

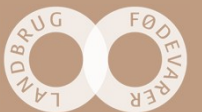
Mikrobiologiens betydning for kulstoflagring

Julie Therese Christensen

Specialkonsulent hos SEGES

Ph.d. i jordbrugsvidenskab

SEGES



Promilleafgiftsfonden for landbrug

Agenda

1. Mikroorganismers betydning for jordens kulstofcyklus
2. Mikrobiologisk struktur
3. Mykorrhiza og kulstoflagring
4. Sammenspil mellem mikroorganismer og afgrøder
5. Hvad sker der under stigende temperaturer?
6. Opsummering



SEGES



Jordens kulstofcyklus

Mikroorganismernes rolle

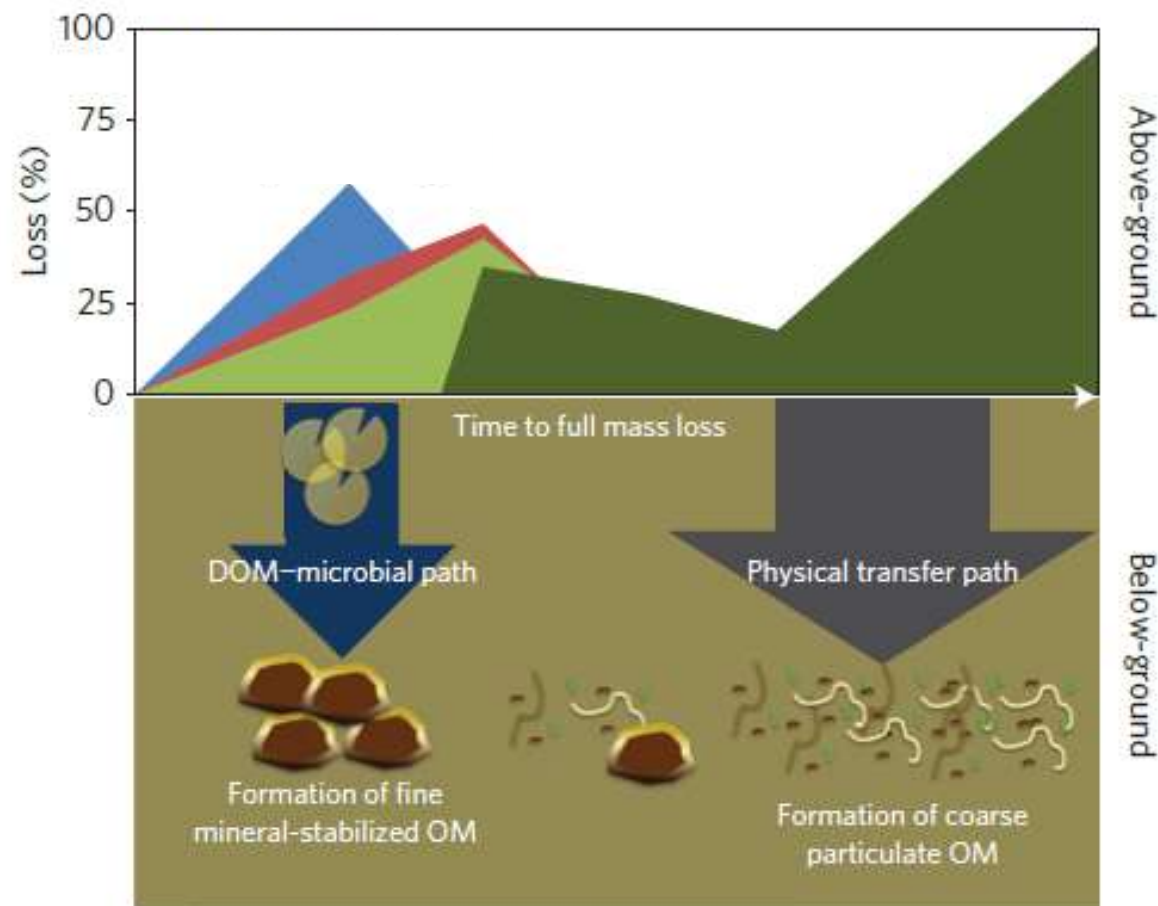
SEGES



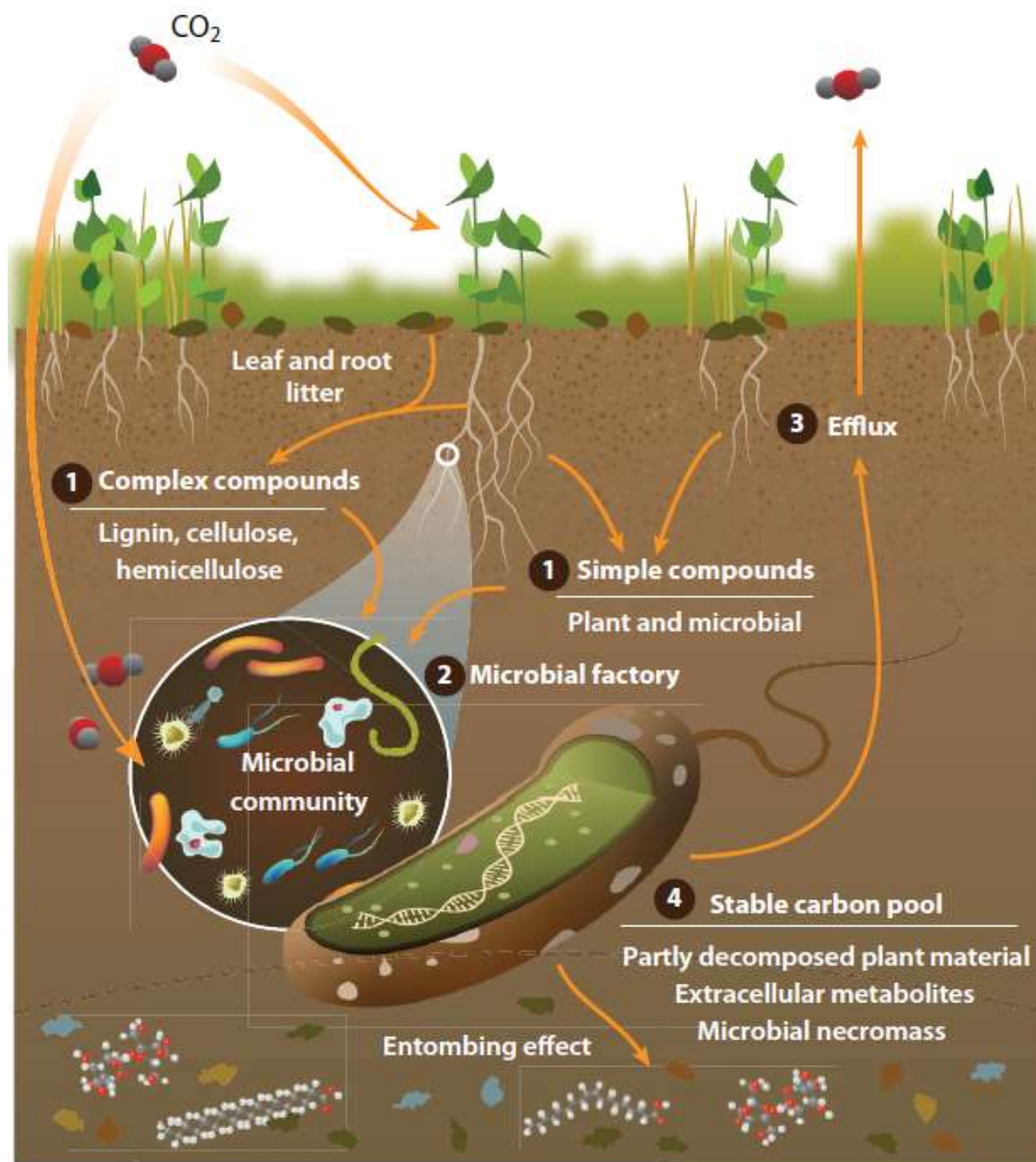
Mikroorganismer er vigtige for kulstoflagringen i jord

- Mikroorganismer styrer balancen mellem:
 - Frigivelse af C til atmosfæren (Tab) ↔ Stabilisering af C i jorden (Input)
- Anerkendelse af mikroorganismernes betydning for kulstoflagring er stigende
- Kulstof input fra mikroorganismer har større sandsynlighed for at blive stabiliseret end direkte input fra planter
- Afledt effekt af jordens mikroorganismer: aggregatdannelse og fysisk beskyttelse af jordens kulstof

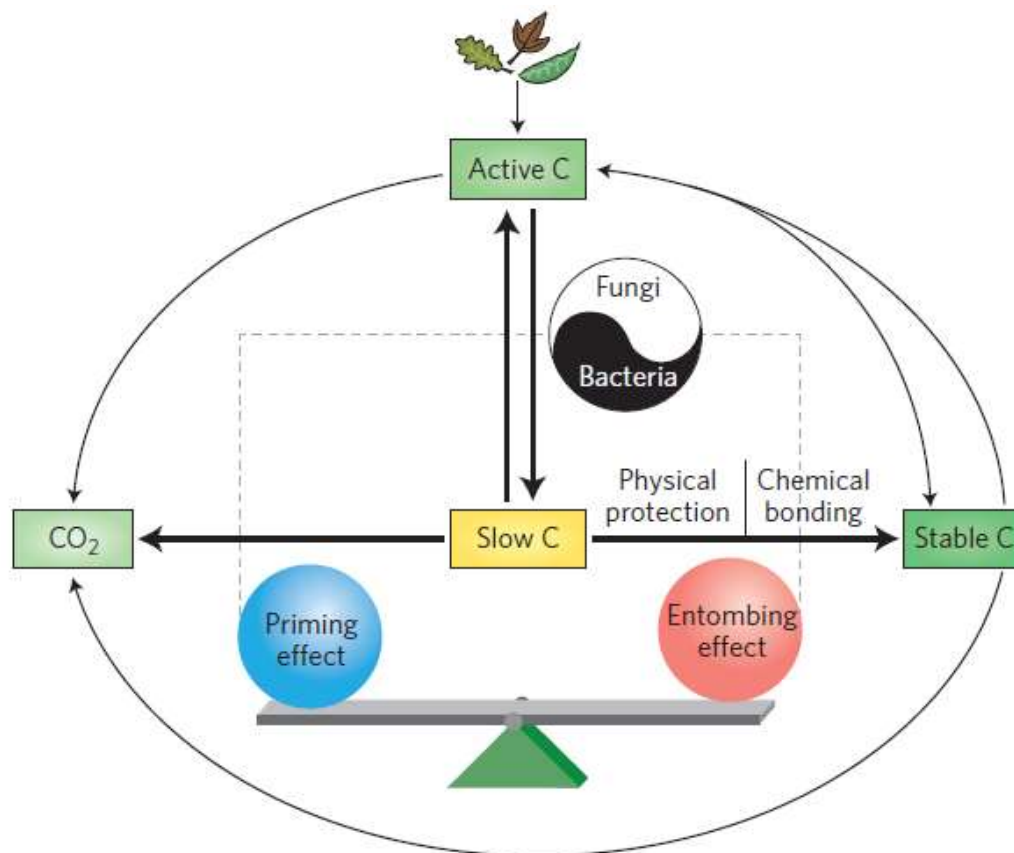
Veje til opbygning af kulstof i jorden



Cotrufo et al, 2015
Nature geosci. 8



Regulering af stabilt kulstof



Liang et al, 2017,
Nature Microbiol. 2

Mikrobiologisk struktur

SEGES



Betydningen af jordens mikrobielle struktur

Mikrobiel struktur = sammensætningen af mikroorganismer

- Svampe og bakterier er de to mest dominerede grupper af mikroorganismer i jorden
- De bruger kulstof med forskellige effektivitet (Carbon Use Efficiency: CUE)
- Bakterier har lavere CUE end svampe
- Lavere CUE giver en større andel af omsat kulstof som frigives som CO₂
- Svampe vil derfor stabilisere mere kulstof end bakterier

Hvordan kan den mikrobielle struktur måles?

- En metode til at måle den mikrobielle struktur er via fedtsyreanalyser (PLFA)
- Først ekstraheres fedtsyrerne fra jorden
- Så adskilles de i forskellige klasser (PLFA, NLFA mm)
- Tilsætning af en intern standard
- Identificering af forskellige grupper via biomarkører

Hvordan kan den mikrobielle struktur måles?



Flere svampe og større mikrobiel biomasse?

- Varieret sædskifte: øget enzym aktivitet, højere svampe:bakterie ratio, mere mykorrhiza
- Reduceret jordbearbejdning: højere svampe:bakterie ratio, mere mykorrhiza
- Økologisk jordbrug: større mikrobiel biomasse
- Brug af efterafgrøder: større mikrobiel biomasse
- Samdyrkning af flere arter: større input til mikroorganismene

Six et al 2006
Soil Biol Biochem 70

Mykorrhiza

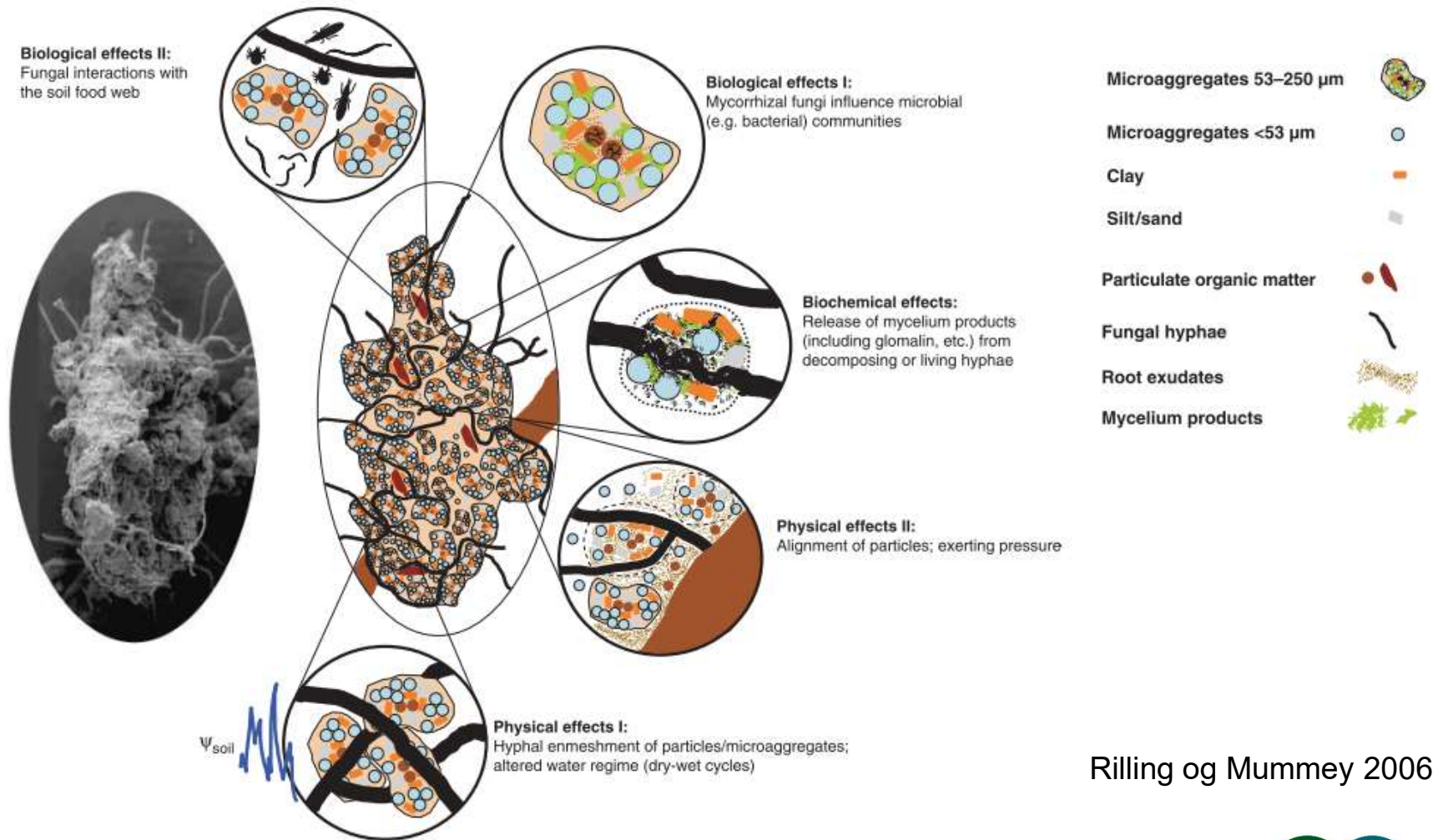
En vej til mere
C i jorden?

SEGES



Mykorrhiza: Hvad er det?

- Symbiose mellem planter og mykorrhizasvampe
- Ca. 70-80 % af alle plantearter kan danne symbiose med mykorrhizasvampe
- Svampen får kulhydrater og vitaminer og planten får næringsstoffer
- Kan være særligt vigtigt for planters optag af fosfor

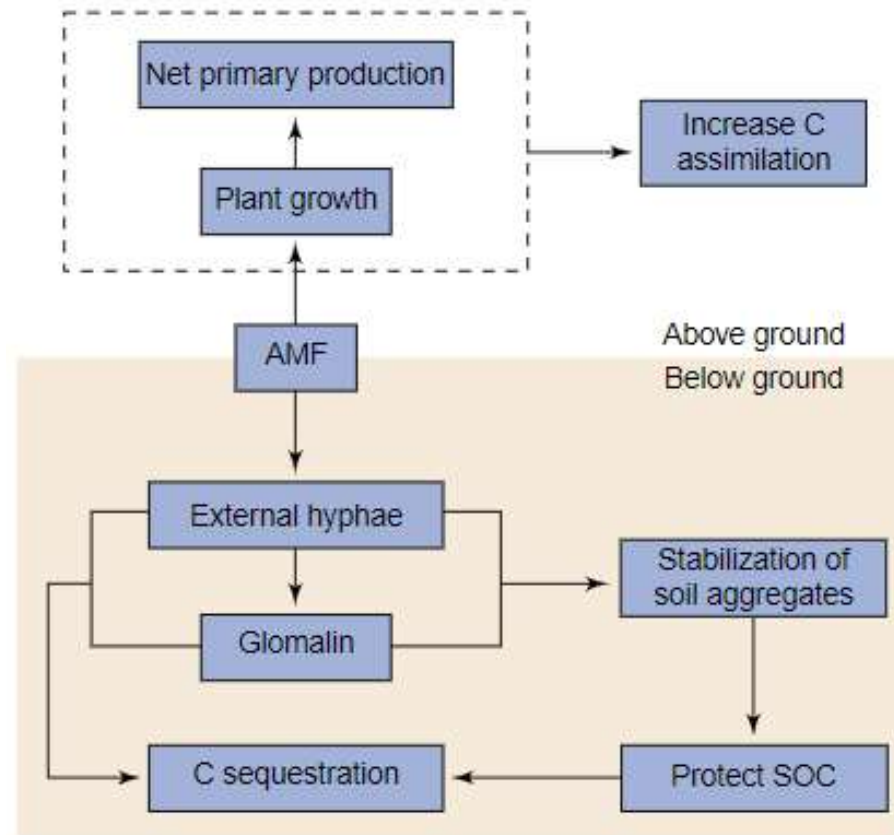


Rilling og Mummey 2006

Måling af mykorrhiza

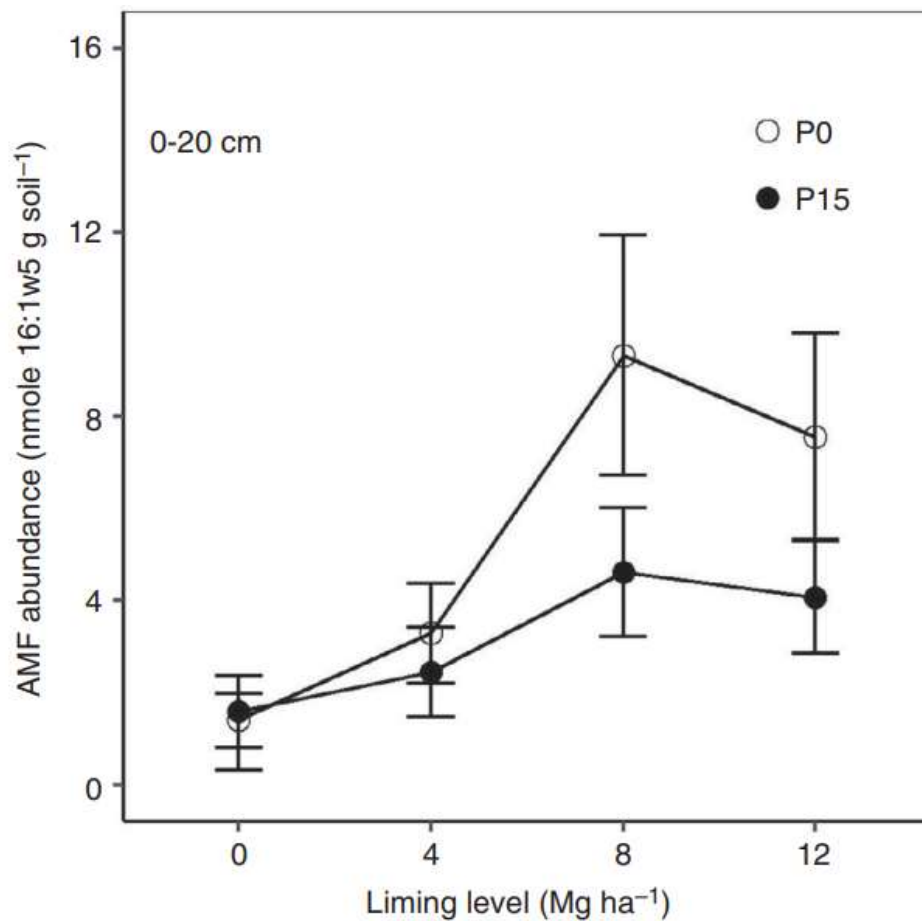
- Forekomsten af mykorrhiza bestemmes via fedtsyreanalyser (NLFA)
- NLFA biomarkør: 16:1 ω 5

Sammenspil mellem mykorrhiza og kulstoflagring



Zhu and Miller, 2003
Trends in plant science 8

Forekomsten af mykorrhiza påvirkes af jordens fosfortal og kalkningstilførsel



Christensen et al. 2021
Soil use and mangement

Glomalin: nøglen til mere kulstof?

Opdagelse:

- Et glykoprotein først beskrevet af Wright og Upadhyaya i 1996
- Dokumenterede et protein fundet på hyferne af mykorrhizasvampe

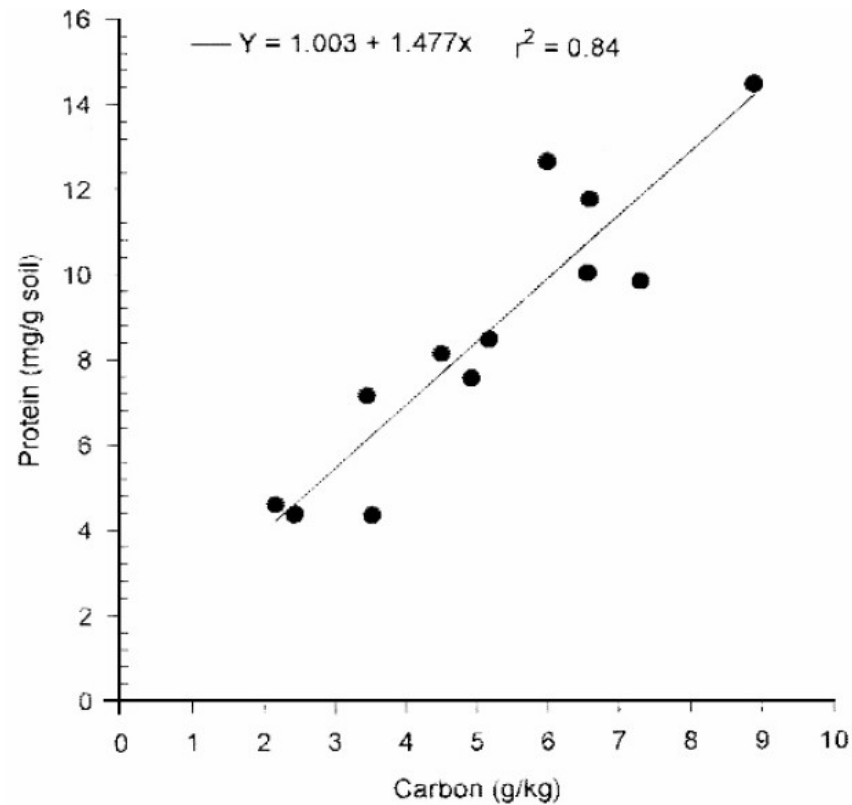
Egenskaber:

- Langsom omsætning i jorden → kilde til øget C i jorden
- Lagring af C og N
- Øget aggregatstabilitet

Måling af glomalin indhold

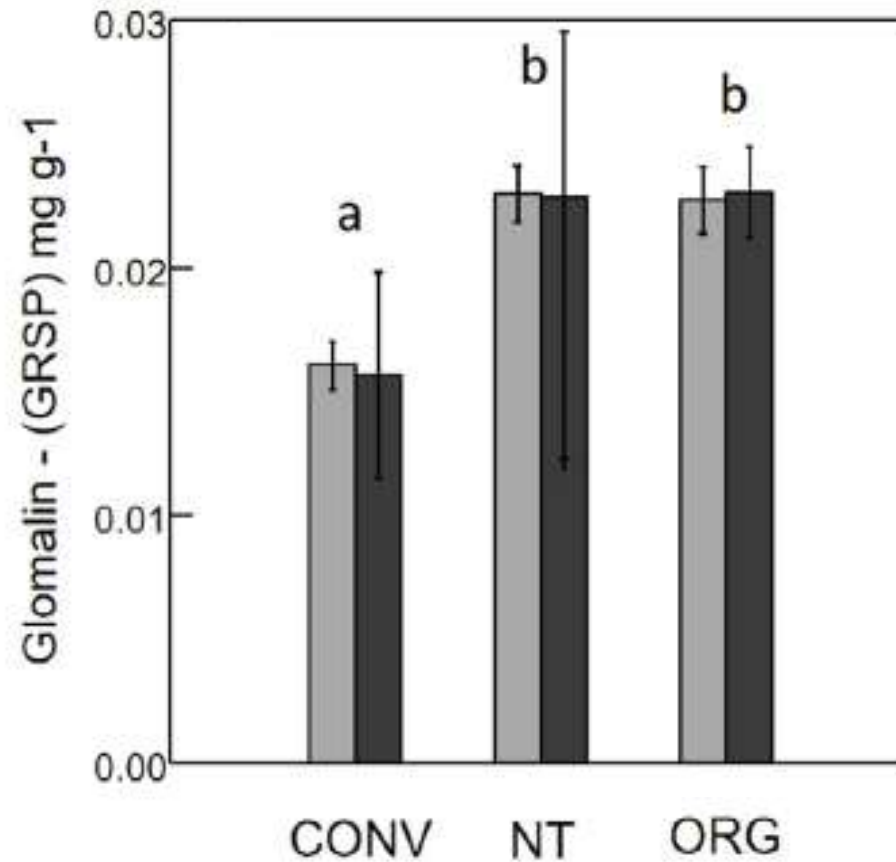
- Glomalin relateret jordprotein: "Glomalin"
- Glomalin ekstraheres ved 121°C i citrat buffer i 30-60 minutter
 - En eller flere ekstraktioner (let ekstraherbart glomalin eller total glomalin)
 - Koncentration af glomalin: Bradford analyse eller indirekte ELISA

Sammenhæng mellem jordens kulstofindhold og glomalin



Wright og Upadhyaya, 1996
Soil Science 161

Jordens glomalin indhold påvirkes af dyrkningen



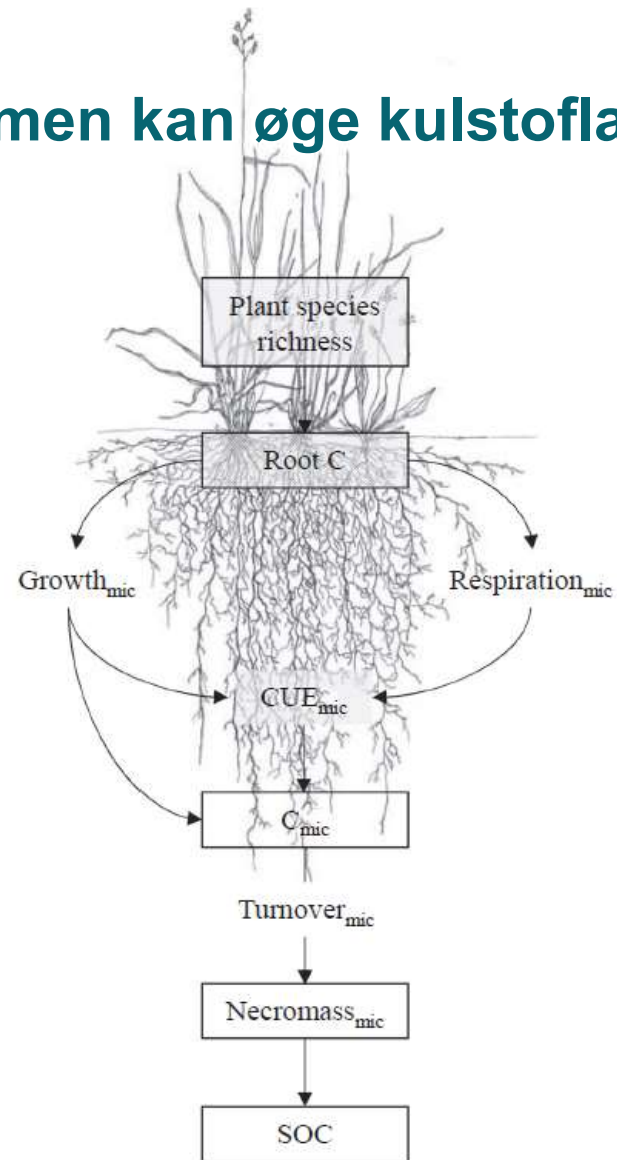
Gottshall et al 2017
Agri. Ecosys. Environ. 241

Flere arter – mere kulstof?

SEGES



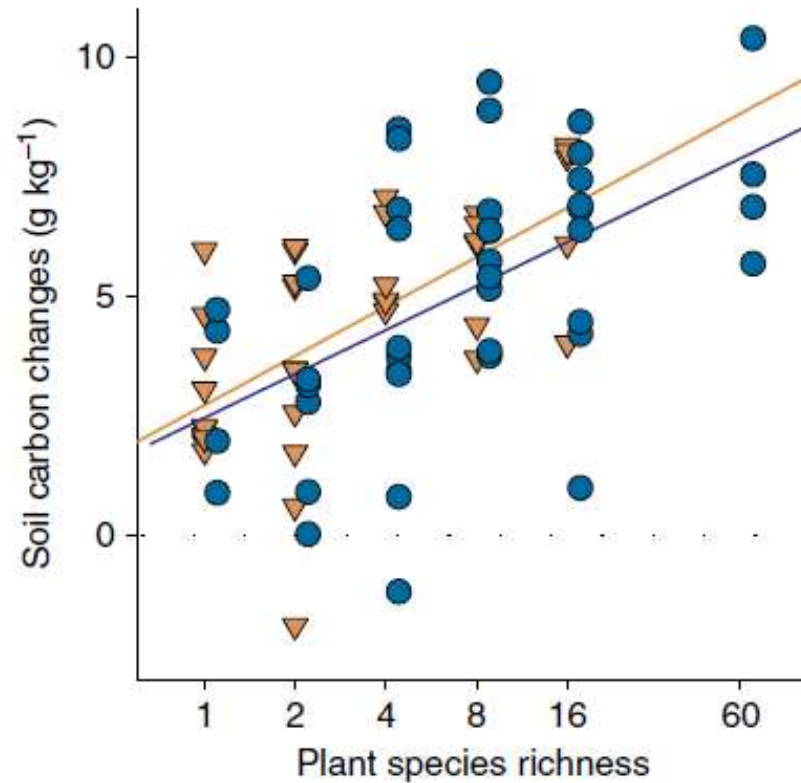
Flere arter dyrket sammen kan øge kulstoflagringen



Prommer et al, 2019
Glob. Change Biol.

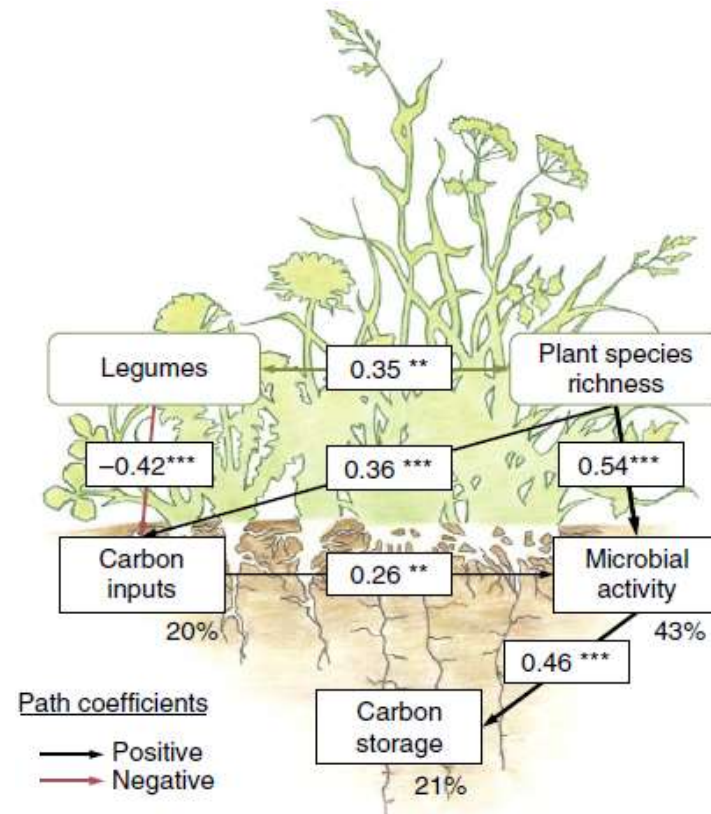
Flere arter dyrket sammen kan øge kulstoflagringen

- Baseret på studie fra Tyskland
- Data fra 9 år
- Gras biodiversitetsforsøg →
stigende antal (forskellige) arter
- Undersøgte forholdet mellem kulstof
input fra rødder vs nedbryding af den
eksisterende pulje af kulstof



Lange et al. 2014,
Nat. Commun.

Flere arter dyrket sammen kan øge kulstoflagringen



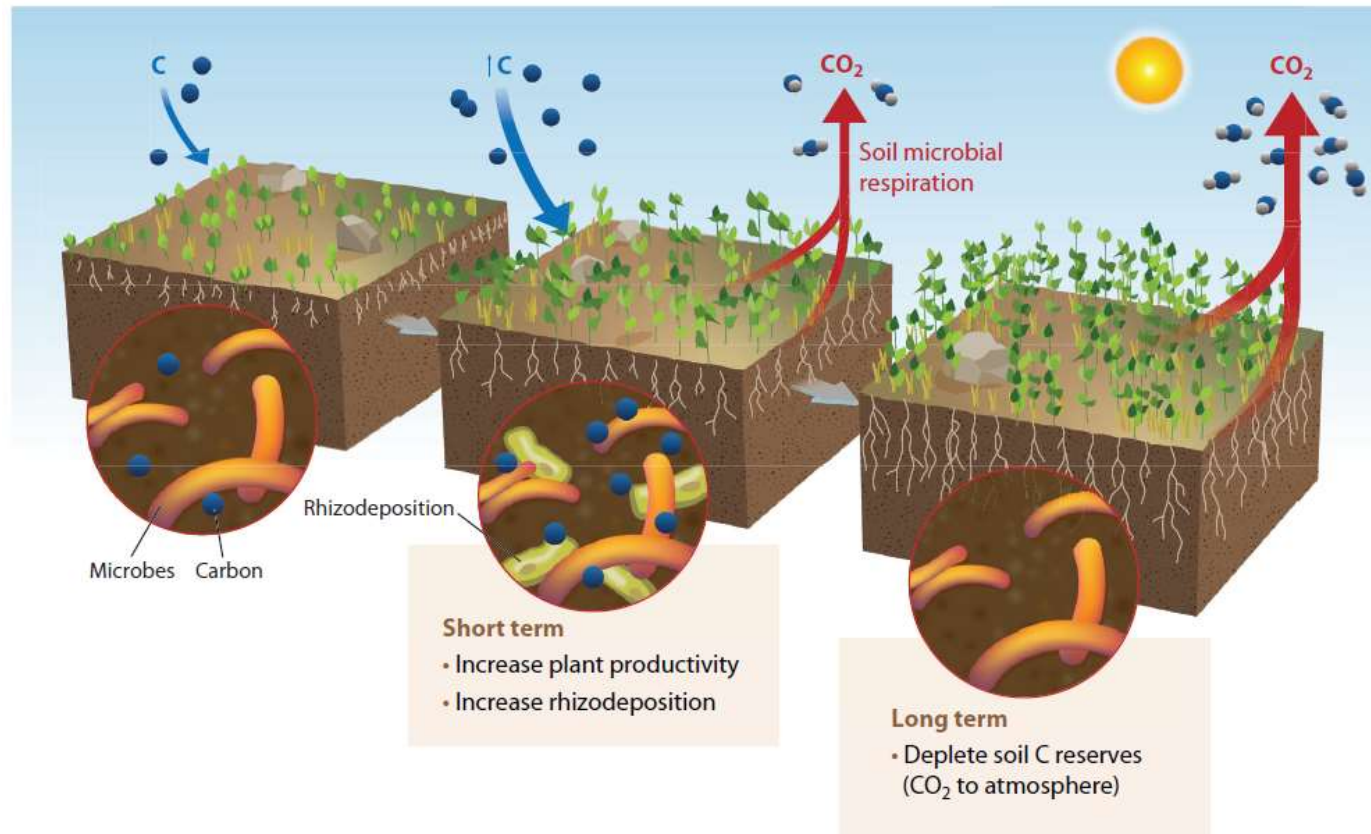
Lange et al. 2014, Nat. Commun.

Højere temperaturer

SEGES



Et varmere klima giver højere input af C... men



Naylor et al, 2020, Annu. Rev. Environ. Resour.

Opsummering

SEGES



Opsummering

- Mikroorganismer spiller en vigtig rolle for kulstoflagring i jord
- Den mikrobielle struktur er betydende for balancen mellem frigivelse og stabilisering af kulstof i jorden
- Når jorde er mere svampedomineret → stabiliseres mere kulstof
- Mykorrhizasvampe udskiller glomalin, som er en stabil kulstofforbindelse i jord
- Flere arter dyrket sammen kan øge jordens kulstofindhold via stimulering af jorden mikroorganismer
- Når temperaturen stiger – øges inputs af kulstof til jorden, men i længden falder indholdet af kulstof i jorden muligvis