

Biokuls effekt på jordens fysiske egenskaber

Fokus på grovsandet underjord

Carsten Petersen

Inst. for Plante- og Miljøvidenskab

KU

Plantekongres 2024

Herning den 11.01.2024

UNIVERSITY OF COPENHAGEN



Hovedbudskaber

Biokul kan forbedre de fysiske egenskaber i grovsandet underjord og dermed udbyttepotentialitet, *hvis det bruges rigtigt*

- Jordens vandholdende evne og vandledningsevnen i fugtig og halvtør jord øges meget markant *)
 - Biokul-partiklerne *skal* være små og skal indblandes effektivt
 - Biokullet skal passe ind i jordens store porer uden at ekspandere jordskelettet (for meget), så at et *stort* drænbart porevolumen omdannes til et vandholdende porevolumen
 - Porer inde i selve biokullet er af underordnet betydning
- Effekter på planternes rodnedtrængning og rodfunktion er tilsyneladende positive *)
 - Jordmodstanden mindskes når udtørringen udskydes/mindskes *)
- *Brug for validering i flerårige markforsøg*

*) *Dokumentation kan findes via links angivet på slide nr. 13*

Den grovsandede underjord



*Billede taget i foråret 2023 i forbindelse med anlæggelse af et markforsøg ved **Fåborg nær Esbjerg***

*Forsøget gennemføres af **SEGES** og **Københavns Universitet** i nært samarbejde med rådgivningsvirksomheden **SAGRO** og forsøgsvirksomheden **Ytteborg**. Det går ud på at undersøge effekter af biokul tilført i underjorden på vand- og gødningsudnyttelse, rodudvikling samt høstudbytter*

- Meget ringe vandholdende evne
- Meget lille ledningsevne for vand i delvist udtørret jord
- Enkeltkornstruktur uden makroporer
 - Høj mekanisk modstand mod rodudvikling i dybden

Stort potentiale for forbedringer !

Biokullet



Pyrolyserede piller af hvedehalm og bøgetræ knuses og partiklerne separeres efter størrelse ved sigtning (6 fraktioner)

- Partikelstørrelsen angives ved median-diameteren
 - Fx **SB205**: 50% af biokullet har en effektiv partikeldiameter > **205 μm**
- Her fokus på biokul lavet af hvedehalm (“Straw Biochar”, **SB**), men erfaringen er, at biokul lavet af andet biomasse (fx træ) virker nogenlunde lige så godt

Lysmikroskopi af nogle blandinger

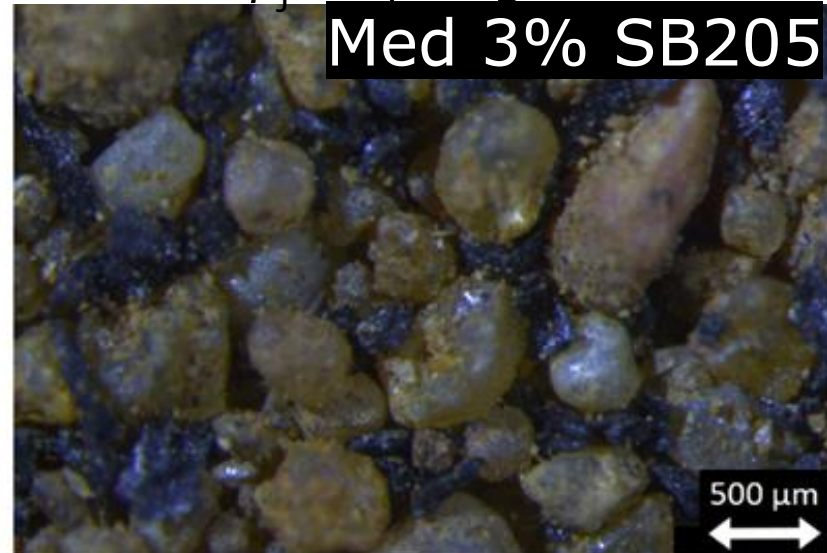
$\rho_j = 1,52 \text{ g/cm}^3$

Kontrol (Jydevad jord)



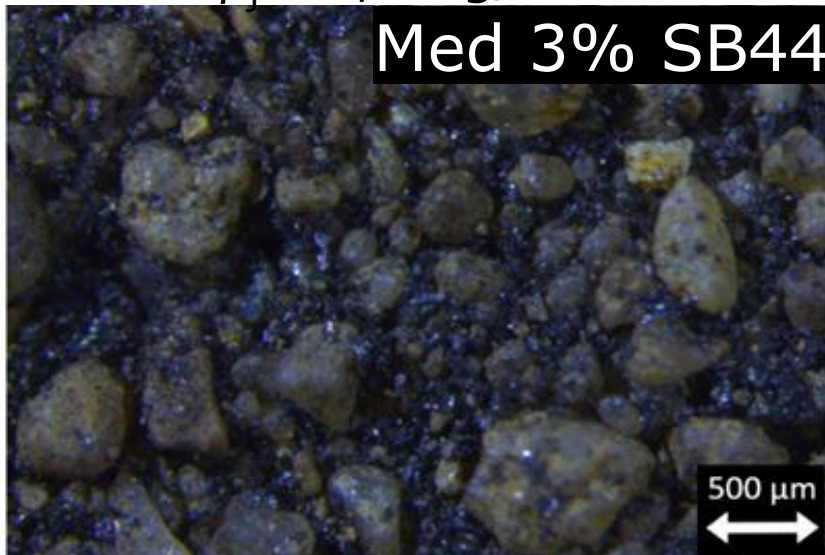
$\rho_j = 1,46 \text{ g/cm}^3$

Med 3% SB205



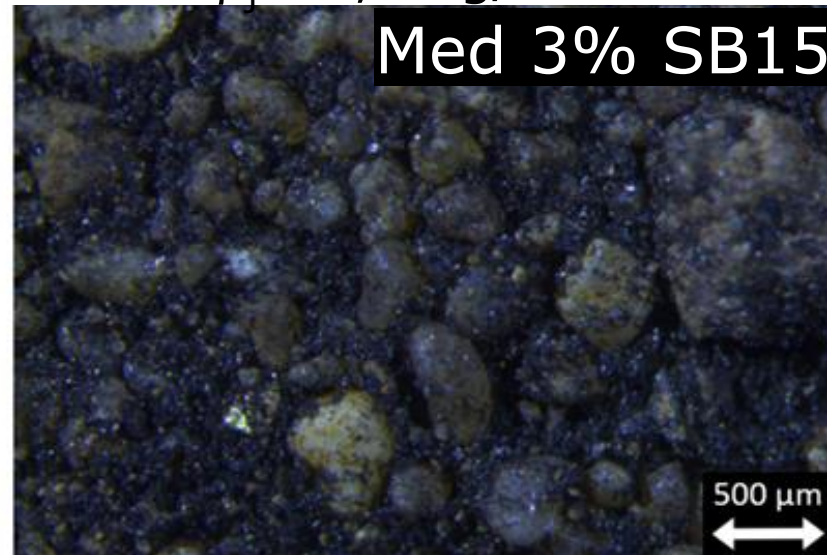
$\rho_j = 1,54 \text{ g/cm}^3$

Med 3% SB44

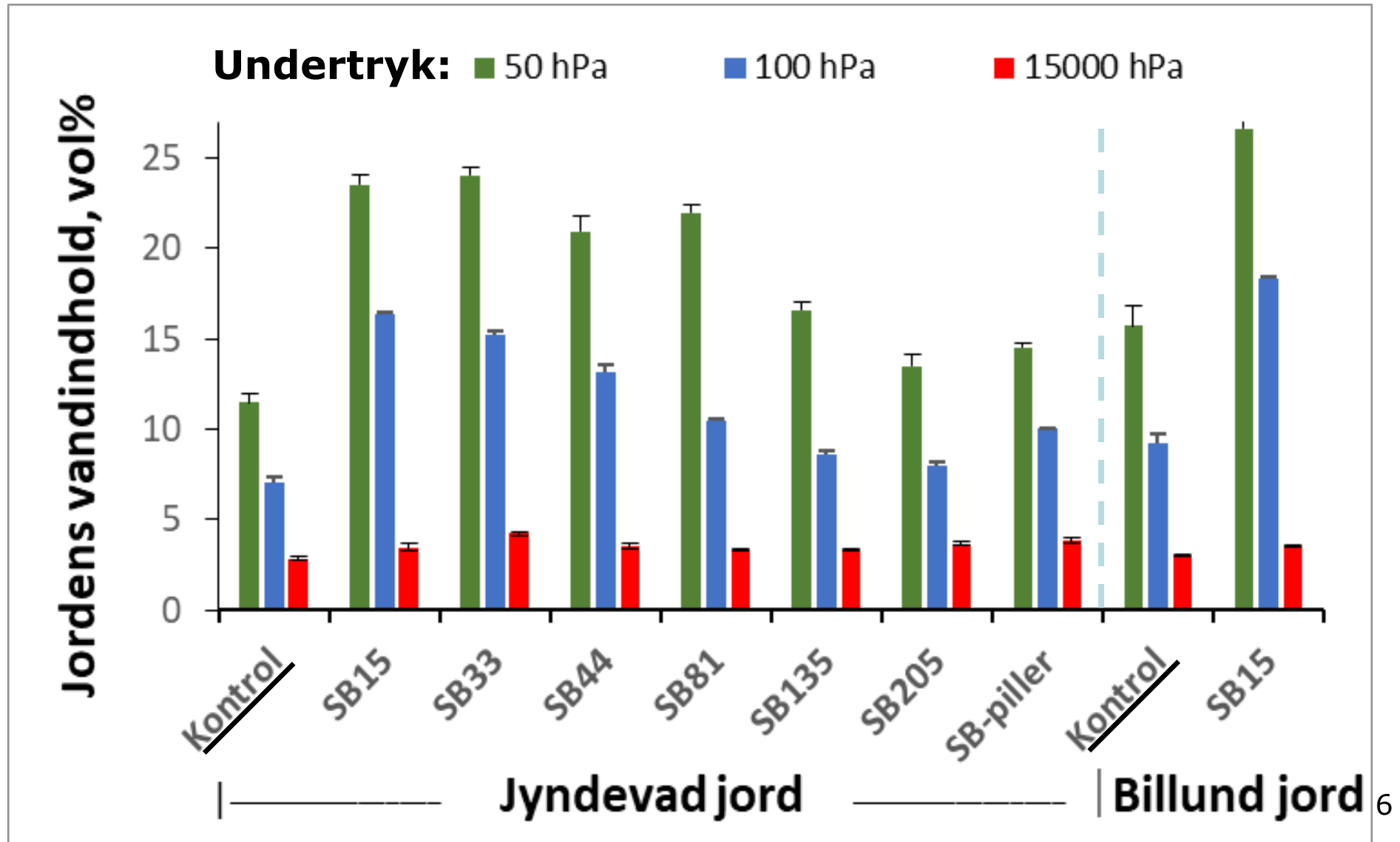


$\rho_j = 1,55 \text{ g/cm}^3$

Med 3% SB15



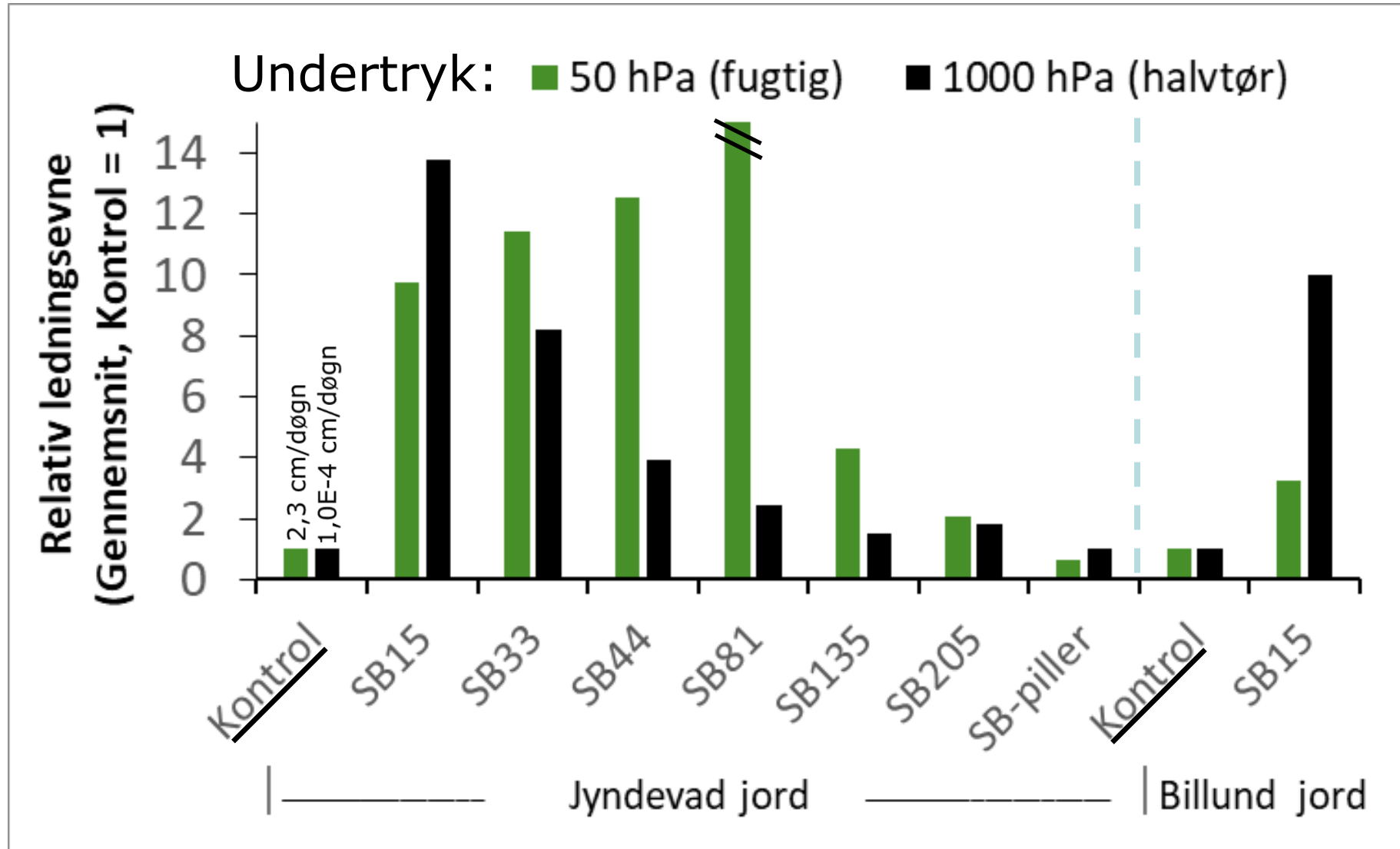
Vandretention ved forskellige undertryk i jordvandet når der iblandes 3% biokul



Potentiel forøgelse af kapaciteten for plantetilgængeligt vand

- *Med 3% SB15 (de mindste partikler; meget stor effekt)*
 - Jyndevad: **+11,6 vol%** (+58 mm i et 50 cm tykt beriget jordlag)
 - Billund: **+10,3 vol%** (+52 mm i et 50 cm tykt beriget jordlag)
 - *Med 3% SB205 (store partikler; lille effekt)*
 - Jyndevad: **+1,3 vol%** (+6,5 mm i et 50 cm tykt beriget jordlag)
- Store partikler (porer inde i selve biokullet) har kun en underordnet effekt på vandretentionen
- Luftsiftet er ikke truet (jorden kan tåle de små kulpartikler)

Ledningsevne for vand i fugtig og halvtør jord med 3% biokul

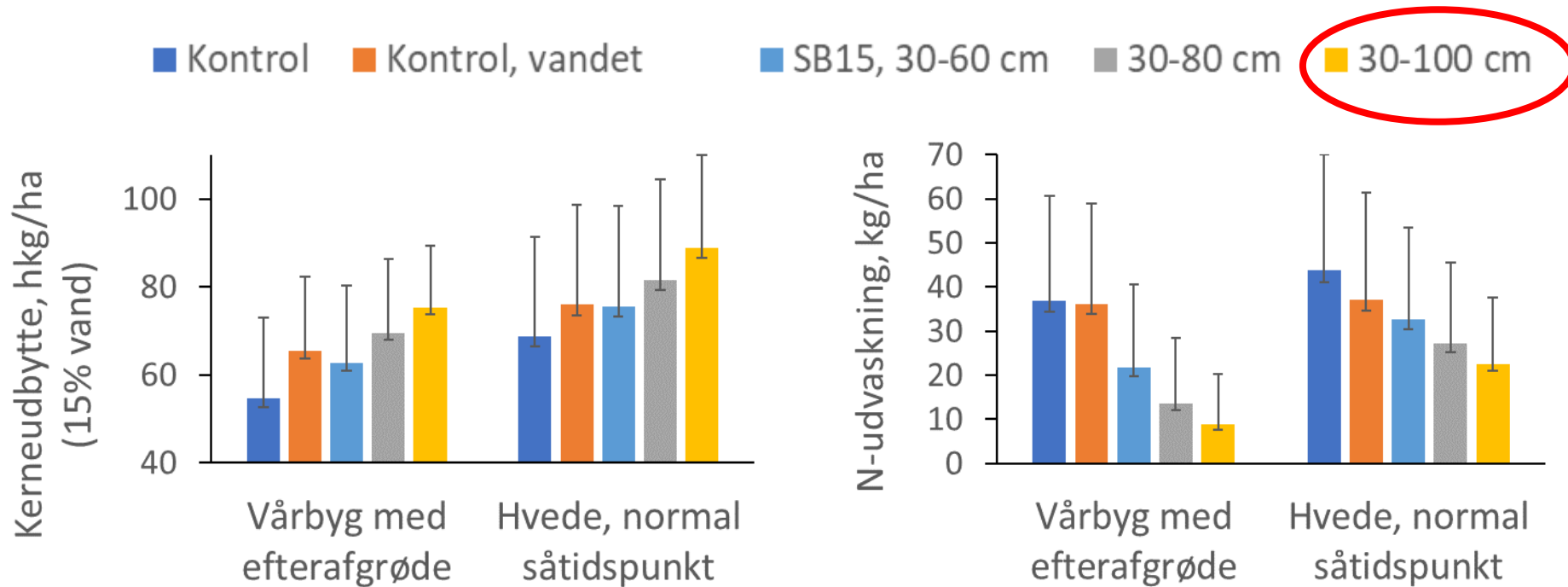


Mekanisk modstand mod rodudvikling i Jyndevad-underjord målt med penetrometer

Iblanding af de forskellige partikelstørrelser

- Ingen sikker effekt af biokullet (eller partikelstørrelser) når modstanden måles ved samme tryk i jordvandet
 - Men for alle jordblandingerne øges modstanden markant med aftagende vandindhold
- Indirekte (og positive) effekter af små biokulpartikler som forsinker udtørringen (?)

Beregnede langtidseffekter af 3% SB15 på kerneudbytter og kvælstofudvaskning



Med 3% SB15 i jordlaget 30-100 cm

- Gns. merudbytte, hhv. 21 og 20 hkg/ha i byg og hvede
- Gns. reduktion af kvælstofudvaskning, hhv. 28 og 21 kg N/ha
- Bedre end (optimal) vanding pga. bedre kvælstofudnyttelse
- Bygger på nogle vigtige forudsætninger; må kontrolleres i forsøg!

Holder det under markforhold? Validering



- Nødvendigt med flerårige markforsøg på flere lokaliteter
 - Fokus på metoder til iblanding, vandretention, rodudvikling, vand- og gødningsudnyttelse, udbytter (mængde og kvalitet)

Perspektiver

- hvis valideringen er positiv
og rammerne tilfredsstillende

- Metodeudvikling (storskala)
 - Findeling af biokullet
 - Unødvendigt for visse typer biokul lavet ved forgasning
 - Effektiv og arbejdsmiljøvenlig iblanding i underjord
- Finkornet biokul til grovsandet overjord?

BidragSydere

Mange har bidraget, herunder især

- Esben Wilson Bruun, Postdoc, Institut for Plante- og Miljøvidenskab, KU
- Dorette Müller-Stöver, Lektor, Institut for Plante- og Miljøvidenskab, KU
- Per Abrahamsen, Specialkonsulent, Institut for Plante- og Miljøvidenskab, KU
- Giulia Ravenni, Postdoc, Institut for Kemiteknik, DTU
- Janne Aalborg Nielsen, Landskonsulent, SEGES Innovation

Arbejdet støttes af Miljø- og Fødevareministeriets særlige klimapulje for 2020 under GUDP-programmet



Nogle litteraturhenvisninger/links (kopieres evt. til browser)

- Biokul og hydrauliske egenskaber i grovsandet jord:
<https://doi.org/10.1111/sum.12102> <https://doi.org/10.1111/ejss.12383> <https://doi.org/10.1111/sum.12783>
<https://doi.org/10.1111/ejss.13442>
- Biokul og planters rodvækst/topvækst i grovsandet jord:
<https://doi.org/10.1111/sum.12102> <http://dx.doi.org/10.1016/j.still.2016.03.002> <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00949>
- Biokul og mekanisk modstand i grovsandet jord:
<https://doi.org/10.1111/ejss.12383> <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00949> <https://daisy.ku.dk/bioadapt/>

Tak for
opmærksomheden 😊



Biokuls effekt på jordbiologi

Anne Winding, professor
Institut for Miljøvidenskab, Aarhus Universitet, Roskilde

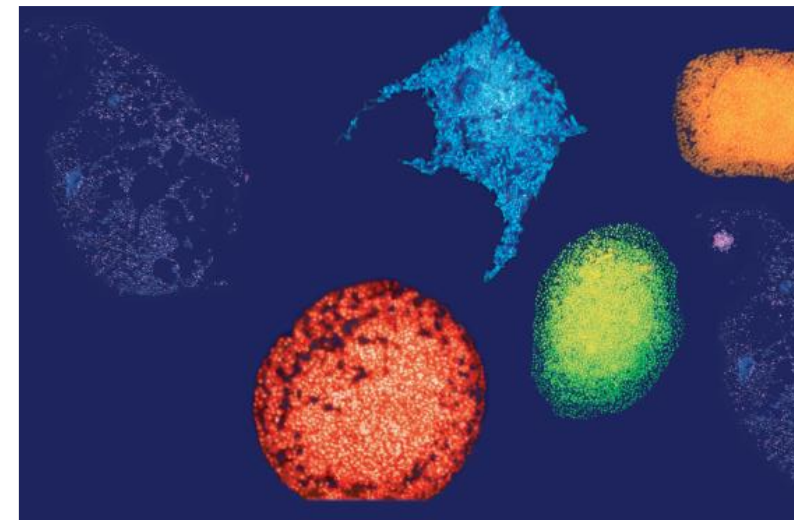
Rumakanta Sapkota, Paul Iturbe Espinoza, Louise Feld

Effekter på mikroorganismer

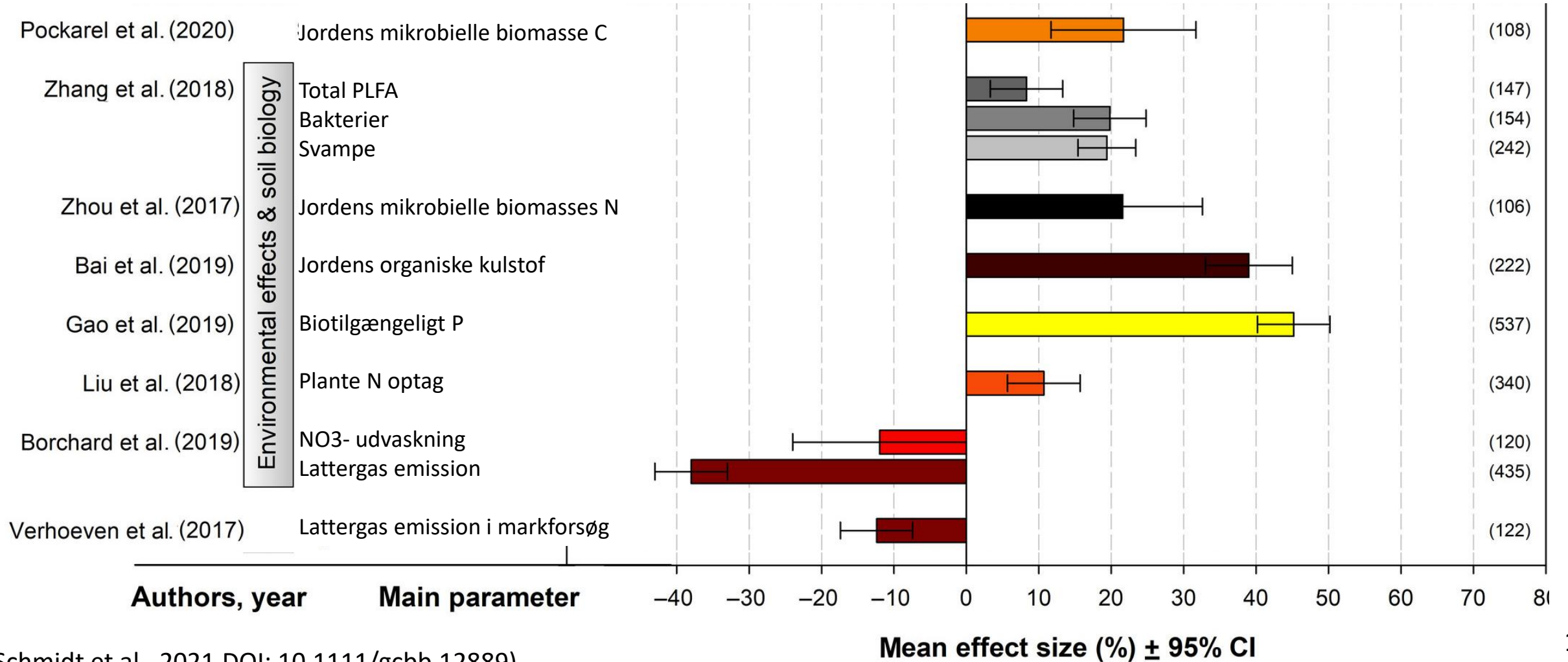
virus, bakterier, svampe (inkl. mykorrhiza), protozoer

- Mikrobiel (bakterier og svampe) biomasse ændres
- Regulerer plantepatogener
- Mikrobiel samfundsstruktur og enzymaktivitet ændres
 - Stabilisere biokul enzymer?
- Ændringer i næringsstofcyklus
 - Kvælstofkredsløb påvirket
- Rodkolonisering med mykorrhiza svampe øges
 - Mykorrhiza svampe forekomst ændres, AM/nedbrydersvampe øges
- Celle – celle kommunikation kan påvirkes

(Siedt et al. 2021; Palansooriya et al. 2019)



Meta-analyser: positive effekter af biokul



Effekt på mikroorganismer

Biokul har stor effekt på mikrobielle samfund, næringsstofkredsløb og afgrødesundhed

- svært at adskille fra biokuls fysisk-kemiske effekter på jorden

Langtidseffekter? (Llovet et al. 2021)

- C-sekvestrering øget
- Jordens fødenet dårligere fungerende

Uafklaret:

- Positiv eller negativ – afhængig af biokul, mængde, jordens karakteristika
- 'Ageing' af biokul – overfladeændringer, næringsrig overflade med biofilm?
- Sammenligning med almindelig landbrugspraksis
- Langtidseffekter

Vidensbehov

- Effekt af biokul på mikroorganismer og jordbundsdyr
- Effekt af biokul under realistiske landbrugsforhold
- Effekter på N-kredsløb (lattergas)
- Effekter på funktion og stabilitet af jordens fødenet
 - interaktion mellem trofiske niveauer
 - mikrobielle samfunds interaktion og funktion
- Interaktion mellem biokul og jordens organiske kulstof samt mineralisering
 - tilførsel af halm, slam etc.
 - netto C-sekvestrering



Stabilitet af biokul i lerjord fra Højbakkegaard

Udgangsmateriale



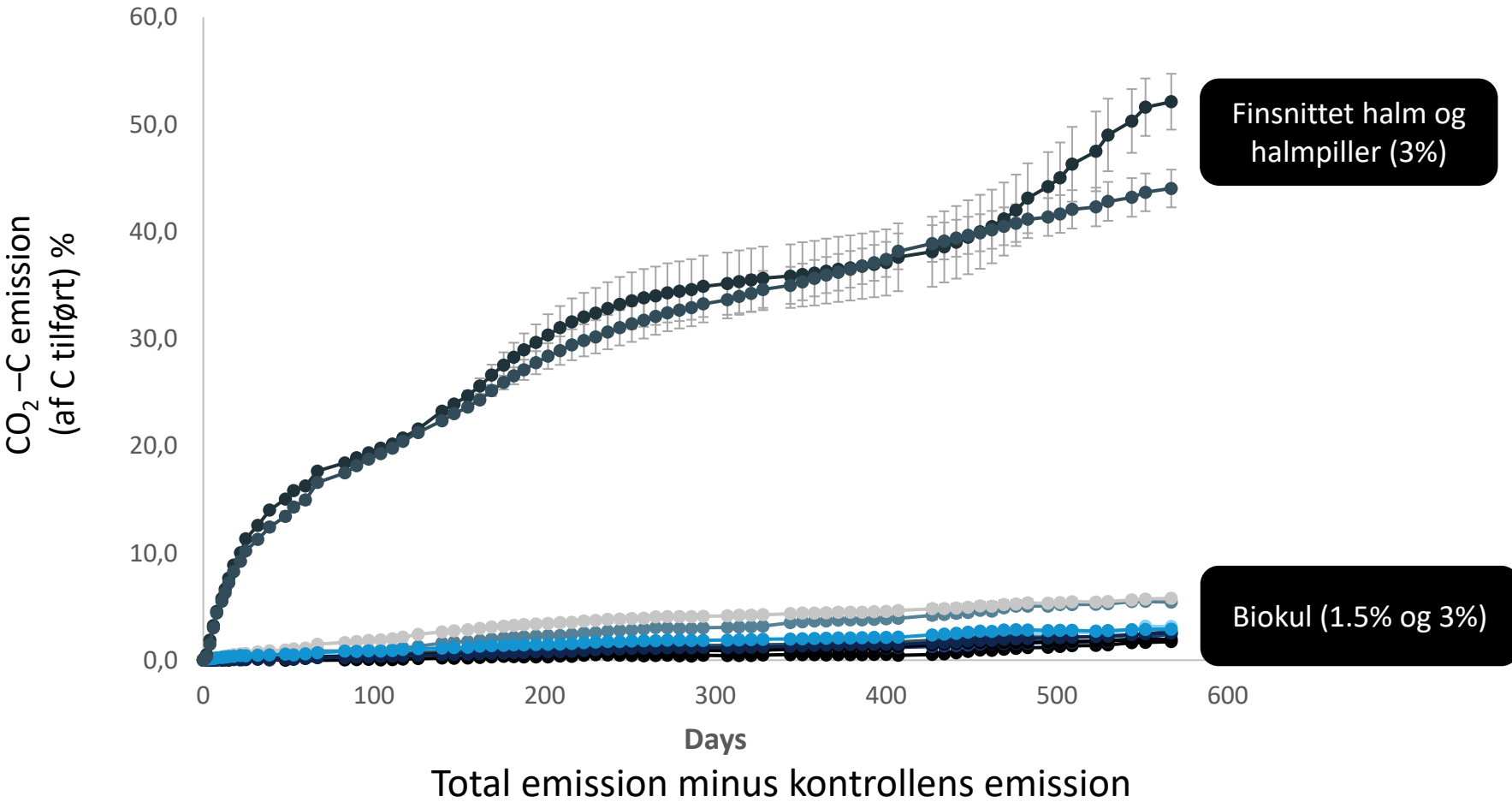
Pyrolyseret biokul



Forsøgsoptstilling



Akkumuleret C emission i forhold til tilført C



Biokul effekt på enzymaktivitet

Tid 0, 7 og 42 dage

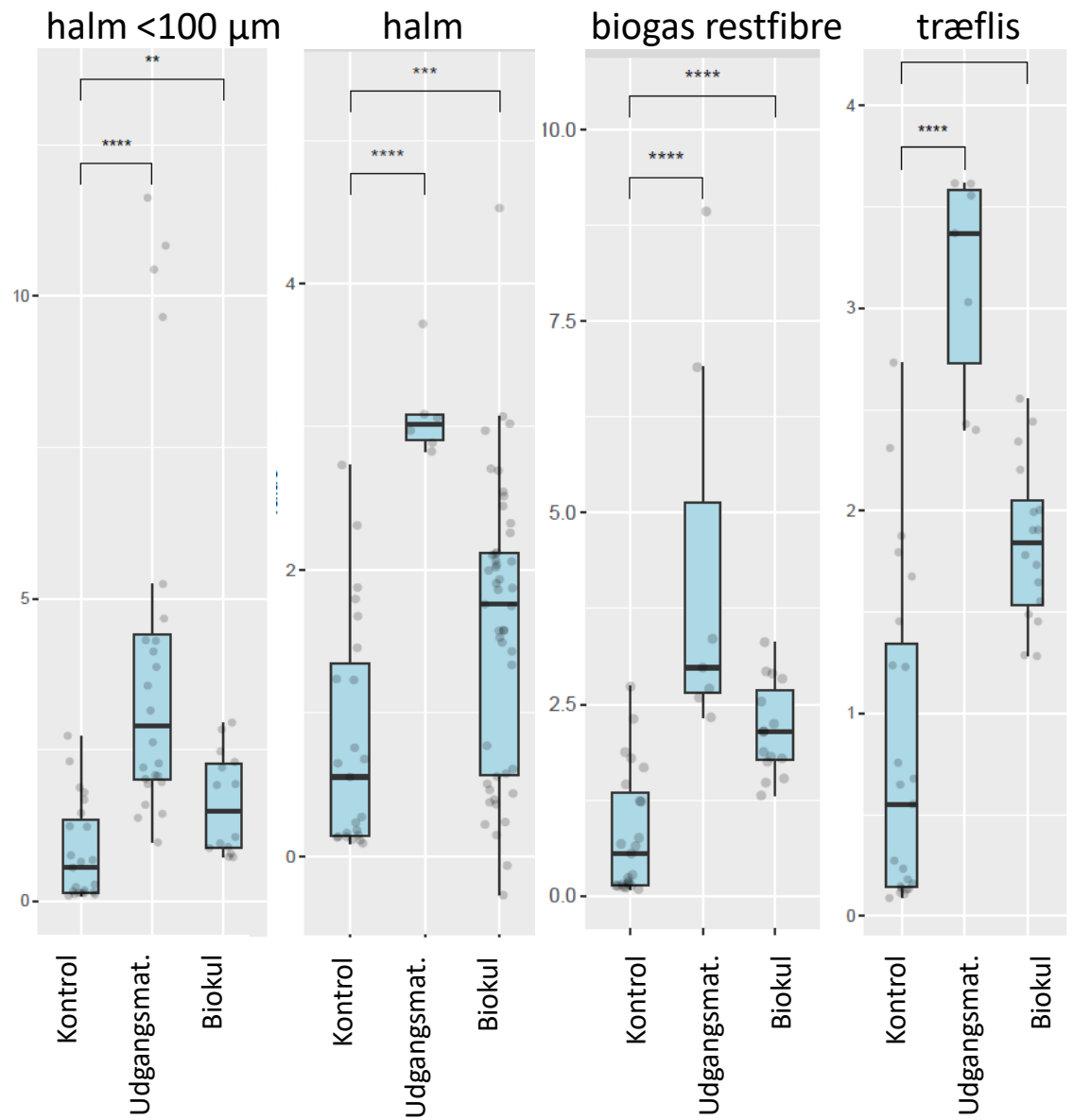


Kulhydrater:

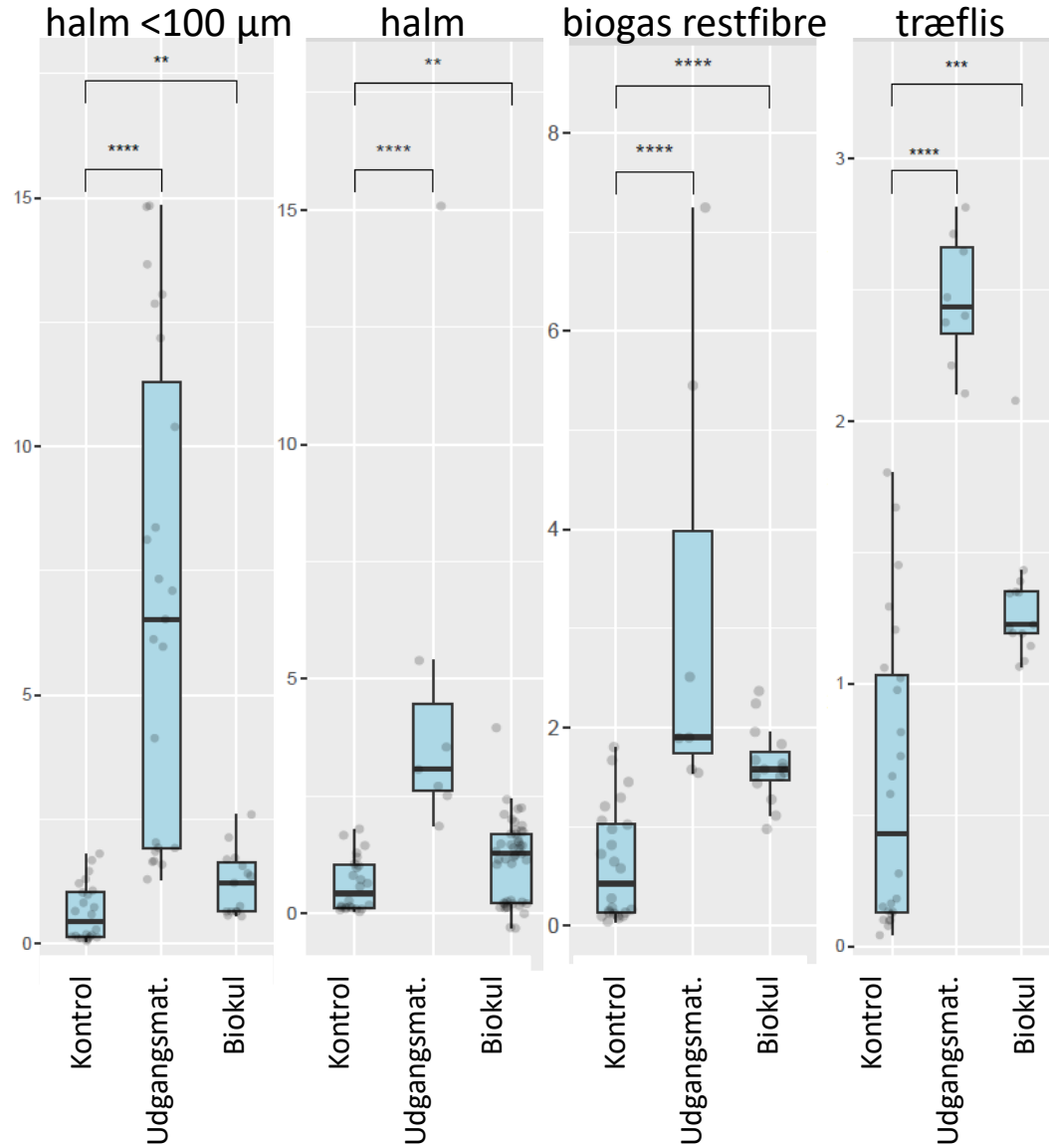
- α -glucosidase
- β -xylosidase
- Kitinase
- Endo-cellulase
- Cellobiosidase

- Phosphatase
- Sulfatase

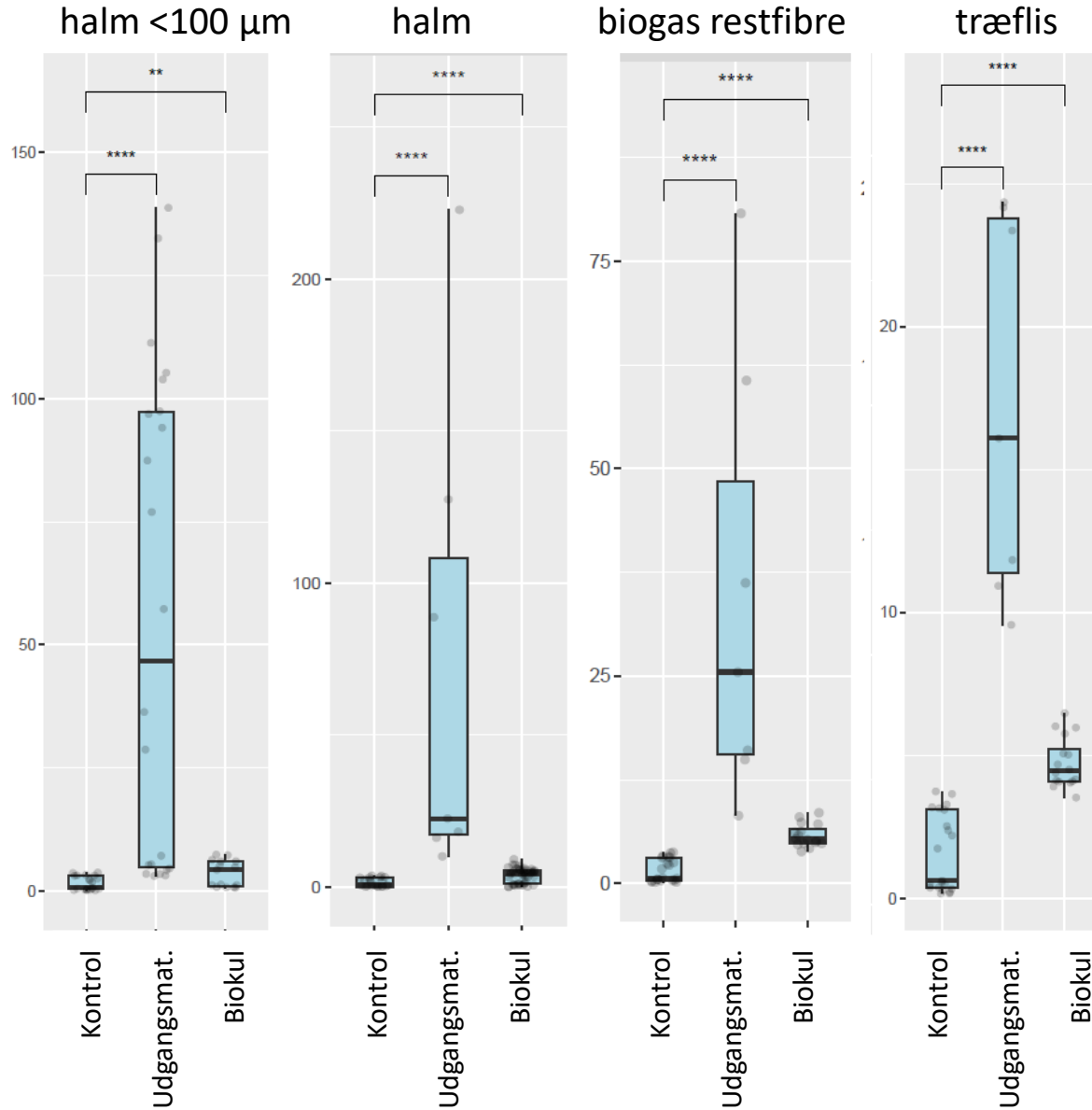
α -glucosidase aktivitet



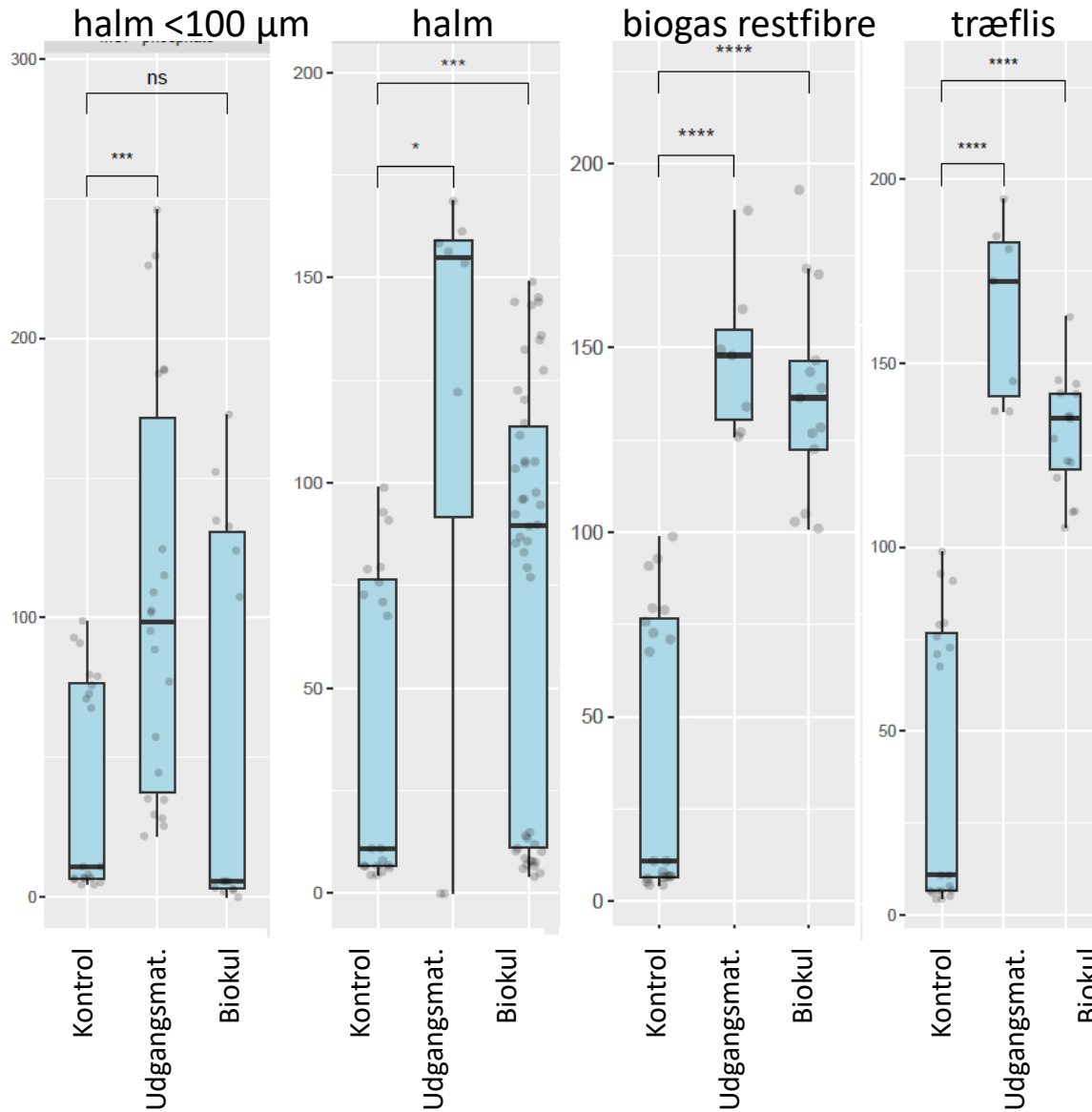
β -xylosidase aktivitet



Kitinase aktivitet



Phosphatase aktivitet



Biokul effekt på enzymaktivitet

Tid 0, 7 og 42 dage

Endo-cellulase, cellobiosidase og sulfatase mindst påvirket

Enzymaktivitet stiger

- kontrol < biokul < udgangsmateriale

Forskel mellem udgangsmateriale:

- Fint halm højere stimulering end halmpiller
- Biogasrestfibre og træflis stimulerer især phosphatase

Enzymaktivitet:

- Kulhydrater:
 - α -glucosidase
 - β -xylosidase
 - Kitinase
 - Endo-cellulase
 - Cellobiosidase
- Phosphatase
- Sulfatase

Markforsøg Høje Taastrup



2023:

Vårbyg

Biokul tilført april

- Kontrol
- Formalet halm
- Halmpiller
- Biogasrestfiberpiller

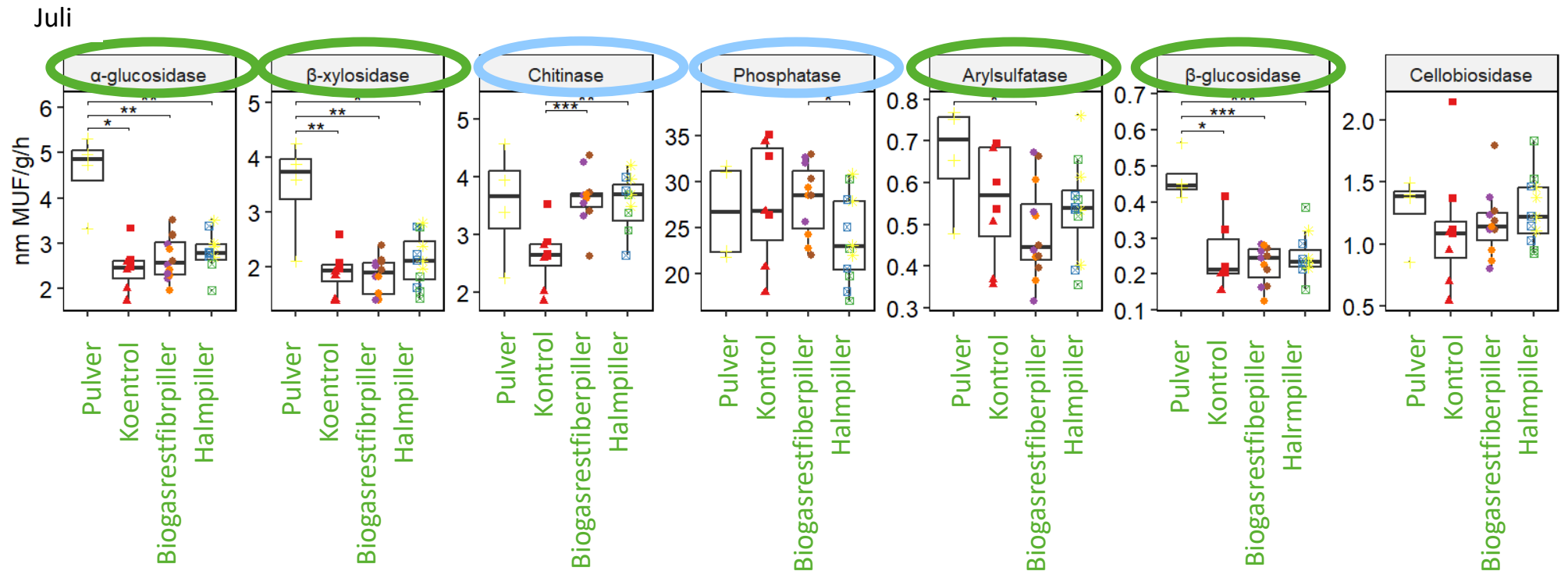
Jordprøver:

7. juli, 31. august, 24. november





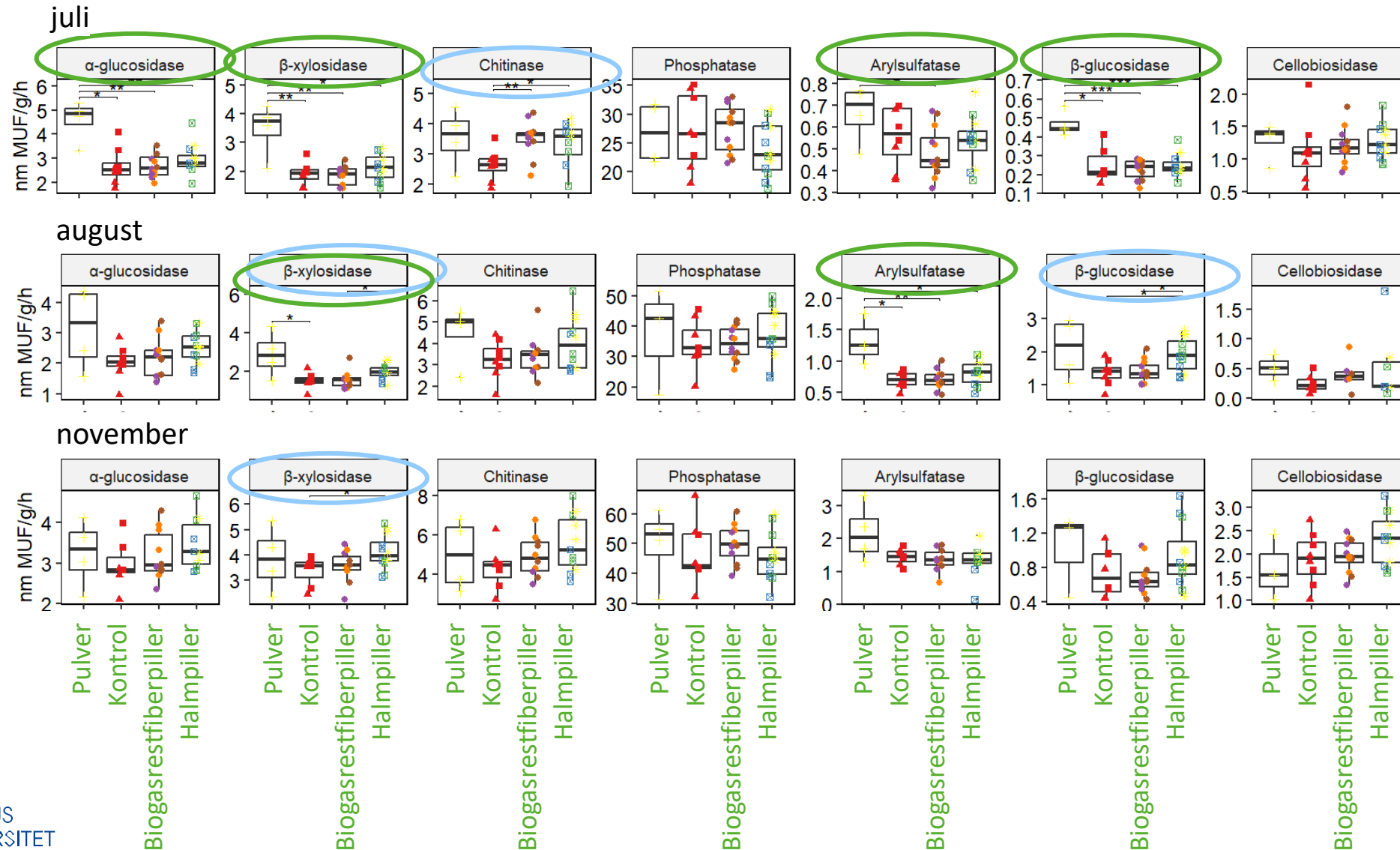
Effekt af biokul på kulhydratenzymer efter 2 måneder i marken



Biokul øger enzymaktivitet, formalet biokul øger mest

Biokul udgangsmateriale (halm eller biogasrestfibre) mindre effekt

Effekt af biokul efter 4 og 7 måneder i marken



Langtidseffekt i Askov Lysimeter



Halmbiokul i øverste 20 cm i 2015

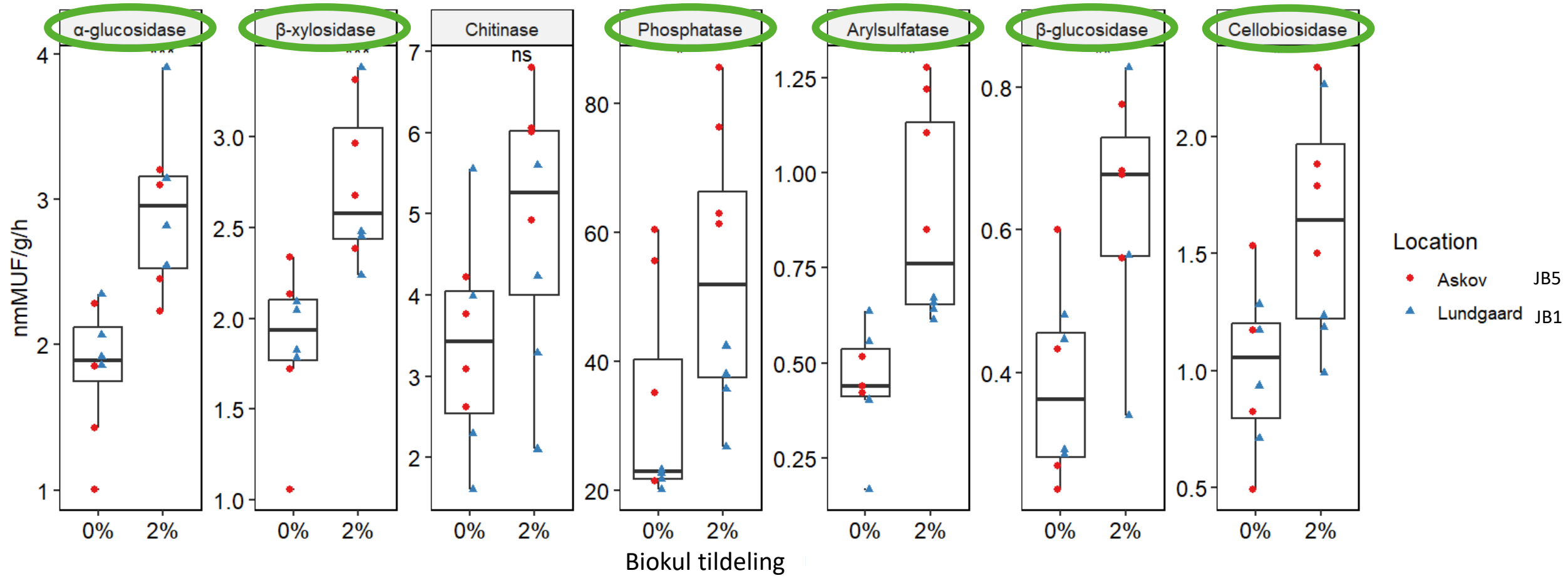


Juni 2023



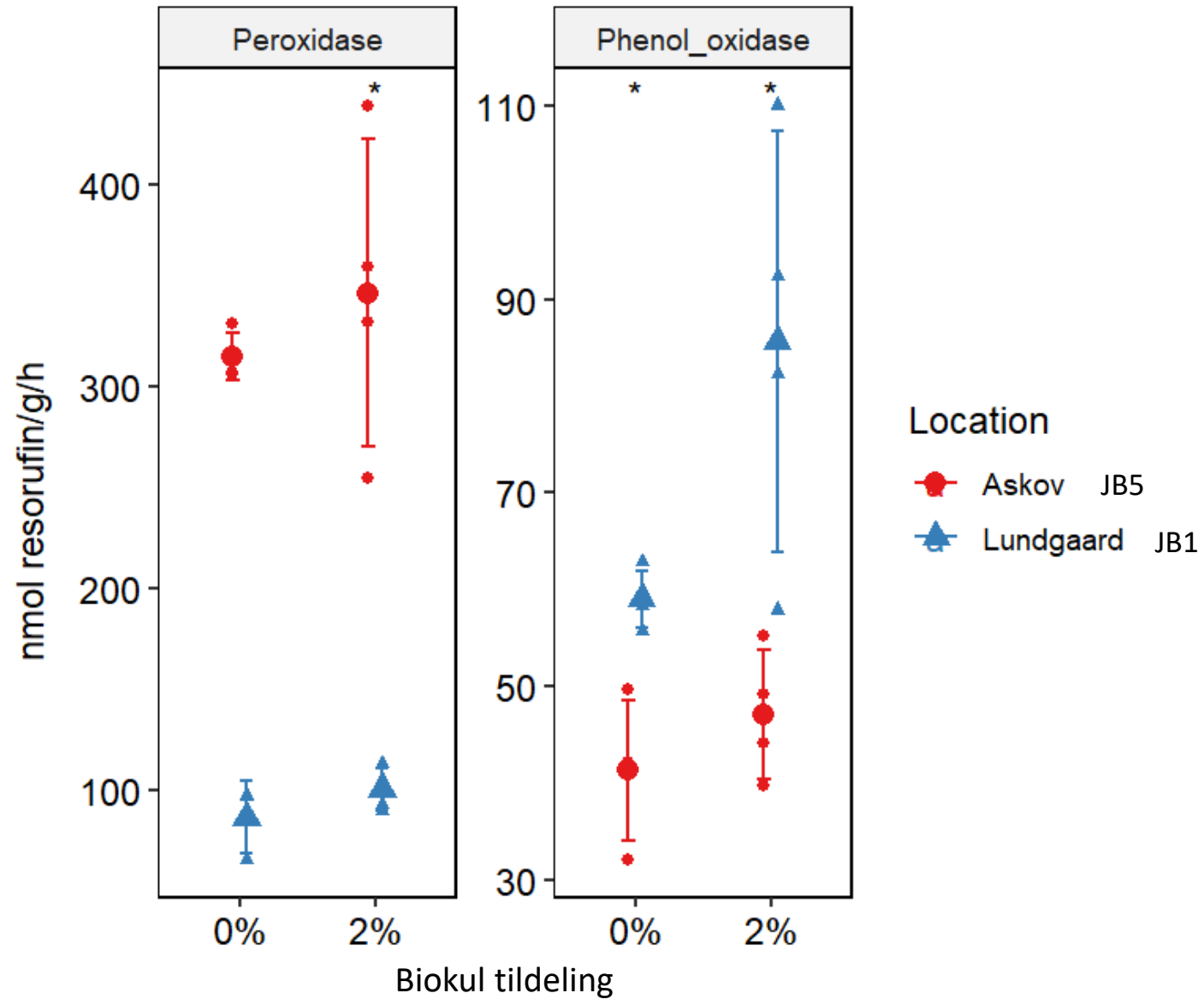


Effekt af biokul på enzymaktivitet efter 8 år





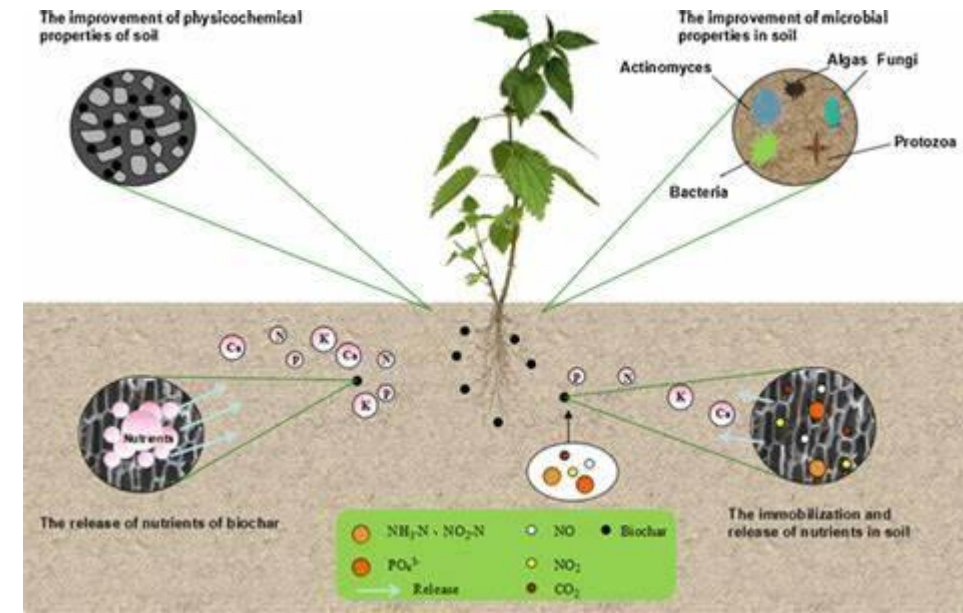
Effekt af biokul på oxidaseaktivitet



Biokul effekt på jordbiologi

Biokul påvirker jordens mikrobiologi

- Kitinase, stivelse og kulhydrat nedbrydende enzymaktiviteter stiger
- Phosphatase aktivitet stiger
- Oxidase aktivitet stiger
- Målbart effekt efter 8 år
- Afhænger af jordtype og fysisk-kemiske egenskaber



Biologiske effekter af biokul under danske dyrkningsforhold

fortsætter i SkyClean Scale-Up finansieret af Energistyrelsen og EU samt i langtidsforsøg (5-10 år) finansieret af Landbrugsstyrelsen

Finansieret af

GUDP BioAdapt #34009-20-1731

SkyClean Scale-Up



Funded by
the European Union
NextGenerationEU

Tak for opmærksomheden



AARHUS
UNIVERSITY