

Efterafgrøder og organiske gødninger

- Effekt på kulstoflagring og jordfrugtbarhed

CatCap Catch crops for Carbon Capture

Fertihood Organic RDD6 projekt

Veronika Hansen

Adjunkt

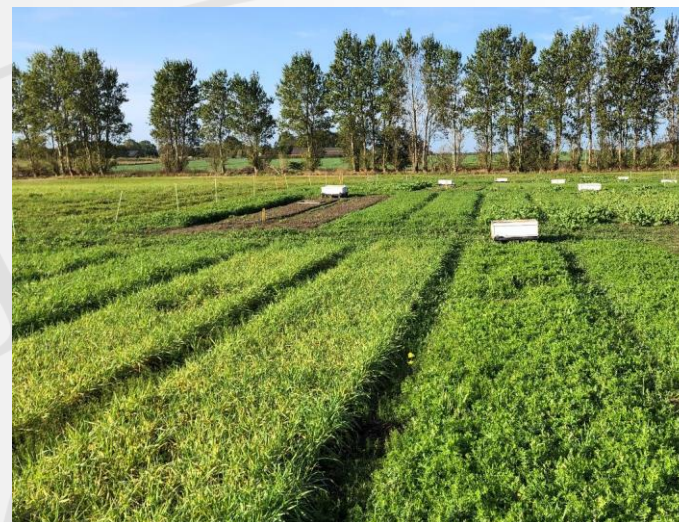
Institut for Plante- og Miljøvidenskab

Lars Stoumann Jensen

Jakob Magid

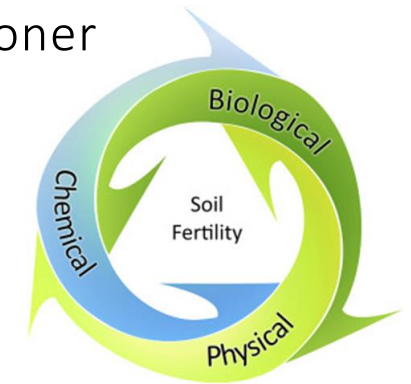
Tine Engedal

KØBENHAVNS UNIVERSITET

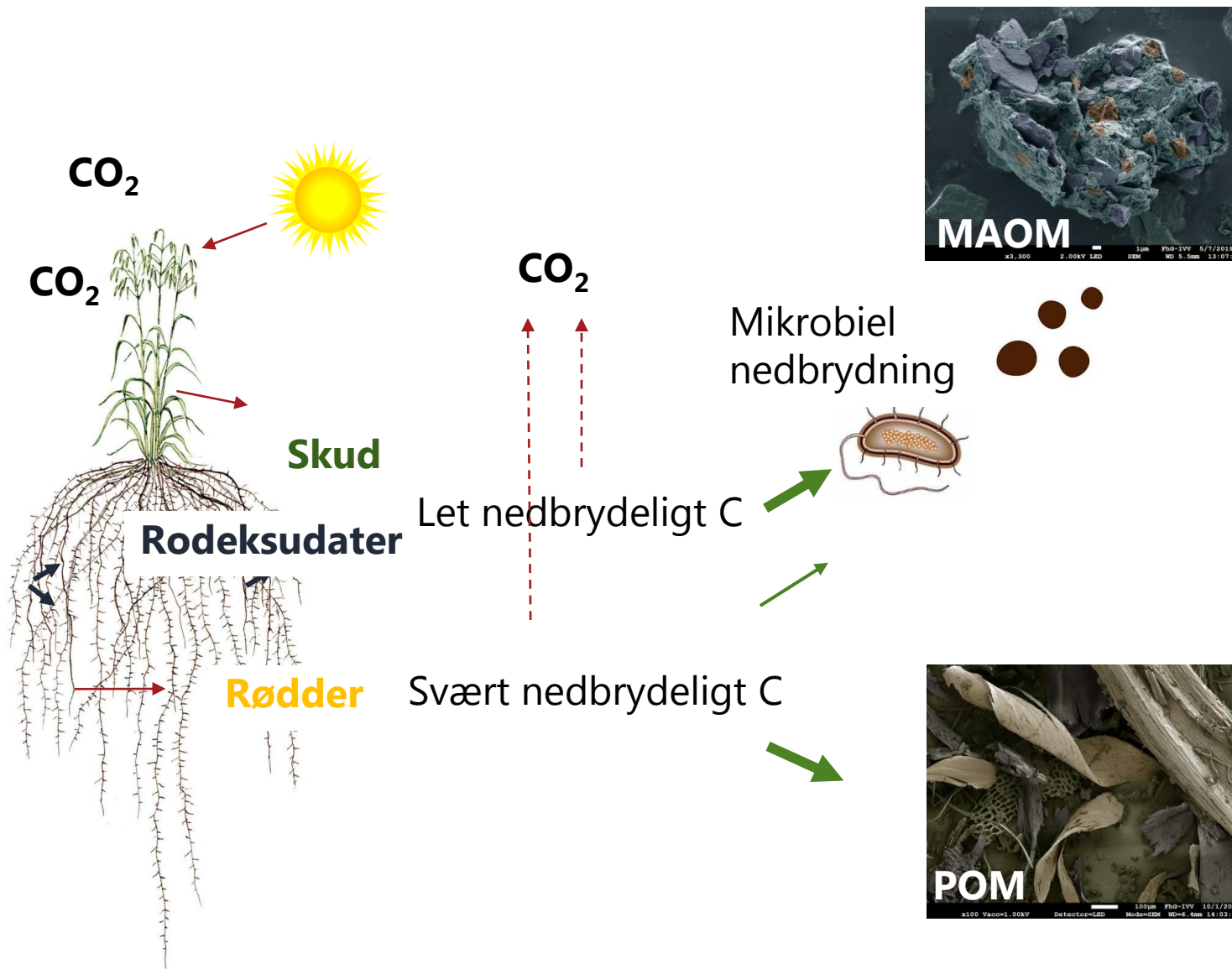


Kulstoflagring – større C input end tab

1. Klimavirkemiddel – kulstoflagring fjerner CO₂ fra atmosfæren
2. Jordfrugtbarhed – forbedring af jordens fysiske, kemiske og biologiske funktioner
 - Stimulerer mikrobielt aktivitet
 - Forbedrer jordstruktur – porøsitet og luftskifte øges
 - Forbedrer evnen til at holde på vand og næringsstoffer
3. Robust dyrkningsjord
 - Kan modstå klimaændringer og ekstreme vejrforhold
 - Længere, tørre perioder – jord med højt kulstofindhold holder bedre på vandet
 - Flere kraftige nedbørsmængder – jord med højt kulstofindhold har bedre infiltrationsevne



Kulstoflagring – Two pathway model



Mineralsk-associeret organisk stof (MAOM)

- Primært af mikrobiel oprindelse
 - Bundet til ler-mineraler
 - Beskyttet mod nedbrydning (fysisk)
- **Stabiliseret langvarigt (10-1000 år)**

❖ Lerjord kan binde mere C end sandjord

Partikulært organisk stof (POM)

- Primært af plante oprindelse
 - Frit eller bundet i aggregater
 - Delvist beskyttet mod nedbrydning (kemisk/fysisk)
- **Stabiliseret kortvarigt (0-100 år)**

Kulstofopbygning

Jordens organiske stof (SOM) indeholder 50-60% kulstof + andre næringsstoffer såsom N, P and S

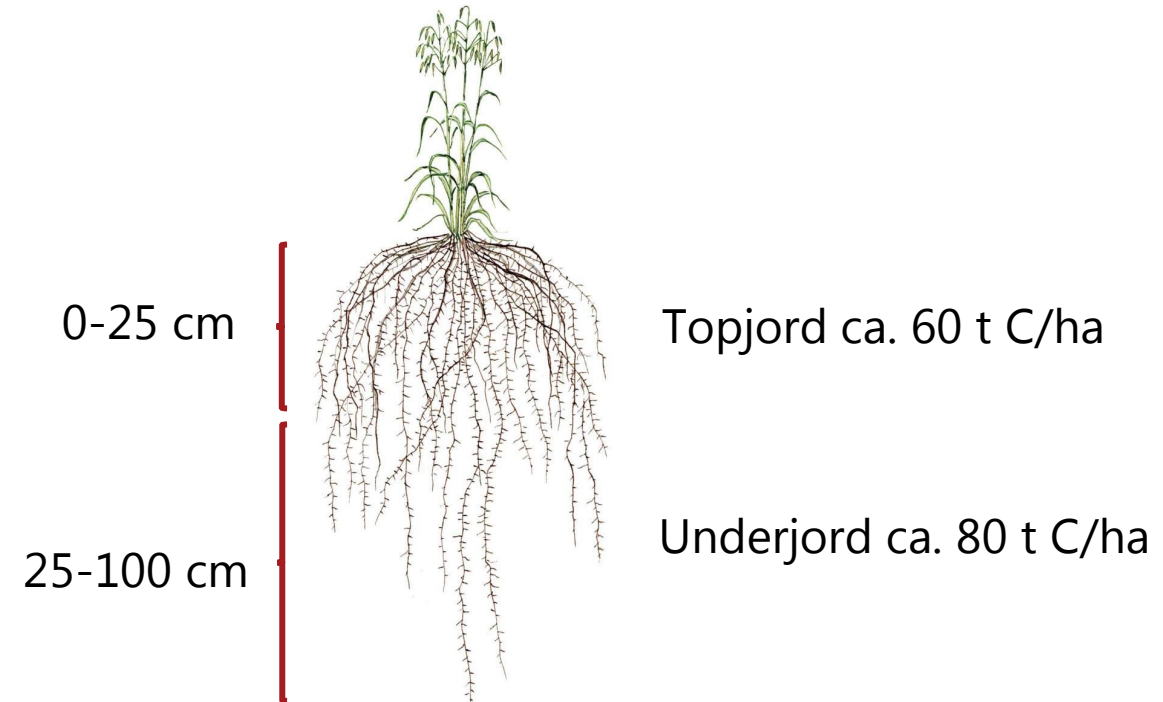
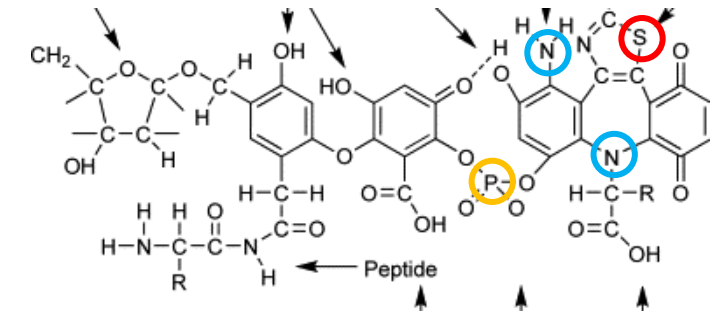
→ Kulstofopbygning kræver næringsstoffer

N-fikserende planter bidrager med N

Organisk gødning bidrager med P, S, K osv.

Kulstofindhold er svært at måle:

- Kan variere fra 0.5 – 2.5% C i en mark
- Ændringer af kulstof sker langsomt
- Mål efter 5 – 10 år
- F.eks. halmnedmuldning (4 t/ha) → 0.3 t C/ha/år



Kulstoflagring – hvordan?

1. Udnytte fotosyntese

- Flere træer (Skovrejsning, skovlandbrug)
- Flerårige afgrøder (f.eks. Græs, kløvergræs)
- Afgrøder med dybe rødder – C i dybere jordlag
- Efterafgrøder
- Høje udbytter – mere biomasse → flere rødder
- Nedmuldning af halm og andre planterester

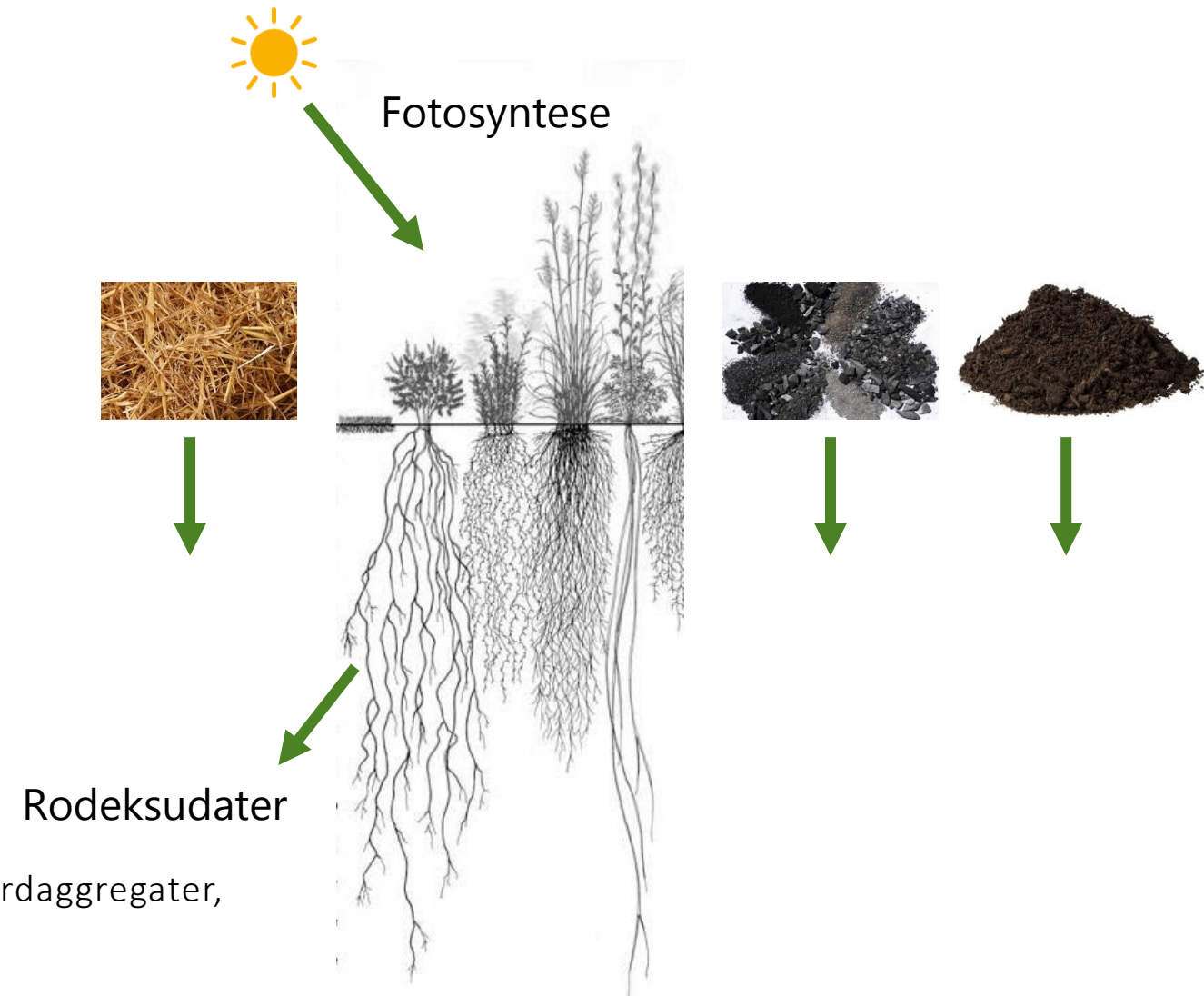
2. Tilføre kulstof

- Organisk gødning (f.eks. kompost, husdyrgødning)
- Biochar (stabilt produkt fra pyrolyse)

3. Undgå tabet af eksisterende kulstof

- Reduceret jordbearbejdning – mindre erosion, bevar jordaggregater, beskyttelse af partikulært organisk stof (POM)

➤ Kombination af disse tiltag



Efterafgrøder og kulstoflagring

- Forskellige familier har forskellige egenskaber:
 - Græsser – høj C input via rødder og rodesudater, overvintrende, høj C:N forhold
 - Korsblomstrede – dybe rødder, høj biomasse og C input, men ingen symbiose med mykorrhiza
 - Bælgplanter – N-fikserende, lav C:N forhold, overvintrende
- Blandinger i forhold til C-lagring – kan efterafgrøder supplere hinanden?

Vinterrug



Olieræddike



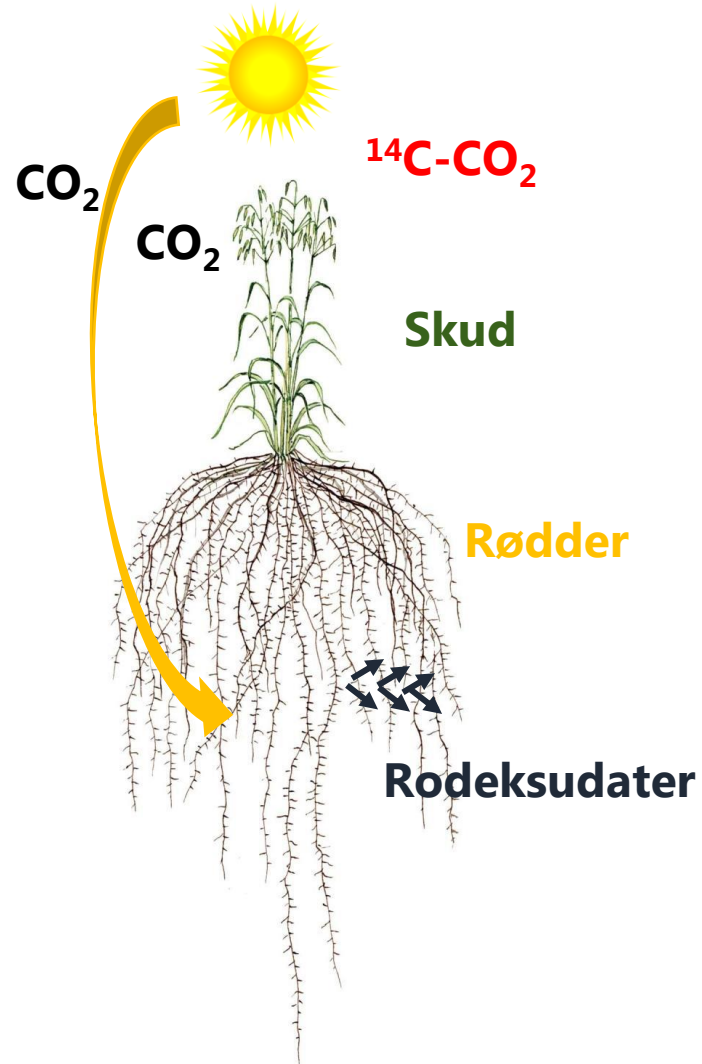
Vintervikke



Vinterrug + vintervikke + olieræddike



Mærkning med radioaktiv kulstof ^{14}C



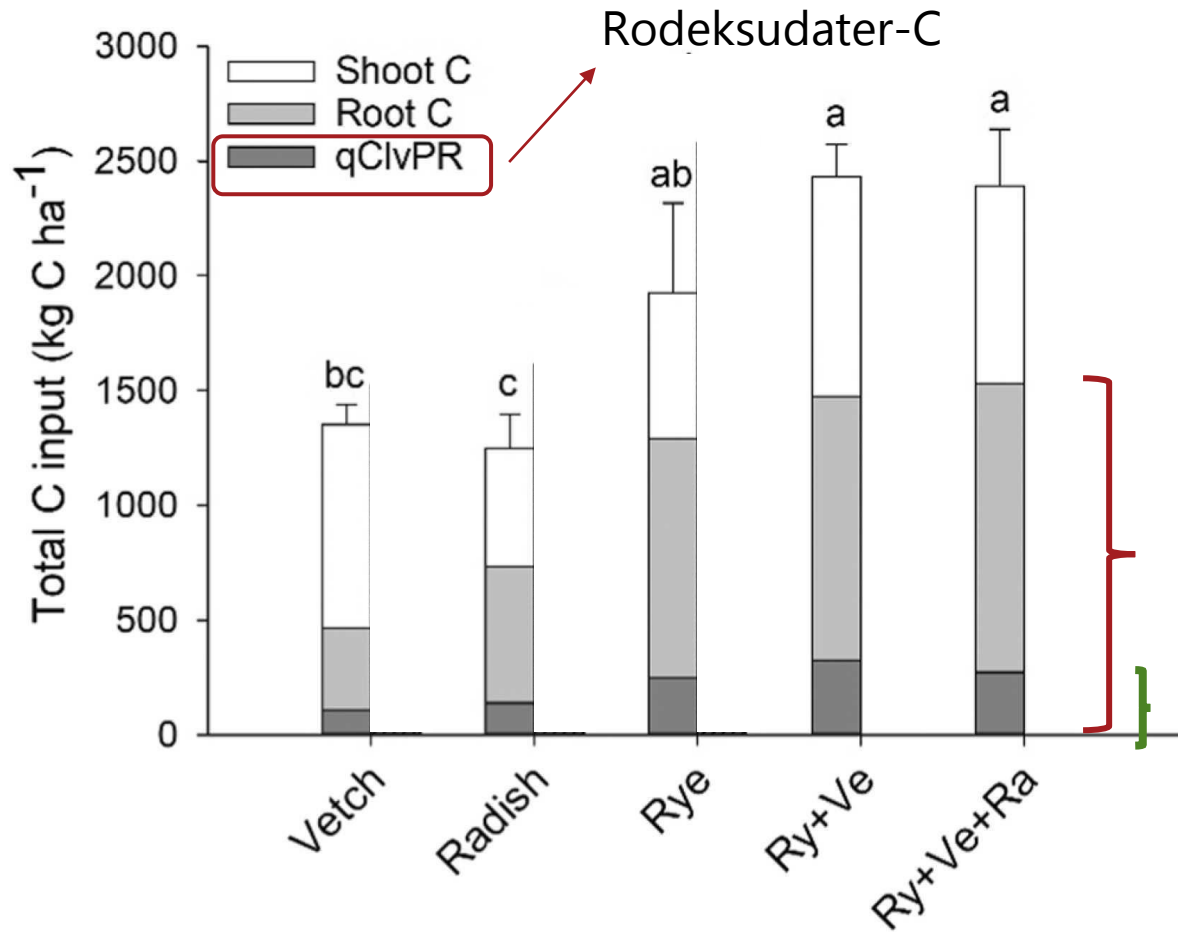
14C mærkning
Fra sep - nov



Prøveudtagning i
november

0-30 cm

Efterafgrøder og kulstof input



Total C input: 1.2 – 2.5 tons C per ha

→ Hvor meget C bliver stabiliseret i jorden?

Stort bidrag i underjorden

Rodeksudater-C: 7-15% af total net C

Efterafgrøder og kulstoflagring

Total C input 1 -3 ton C/ha/år – hvor meget kulstoflagring?

Metastudier viser at dyrkning af efterafgrøder kan medføre:

12-15 % stigning i kulstoflager

Kulstoflagring 0 – 0.6 ton C/ha/år

- Jian et al. 2020, Joshi et al. 2023, Poeplau and Don 2015, Blanco-Canqui 2022
- Målt i 0-15 cm, 0-22 cm, 0-30 cm
- Målbart først efter 5-10 år
- Kun hvis udbytter er højere end 2-4 t biomasse/ha

Men Chaplot and Smith 2023 (Global Change Biology) mener:

- Overvurdering af potentialet – stor variation, utilstrækkelig kontroller, højest 0-30 cm dybde osv.

Efterafgrøder og jordfrugtbarhed

Potentiale til at forbedre **jordstruktur**

- Reduktion af vind- og vanderosion
- Biologisk løsning af kompakte jord – olieræddike, cikorie, lucerne
- Flere grove porer – bedre luft, vandtransport og rodvækst

Stimulere **biologisk aktivitet** – aggregatdannelse

- Flere regnorme → flere grove porer til rodvækst
- Føde for jordens organismer
- Symbioser med bakterier og svampe

Næringsstoffer

- Mindske N og S udvaskning
- N fiksering
- Mobilisering af P (boghvede, lupiner, honningurt, havesyre)



Efterafgrøder – kulstoflagring og jordfrugtbarhed

Kvantitet og kvalitet er afgørende:

- ❖ Lang vækstperiode → høj biomasse
 - Tidlig etablering (undersået, sået inden høst, lige efter høst)
 - Arter med dybe rødder (olieræddike, cikorie, farvevajd)
 - Overvintrende arter (vintervikke, vinterrug)
- ❖ Blandinger med overvintrende N-fikserende arter
 - Højere dyrkningssikkerhed i forhold til N tilgængelighed
 - Lavere C:N forhold
 - N frigivelse → vi har brug for N for kulstoflagring
 - Biologisk diversitet



Organiske gødninger og restprodukter

Recirkulering af værdifulde næringsstoffer og kulstof

Eksport af næringsstoffer i produkter (kød, mælk, æg, afgrøder)

- ❖ nedgang i udbytter → højere klimaaftryk
- ❖ udpining af jorden på lang sigt → ikke-bæredygtig næringsstofforsyning



Produkter af varierende kvalitet (udgangsmateriale og teknologi)

Fra gødning til jordforbedring (gylle, digestat → kompost, biochar)

- ❖ Procesteknologi – separation, biogas, pyrolyse, kompostering
- ❖ Blande forskellige produkter



Biokul

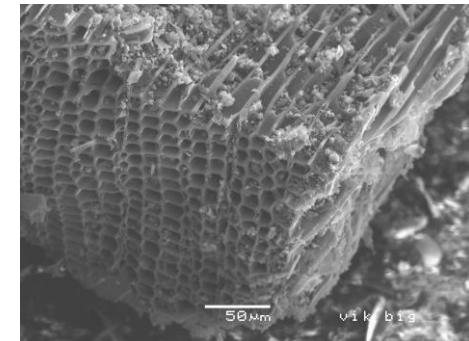
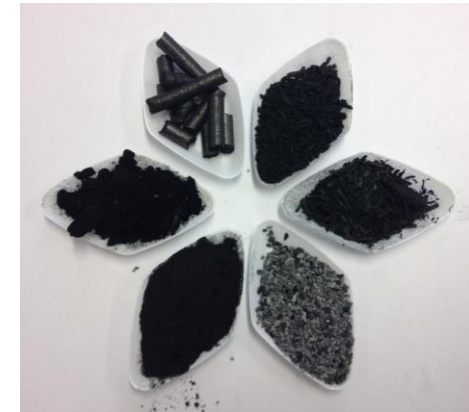
- ❖ Udgangsmateriale (træ, halm, fiberfraktion, slam)
- ❖ Betingelser uden pyrolysen (temperatur, tilførsel af ilt osv.)

Kulstoflagring

- Stabilt kulstof – svært nedbrydeligt

Jordfrugtbarhed

- Høj porøsitet → reducerer jordens volumenvægt → bedre luftskifte
- Høj overfladeareal → øger jordens vandholdende evne
- Forbedre jordstruktur og rodvækst – især på sandjord
- Kalkningseffekt, øger jordens pH
- Kan indeholde næringsstoffer (P, K)
- Biologisk aktivitet ???



Organiske gødninger – kulstoflagring og jordfrugtbarhed

Høj potentiale for kulstofbinding (biokul > kompost > husdyrgødning)

Struktur forbedres:

- Volumenvægt falder (kompost, biokul)
- Porøsitet og luftskifte øges
- Vandholdende evne øges

Kilde til P (husdyrgødning, struvit, P-holdig aske/biokul, kompost, frass, øgro)

Kilde til K (halmbiokul, halmaske, kompost)

Kilde til N kilde (husdyrgødning, afgasset biomasse)

Stimulere biologisk aktivitet (husdyrgødning > kompost > ??)

Robust dyrkningsjord

Kombination af disse tiltage

1. Udnytte fotosyntese

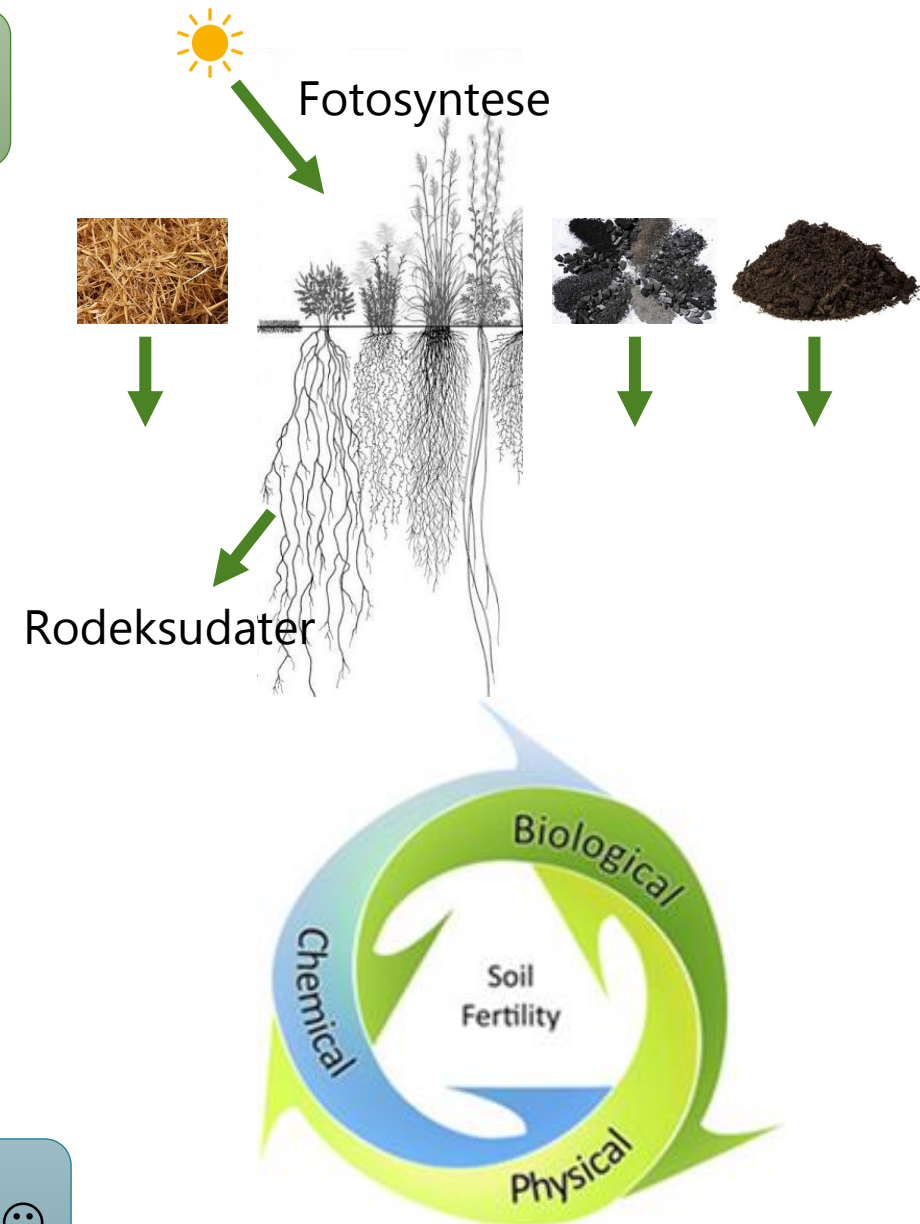
- Flere træer (Skovrejsning, skovlandbrug)
- Flerårige afgrøder (f.eks. Græs, kløvergræs)
- Afgrøder med dybe rødder – C i dybere jordlag
- Efterafgrøder
- Høje udbytter – mere biomasse → flere rødder
- Nedmuldning af halm og andre planterester

2. Tilføre kulstof

- Organisk gødning (f.eks. kompost, husdyrgødning)
- Biochar (stabilt produkt fra pyrolyse)

3. Undgå tabet af eksisterende kulstof

- Reduceret jordbearbejdning – mindre erosion, bevar jordaggregater, beskyttelse af partikulært organisk stof (POM)



Tak for jeres opmærksomhed 😊