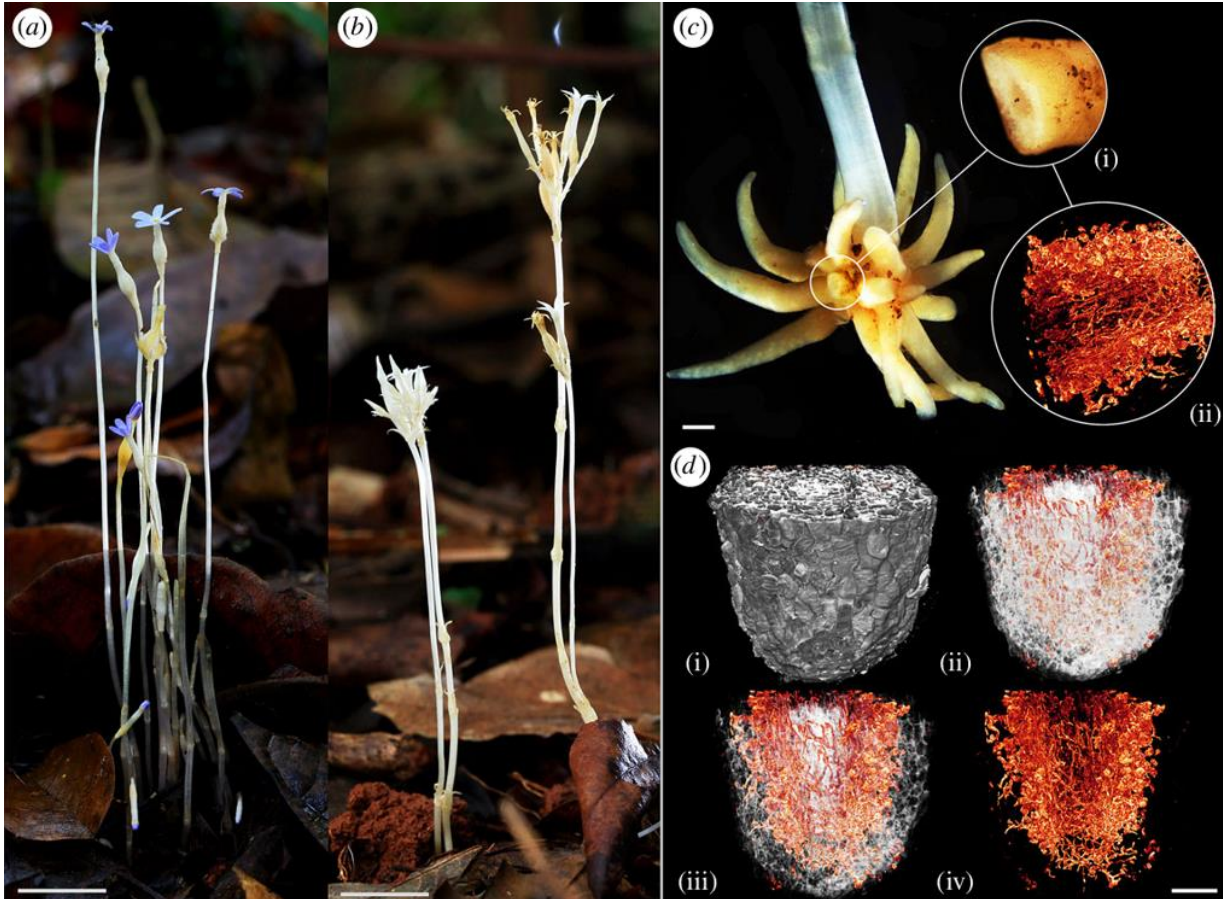


# Vroegste landplanten:

- Geen wortels
- Moesten voor het eerst voeding en water opnemen uit bodem
- Gebruikten daarvoor mycorrhizaschimmels

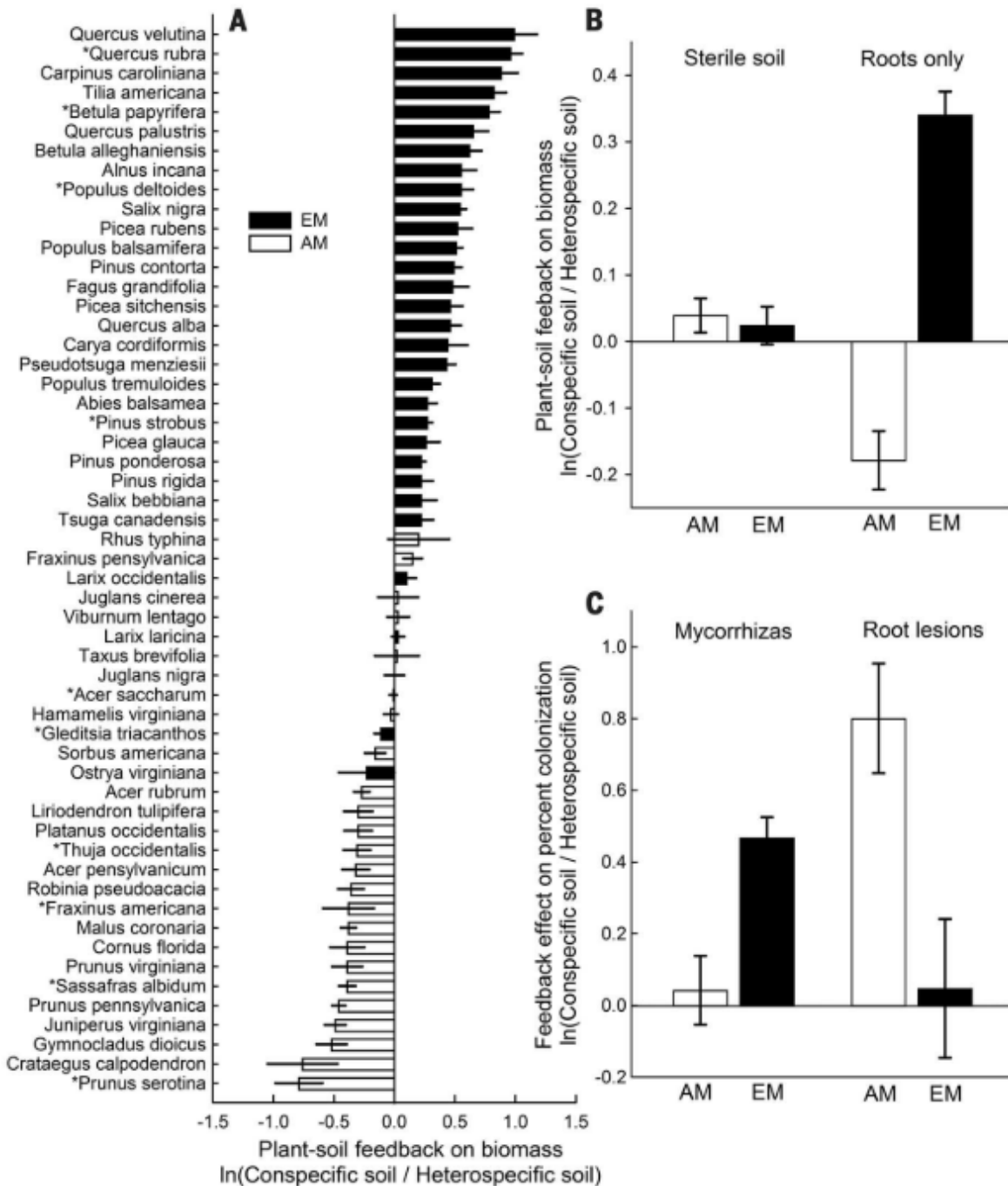


- Hogere planten hebben wortels ontwikkeld, maar de symbiose met mycorrhizaschimmels aangehouden
- Sommige zijn hun wortels weer verloren:



# Plant-bodem feedback en de rol mycorrhiza's

- Nadruk op wisselwerking tussen planten (identiteit), invloed op bodembiodiversiteit, en terugkoppeling naar planten
- In hoeverre bodem “geconditioneerd” door een plantensoort, een positieve of negatieve invloed op die soort heeft t.o.v. andere soorten
- Mycorrhizas spelen een belangrijke rol

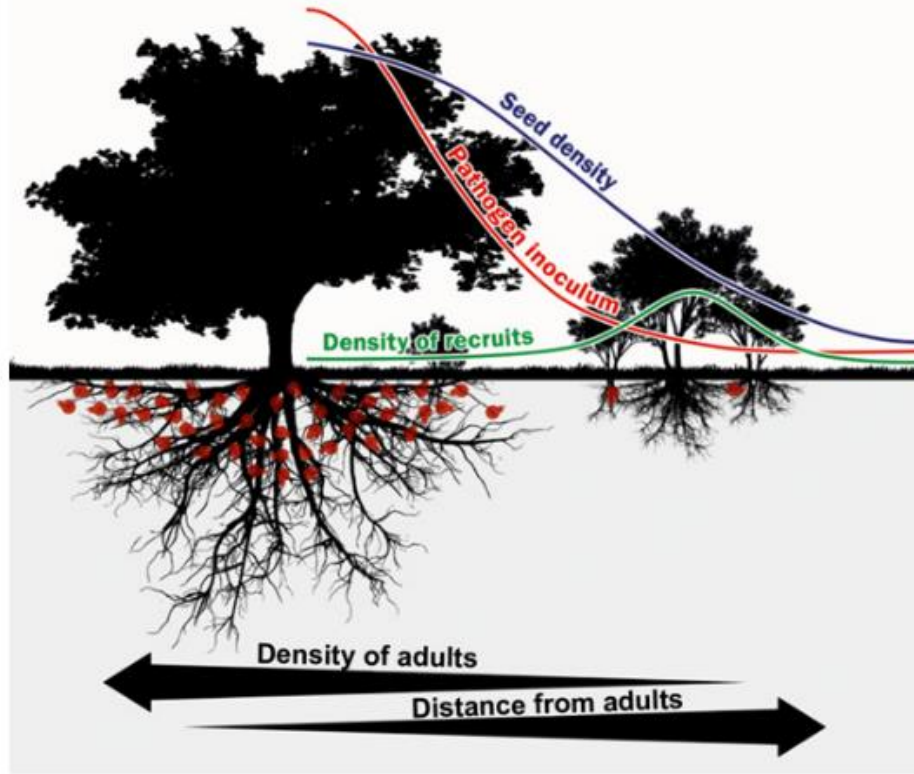


# Plant-bodem feedback o.i.v. mycorrhizas

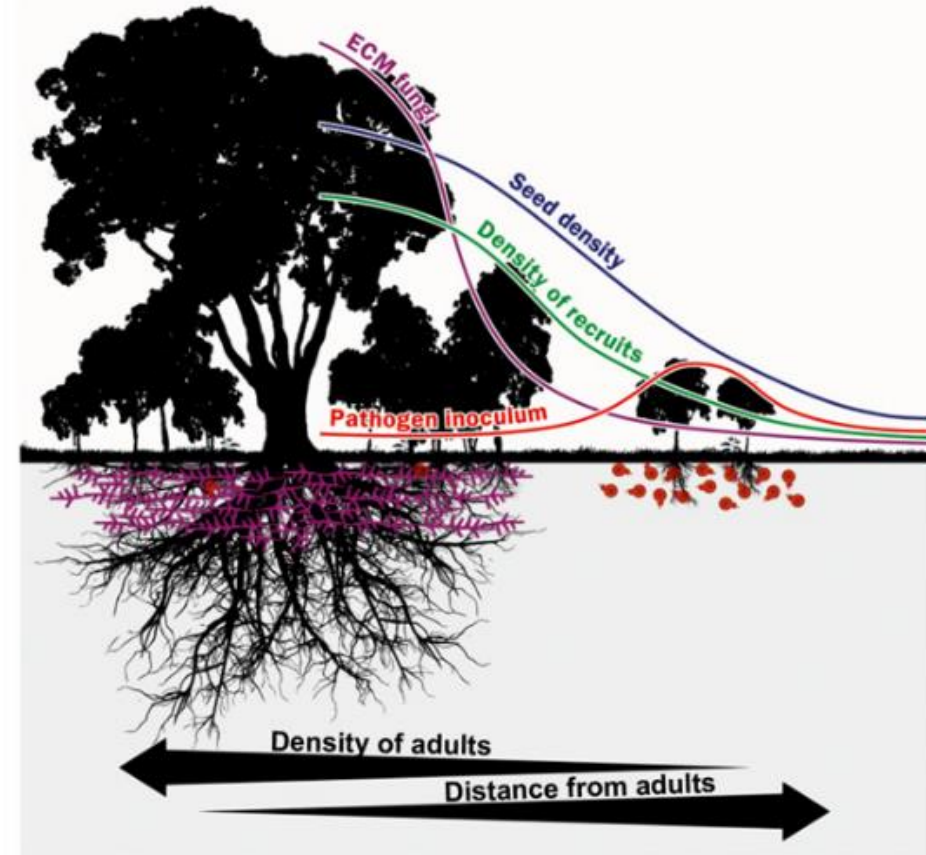
- Voor ECM zaailingen is feedback voornamelijk positief
- Voor AM zaailingen is feedback voornamelijk negatief
- ECM: soortspecifiek
- AM: niet-soortspecifiek, effect gestuurd door soortspecifieke pathogenen

# Sterk effect op diversiteit

(a) Negative density dependence



(b) Monodominance



Laliberte et al. 2014

# In hoeverre kunnen deze inzichten helpen in natuurherstel?

# In hoeverre kunnen deze inzichten helpen in natuurherstel?



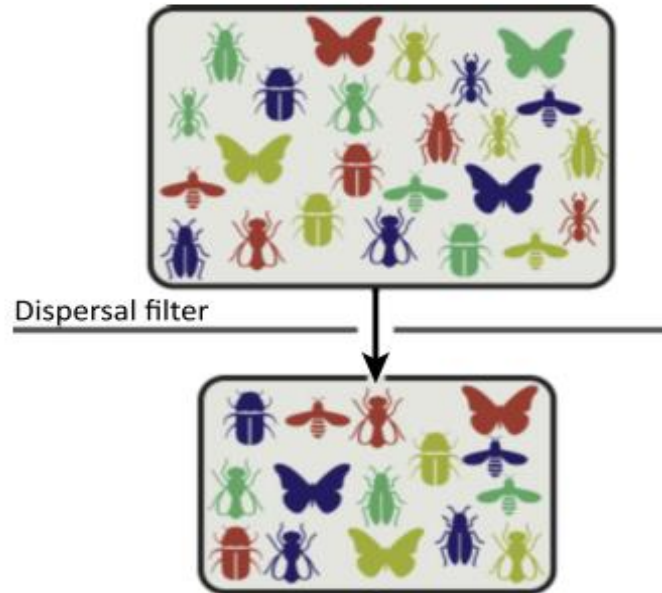
Landbouwgebied omvormen  
naar natuur

Veel uitdagingen, “dode”  
bodem en heel voedselrijke  
omstandigheden



Hoe worden deze  
biologische systemen  
**gevormd en onderhouden?**

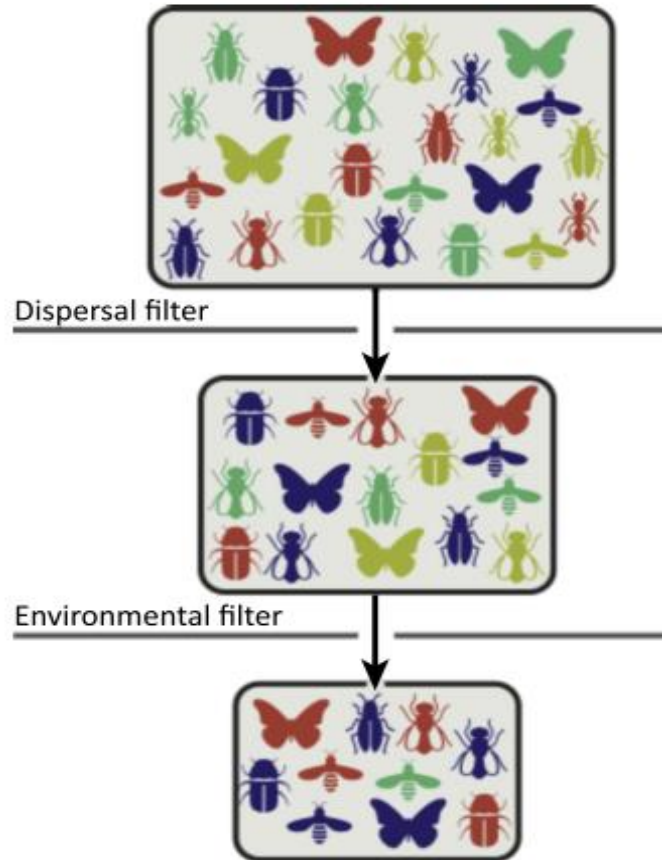
# “Community assembly” - gemeenschapsvorming



**Soorten moeten arriveren**

Cadotte and Tucker 2017

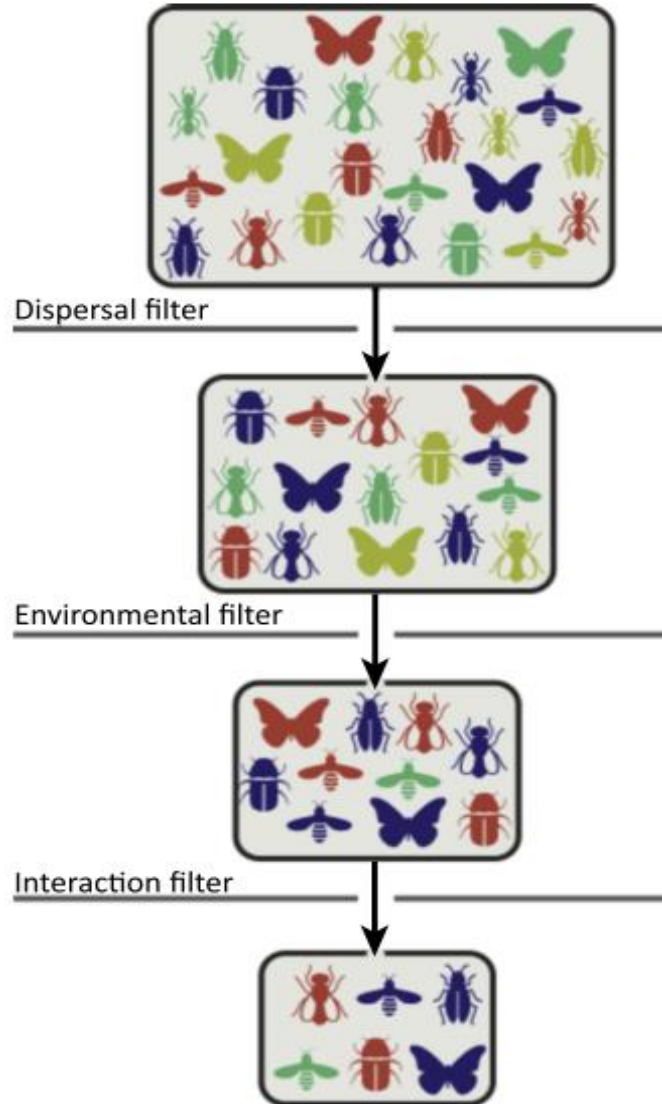
# Community assembly



**Ze moeten zich kunnen vestigen**

Cadotte and Tucker 2017

# Community assembly



**Ze moeten competitie aankunnen**

Cadotte and Tucker 2017

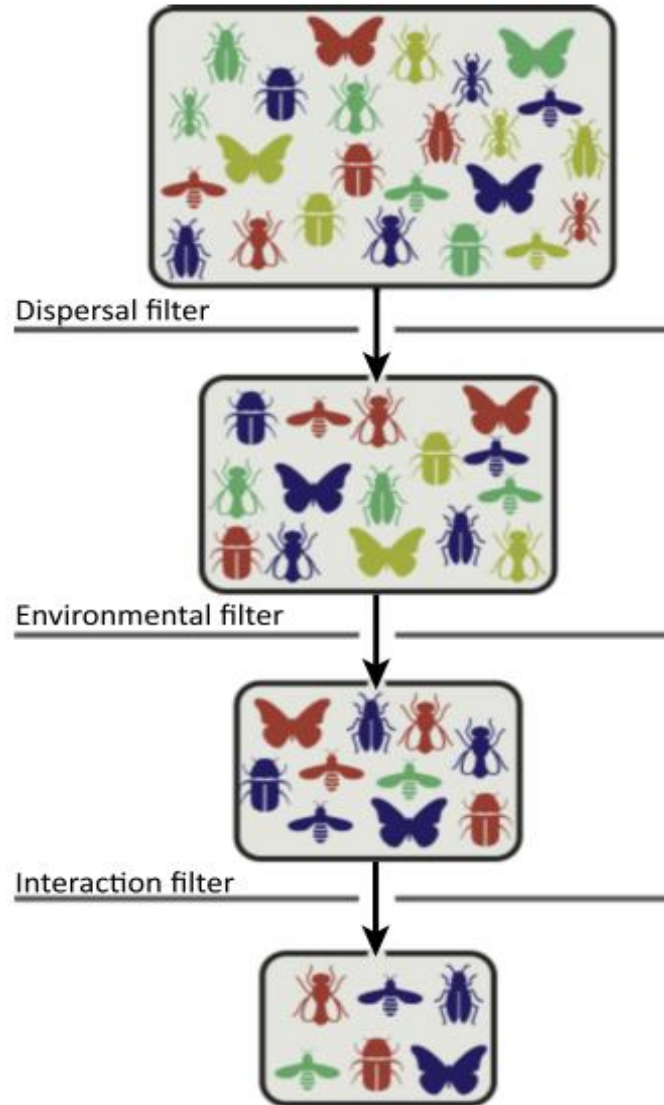
# Interactie-filter

- Niet enkel competitieve exclusie, er zijn ook positieve en indirecte interacties, zoals gezien bij mycorrhizas!



Ericoide mycorrhiza: kunnen voedingsstoffen vrijmaken uit moeilijk afbreekbaar organisch materiaal

# Community assembly

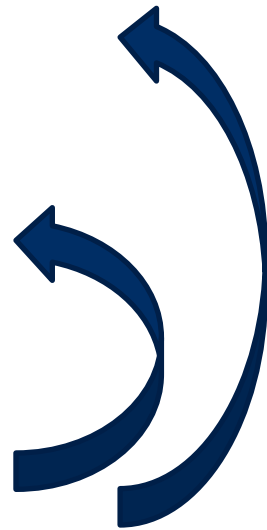


Biotische interacties:

Kunnen “omgevingsfilter” **aanpassen**

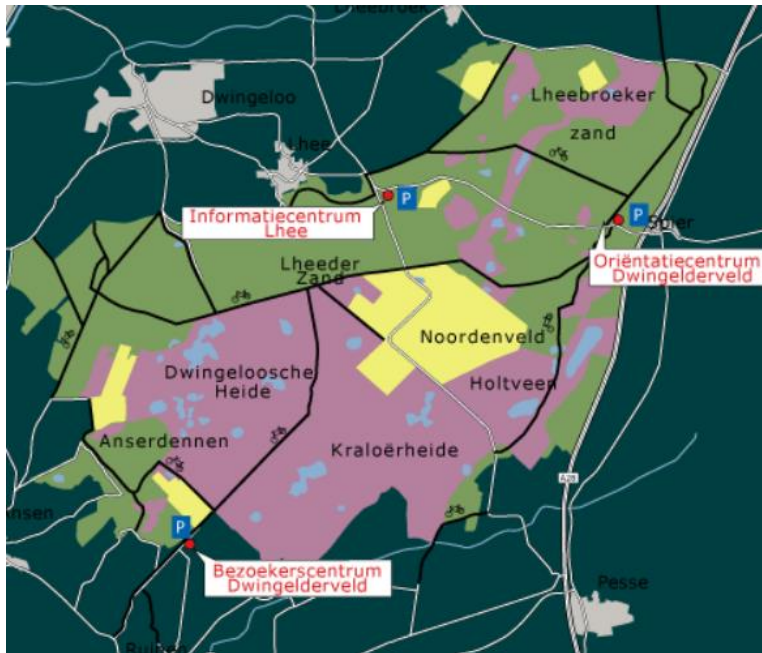
Ook tijd speelt nu een belangrijkere rol  
in wisselwerking

- wie er **eerst** is bepaalt verder verloop  
van cascade)



# Heide herstel

- Belangrijk vanuit toegepast perspectief – kunnen we het?
- Ook uit fundamenteel oogpunt – hoe werkt het systeem?



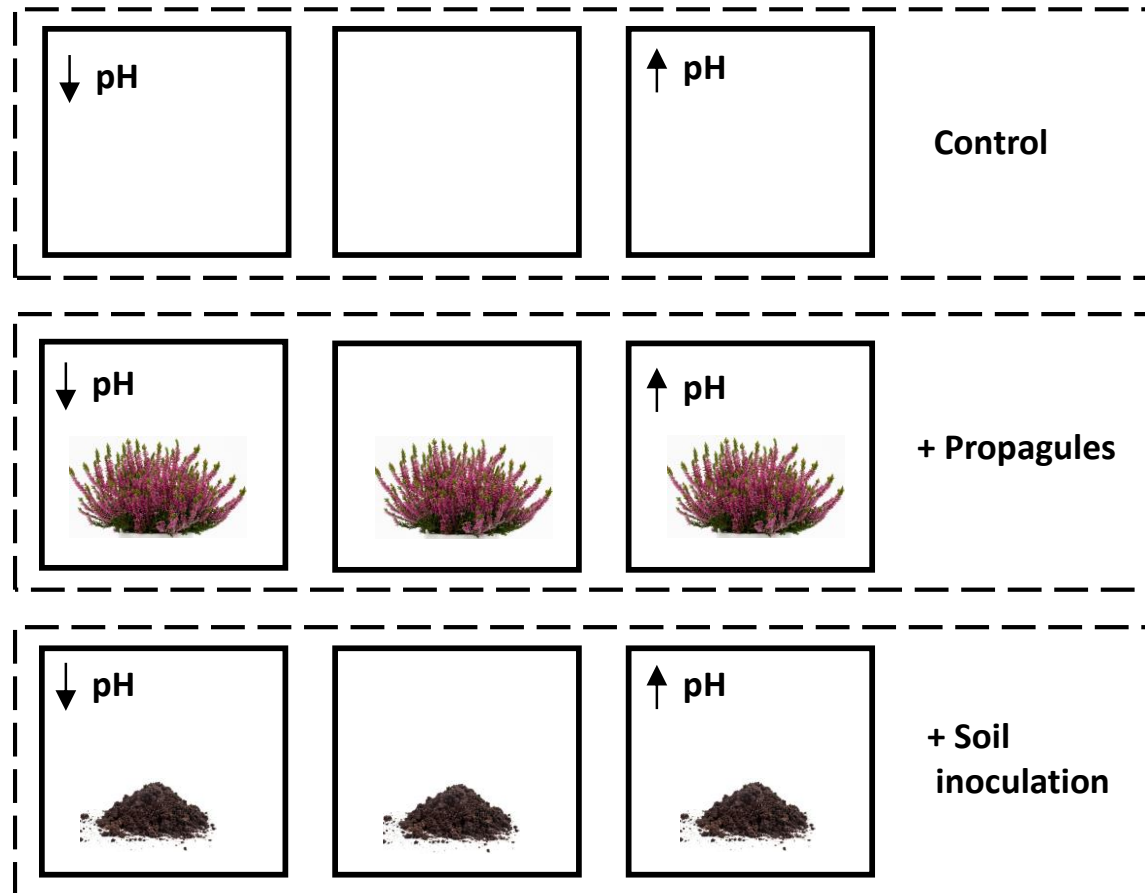
After extensive studies: Removal of 30-40 cm of nutrient rich topsoil in 2011, restoration of original hydrology by closing drainage ditches (Weijters et al., 2008)

Experiment i.s.m. OBN/Provincie Drenthe/  
Nationaal park Dwingelderveld/B-Ware  
Rudy Van Diggelen, Maaïke Weijters

# Behandelingen toegepast in 2011

- **Abiotische behandelingen:**
- **pH was verhoogd of verlaagd door toevoeging van kalk of elementair zwavel**
  
- **Biotische behandelingen:**
- **Ofwel alleen bovengronds planten (heide) materiaal was toegevoegd (“hay”)**
- **Of een kleine hoeveelheid goed-ontwikkelde heidebodem werd toegevoegd (“soil”)**
  
- **Opgevolgd gedurende zes opvolgende jaren:**
- **Samenstelling van vegetatie en bodemschimmels**

# Schematische weergave behandelingen



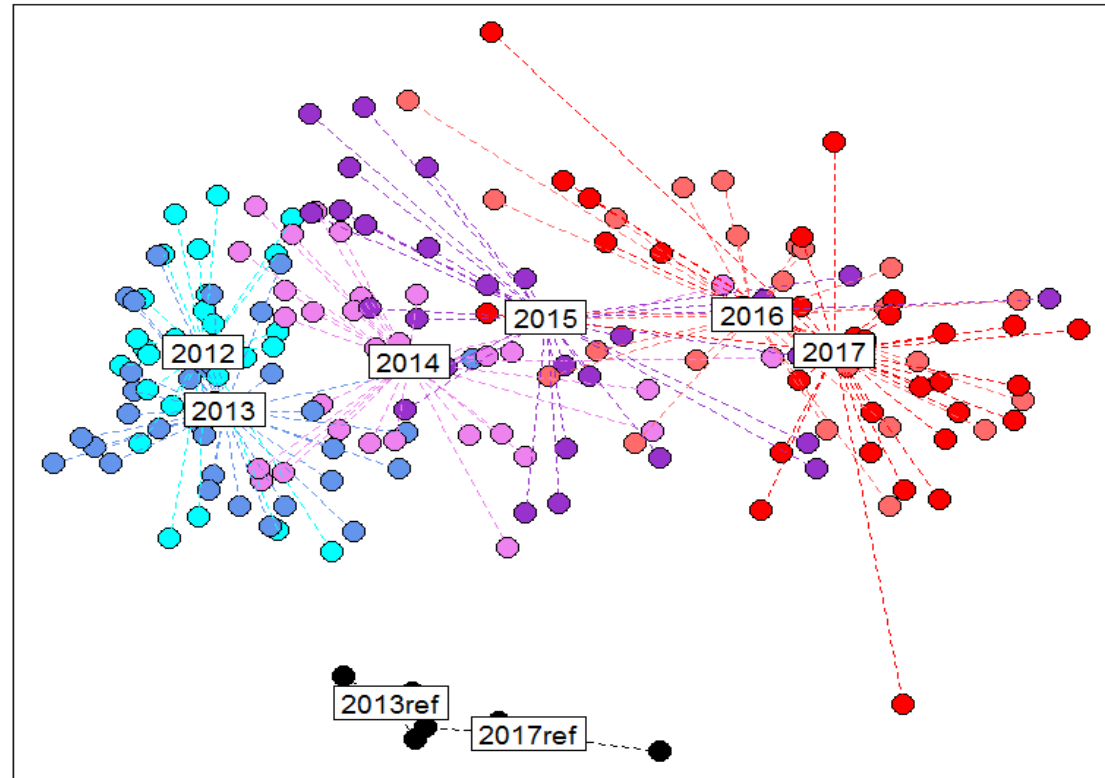
10 x 10 m plots

x 3 reps

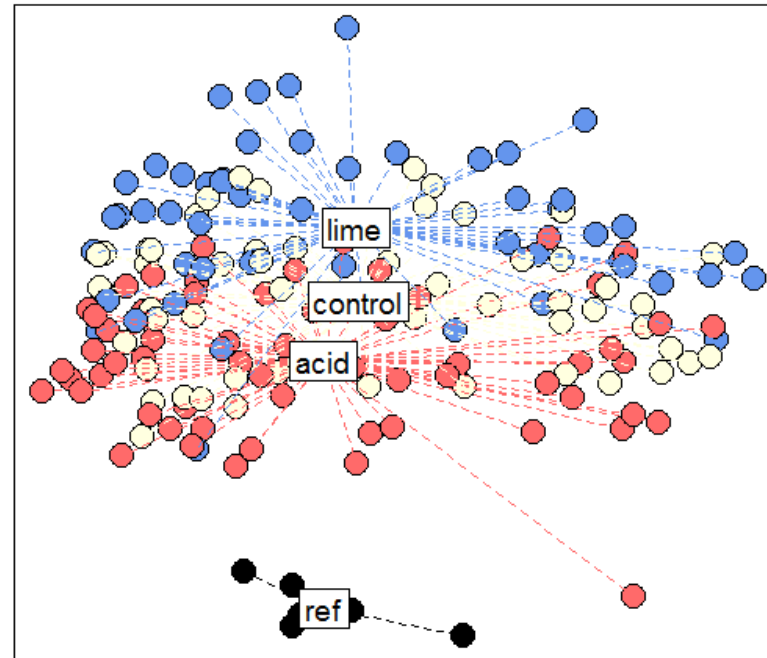
# Heide vestigde zich, maar varieerde tussen behandelingen



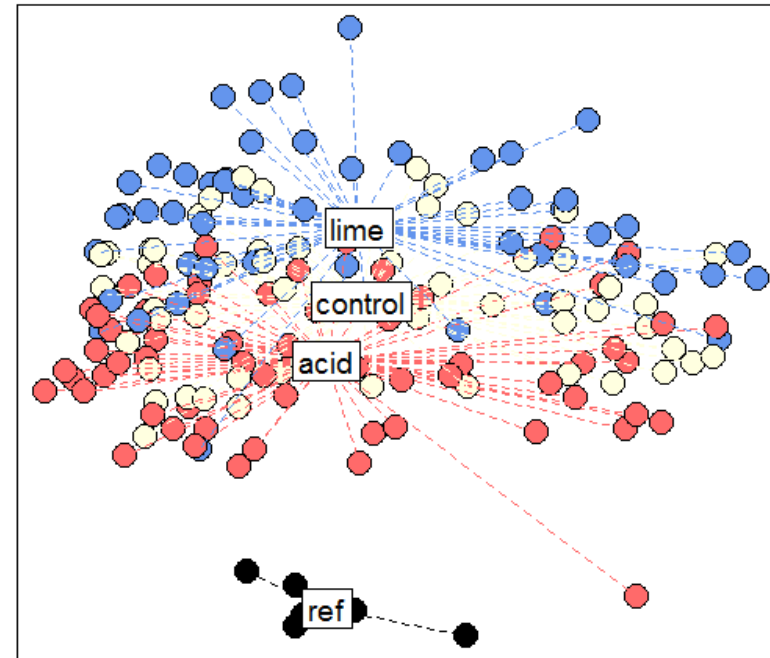
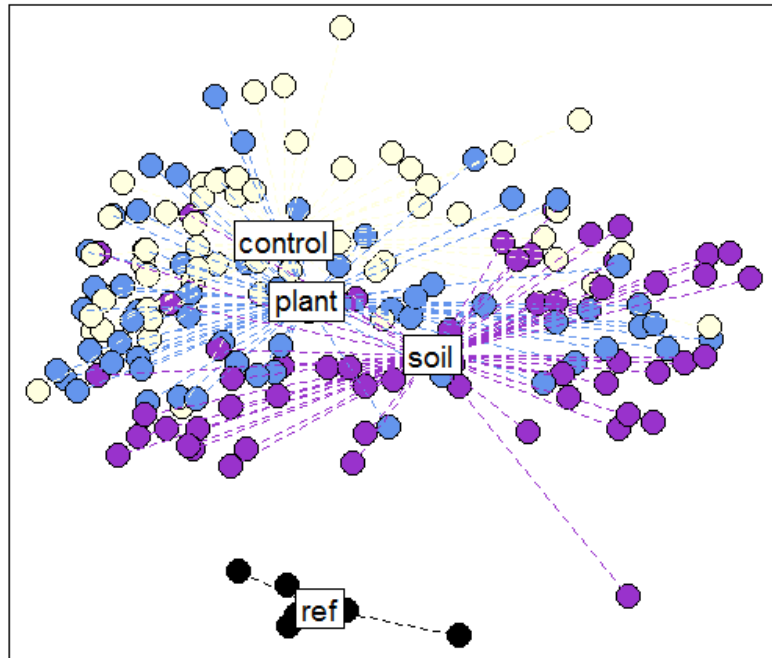
# Schimmels gingen door een sterke temporele successie



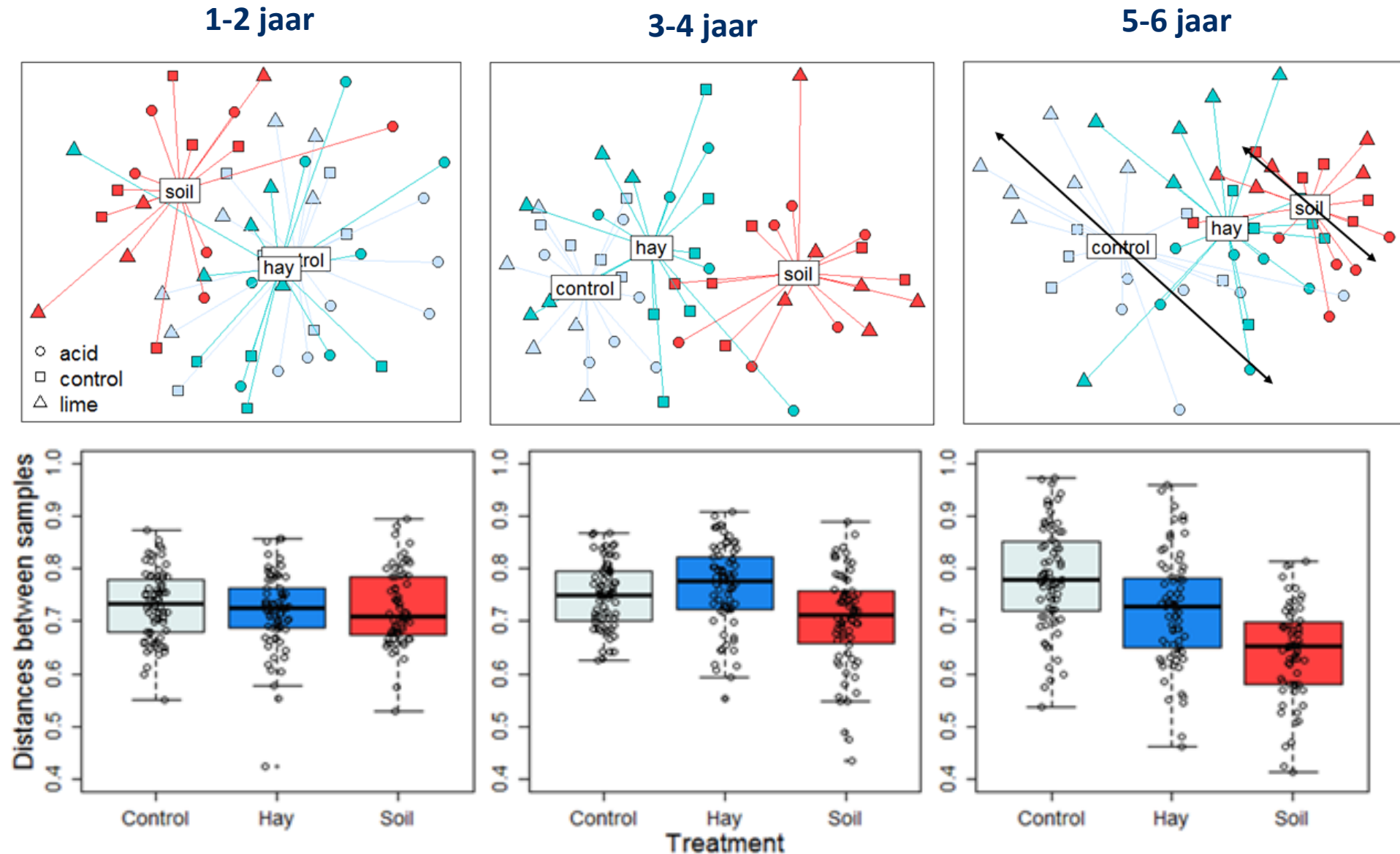
# Duidelijk effect van abiotieke behandeling



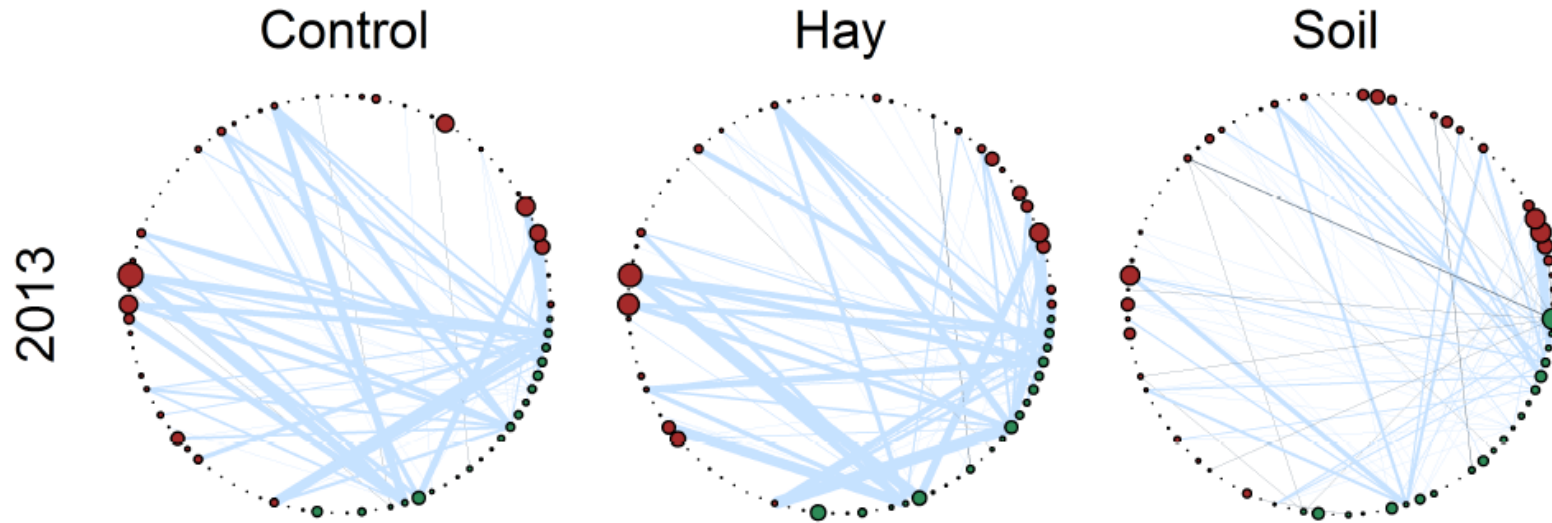
# Ook voor de biotische behandelingen



# Bodem-toevoeging leidt tot convergentie van schimmelmicrobiomen

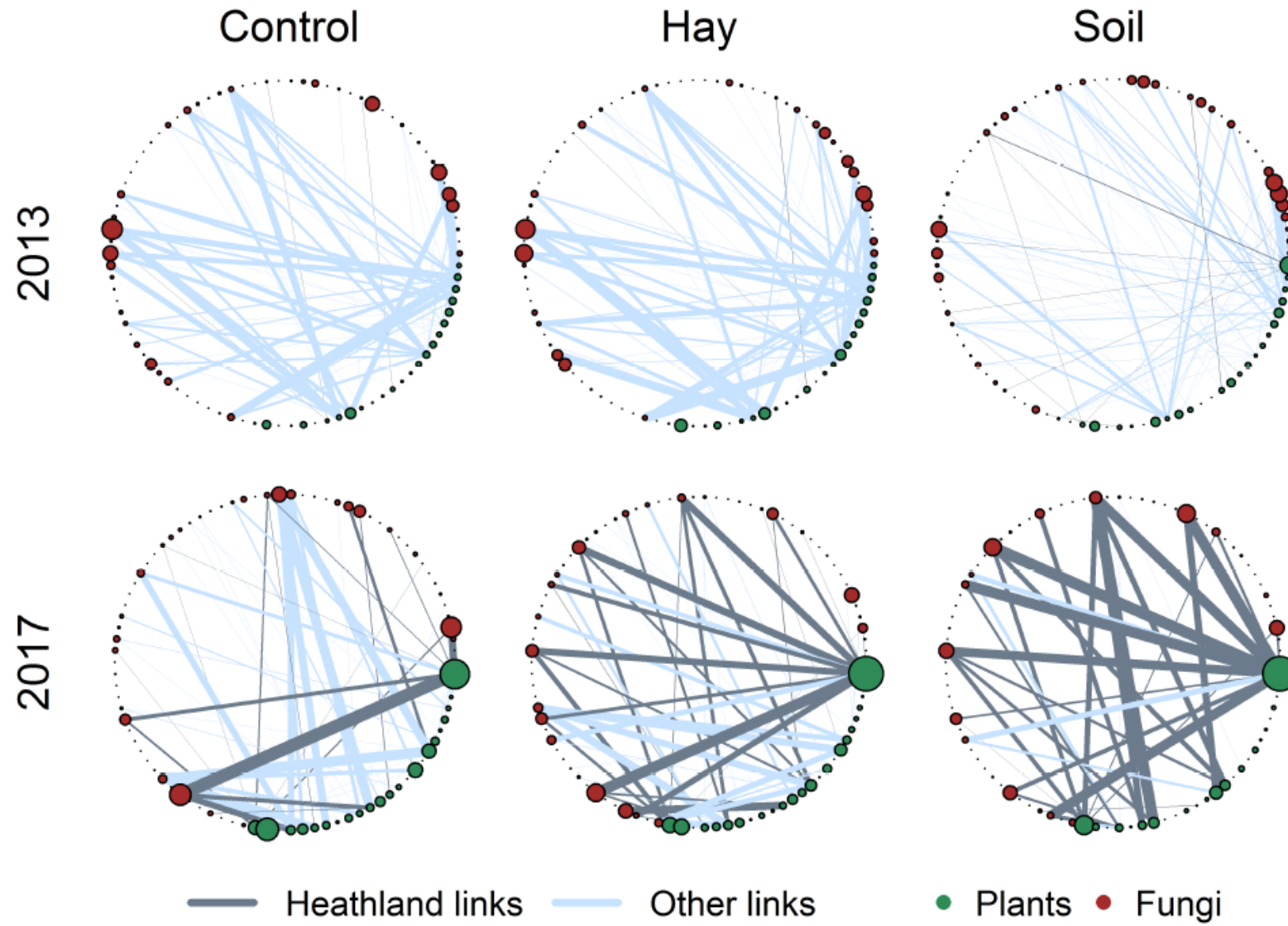


- **Effect van pH (omgevingsfilter) is afhankelijk van welke biota werden toegevoegd.**
  
- **Mogelijke rol van positieve plant-bodem interacties?**

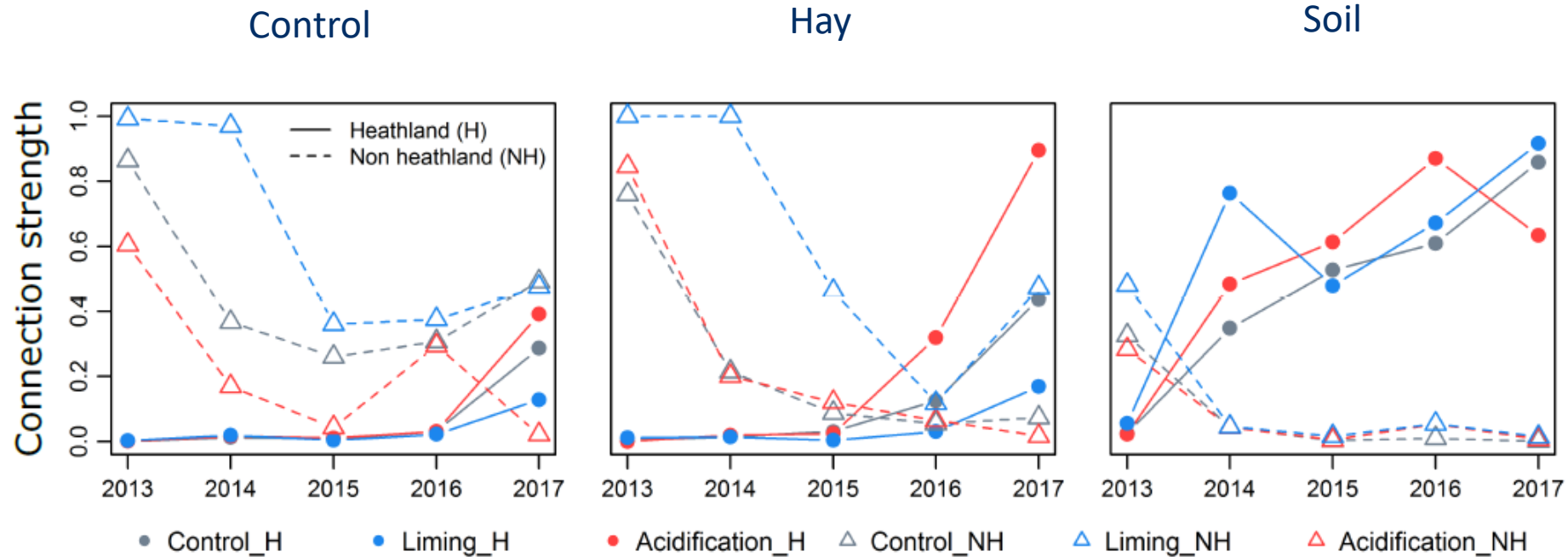


Correlatie-netwerk tussen planten en schimmels, onderscheiden tussen “typische” heide  
Planten en schimmels en anderen

— Heathland links — Other links ● Plants ● Fungi



Zelfde analyse, waarbij de verbondenheid van het netwerk door de tijd heen  
 Wordt getoond in samenhang met de verschillende pH-behandelingen (kalk en zwavel)



# Conclusies

- **Initiele aanwezigheid van relevante bodem-biota had een blijvend effect op de gemeenschapsdynamiek door de tijd heen (ondanks veld-studie)**
- **Doorslaggevende rol voor interacties tussen planten en schimmels (e.g. feedbacks)**
- **Deze interacties kunnen omgevingsfilter (gedeeltelijk) overstemmen**
- **Yay to microbes!!!**

# Dank aan

- Alle onderzoekers en organisaties die bij hebben gedragen aan getoonde data
- Bosgroep Zuid Nederland



**Thanks for your attention!**



# hoe kunnen we het voordeel van (mycorrhiza) schimmels optimaliseren?

- Idealiter zou je de werkzame schimmels identificeren en isoleren
- Veel producten op de markt, maar werkzaamheid vaak niet zorgvuldig getest



- Bijvoorbeeld, sommige bevatten maar  $\sim 1$  spore per gram, zal zeer weinig doen!