

OVERSIGT OVER LANDSFORSØGENE 2020

Forsøg og undersøgelser i
Dansk Landbrugsrådgivning

Samlet og udarbejdet af
LANDBRUG & FØDEVARER, PLANTEPRODUKTION
ved chefkonsulent Jon Birger Pedersen

Aktiviteterne er blandt andet støttet af:

Promilleafgiftsfonden for landbrug

Froafgiftsfonden

Fonden for **økologisk** landbrug

Kartoffelafgiftsfonden

Innovationsfonden



The project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. 727284



The project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. 727672



The project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. 774340



The project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. 727230



FOTO: JANNE AALBORG NIELSEN, SEGES
Til venstre ses testproben fra Solvita®, når testen starter. Til højre ses farveskift på testproberne efter 24 timer.

tæt bæger og henstår i 24 timer ved stuetemperatur. Herefter aflæses farven på gelen med en medfølgende farvekodelæser. Gelen skifter farve ift. CO₂-niveauet i det lufttætte bæger. Se fotos.

Farvekoden holdes op mod et skema, der angiver graden af biologisk aktivitet i jorden, som kommer fra respiration fra mikroorganismerne – men formodentlig ikke kun derfra. Testen er nem og hurtig at udføre, men det kræver flere afprøvninger og undersøgelser, før det kan fastslås om testen er valid. Der er udfordringer med korrekt prøveudtagning, vandindhold i jorden ved prøveudtagning og rødder i jordprøven, som alt sammen kan påvirke respirationen fra jorden. Undersøgelserne fortsætter.

Jordpakning

> ANNETTE VIBEKE VESTERGAARD, SEGES

Langvarige forsøg med jordpakning

Formålet med de langvarige jordpkningsforsøg er både at undersøge eftervirkninger af tung trafik på jorden og potentialet for brug af olieræddike til biologisk jordløsning. De tre forsøg udføres i samarbejde med Aarhus og Københavns Universiteter.

Årets forsøg med langvarig udbytteeffekt af jordpakning efter kørsel med gylleudbringningsudstyr viser, at der i vårbyg i Tåstrup og Flakkebjerg er signifikant merudbytte i led med jordpakning med 8 ton hjullast én gang tilbage i 2010. I Tåstrup er der også merudbytte på godt 6 hkg kerne pr. ha i forsøgsled med pakning i fire år (fra 2010 til 2013) med 3 ton hjullast. I Flakkebjerg er der signifikant udbyttetab af jordpakning i fire år med både 3, 6 og 8 ton hjullast.

I Tåstrup er der en signifikant positiv effekt af efterafgrøder i 2013-2016 i forsøgsled uden jordpakning og i forsøgsled med pakning med 6 ton hjullast i fire år. Der er vekselvirkning mellem jordpakning og efterafgrøder.

Foregående års udbyttetab af jordpakning er opgjort i Oversigt over Landsforsøgene 2019, s. 238 som gennemsnit af årene 2010-2019.

I årene 2010 til 2013 udførte man forskellig jordpakning ved kørsel med gyllevogne med 3, 6, 8 og 12 ton hjullast og en kontrolbehandling uden tung trafik. Pakningen blev gennemført om foråret ved at overkøre det fulde areal "hjul ved hjul". I 2013 blev alle parceller opdelt i to underparceller henholdsvis med og uden efterafgrøde (olieræddike). Dette for at undersøge om pælerødder er i stand til at reducere pakningskaderne ved såkaldt 'biologisk jordløsning'. Efterafgrøden blev etableret lige efter høst i årene 2013-2016, og der blev i 2014-2016 tilført 30 kg kvælstof pr. ha ved såning af efterafgrøden som ekstra gødning, kun til disse parceller.

I selve jordpkningsdelen adskilte behandlingerne sig både ved last og ved antal hjuloverkørsler:

- > Led 1: Referenceled uden overkørsler
- > Led 2 og led 5: 8 ton behandlingen med fire hjuloverkørsler (traktor plus 2-akslet gyllevogn)
- > Led 3: 3 ton behandlingen med fem hjuloverkørsler (traktor plus 3-akslet gyllevogn)
- > Led 4: 6 ton behandlingen med fem hjuloverkørsler (traktor plus 3-akslet gyllevogn)
- > Led 6: 12 ton behandlingen med én hjuloverkørsel (3-hjulet selvkørende gyllevogn, kun i Årslev)

Der indgår tre forsøgslokaliteter ved henholdsvis Tåstrup, Flakkebjerg og Årslev, som har 4-6 af de ovenstående forsøgsled. For nærmere beskrivelse af forsøgsbehandlingerne og tidligere resultater henvises til Oversigt over Landsforsøgene 2010 til 2019. I 2020 er der ingen resultater af forsøget i Årslev i skrivende stund.

I 2020 har afgrøden været vårbyg efter vinterhvede på alle forsøgslokaliteter. Af tabel 3 fremgår årets udbytter i forsøgene i Tåstrup og Flakkebjerg. I begge forsøg er der

TABEL 4. Udbytter i jordpakningsforsøgene i 2020 (O4)

Vårbyg	Udb. og merudbytte i 2020 hkg kerne pr. ha					
	Taastrup			Flakkebjerg		
	Udb. uden olieræddike	Udb. med olieræddike i 2013-2016	Merudbytte for olieræddike 2013-2016	Uden olieræddike	Med olieræddike i 2013-2016	Merudbytte for olieræddike 2013-2016
2020. 2 forsøg						
1. Ingen kørsel	66,4 d	69,2 bc	2,8	69,3 bc	70,1 abc	0,8
2. 8 t hjullast, 1. år 2010	70,4 ab	69,5 b	-0,9	77,0 a	71,7 ab	-5,3
3. 3 t hjullast, 4 år	72,9 a	73,2 a	0,3	60,9 e	66,2 bcd	5,3
4. 6 t hjullast, 4 år	66,4 cd	68,3 bcd	1,9	62,1 de	65,6 bcde	3,5
5. 8 t hjullast, 4 år	-	-	-	62,0 de	64,0 cde	2,0
LSD	2,7		1,0	5,7		ns
LSD 1*2 (vekselvirkning)		2,8			ns	

opnået pæne udbytter og i Taastrup en effekt af efterafgrøderne i ikke-pakket jord, som kan synes noget overraskende, idet 2020 er hele fire høstår efter den seneste efterafgrøde.

Effekter på jord og afgrøde i Taastrup og forsøg med biologisk jordløsning i Flakkebjerg

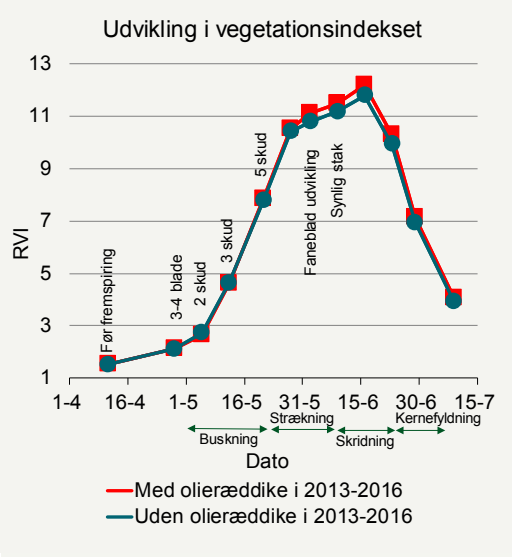
> **LEKTOR CARSTEN PETERSEN,**
INSTITUT FOR PLANTE- OG MILJØVIDENSKAB, KU,
POSTDOC SØREN PETERSEN, DTU BIOSUSTAIN,
PROFESSOR LARS J. MUNKHOLM, AU OG
POSTDOC MANSONIA PULIDO-MONCADA,
INSTITUT FOR AGROØKOLOGI, AU

Formålet med denne del af projektet er især at få en bedre forståelse af planters og jords reaktion på jordpakning med tunge køretøjer i årene efter pakningens ophør og under forskellige vækstbetingelser. I 2020 er der som tidligere gennemført en løbende karakterisering af plantevæksten baseret på måling af spektral reflektans (RVI), og der er lavet screeningsforsøg med biologisk jordløsning. Desuden er der påbegyndt en analyse af sammenhængen mellem RVI, vækstvilkår og høstudbytter på tværs af forsøgsårene fra 2010 til 2020.

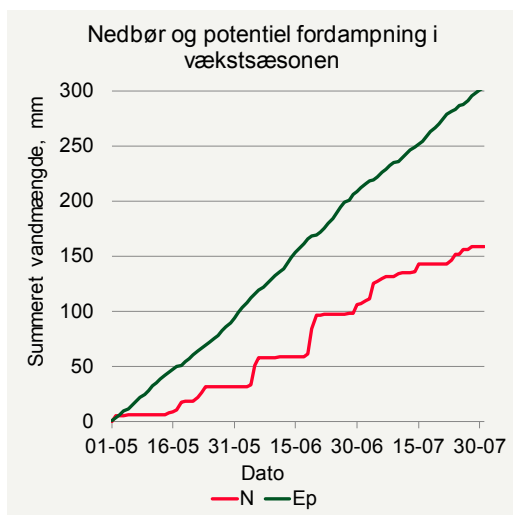
Forsøgsdesign og forsøgsbehandlinger er beskrevet i foranstående afsnit. Den 2. december 2019 er der pløjet i ca. 25 cm dybde. Der er gødsket med 110 kg N/ha den 30. marts 2020, og den 31. marts er der sået vårbyg efter rotorharvning.

Plantevækst i Taastrup, 2020

Relativt vegetationsindeks (RVI) er målt med afgrødeskanner 12 gange fra 11. april (få dage før fremspiring) til 9. juli (modningsfasen). Fra 9. til 29. juni er der små, men sikre positive effekter af den moderate pakning med 3 ton hjullast. Sikre positive eller negative effekter af pakningen blev ikke set i de forudgående fire år. Desuden ses i størstedelen af juni ganske små, men sikre positive effekter af efterafgrøden (Figur 3). Der er altså i den periode lidt mere grøn top, hvor der i årene 2013-16 har



FIGUR 3. Relativt vegetationsindeks (RVI, gennemsnitsværdier for alle pakningsniveauer hhv. med og uden efterafgrøde i årene 2013-16) samt indikation af udviklingsforløb. Hvert enkelt målepunkt er baseret på 128 observationer dækkende hver ca. 1 m². Med det anvendte måleudstyr er RVI ca. 1,52 for en bar og tør jordoverflade efter såbedsharvning og ca. 2,4 for en helt moden og tæt kornafgrøde.



FIGUR 4. Nedbør (N) og potentiel fordampning (Ep) opsummeret på daglig basis i perioden fra 1. maj (begyndende buskning) til 31. juli. Den potentielle fordampning (eller referencefordampning) er beregnet ud fra vejrobservationer vha. Penmans metode.

været en efterafgrøde, der i forbindelse med etableringen er tildelt ekstra 30 kg kvælstof pr. ha. Det er overraskende, at man kan måle en eftervirkning af kvælstof så længe efter dyrkningen. Også i de forudgående tre år ses en positiv eftervirkning af efterafgrøden. Effekten kan ikke erkendes visuelt. Som i 2019 er efterafgrødens positive effekt på RVI størst i det upakkede forsøgsled.

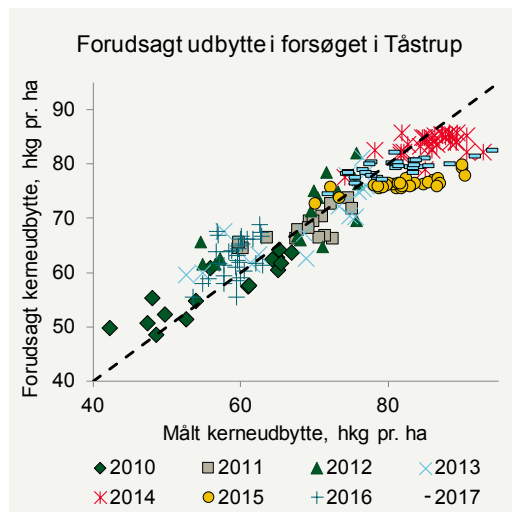
Tilvæksten i RVI mindskes i starten af juni. Den 16. juni noteres, at aksene har svært ved at bryde igennem bladskederne, hvilket kan være en reaktion på et stort fordampningspres kombineret med moderat vandmangel. Den 18. juni nås et foreløbigt maksimalt vandbalanceunderskud på 105 mm (se figur 4). Vandbalanceunderskudet findes ved at trække den opsummerede nedbør fra fordampningen. RVI når 16. juni et gennemsnitligt maksimum på ca. 12, hvilket er markant mindre end, hvad der nås i vårbyg i år med højt udbytte (se nedenfor).

RVI-målingerne afspejles i årets høstudbytter, idet efterafgrøden generelt har signifikant positiv effekt på udbyttet, og der generelt måles højest udbytte, hvor jorden er pakket med 3 t hjullast (Tabel 4). Gennemsnitsudbyttet på 69,5 hkg kerne pr. ha ligger 19 pct. lavere end hele forsøgsrækkens topudbytte i vårbyg på 85,8 hkg kerne pr. ha opnået i 2014 første år efter pakningens ophør.

Sammenhæng gennem årene mellem RVI og høstudbytter i vårbyg

RVI og høstudbytter er målt på samme måde og meget omhyggeligt i alle årene mellem 2010 og 2020. I de fleste år er det noteret, at høstudbytterne kan rangordnes i henhold til målte RVI-værdier midt i vækstsæsonen (se Oversigt over Landsforsøgene gennem årene). Det er derfor interessant at analysere, om der kan laves en tidlig høstprognose på grundlag af RVI-målingerne. Denne analyse er ikke tilendebragt, men de foreløbige resultater er lovende.

RVI alene kan ikke forklare udbytterne, idet der er forskelle mellem årene, som påvirker udbyttet og som ikke er tilstrækkeligt godt udtrykt gennem RVI. Det antages, at forskelle tidligt i vækstsæsonen (f.eks. i vejrlig eller tilgængeligheden af vand og kvælstof) er udtrykt gennem RVI, mens dette ikke er tilfældet senere i vækstsæsonen. Vi har analyseret forskellige muligheder og er i nedenstående eksempel endt med at udtrykke disse sene forskelle ved nedbør og potentiel fordampning opgjort for juni måned (hhv. N_6 og Er_6). Informationen indeholdt i vækstkurverne for hver enkelt parcel (RVI over tid) er kondenseret i et areal under kurven beregnet fra



FIGUR 5. Sammenhæng mellem målte og forudsagte kernerudbytter i vårbyg i årene 2010-2017 (krydsvaliderede resultater). Den stiplede linje er 1:1 linjen. Forudsigelserne er lavet med en optimeret "Machine Learning" algoritme på basis af oplysninger, der er tilgængelige ved udgangen af juni måned (se teksten). Afvigelsen mellem målte og forudsagte udbytter i figuren er i gennemsnit 3,9 hkg pr. ha. Udbytteprognosen for 2020 viser i gennemsnit en afvigelse på 2,3 hkg pr. ha i forhold til de målte værdier.

1. maj til 30. juni (A) samt maksimal RVI-værdi (RVI_{max}), der typisk måles midt i juni i tilknytning til skridningen. På basis af disse fire variable (N_6 , Er_6 , A og RVI_{max}) ses et tydeligt mønster i udbytterne, som danner basis for at prognosticere høstudbytterne ved udgangen af juni måned (se Figur 5).

Mønsteret findes vha. en form for statistisk modellering kaldet "Machine Learning". Modellen oplæres (eller trænes) vha. resultater for syv af årene i den viste årrække, og bruges derefter til at forudsige udbyttet i det 8. år, der derved tjener som test. Alle otte kombinationer af træningsdatasæt og testdatasæt bidrager til at finde den bedste model vist i Figur 5. Modellen kan forudsige udbyttet i det ukendte 8. år med en gennemsnitlig afvigelse til, hvad der er målt på 3,9 hkg/ha (Figur 5). Modellens høstprognose for de 32 forsøgsparceller i 2020 viser en gennemsnitlig afvigelse fra målingerne på 2,3 hkg/ha. Årene 2018 og 2019 indgår ikke i den omtalte analyse, fordi der i disse år blev dyrket vinterhvede.

Selvom både jordbundsforhold, vejrlig og udbytter varierer betragteligt i det analyserede pakningsforsøg, er det ikke sikkert, at prognosemetoden kan overføres på andre situationer. Arbejdet med at analysere potentialet for udbytteprognostisering fortsætter.

Screeningsforsøg med biologisk jordløsning

Pakningsskader i underjorden er meget vanskelige at udbedre, og skaderne betragtes derfor ofte som permanente. Skader i den øvre del af underjorden kan løses med en grubber, men jorden genpakkes som oftest meget hurtigt efter dyb jordløsning. Derfor har vi i de senere år haft fokus på at undersøge muligheder for biologisk jordløsning af underjorden med planter med kraftig og dybdegående rodvækst. I 2017 begyndte i samarbejde med DLF et screeningsforsøg med otte forskellige afgrøder og fire gentagelser på en JB6 jord med pakket underjord under en årligt pløjet overjord. Forsøget er anlagt ved siden af det langvarige pakningsforsøg i Flakkebjerg.

Vårbyg som kontrol er sammenlignet med lupin, structurator (ræddike), lucerne, cikorie, strandsvingel, rajsvingel og hundegræs. Vårbyg, lupin og structurator er etableret hvert år, mens de øvrige er flerårige. I juli 2019 er der lavet rodobservationer i udvalgte afgrøder (vårbyg, cikorie, lucerne og strandsvingel) på 60*60 cm jordprofiler, og der er udtaget ringprøver i naturlig lejring fra 30-35 cm dybde i september 2019. I laboratoriet er prøver-

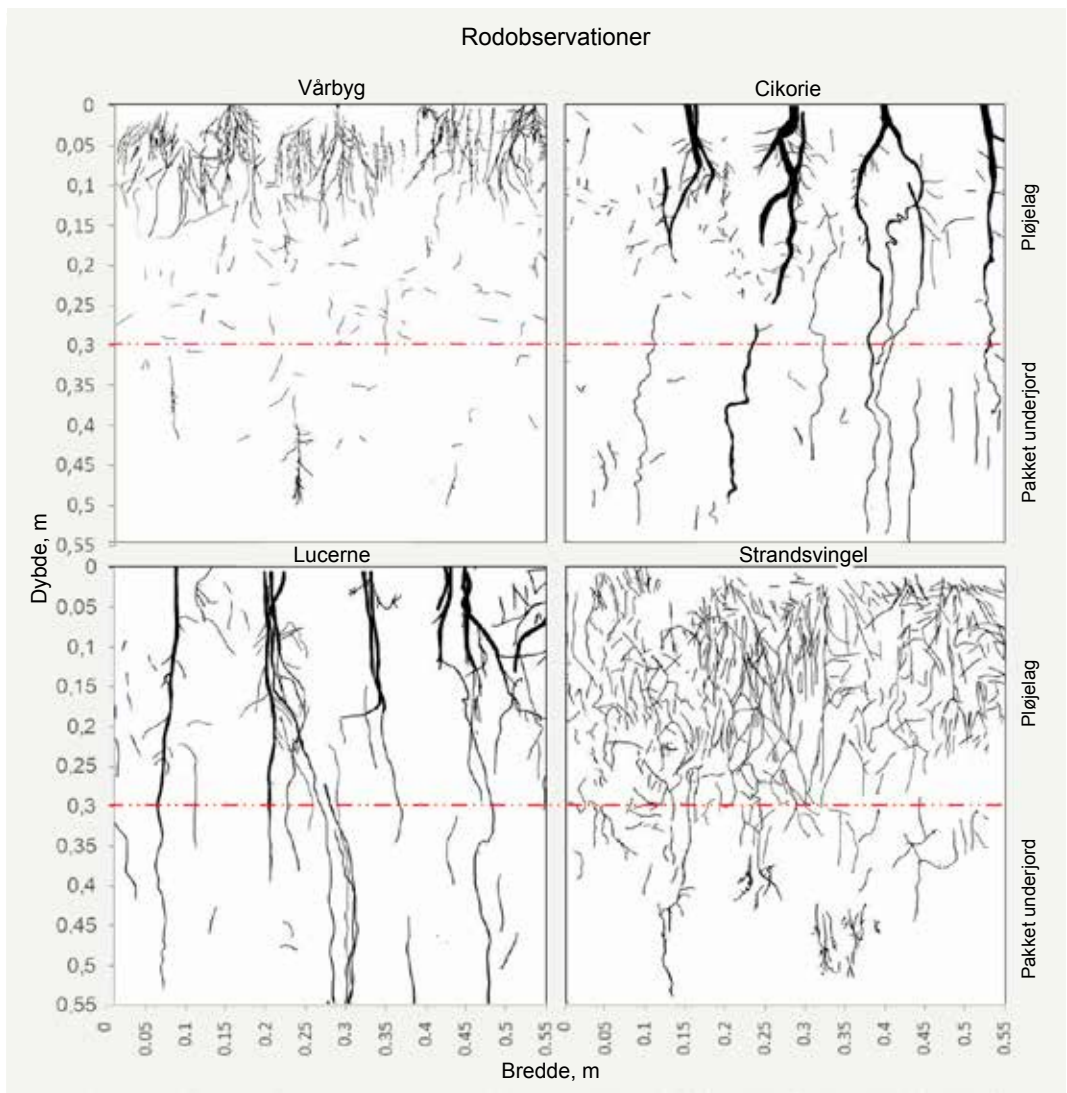
nes vandindhold justeret til jordens vandindhold om foråret, før plantevæksten går i gang. Jordens luftfyldte porevolumen (volumenet af porer $>0,03$ mm) og dens luftledningsevne er målt. Rodobservationerne viser, at vårbyg er følsom overfor pakket underjord. Vårbyg har et fint forgrenet system af fine rødder i pløjelaget, men få rødder i underjorden (Figur 6). Cikorie og lucerne har begge lodretgående pælerødder og god evne til at vokse i pakket underjord. Lucerne har dog større rodareal og tendens til større rodlængde i underjorden end cikorie. Strandsvingel har et forgrenet rodsystem med mange tynde rødder (trævlerødder). Det gælder særligt i overjorden, men strandsvingel har dog en god rodvækst i underjorden. Den har samme rodlængde som og flere rodender end lucerne i underjorden (Figur 6).

Der er ingen forskel mellem afgrøderne i forhold volumenvægt og luftfyldt porevolumen (Figur 7). Volumenvægten er omkring 1,70 g pr. cm^3 , og det luftfyldte porevolumen omkring 10 procent i alle tilfælde. Det viser, at underjorden er pakket, og at afgrøderne ikke har bevirket en generel løsning i 30 cm dybde. Derimod viser resultaterne, at lucerne forbedrede luftledningsevnen. Den bliver fordoblet i forhold til vårbyg referencen til 23 μm^2 , hvilket er højere end den ofte anvendte grænse-



FOTO: MANSONIA PULIDO-MONCADA, AU

Undersøgelse af cikories rodvækst i en jordprofil i Flakkebjerg.



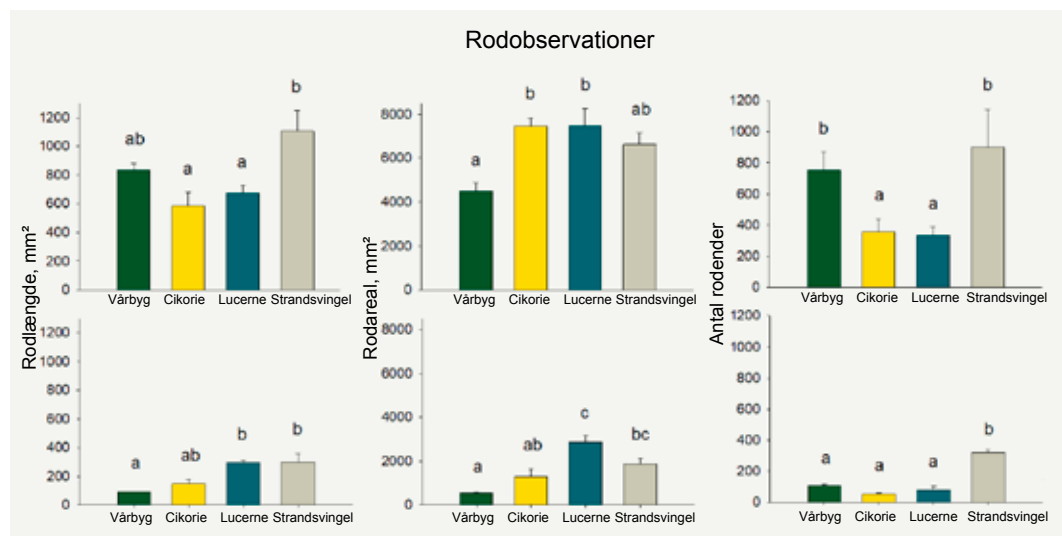
FIGUR 6. Eksempler på rodobservationer på 60*60 cm profilvægge for vårbyg, cikorie, lucerne og strandsvingel i screeningsforsøget.

værdi på 20 μm^2 (Figur 7). Det skal dog bemærkes, at der kun er sikker forskel mellem lucerne og strandsvingel. Der er ingen sikker forskel mellem strandsvingel, cikorie og vårbyg. Øget luftledningsevne er en indikator for forbedret afdræningsevne under våde forhold. Forøgelsen i luftledningsevne for lucerne relateres til bioporer, der er dannet som følge af kraftige lodretgående rødder. Forsøg under mere kontrollerede forhold bekræfter, at særligt lucerne kan forbedre underjordens struktur efter få års dyrkning. Strandsvingel er også god til at vokse i pakket underjord, men har ikke nogen effekt på jordens struktur. Der er behov for at undersøge, om der kan op-

nås større og hurtigere forbedring af jordens struktur i underjorden ved at dyrke blandinger af arter med dybdegående rodvækst – f.eks. lucerne og cikorie i kombination med dybdegående græsser.

De gennemførte målinger og analyser viser sammenfattende:

- > Positiv effekt af pakning med 3 t hjullast på topmængde og kerneudbytte



FIGUR 7. Rodlængde, rodareal og antal rodender målt for overjorden (0-30 cm) og for den pakkede underjord (30-60 cm) for de observerede 60*60cm profiler. Forskellige bogstaver over kolonnerne angiver, at forskellene mellem afgrøderne er signifikant forskellige på 5 pct. niveau. Pindene over kolonnerne angiver standardafvigelse på middelværdien.

- > Positiv eftervirkning af gødet olieræddike i 2013-2016 på RVI og kerneudbytte. Effekten er størst i det upakkede forsøgsled
- > Der er potentiale for at prognosticere udbyttet i vårbyg ved udgangen af juni måned baseret på foretagne RVI-målinger samt oplysninger om seneste måneds nedbør og fordampningskrav
- > Der er potentiale for at forbedre jordens struktur i pakket underjord ved dyrkning af flerårige afgrøder med kraftige pælerødder.

Grubning

> **ANNETTE VIBEKE VESTERGAARD, SEGES**

Lokalt forsøg med grubning i VKST

Der er tvivl om effekterne af grubning. Selvom der er stigende udfordringer med pakket jord i Danmark grundet stadigt tungere maskiner og stigende mængder vand på markerne, er der stor risiko for genpakning af en grubbet jord. Det skyldes, at jordaggregater er blevet brudt, hvorved jordstyrken mindskes. Grubning skal derfor foretages af tør jord og med etablering af planterødder umiddelbart efter for at stabilisere jorden.

Efter tørken i 2018, har VKST etableret et forsøg med grubning i august måned inden såning af vinterhvede. Der er afprøvet to grubbere, hhv. Kverneland og Bednar og der er grubbet i 45 cm dybde. Forsøget er anlagt med seks gentagelser og videreføres i de efterfølgende tre år for at undersøge udbytteeffekten over tid. Resultatet for år 1 og 2 kan ses i tabel 5. Hveden er efterfulgt af vårbyg i 2020.

Det ses, at der i begge år er opnået signifikant merudbytte for grubning.

I efteråret 2020 er jordmodstanden målt med penetrolgger, og her er der ikke fundet forskelle mellem behandlingerne.

TABEL 5. Forsøg i VKST med grubning (O5)

	1. år 2019	2. år 2020
	Vinterhvede	Vårbyg
	Udbytte og merudb., hkg kerne/ha	
<i>1 forsøg, 2 år</i>		
1. Ubehandlet	114,3	66,2
2. Kverneland grubning, 45 cm	3,3	3,6
3. AgriSem grubning, 45 cm	4,5	4,5
LSD	2,8	2,9