

Efterafgrøder som klimavirkemiddel

- Kulstofinput og udledning af lattergas

CatCap Catch crops for Carbon Capture

Veronika Hansen, adjunkt

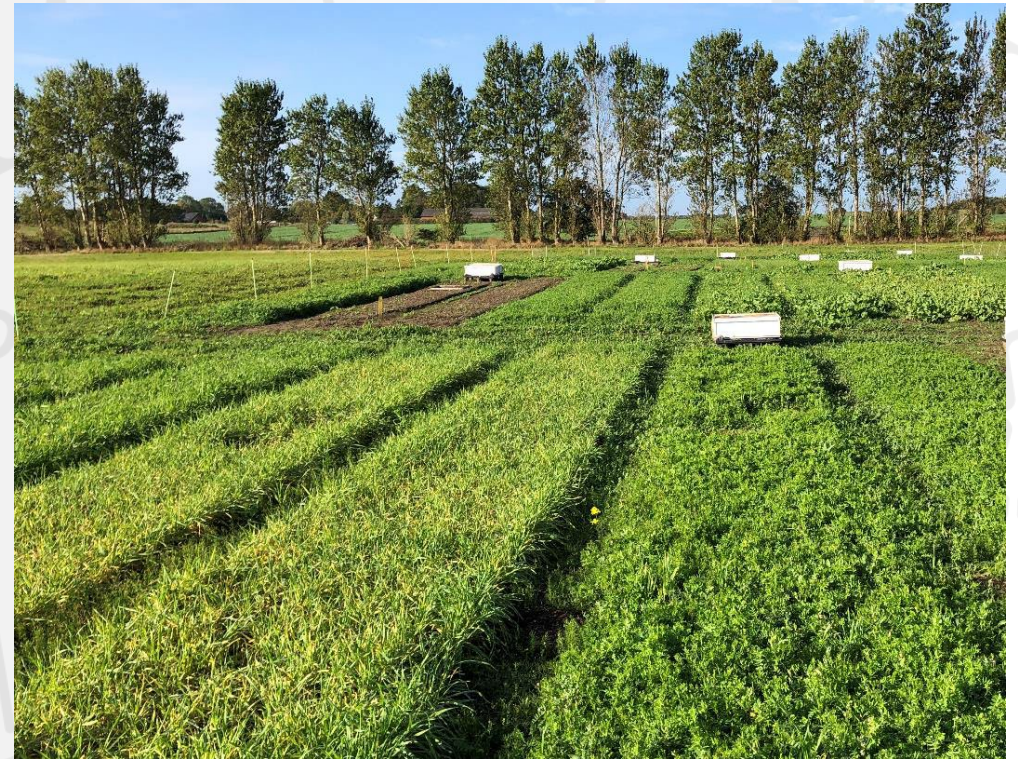
Maria Skovgaard Andersen, PhD studerende

Institut for Plante- og Miljøvidenskab

Lars Stoumann Jensen

Sander Bruun

KØBENHAVNS UNIVERSITET

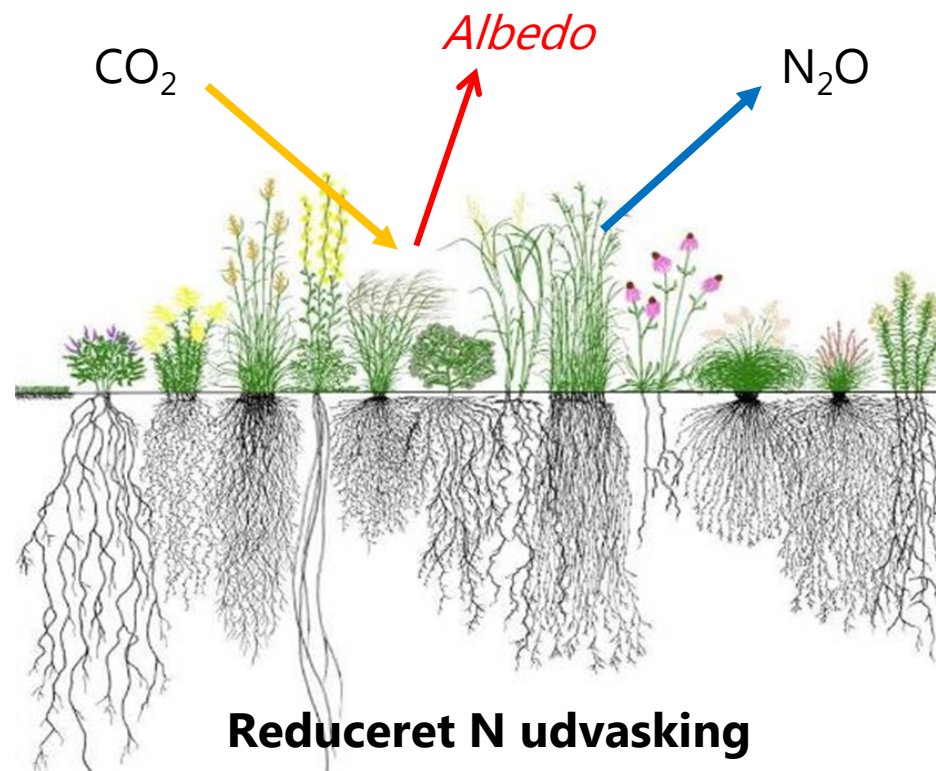


Ministeriet for Fødevarer,
Landbrug og Fiskeri
Landbrugsstyrelsen

Efterafgrøder som klimavirkemiddel (CatCap)

Kulstofbinding i jorden

- Hvad er det totale C-input fra skud- og rodbiomasse?
- C-stabilisering?



Reduktion af N_2O udledning

- Hvad er den samlede effekt over en vækstsæson?

Eftervirkning i efterfølgende afgrøder

- Positive eftervirkning kan erstatte mineralsk gødning

Fokus i CatCap projektet

- Kan vi finde en strategi der både giver høj C binding og N_2O reduktion?
- Og er det den samme strategi der reducerer potential udvaskning mest?

Efterafgrøder og artsvalg – betyder det noget for klimaeffekt?

- Forskellige familier har fordele og ulemper:
 - Græsser – høj C input via rødder, overvintrende, høj N optag men høj C:N forhold
 - Korsblomstrede – dybe rødder, høj biomasse, N og C input, men ingen symbiose med mykorrhiza og risiko for sædskifte sygdomme
 - Bælgplanter – N-fikserende, overvintrende, lav C:N forhold, hurtig N frigivelse, men også risiko for N-tab
- Er forskel mellem arter afhængig af N niveau, jordtype og klima?
- Blandinger – kan forskellige efterafgrøder supplere hinanden?

Vinterrug



Olieræddike



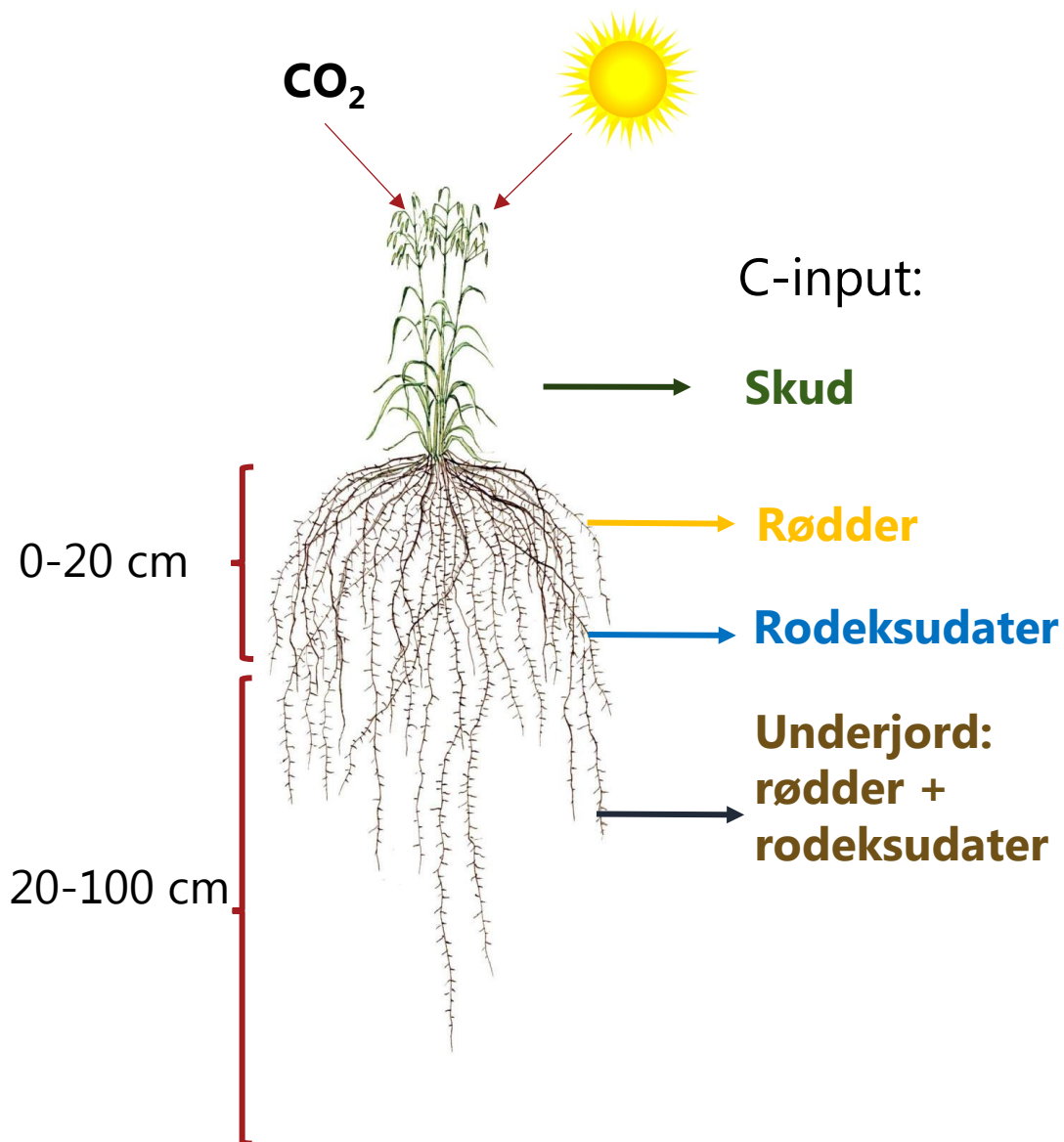
Vintervikke



Vinterrug + vintervikke + olieræddike

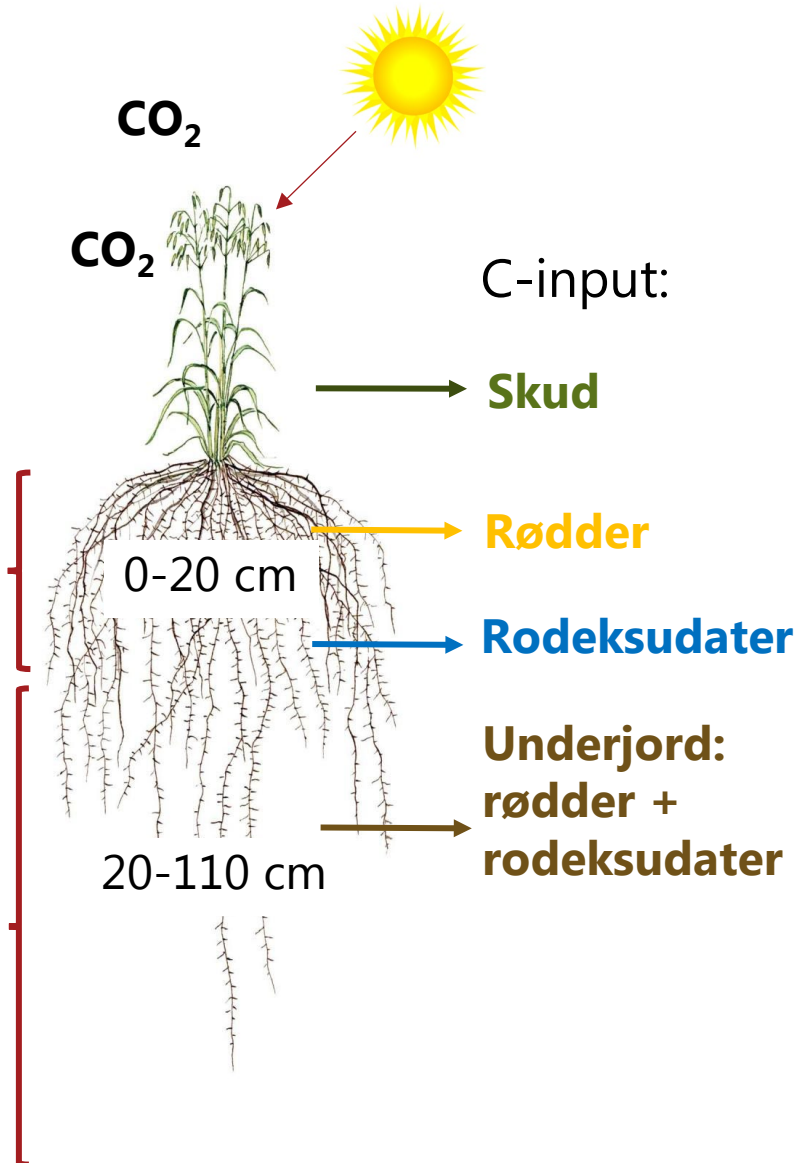


Kulstof input til jorden

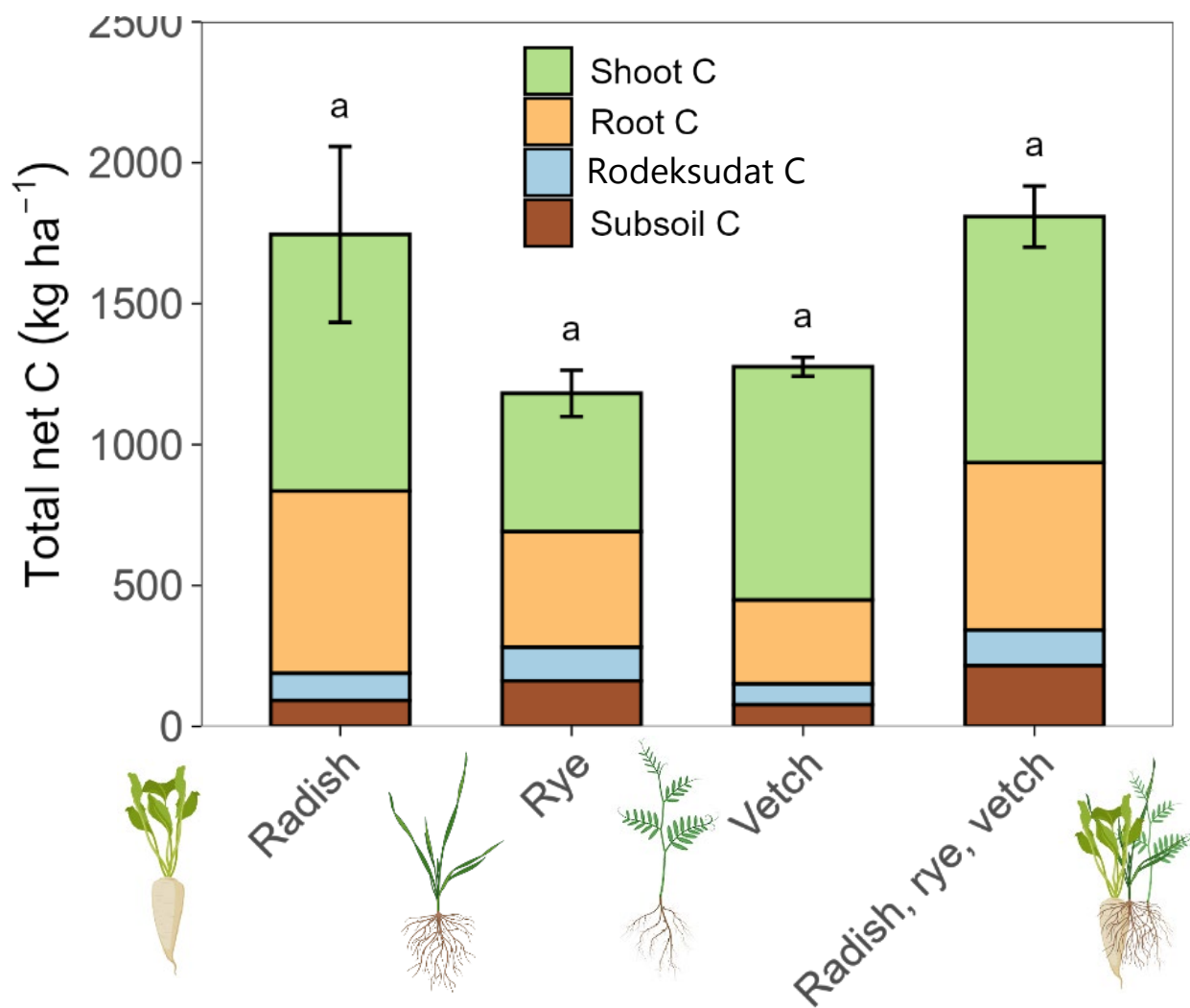


- Stor skudbiomasse → højt C input ved nedmuldning
- Stor rodbiomasse → lige så meget eller mere som over
- Rødderne udskiller rodeksudater (organiske forbindelser, rodceller mv.) kontinuerligt
- Flest rødder i pløjelaget (0-20 cm) men underjorden er dyb (20-100 cm)
→ efterafgrøder med hurtig rodvækst og lange rødder (korsblomstrede)
- Mikrobiel nedbrydning hurtig i overjorden men langsommere i underjorden (lav N og/eller O_2)
- **Efterafgrødernes underjordiske C input er afgørende**

Mærkning med radioaktiv isotop kulstof 14



Total C input i november 2022 – JB8



3 år: Andersen et al. in preparation

Skud biomasse 1 – 5 t TS/ha (fra 3 års forsøg)

Total C input 1300 – 1800 kg C/ha
(Fra 3 år: 1000-3000 kg C/ha)

Højest C input ved olieræddike og blanding
Hansen et al. 2025: olieræddike
Engedal et al. 2023: rug og blanding

Underjordisk C input
(rod+rodeksudater+underjord) 35 - 60% af
total C input

Rodeksudat C 6 - 12% af total C input
Fra 3 år: 6 – 21%

2 år: Hansen et al. 2025

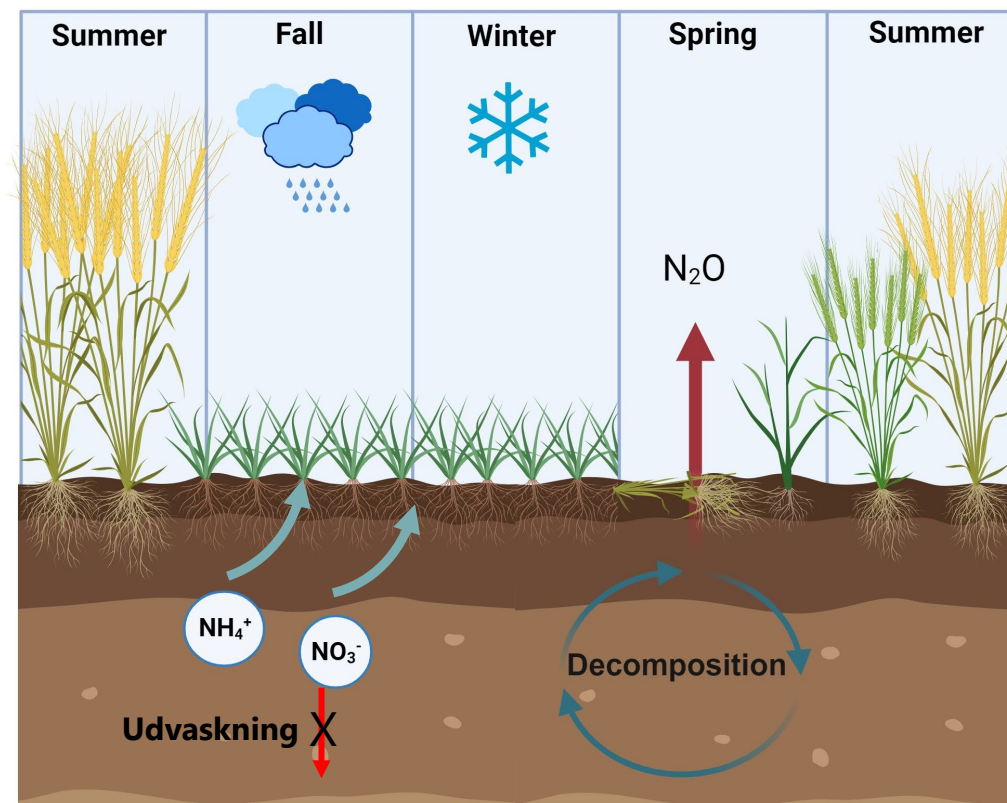
1 år: Engedal et al. 2023

Lattergas (N_2O) og efterafgrøder - hypoteser

Efterår:

Efterafgrøder optager N →

- mindre N til lattergasdannelse i marken (**direkte emissioner**)
- mindre N udvaskning til vandmiljøet (**indirekte emissioner**)



Foråret:

Nedbrydning af efterafgrøder:

Let omsætteligt C

Tilgængelig N

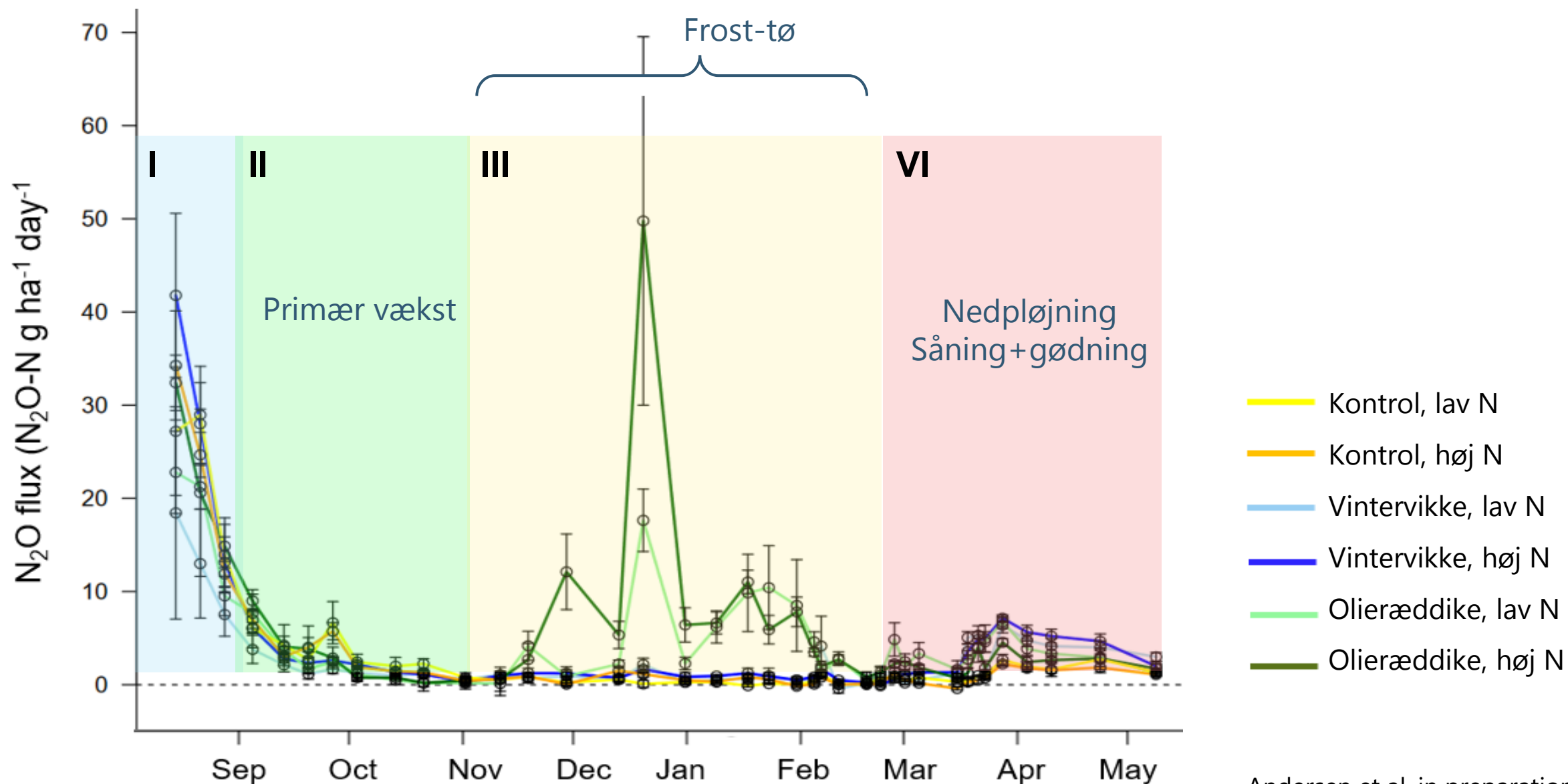
Lav ilt indhold eller iltforbrug

→ Gode forhold for N_2O dannelse

Effekt af efterafgrøder på N_2O :

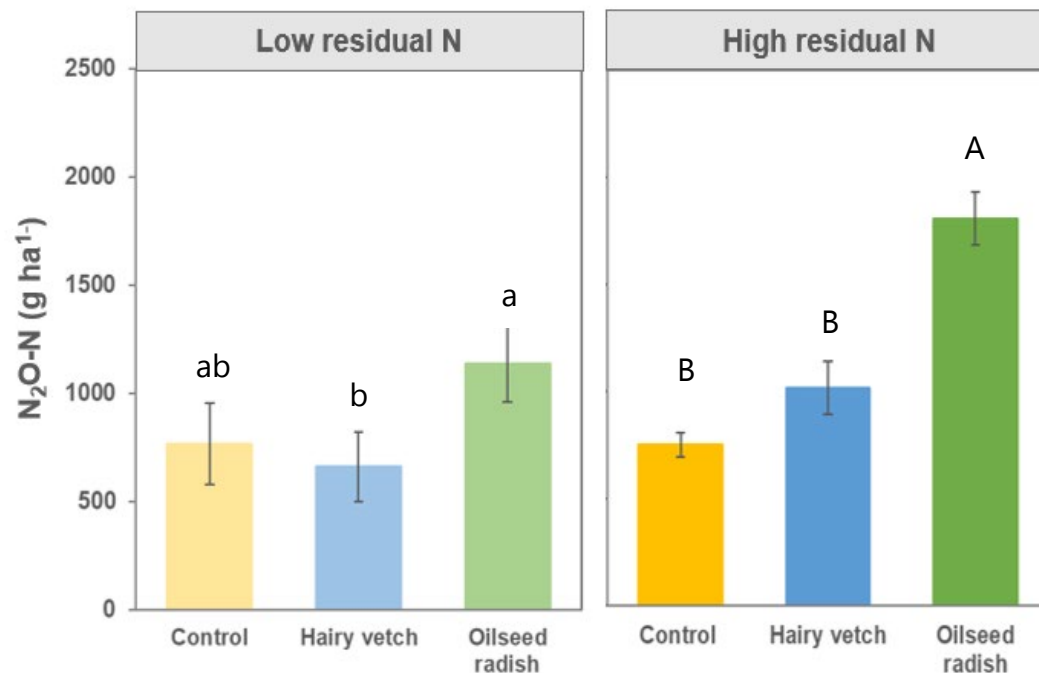
- N optag under vækst
- Kvantitet og kvalitet ved nedbrydning (biomasse og C:N forhold)
- Hvad sker der i løbet af vinteren ift. vinterfasthed?
- Samlet årlig effekt

Lattergas emissioner på sandjord (JB3) 2021-22

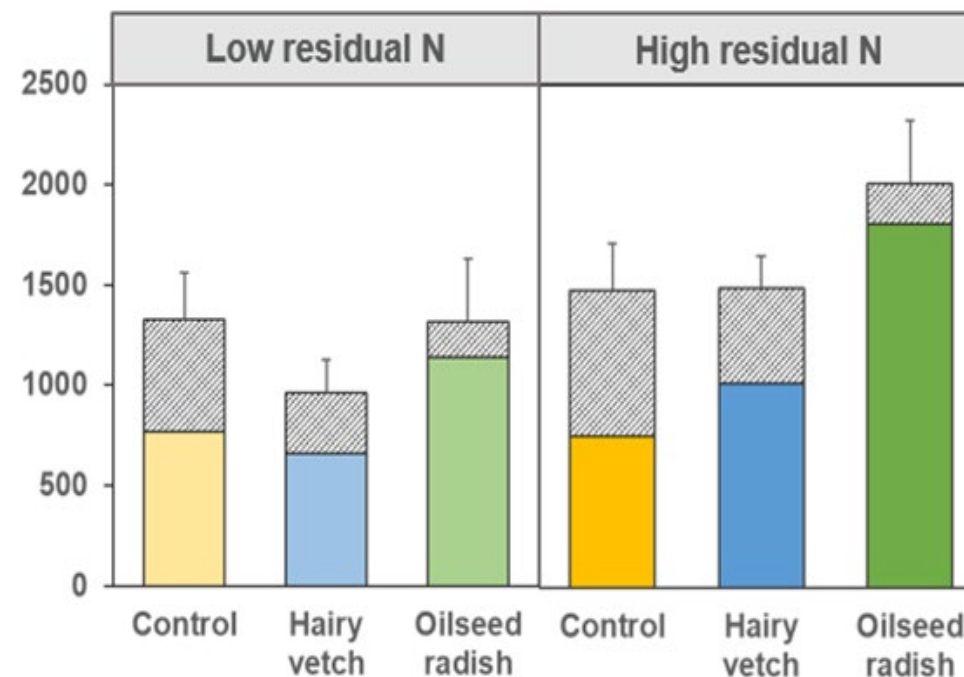


Årligt kumulerede N₂O emissioner på JB3 2021-22

Direkte emissioner

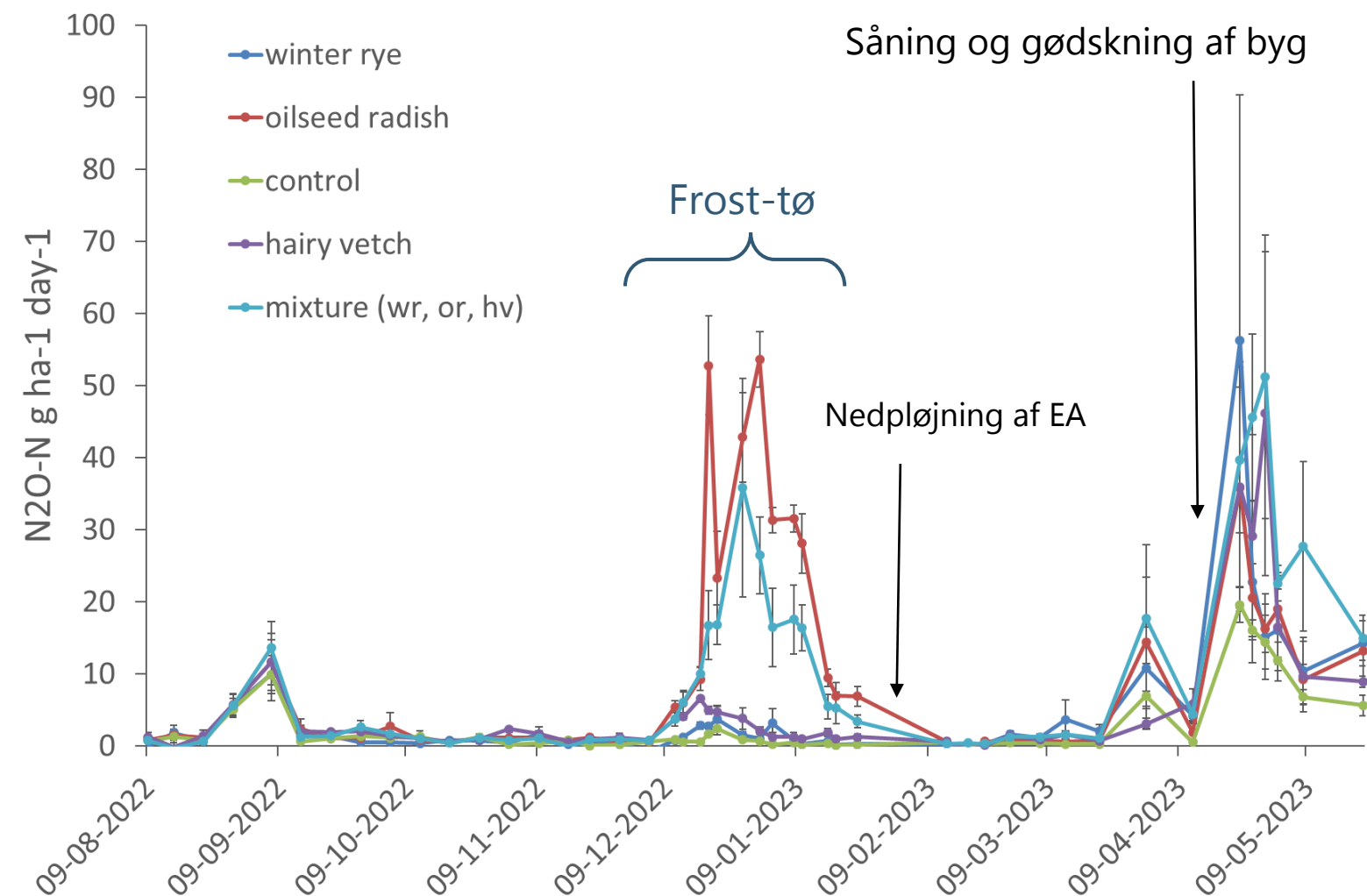


Direkte + indirekte fra potentiel udvasket N



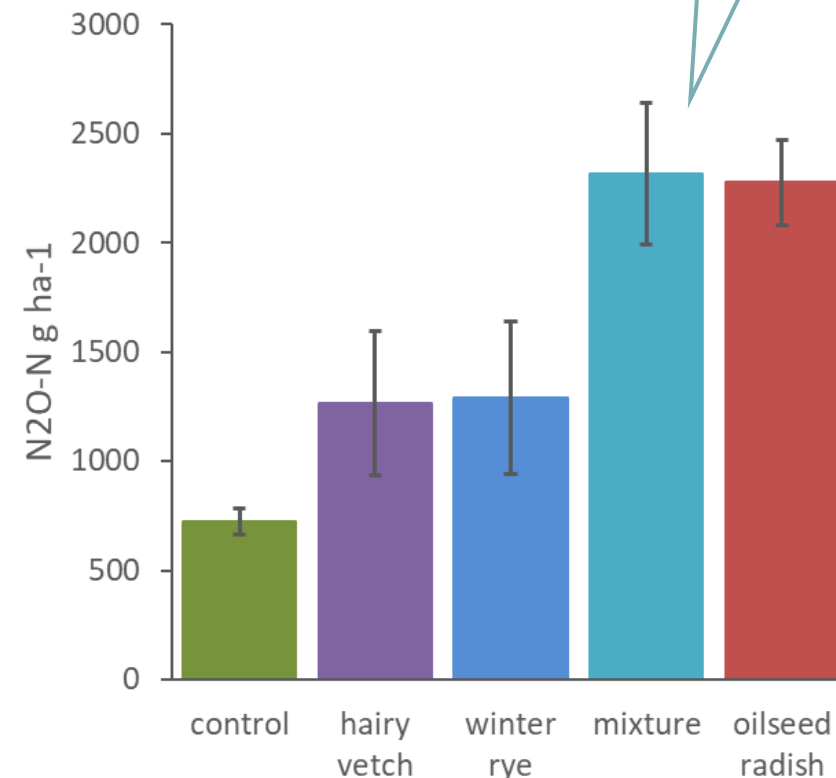
- Generelt tendens til **lidt højere samlede N₂O emissioner** fra efterafgrøder – men kun få signifikante
- **Emissionsfaktor < 1 %** for efterafgrøde biomasse N i nov. (85-148 kg N/ha)
- Medregnes indirekte N₂O, finder vi **ikke signifikant højere samlet N₂O emission**

Lattergas emissioner på lerjord (JB8) 2022-23



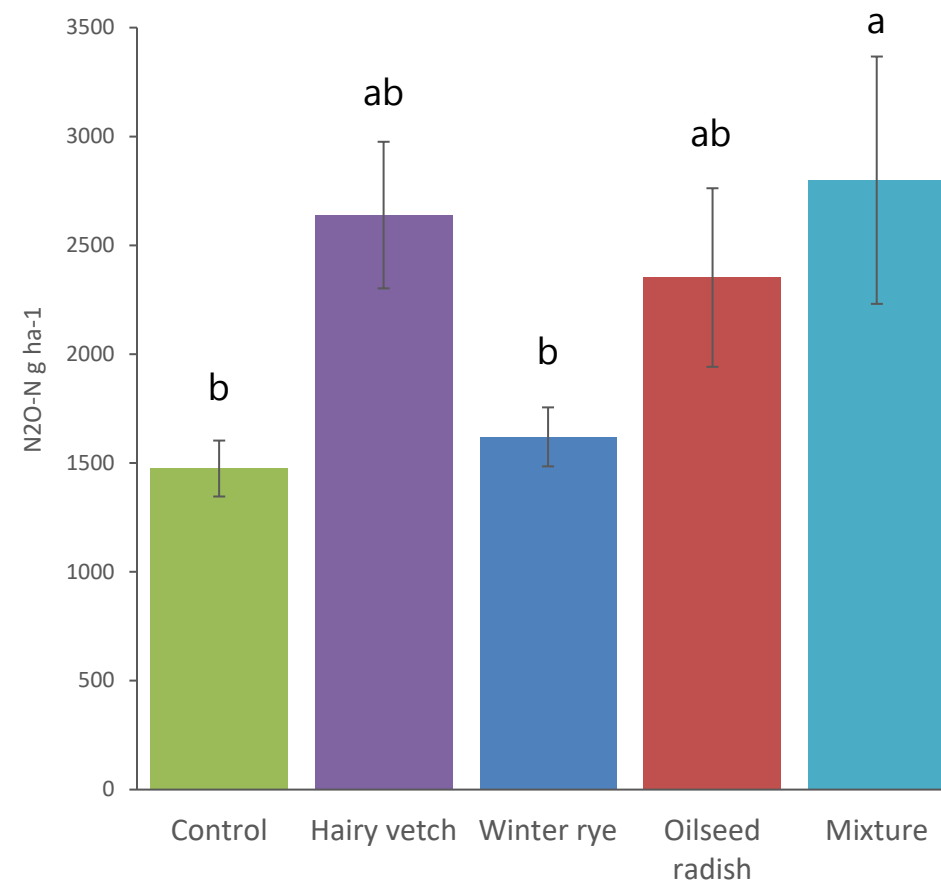
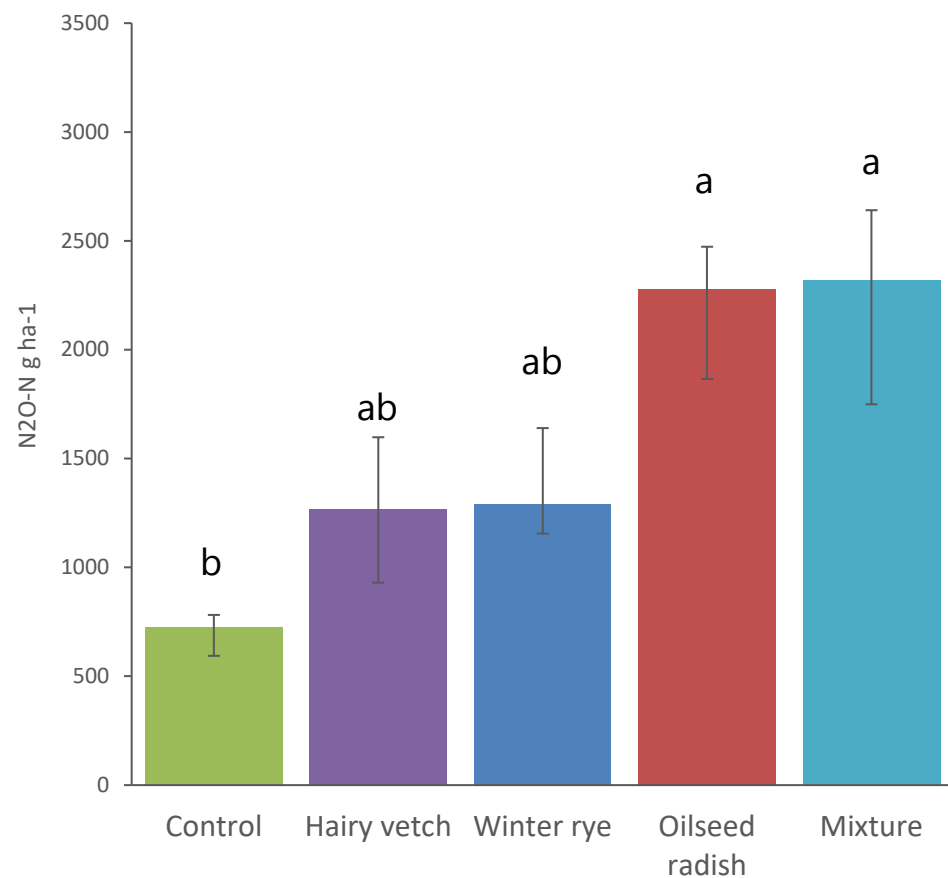
Blandingen giver lige så høje emissioner som ren ræddike

Kumulative emissioner

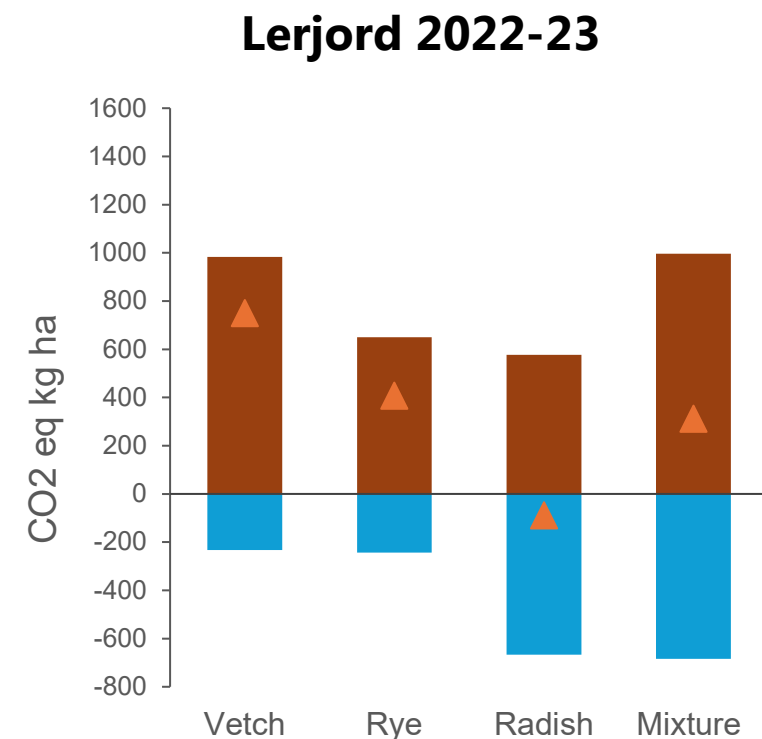
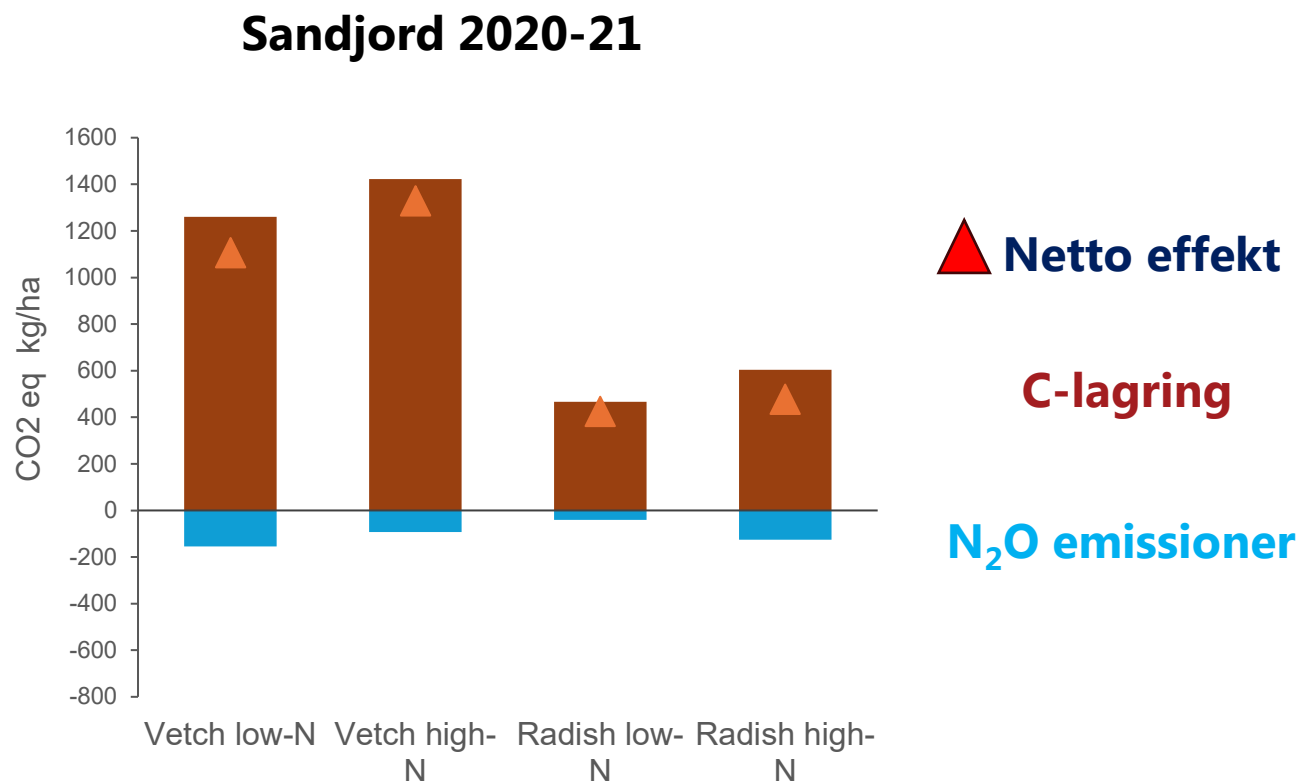


Andersen et al. in preparation

Lattergas emissioner på lerjord (JB8) 2022-23 og 2023-24



Netto klima effekt af C-lagring og N₂O emissioner (i CO₂-eq.)



- **Generelt** er den årlige C-lagring langt større end de direkte N₂O-emissioner = **positive netto klimaeffekter**
- På lerjorden hvor N₂O-emissionerne er højere og C input lidt mindre reduceres klimaeffekten væsentligt, specielt for olieræddike i ren bestand
- *OBS: effekt på indirekte N₂O emissioner ikke medregnet*

Den samlede effekt og mulige trade-offs

Fra N min 0-150 cm
i november

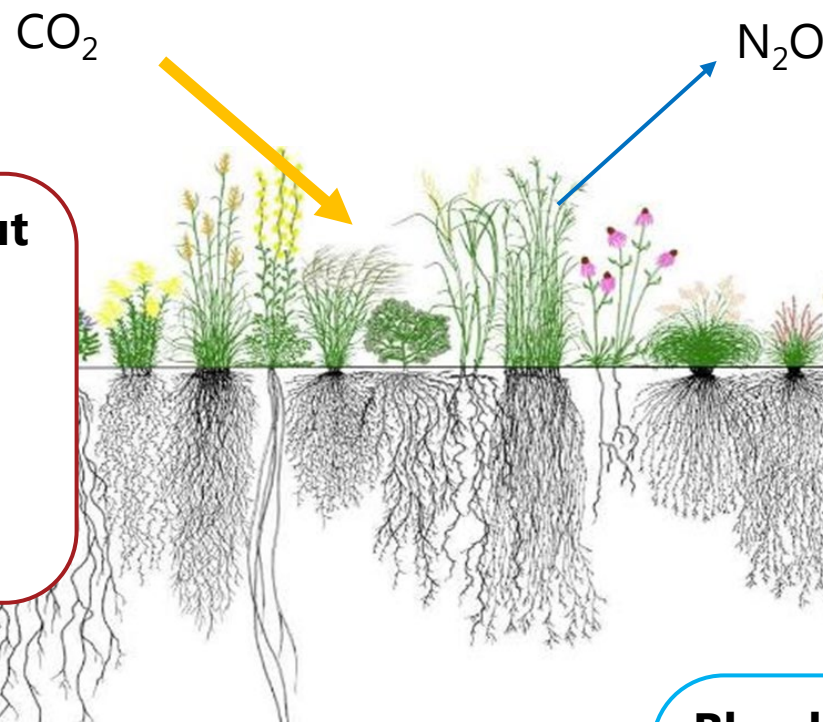


	C-input	N ₂ O	Eftervirkning	N udvaskning reduktion
Vinterrug	+++	÷	÷	++
Olieræddike	++	÷ ÷ ÷	+	+++
Vintervikke	++	÷ ÷ ÷	+++	+
Vinterrug + vintervikke + olieræddike	+++	÷ ÷ ÷	++	+++

Hvad betyder management og jordbearbejdning (tid og metode)?

Vinterfaste arter?

Efterafgrøder som klimavirkemiddel – Catcap anbefalinger



Vi skal øge efterafgrødernes C input

- Arter med høj biomasse
- Tidlig etablering (undersået og efter høst)
- Arter med dybe rødder
- Brug vinterfaste arter
- Brug blandinger

Vi skal reducere N₂O udledning

- Vælg effektive arter (høj N optag)
- Tidlig etablering → max N optag
- Brug vinterfaste arter
- Undgå våde forhold (dræning)

Eftervirkning i efterfølgende afgrøder

- Brug blandinger med overvintrende bælplanter (lav C:N forhold)
- Nedmuld i god tid for at sikre frigivelsen

Blandinger:

- Græsser+Bælplanter+Korsblomstrede/dybe rødder
- Undersåede: rajgrass+kløver+farvevaid/cikorie/vejbred
- Sået efter høst: rug+vikke+olieræddike

Stort tak til:

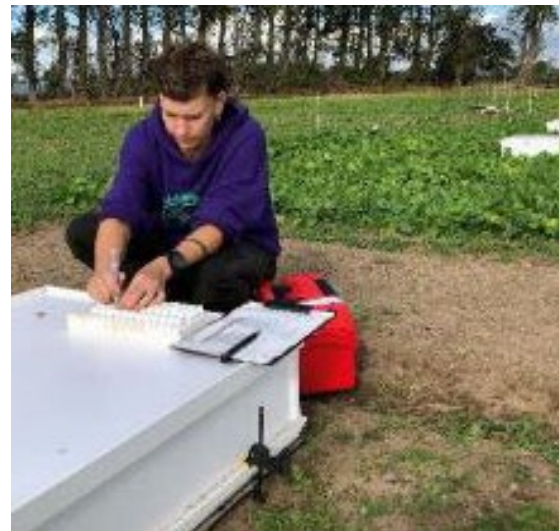
- CatCap teamet:
Maria Skovgaard Andersen
Tine Engedal
Sander Bruun
Jakob Magid
Lars Stoumann Jensen

- Tekniske medarbejder
Jannie Jessen
Morten Dürr Resen

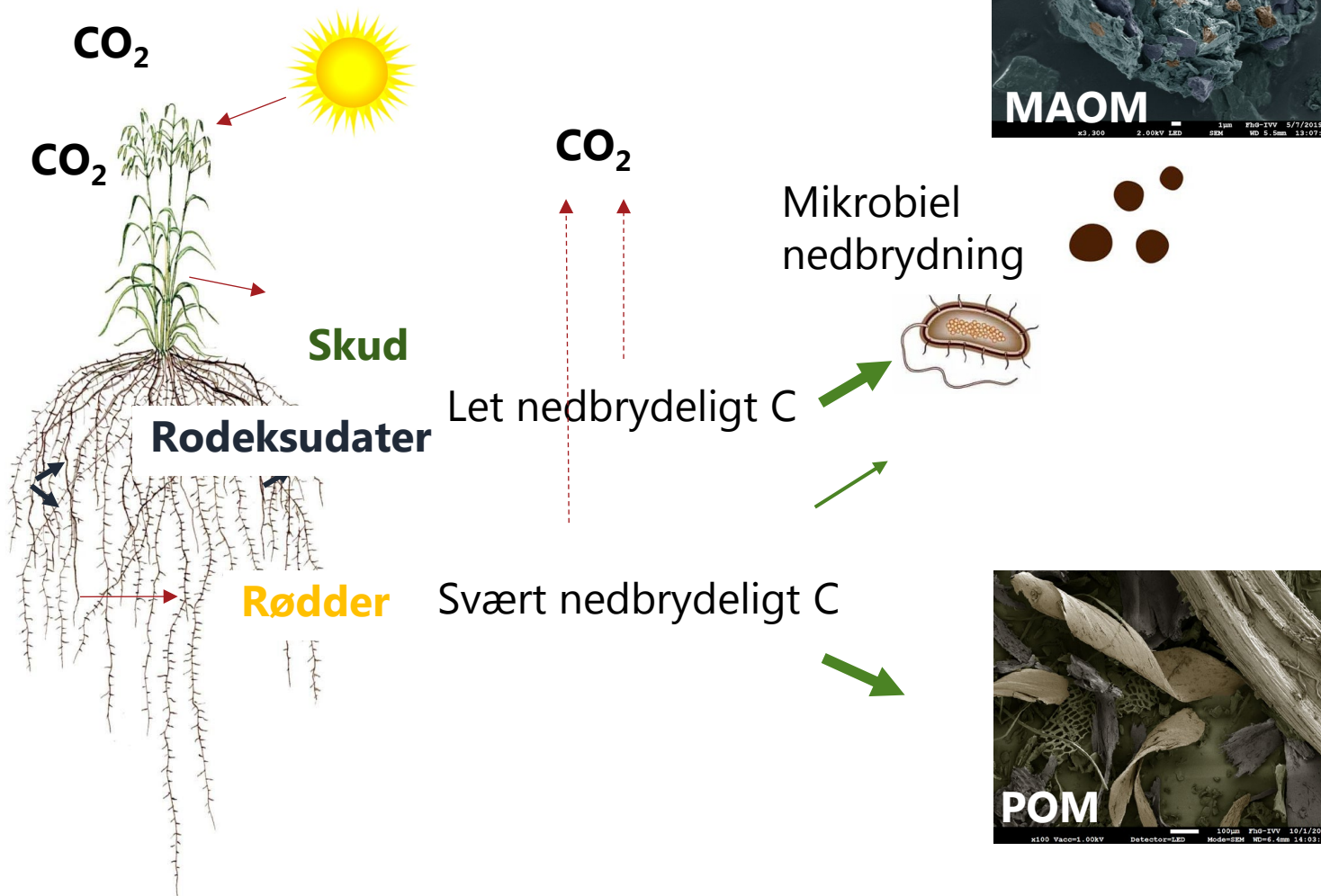


Tak for jeres opmærksomhed

Finansieret af:



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)**