

# EFFEKT AF DIREKTE SÅNING OG EFTERAFGRØDER PÅ JORDKVALITET

# CENTS FORSØGET VED AU-VIBORG

- Startet i 2003  
Start kulstof-indhold = 2.02%  
Ler-indhold: 9%
- Dyrkningspraksis:
  - Halmen blev efterladt i marken efter høst
  - Gødet efter normen
  - Sygdoms- og ukrudtsbekæmpelse med pesticider

## Sædskifte:

År	Hovedafgrøde
2003	Vårbyg
2004	Ært
2005	Vinterhvede
2006	Vinterhvede
2007	Vårbyg
2008	Vårbyg
2009	Vårbyg
2010	Vårbyg
2011	Vårbyg
2012	Vårbyg
2013	Vårbyg
2014	Vårbyg
2015	Vårbyg
2016	Havre
2017	Vinterhvede
2018	Vårbyg
2019	Vårbyg
2020	Havre
2021	Vinterhvede

# CENTS FORSØGET VED AU-VIBORG

- Behandlinger:
  - **Jordbearbejdning:**
    - Direkte såning
    - Pløjning (20 cm)



# CENTS FORSØGET VED AU-VIBORG

- Behandlinger:
  - **Jordbearbejdning:**
    - Direkte såning
    - Pløjning (20 cm)
  - **Efterafgrøde:**
    - Uden efterafgrøde
    - Med efterafgrøde

År	Hovedafgrøde	Efterafgrøde
2003	Vårbyg	<i>Undersået rajgræs</i>
2004	Ært	-
2005	Vinterhvede	-
2006	Vinterhvede	<i>Undersået rajgræs</i>
2007	Vårbyg	<b>Olieræddike (<i>Rufus</i>)</b>
2008	Vårbyg	<b>Olieræddike (<i>Colonel</i>)</b>
2009	Vårbyg	<b>Olieræddike (<i>Colonel</i>)</b>
2010	Vårbyg	<b>Olieræddike (<i>Rufus</i>)</b>
2011	Vårbyg	<b>Olieræddike</b>
2012	Vårbyg	<b>Olieræddike (<i>Brutus</i>)</b>
2013	Vårbyg	<b>Olieræddike (<i>Brutus</i>)</b>
2014	Vårbyg	<b>Olieræddike (<i>Brutus</i>)</b>
2015	Vårbyg	<b>Olieræddike (<i>Brutus</i>)</b>
2016	Havre	-
2017	Vinterhvede	<b>Olieræddike (<i>Brutus</i>)</b>
2018	Vårbyg	<b>Olieræddike (<i>Brutus</i>)</b>
2019	Vårbyg	<b>Olieræddike (<i>Brutus</i>)</b>
2020	Havre	-
2021	Vinterhvede	<b>Olieræddike (<i>Brutus</i>)</b>



# CENTS FORSØGET VED AU-VIBORG



# UDTAGNING OG MÅLINGER

Jordprøveudtagning, februar 2022 (efter 20 år)

## Strukturstabilitet og kulstofindhold

- Bestemmelse af kulstofindhold, lerdispergering og aggregatstabilitet på jordblokke udtaget i 0-10 og 10-20 cm jordlaget

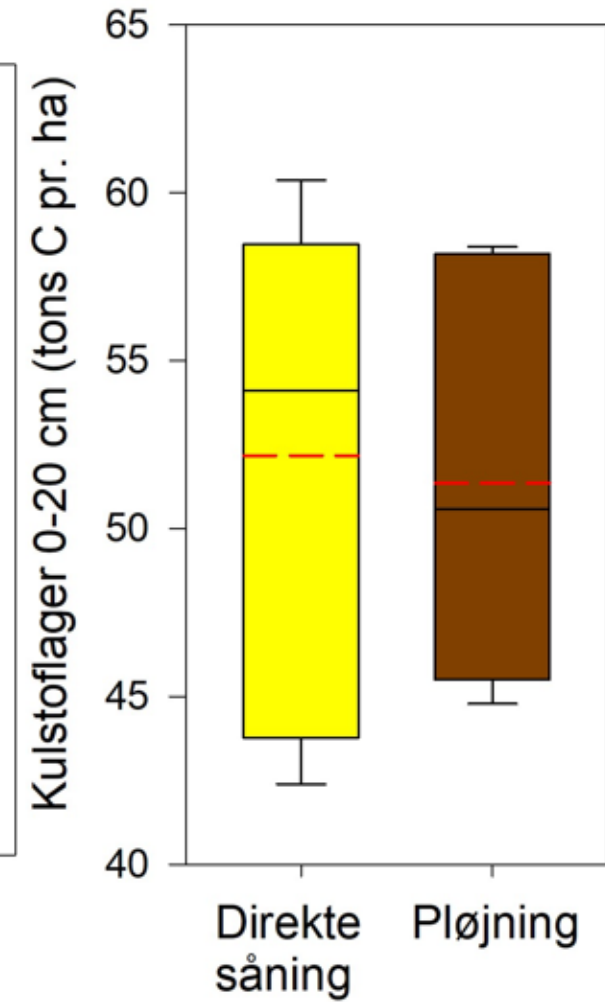
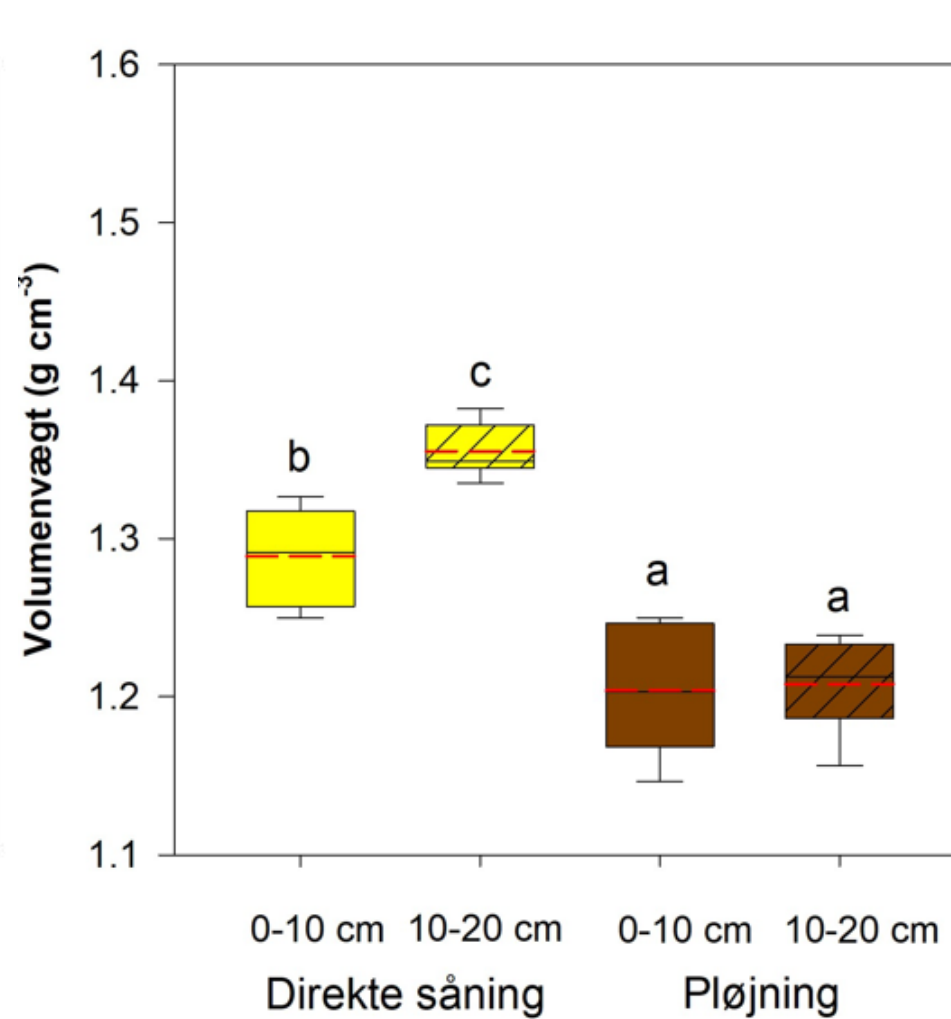
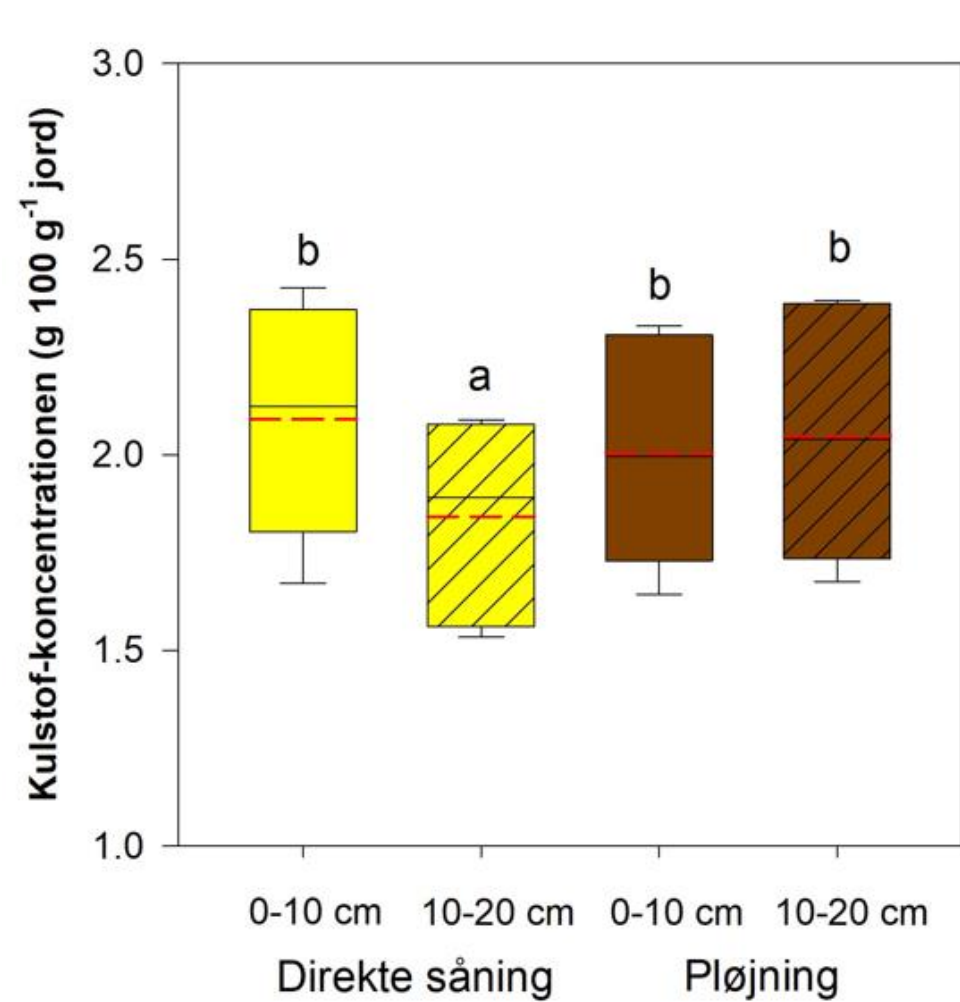
## Poreforhold og volumenvægt

- Bestemmelse af volumenvægt og poreforhold på jordringe (100 cm<sup>3</sup>) udtaget i 0-10 og 10-20 cm jordlaget

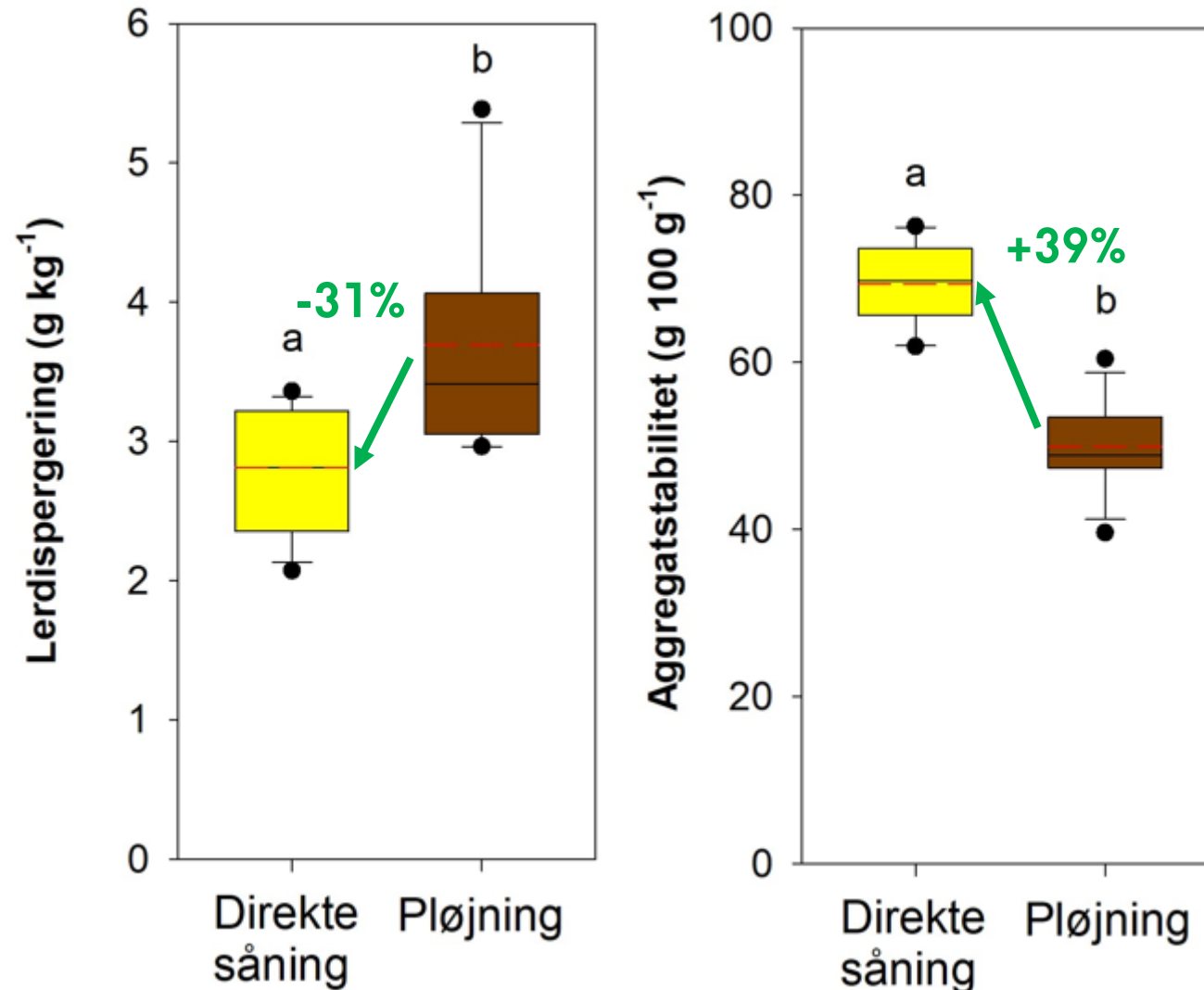


Fotos: Sebastiano Rocco

# DIREKTE SÅNING VS. PLØJNING: INGEN EFFEKT PÅ KULSTOFLAGRING

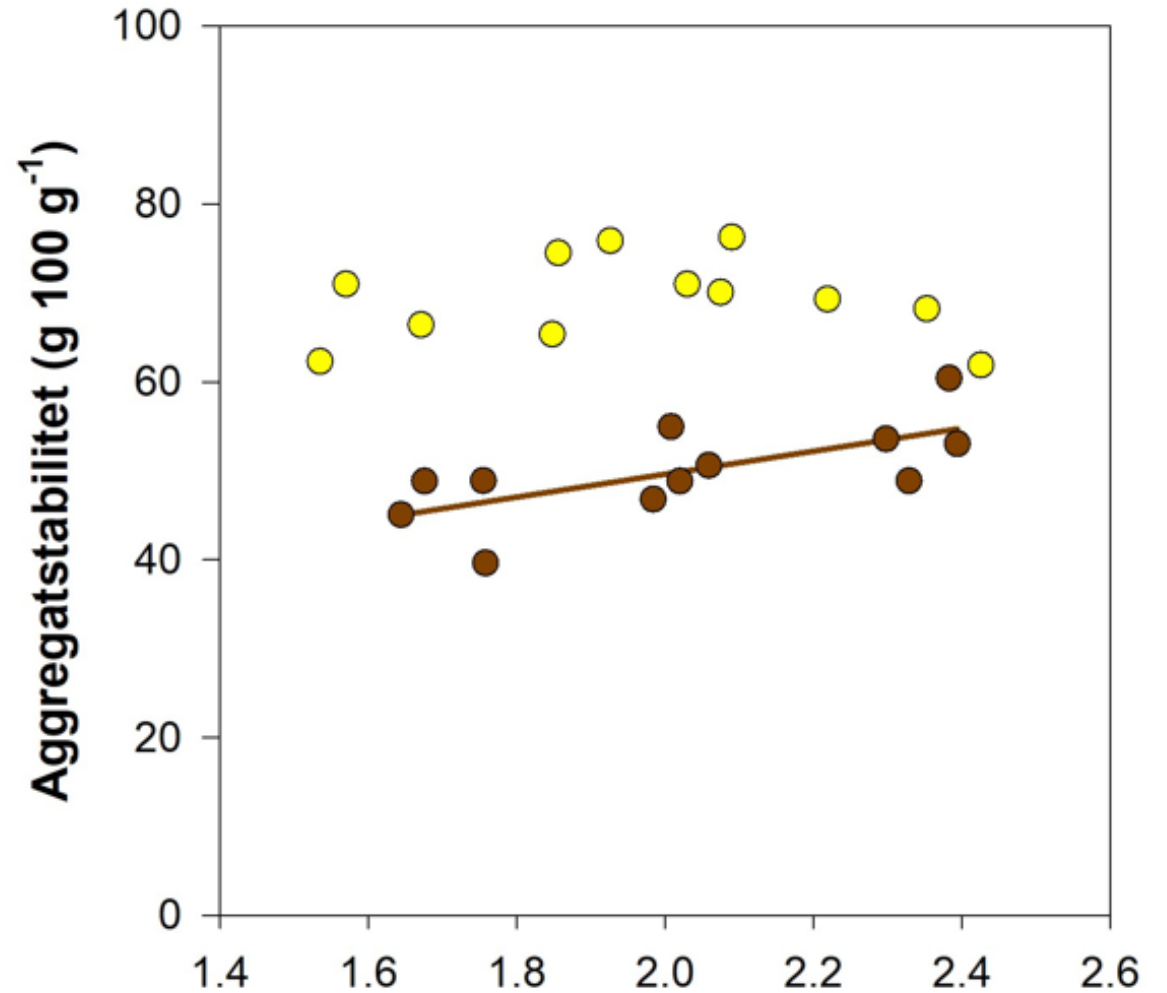
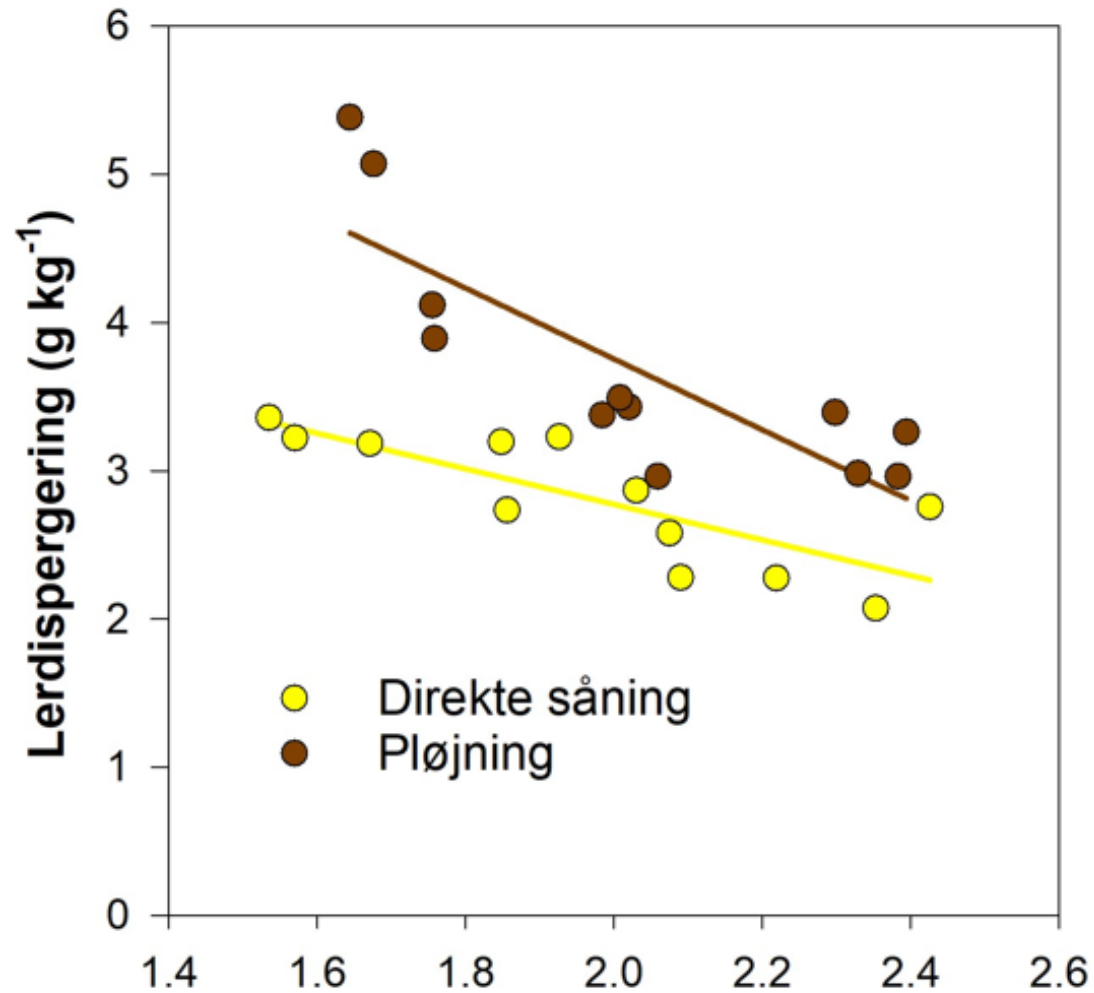


# DIREKTE SÅNING FORBEDRER STRUKTURSTABILITET



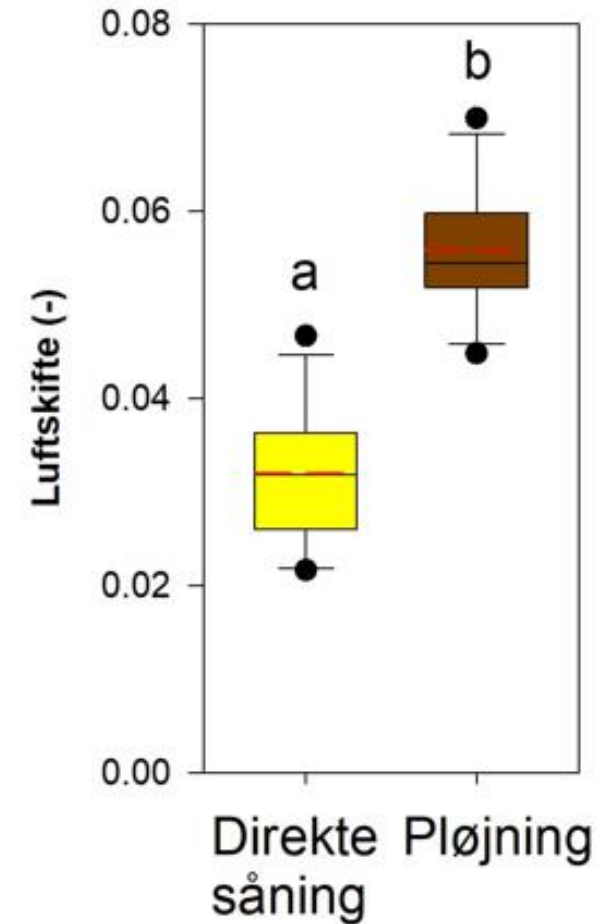
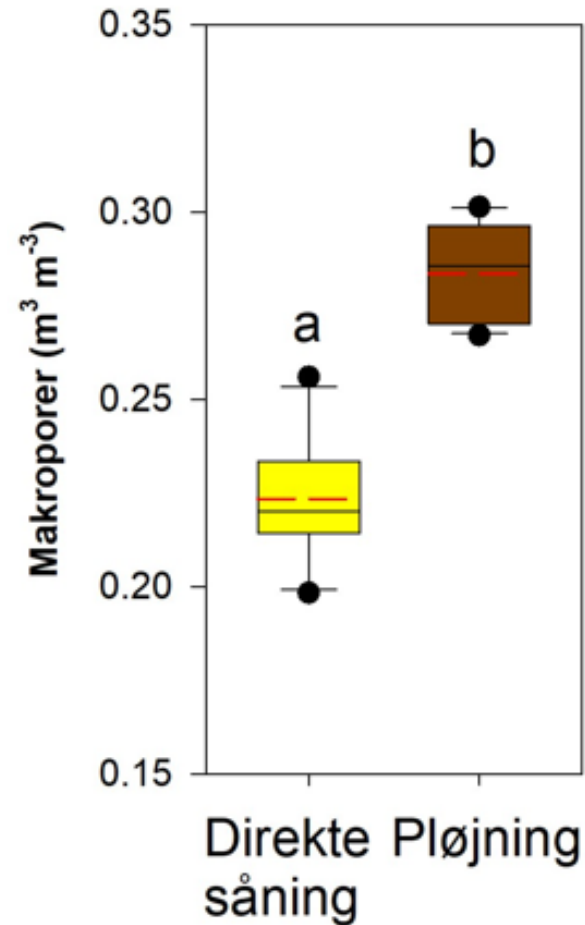
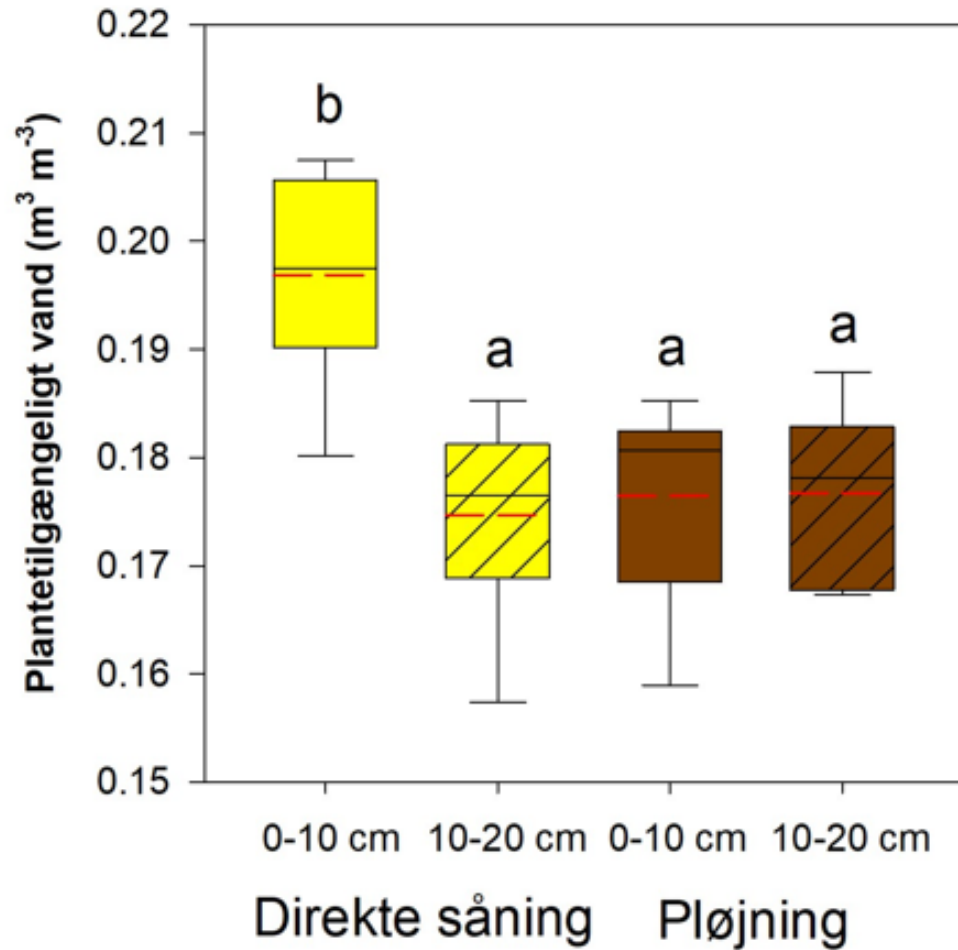


# DIREKTE SÅNING MINDSKER EFFEKTEN AF KULSTOF PÅ STRUKTURSTABILITET

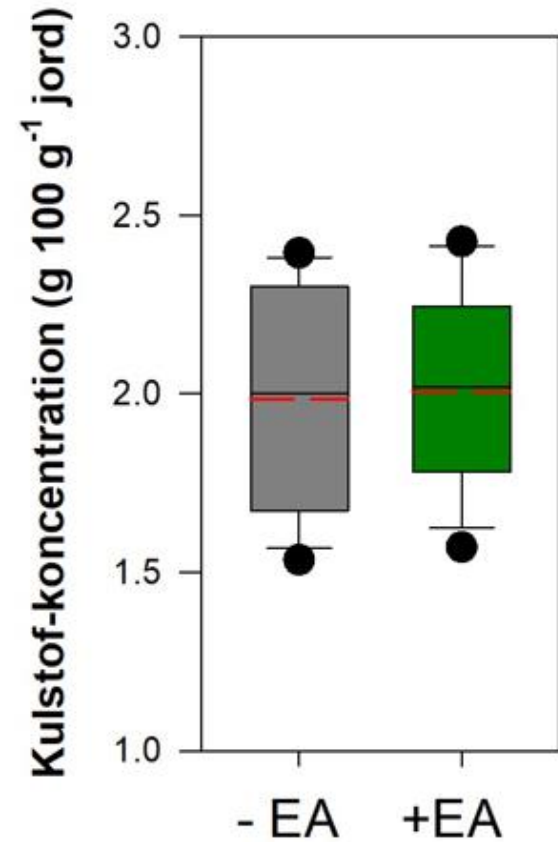


Kulstof-koncentration ( $\text{g 100 g}^{-1}$ )

# DIREKTE SÅNING **ØGER** PLANTETILGÆNGELIGT VAND I 0-10 CMS DYBDE, MEN **MINDSKER** ANDELEN AF STORE PORER OG JORDENS LUFTSKIFTE



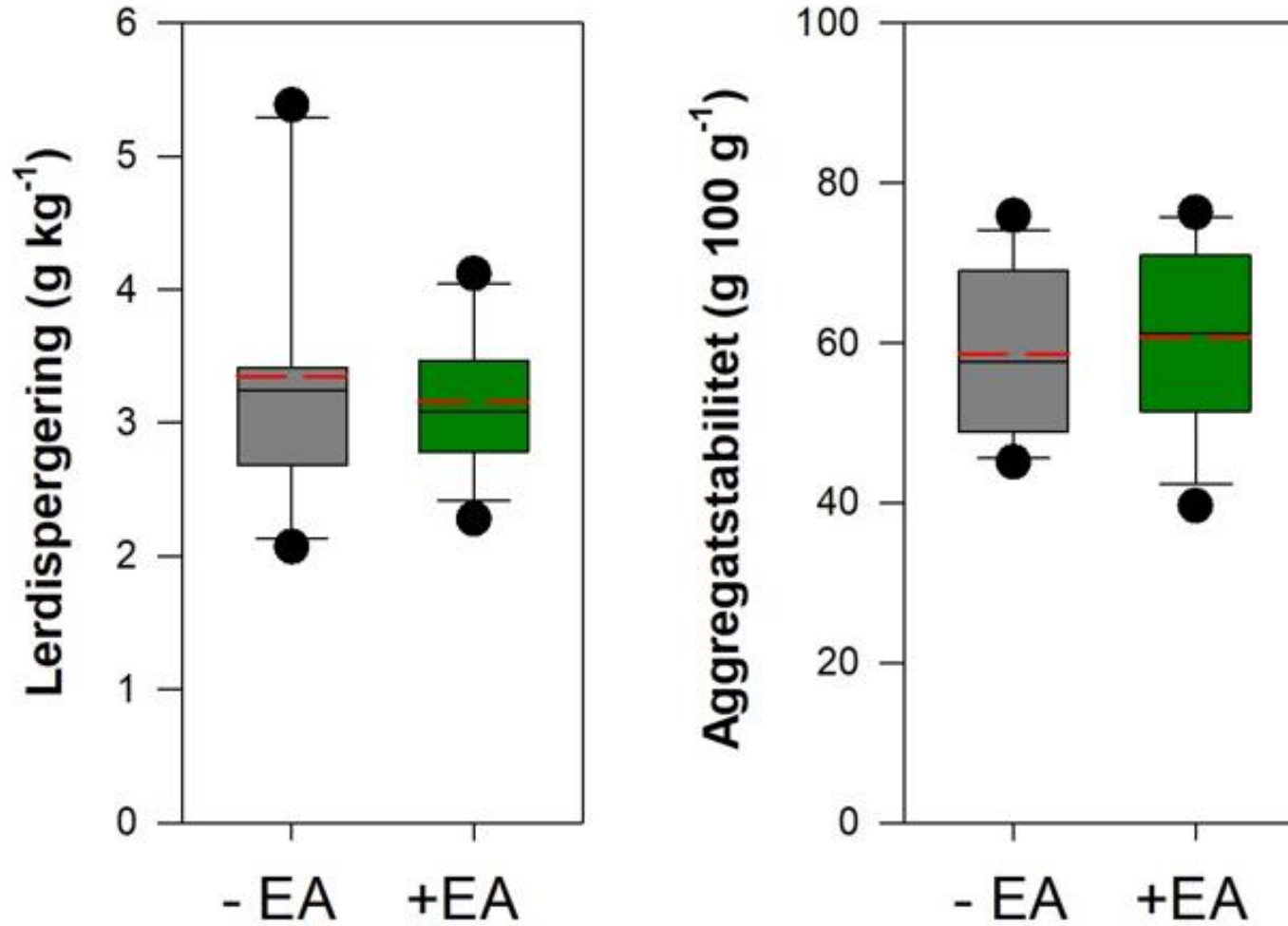
# EFTERAFGRØDE OG KULSTOFLAGRING



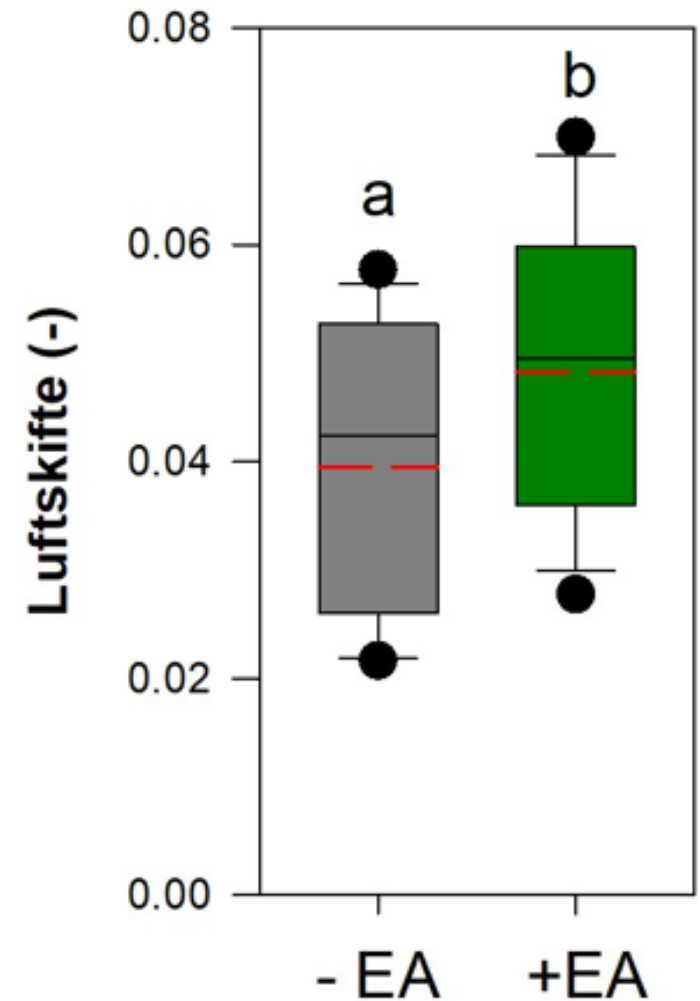
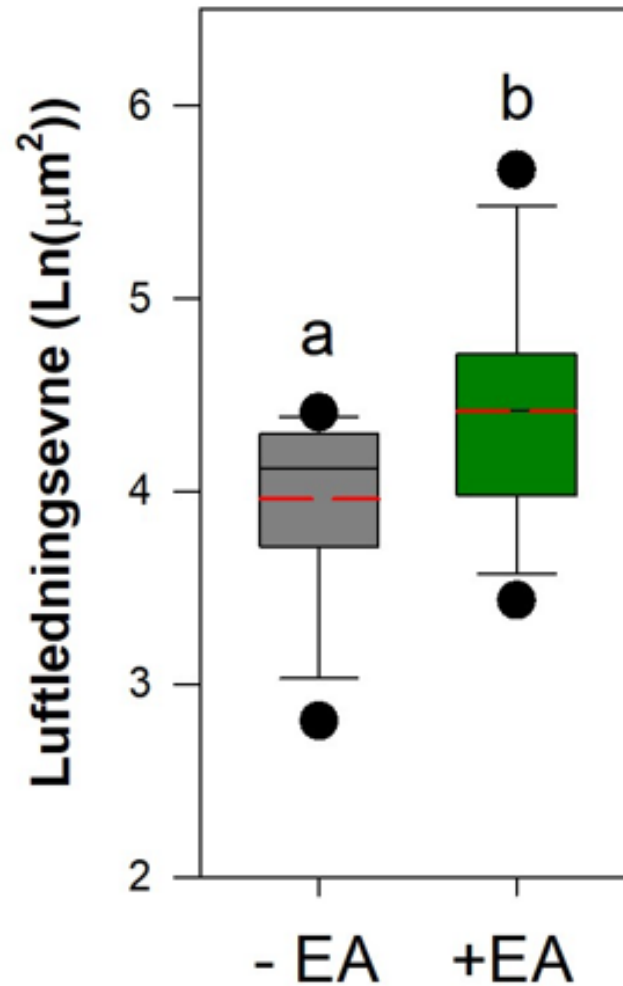
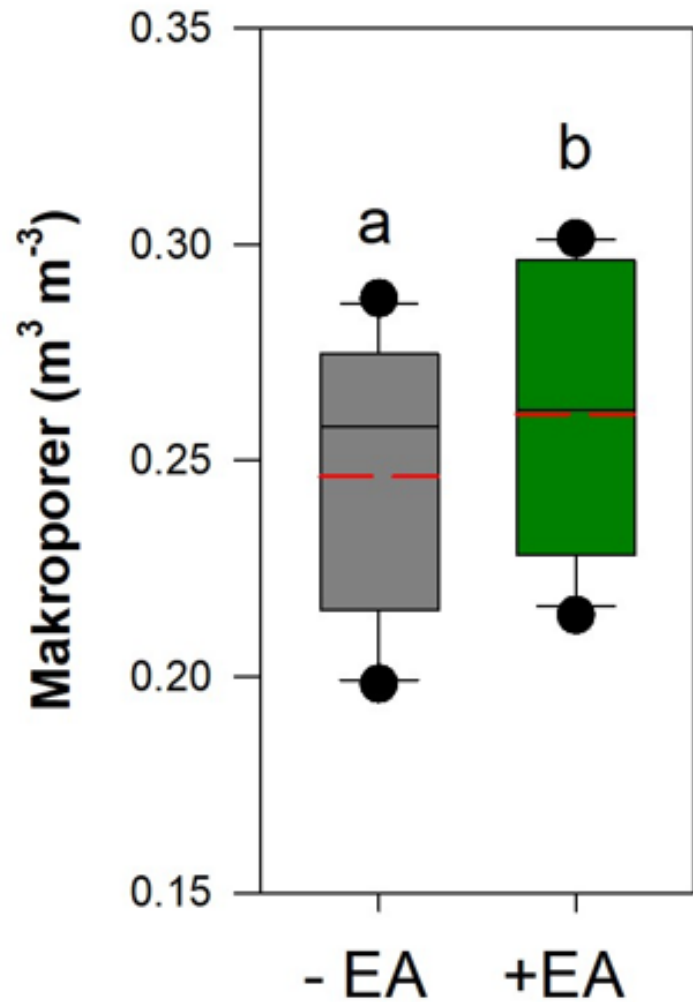
+0,2 tons C  
pr. ha pr. år



# EFTERAFGRØDE OG STRUKTURSTABILITET



# EFTERAFGRØDER **FORBEDRER** JORDENS EVNE TIL AT TRANSPORTERE LUFT OG JORDENS LUFTSKIFTE



# KONKLUSIONER

---

## 20 år med direkte såning og efterafgrøder:

- Jordbearbejdning påvirkede ikke jordens kulstoflager i 0-20 cms dybde
- Efterafgrøder **mindskede** faldet i jordens kulstoflager fra 2012 til 2022
- Direkte såning **forbedrede** jordens strukturstabilitet markant
- Olieræddike **forbedrede** jordens poreforhold for både direkte såning og pløjning
- Dvs. olieræddike kan **mindske** den **negative** effekt af direkte såning på jordens makroporer og luftskifte

# REFERENCE

---

Rocco, S., Munkholm, L.J., Jensen, J.L. 2024. Long-term soil quality and C stock effects of tillage and cover cropping in a conservation agriculture system. *Soil & Tillage Research* 241, 106129. <https://doi.org/10.1016/j.still.2024.106129>

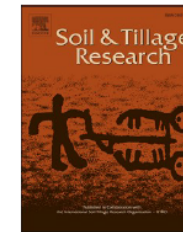
Soil & Tillage Research 241 (2024) 106129



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Soil & Tillage Research

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/still](http://www.elsevier.com/locate/still)



Original research paper

Long-term soil quality and C stock effects of tillage and cover cropping in a conservation agriculture system



Sebastiano Rocco<sup>a,b</sup>, Lars J. Munkholm<sup>a,c</sup>, Johannes L. Jensen<sup>a,c,\*</sup>

<sup>a</sup> Department of Agroecology, Aarhus University, Blichers Allé 20, Tjele 8830, Denmark

<sup>b</sup> Department of Agronomy, Food, Natural Resources, Animals and Environment, University of Padova, Viale Dell'Università 16, Legnaro, Padova 35020, Italy

<sup>c</sup> iClimate, Aarhus University Interdisciplinary Centre for Climate Change, Blichers Allé 20, Tjele 8830, Denmark



AARHUS  
UNIVERSITET



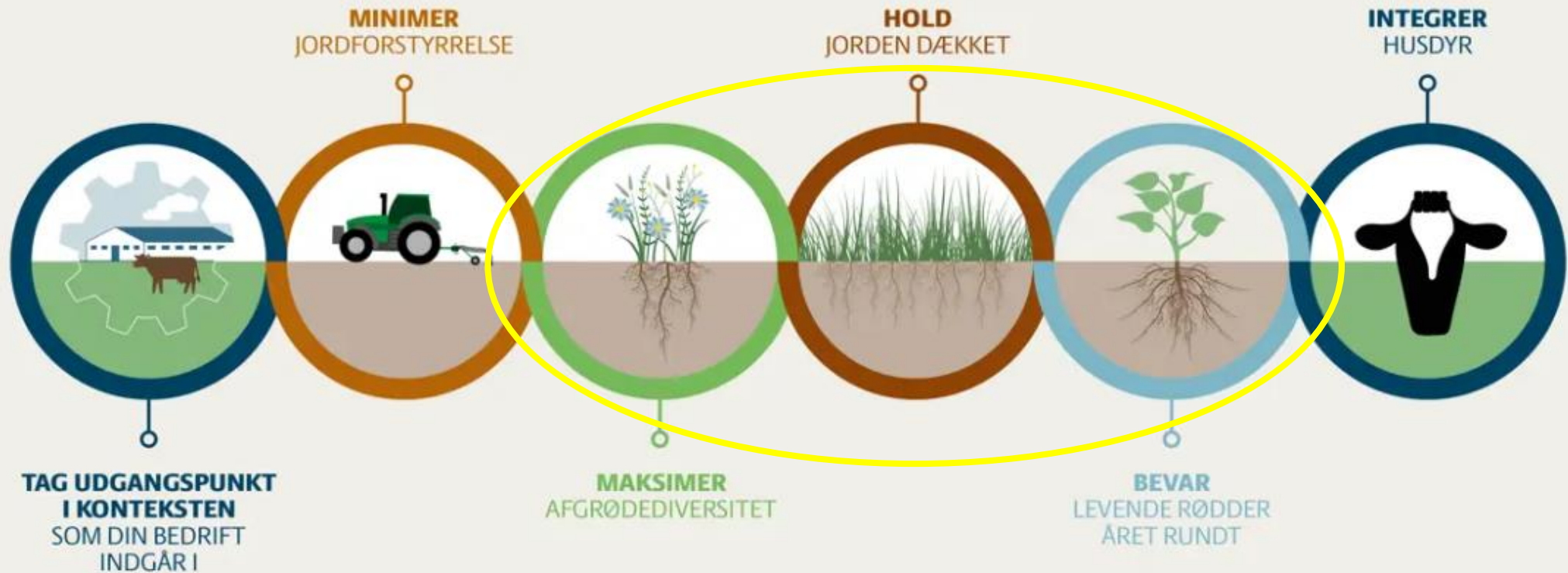


# Hvad er idéen bag multiart efterafgrødeblandinger

Randi Wiborg Hansen

07-01-2025

# 6 kerneprincipper for regenerativt landbrug



# Efterafgrødeblandinger er vigtige for at lykkes med regenerativt landbrug

- Grøn kort – Ja
- Blå kort – Nej



AI generet billede

# Efterafgrødeblandinger i pløjefri dyrkning forbedre jordens mikrobiota mere end efterafgrøder monokulturer?

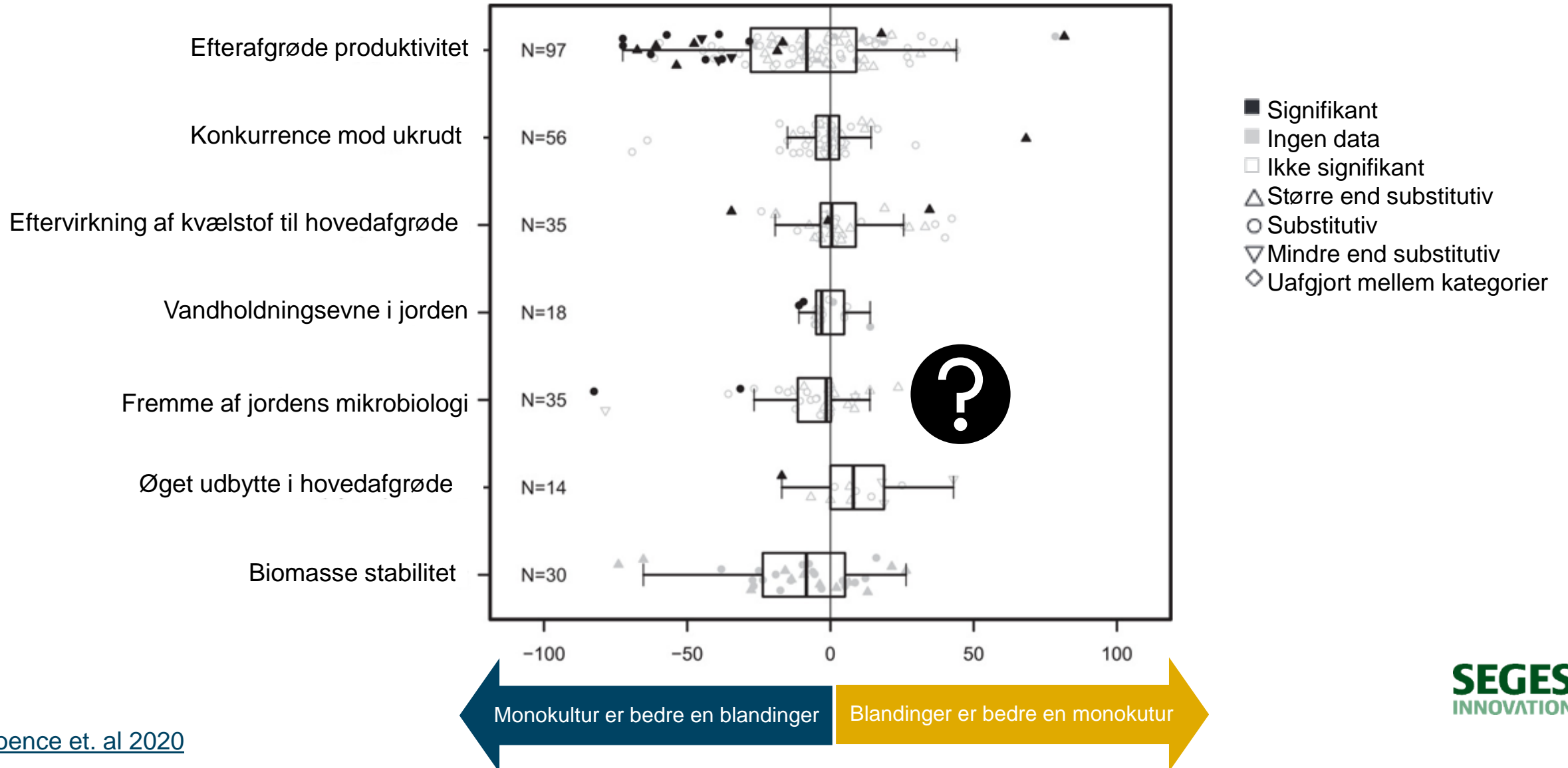
- Grøn kort – Ja
- Blå kort – Nej



AI generet billede

# Mulige positive effekter ved efterafgrødeblandinger

Standardiseret forskel mellem præstationen af efterafgrødeblandinger og monokulturer (N = 285)



# Hvordan påvirker forskellige efterafgrøderarter jordens mikrobiom?

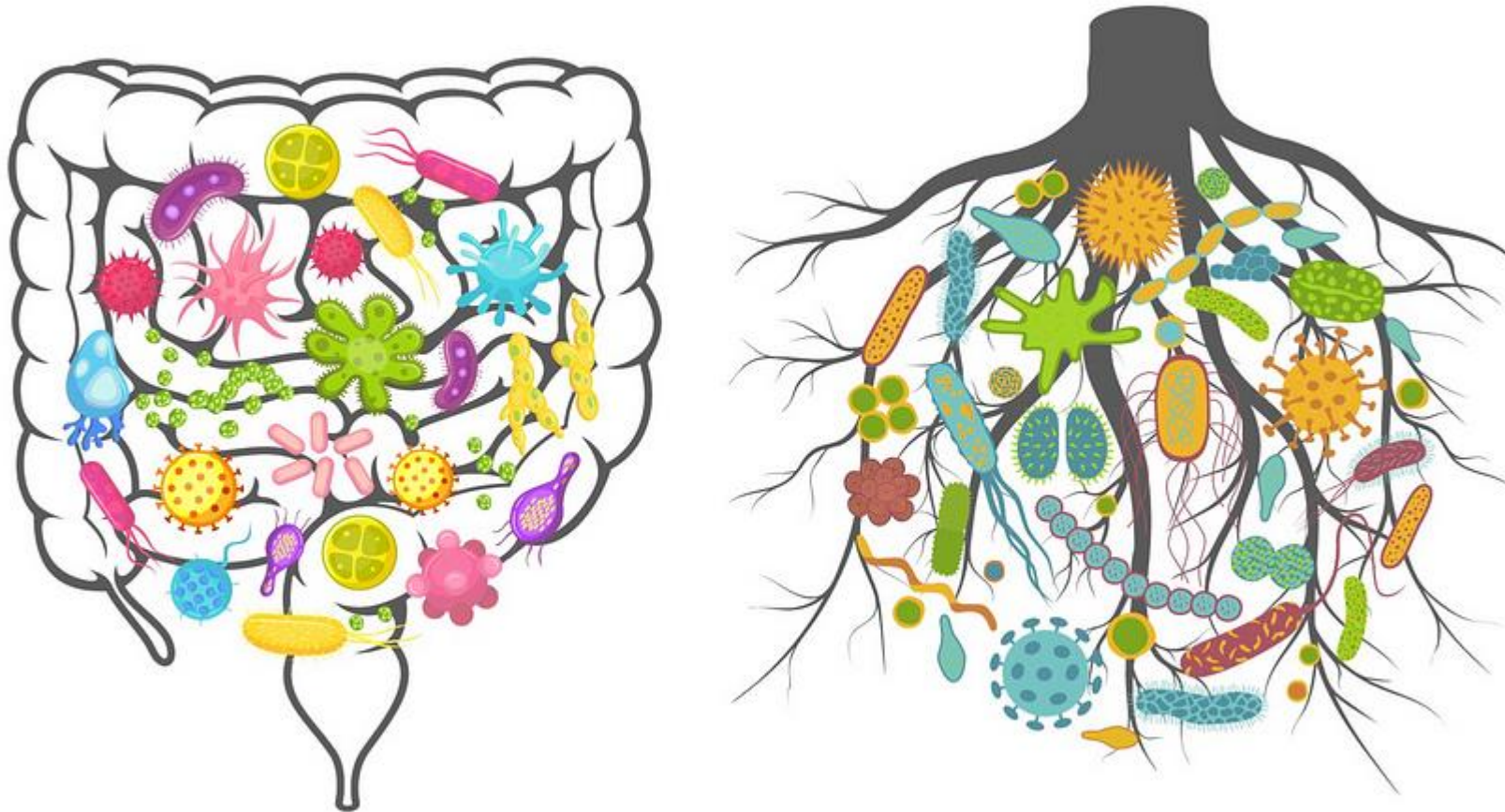
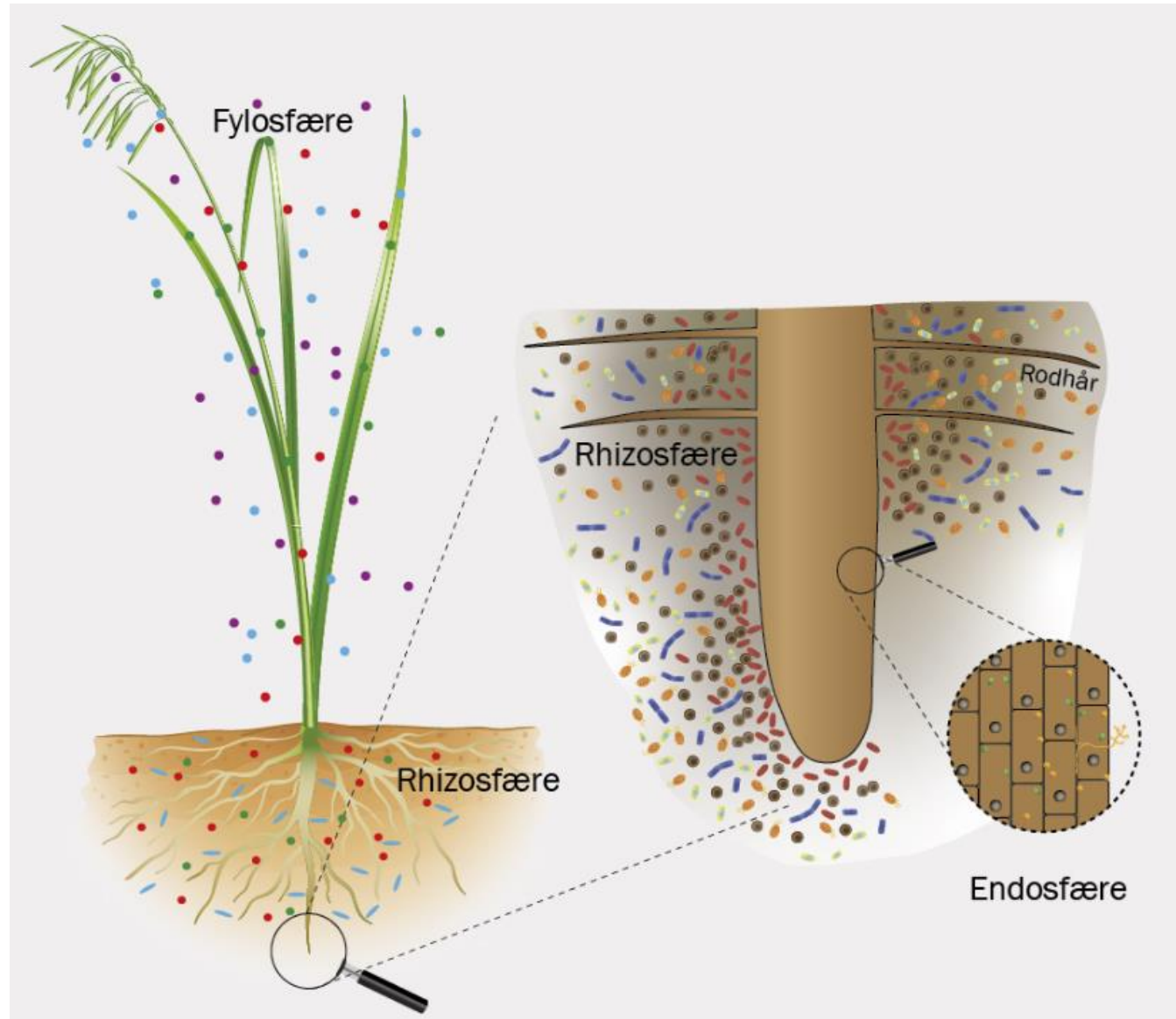


illustration af jordens mikrobiom med sammenligning til mave-tarmsystemet, [Nina Vinot](#)

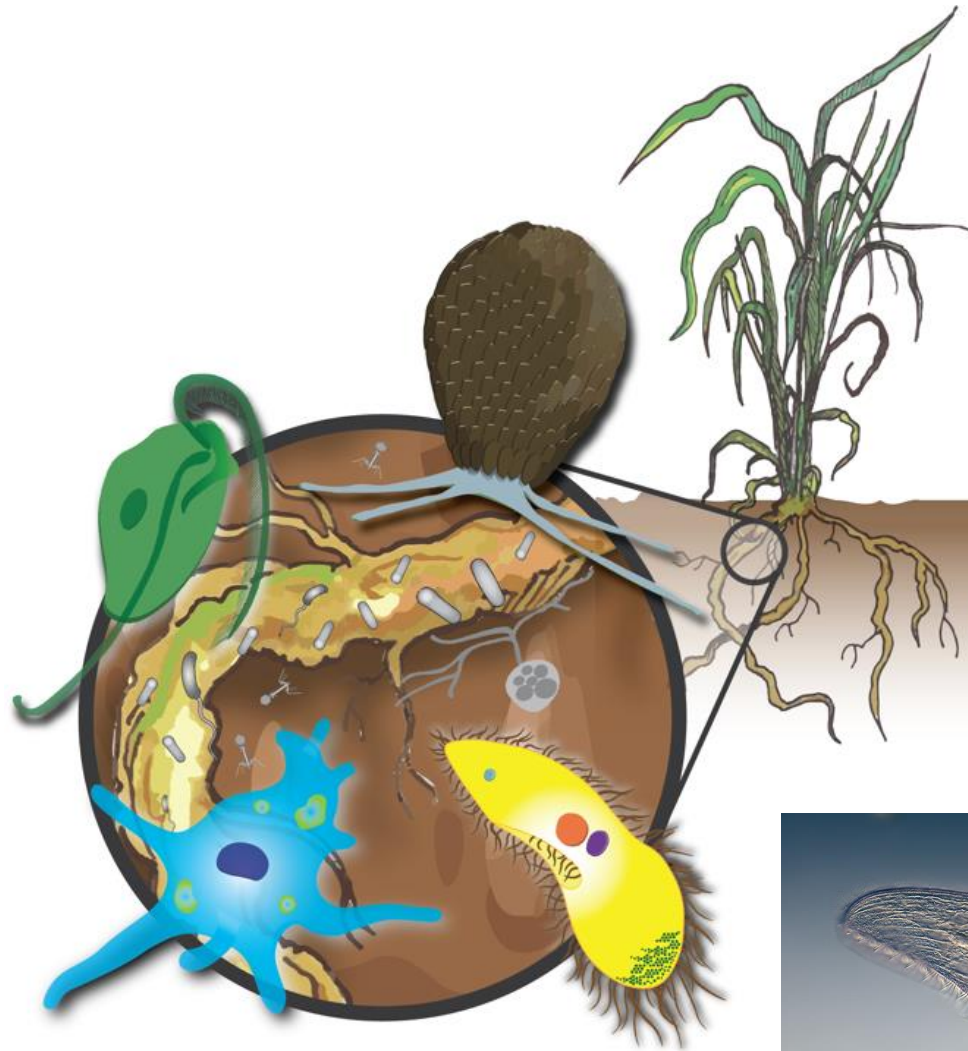
# Rhizofærens mikrobiom





# Protister

- Protister er en mangfoldig gruppe af encellede eller fåcellede organismer.
- De tilhører hverken dyr, planter eller svampe.
- Lever typisk i fugtige miljøer.
- Kan være:
  - Autotrofe (fotosyntetiserende).
  - Heterotrofe (næringsoptagende).
- Eksempler: amøber, alger og ciliater.
- Har en vigtig rolle i økosystemer:
  - Som primærproducenter.
  - Som nedbrydere.
  - Som fødekilder for andre organismer.



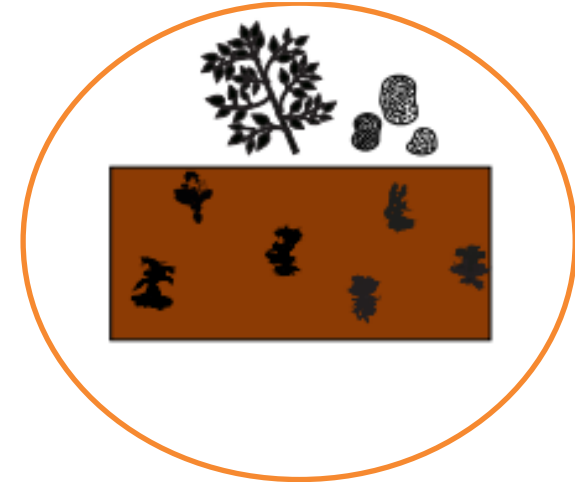
Grafisk illustration af protister i jorden.  
Fra Berkely Lab.



Mikroskopibillede af ciliat

# Efterafgrøders regulering jordens mikrobiom

- Regulering af jordens mikrobiom ved hjælp af efterafgrøder sker på to forskellige stadier
  1. Under plantevækst
  2. Under nedbrydning af planterester



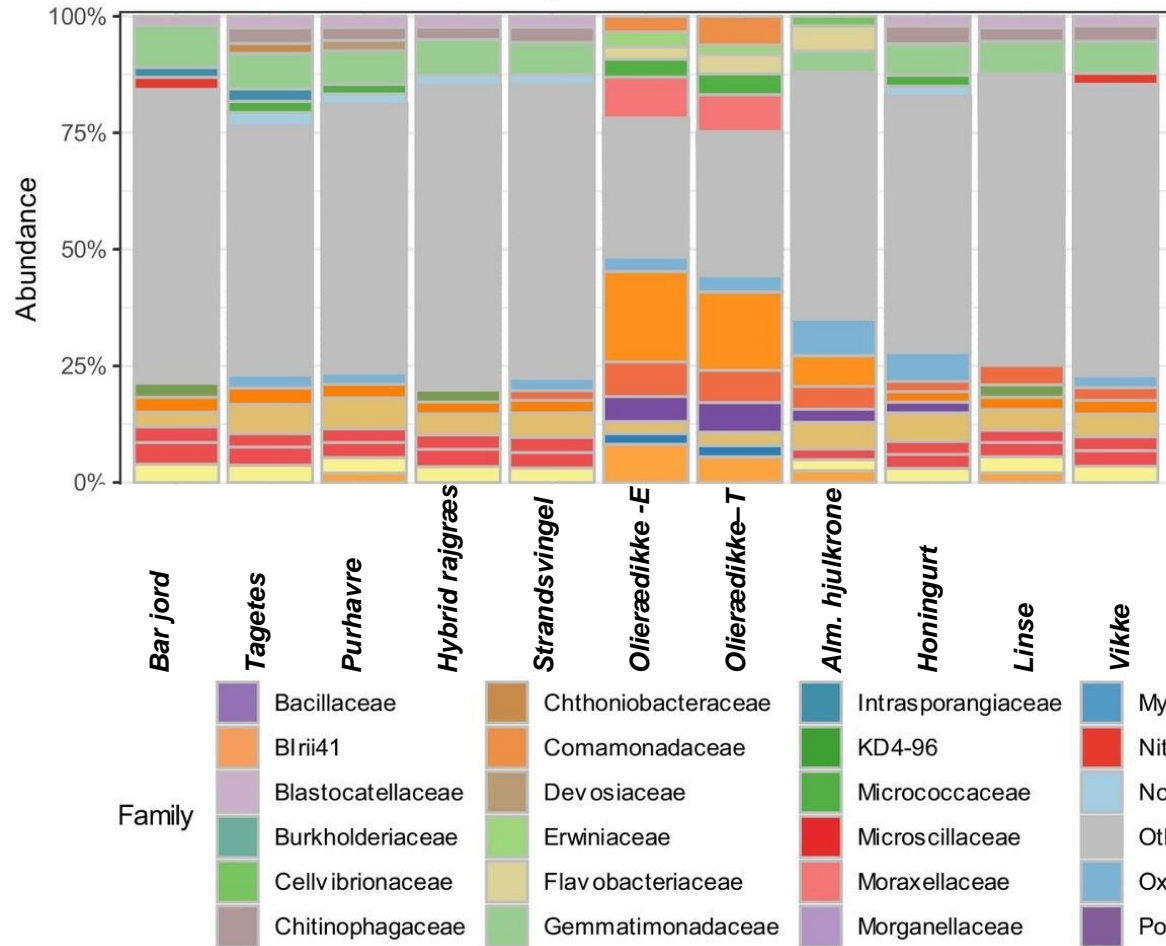
# Der er sammenhæng med efterafgrøde arten og den mikrobielle sammensætning i efterafgrødernes rhizosfære

Efterafgrøde	Forskel fra bar jord					
	Resident bakterie	Aktiv bakterie	Resident Svampe	Aktiv Svampe	Resident Protister	Aktiv Protister
Hybrid rajgræs	0.12	0.13 ←	0.18	0.23	0.14	0.15 ←
Purhavre	0.13	0.16	0.12	0.17 ←	0.16	0.20
Tagetes	0.14	0.16	0.31	0.36	0.15	0.20
Linse	0.16	0.24	0.35	0.46 ←	0.16	0.21
Vikke	0.20	0.21	0.36 ←	0.43	0.18	0.23
Honningurt	0.20	0.27	0.29	0.41	0.25	0.25
Strandsvingel	0.21	0.29	0.25	0.32	0.26	0.26 ←
Alm. hjulkrone	0.27	0.34 ←	0.35	0.44	0.23	0.25
Olierædikke T	0.42	0.37	0.42	0.49	0.36	0.43
Olierædikke E	0.44	0.41	0.52	0.51	0.35	0.40

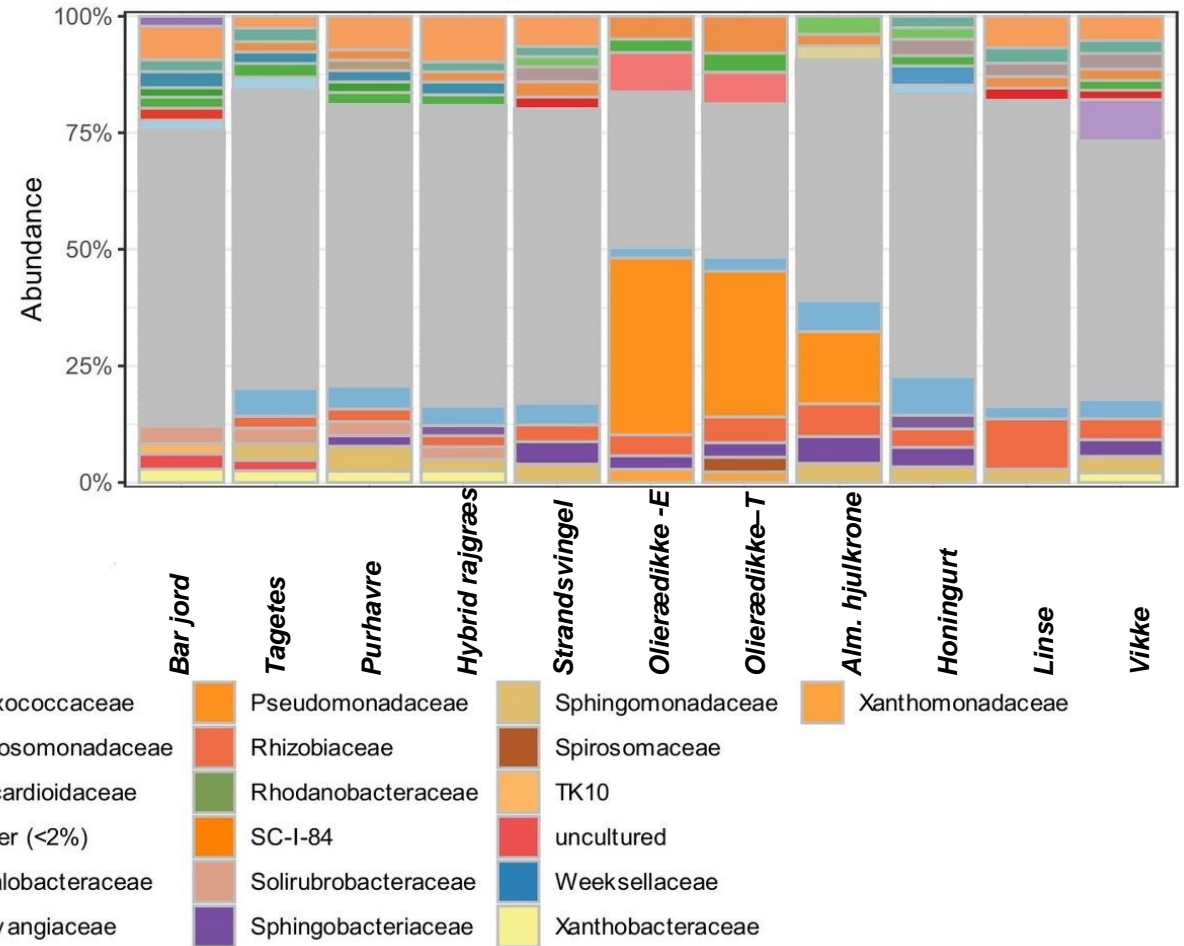
Signifikante (justeret  $p < 0.05$ )  $R^2$ -værdier baseret på sammenligninger mellem det resident (ribosomale (r)DNA-baserede) og den potentielt aktive (rRNA-baserede) fraktion af de bakterielle, svampe-, protist-samfund i efterafgrødernes rhizosfære til forskel fra brakjord i 1 års forsøg. [Gazzaniga et. al, 2023](#)

# Bakterier

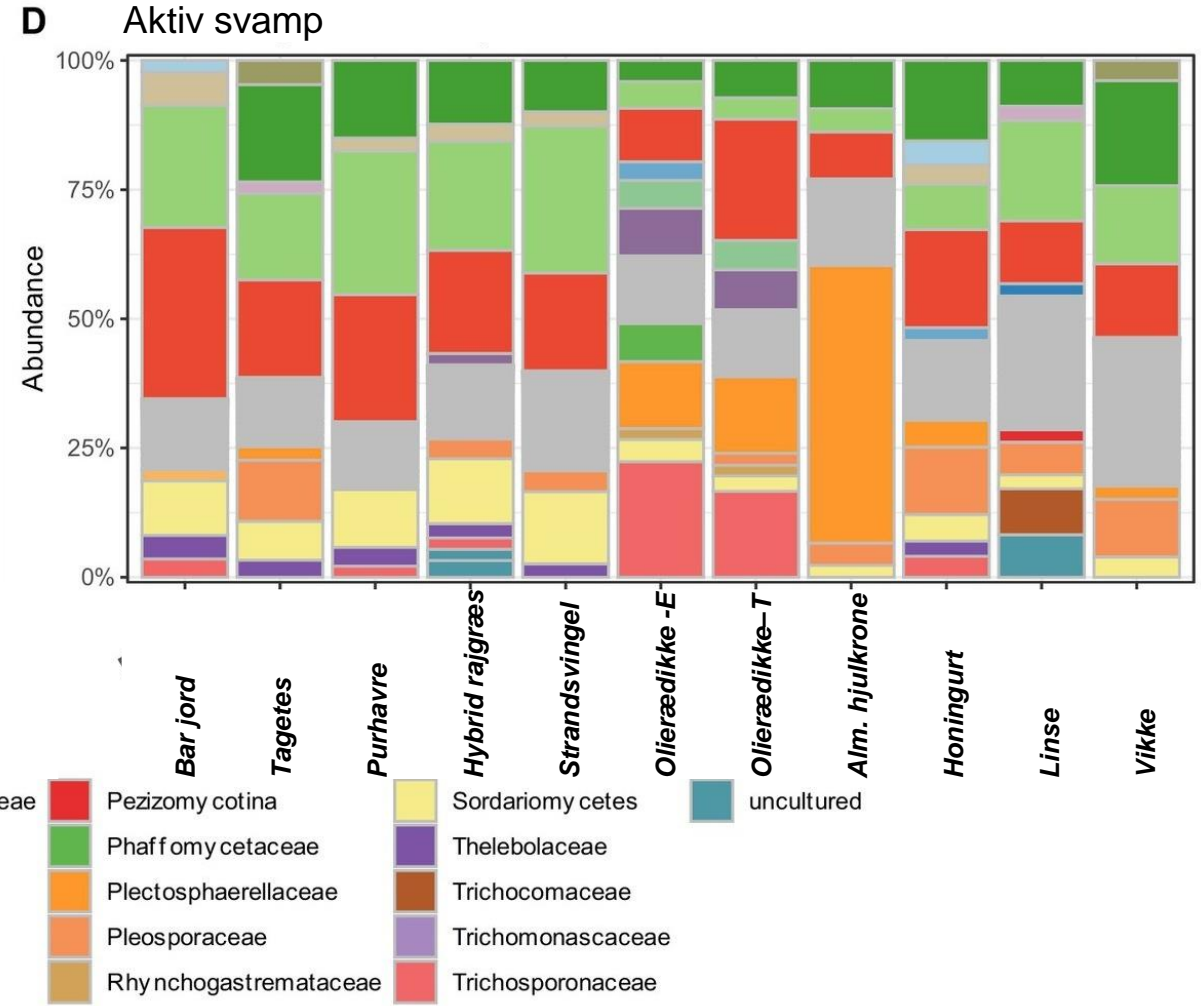
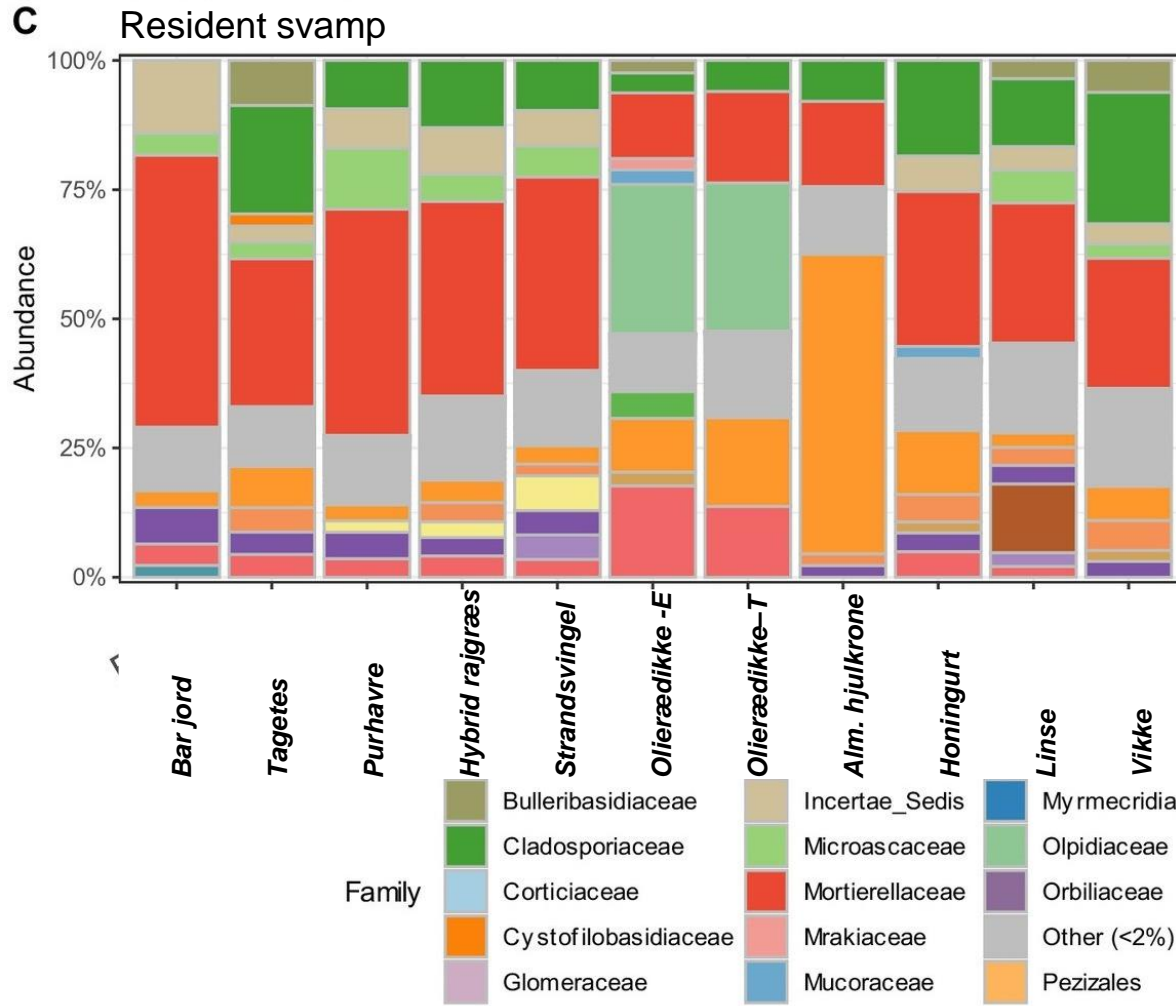
**A** Resident bakterie



**B** Aktiv bakterie

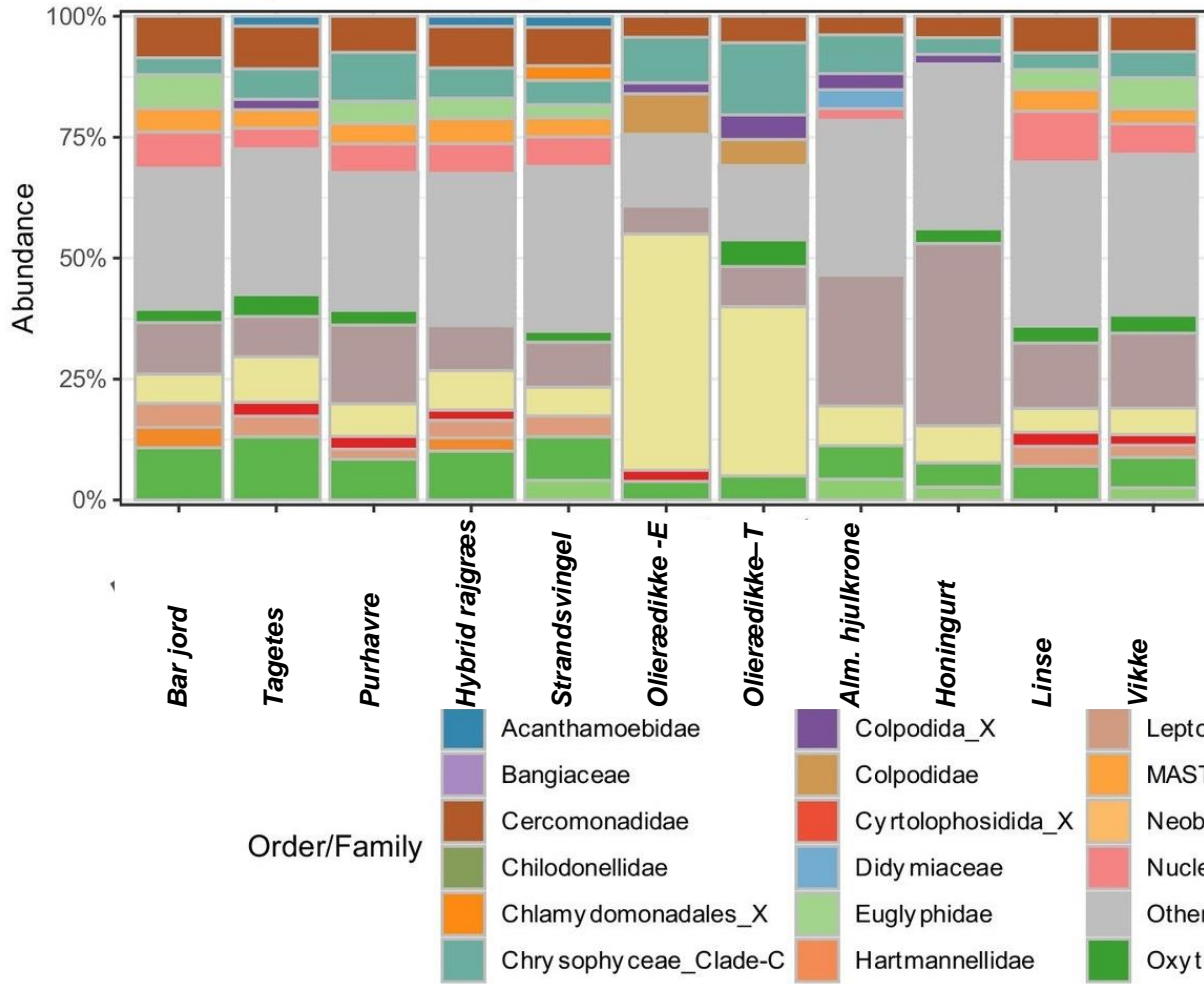


# Svampe

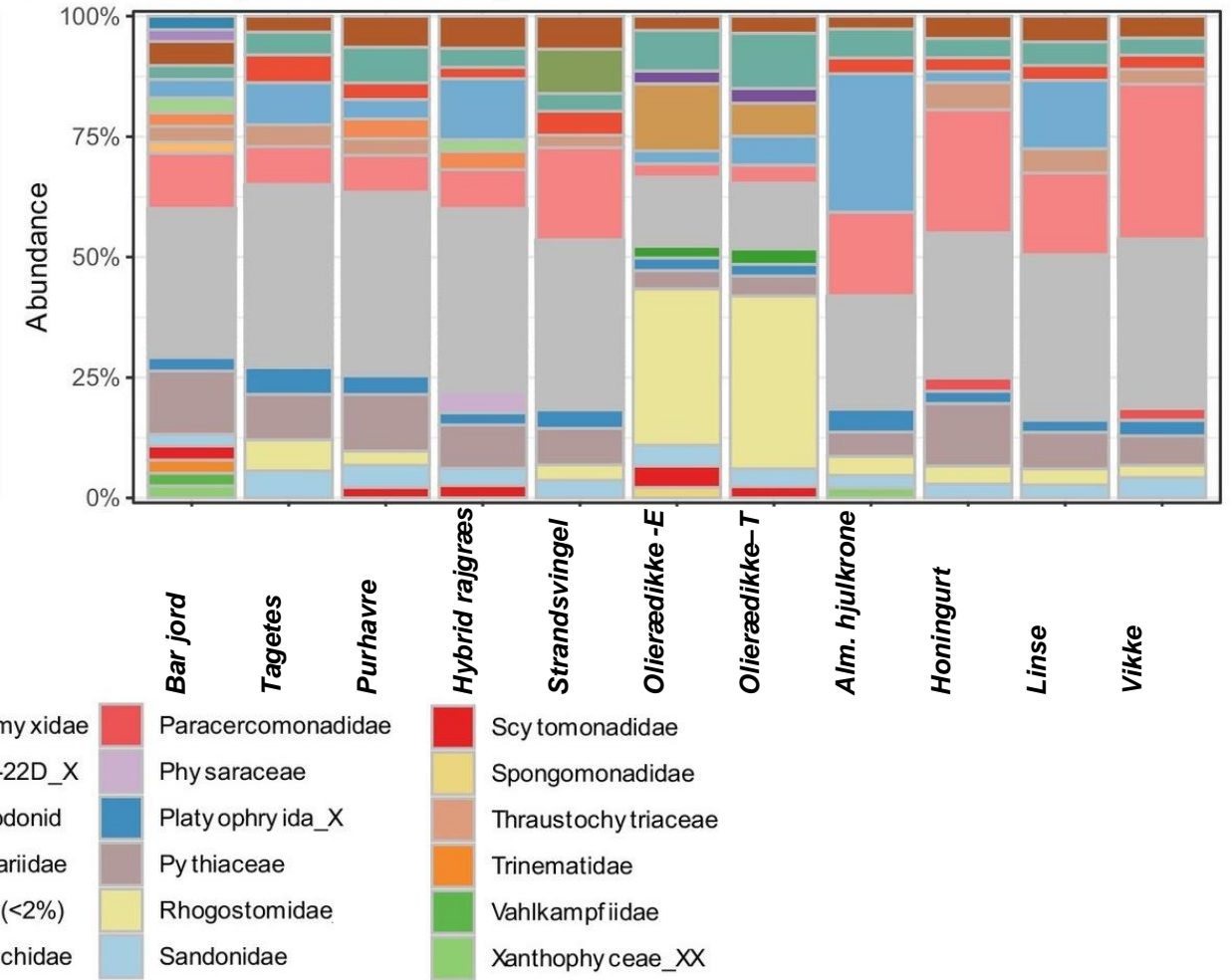


# Protister

**E** Residente protister

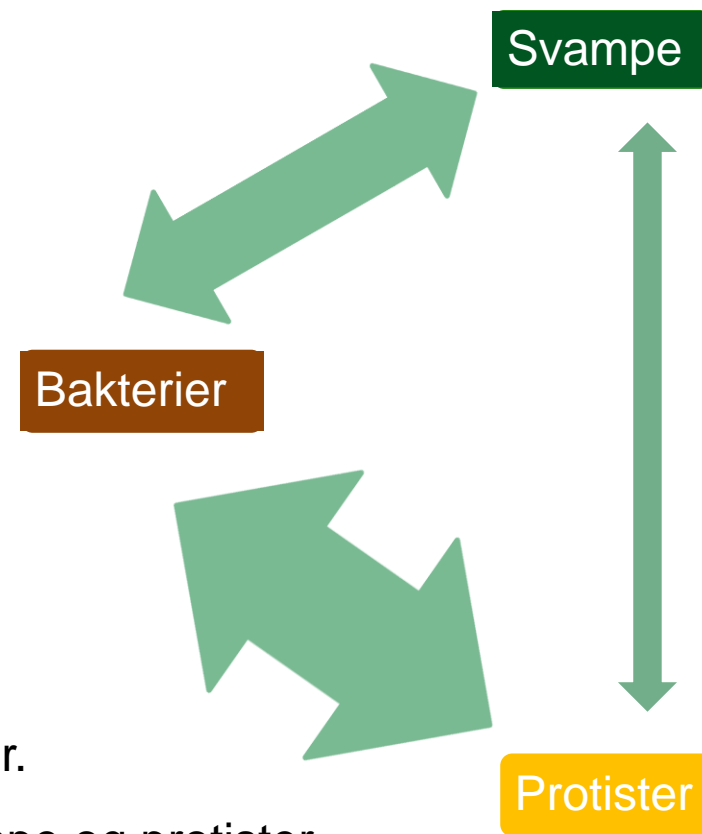


**F** Aktive protister



# Forbindelse mellem mikroorganismer i rhizosfæren variere mellem efterafgrødearter

- Flest forbindelser blev observeret mellem bakterier og protister.
- Forbindelser mellem bakterier og svampe var næsthyppest.
- Få forbindelser blev fundet mellem svampe og protister.
- Den højeste netværkskompleksitet blev fundet ved vikke.
- Morgenfrue havde flest forbindelser mellem bakterier og svampe.
- Barjord, honningurt, hybridrajgræs og vikke havde flest negative interaktioner.
- Andre efterafgrøder havde flest positive interaktioner mellem bakterier, svampe og protister.



# Hvad så nu?

Vi ved at:

- Efterafgrøder i monokultur har en positiv virkning på jordens mikrobiom
- Sammensætningen af rhizosfærens mikrobiom er efterafgrøde artsspecifik
- At påvirkningen er forskellig i planternes vækstfase i forhold til nedbrydningsfasen af efterafgrøderne.

Hvad så når vi sammensætter flere efterafgrøde arter?



# Hvordan påvirker multiart efterafgrødeblandinger jordens biom?



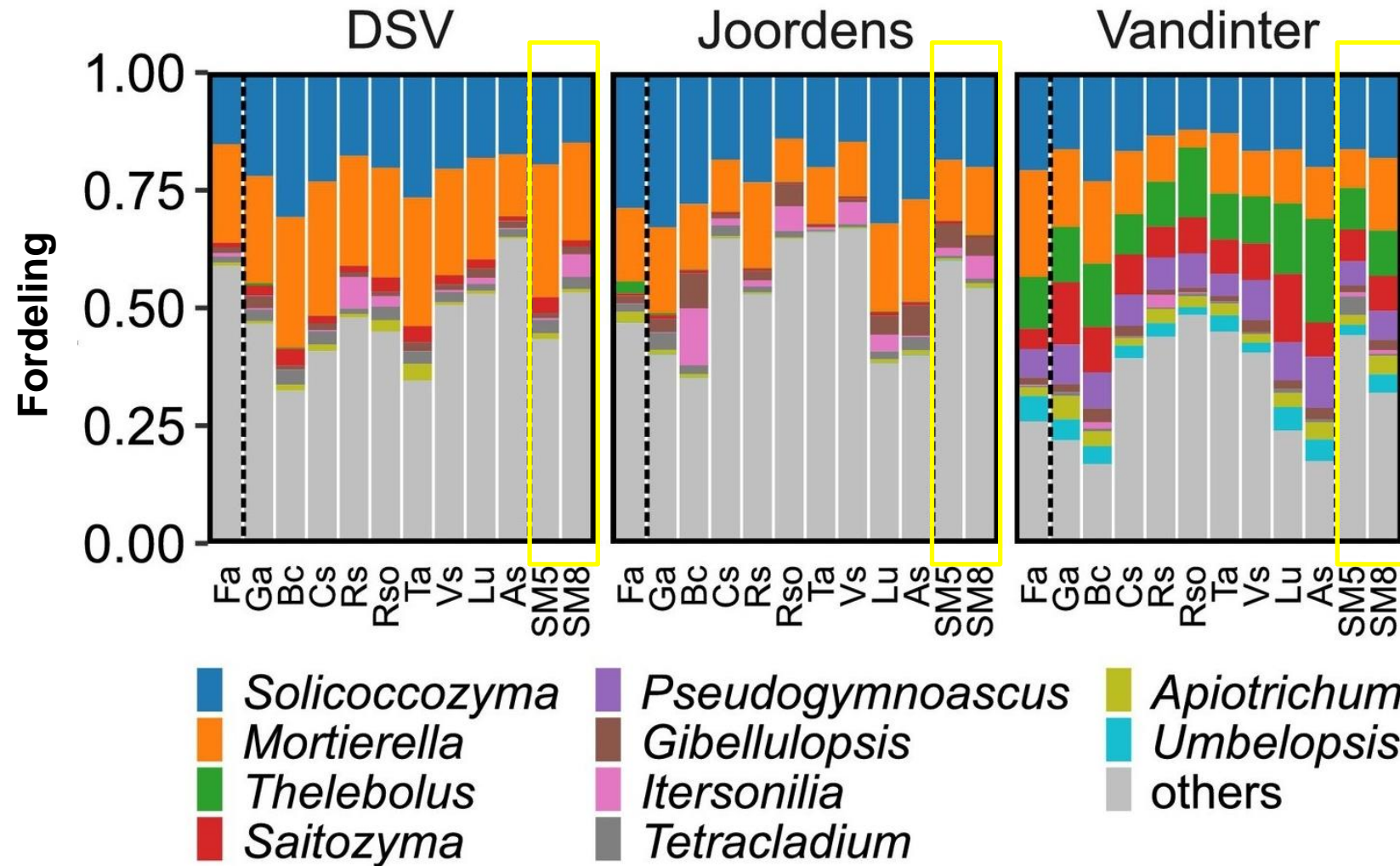
Billede generet af AI

# Efterafgrødearters betydning for den mikrobielle diversitet i jorden. 1 års forsøg

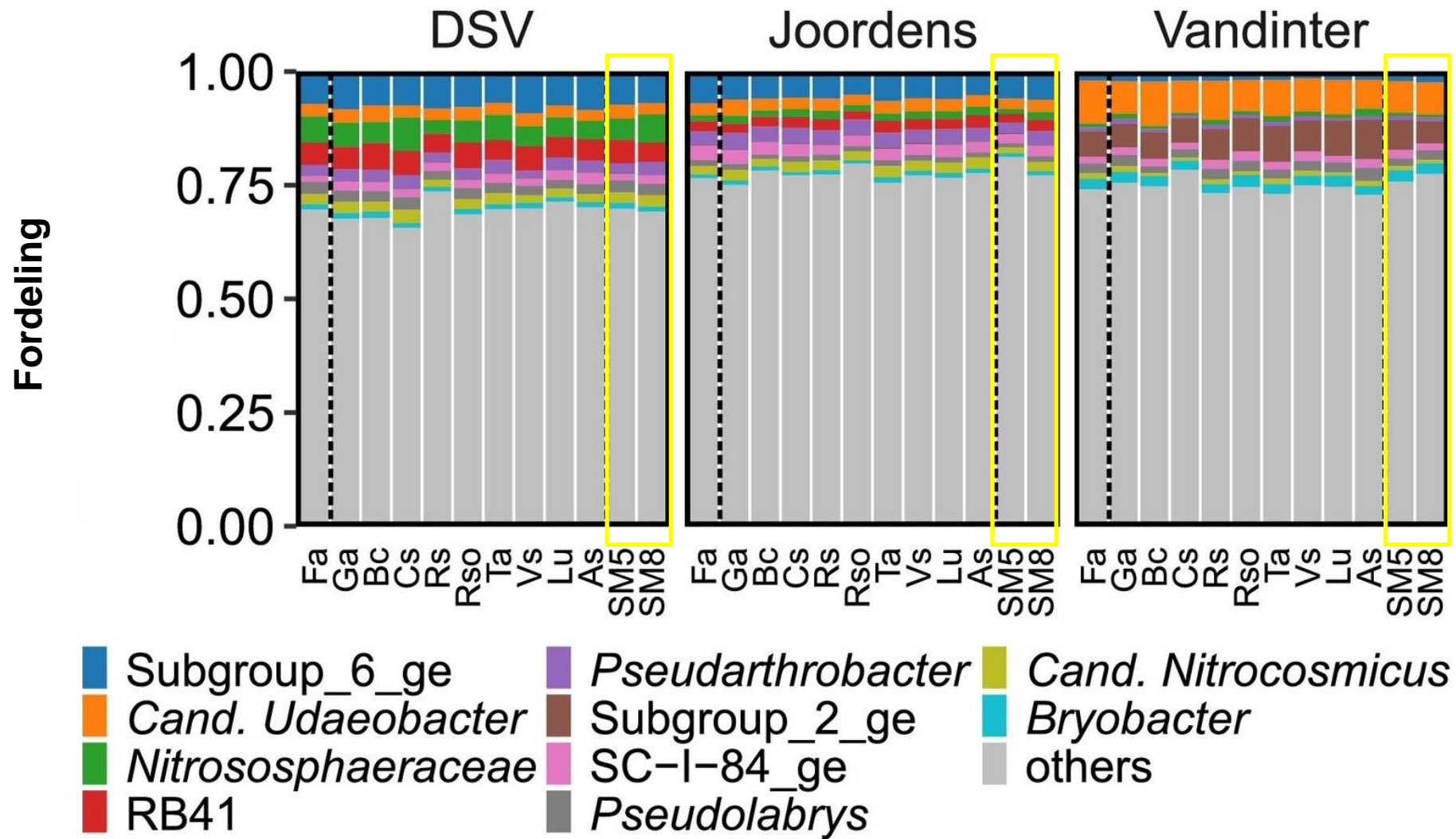


FORKORTEELSE	DANSK NAVN
ARTER	
FA	
GA	Niger frø
BC	Etiopisk sennep/Abessinsk sennep
Cs	Sæd-dodder
RS	Radise
RSO	Olieræddike
TA	Alexandrinekløver
VS	Fodervikke
LU	Almindelig hør
AS	Purhavre

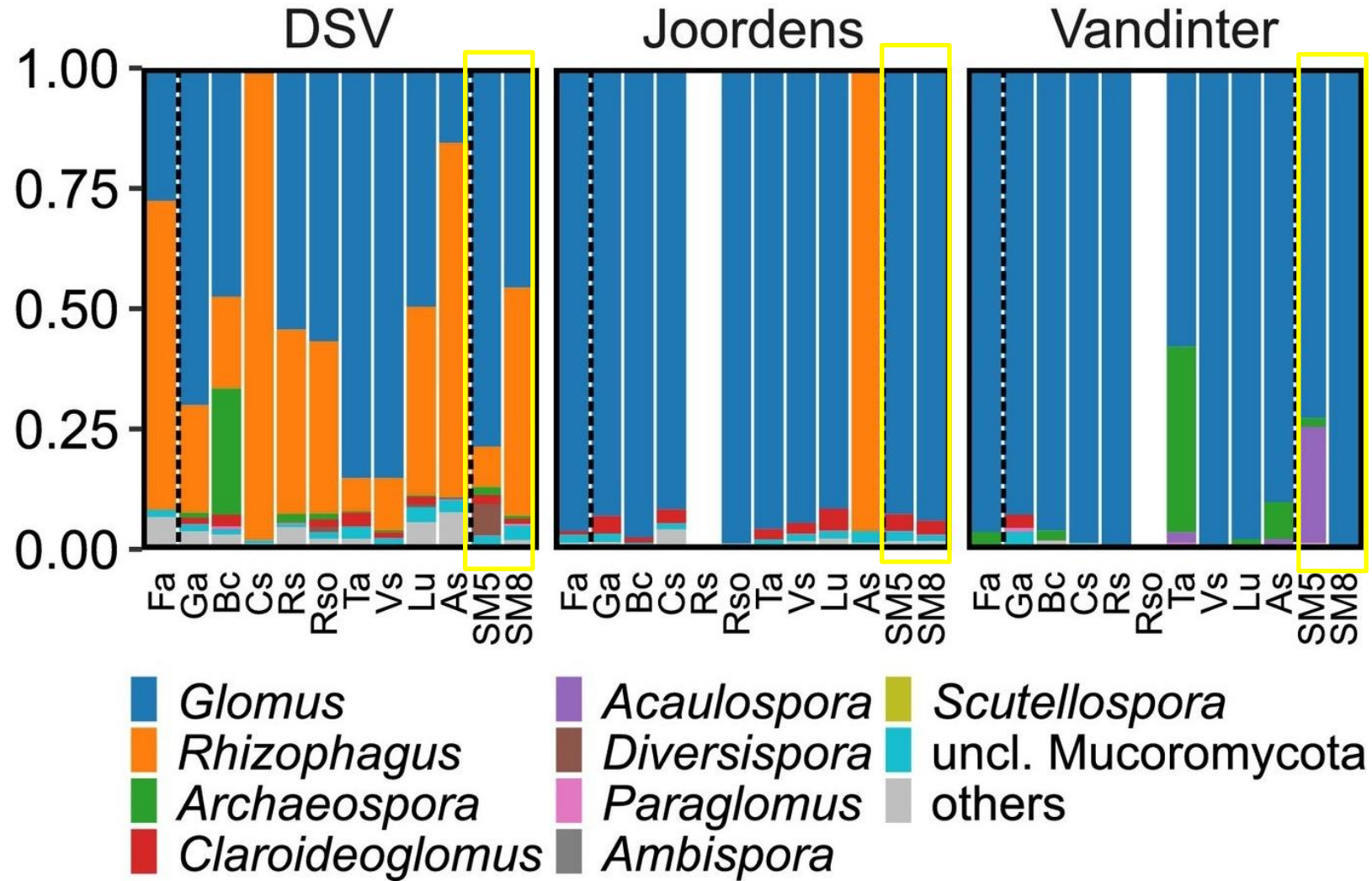
# Svampe



# Bakterier



# Abuskulær mykorrhiza

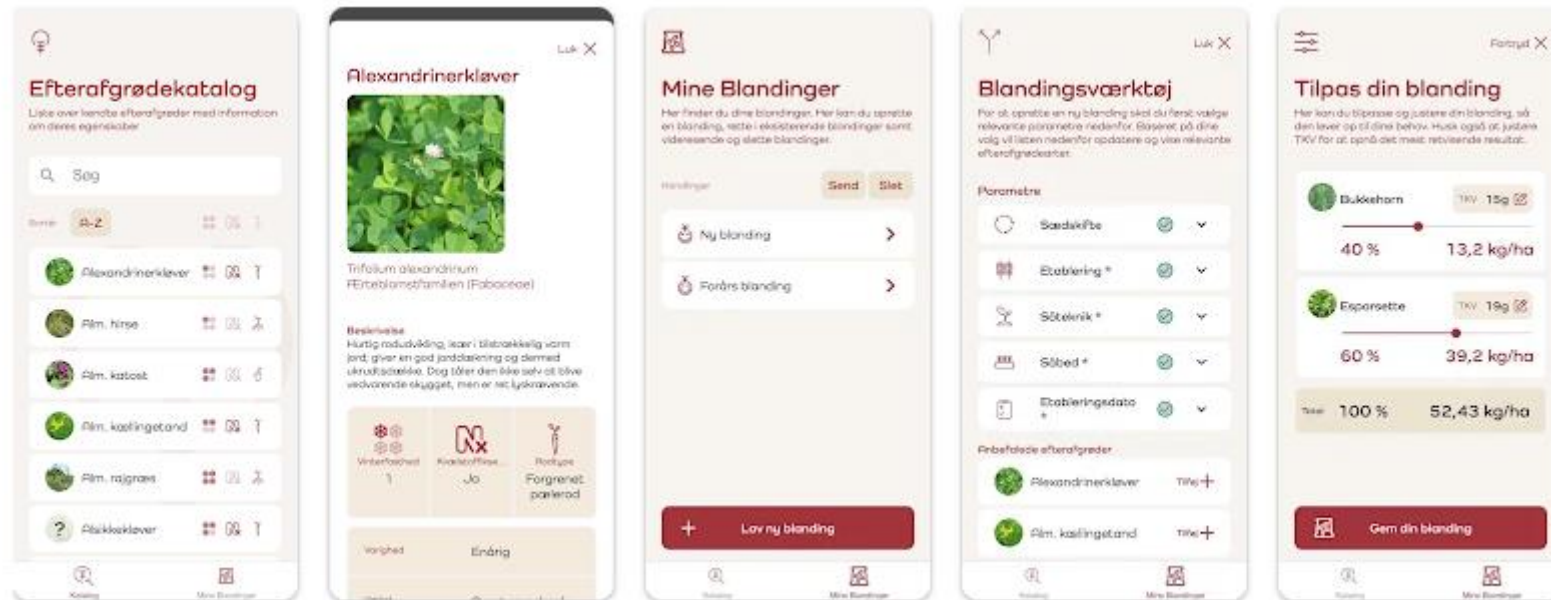


# Konklusion

- Arten af efterafgrøden påvirker sammensætningen af jordens mikrobiom
- Både i monokultur og i blandinger er olieræddike den efterafgrøde med størst diversitet jordens mikrobiom.
- Studier kan ikke påvise et efterafgrødeblandinger øger mikrobiel diversitet i jorden sammenlignet med efterafgrøder i monokultur.
- Lokalitet påvirker sammensætning af jordens mikrobiom i højere grad end efterafgrødearten.
- Svampe var den mest responderende gruppe af mikroorganismer på tilstedeværelsen af efterafgrøder

# Tjek appen efterafgrøder

- App Efterafgrøder: <https://icoel.dk/planteavl/appen-efterafgroeder/>



## Kilder:

- Floence et. al, 2020 - [Do diverse cover crop mixtures perform better than monocultures? A systematic review](#)
- [Gazzaniga et. al, 2023](#) - On the legacy of cover crop-specific microbial footprints
- [Gazzangia et al, 2023](#) - Pinpointing the distinctive impacts of ten cover crop species on the resident and active fractions of the soil microbiome
- [Maciá-Vicente et. al, 2024](#) - Cover crop mixtures do not assemble markedly distinct soil microbiotas as compared to monocultures in a multilocation field experiment.