

G4: Jordens frugtbarhed og mikrobiologi

Jordanalyser – med fokus på vurdering af jordens biologi

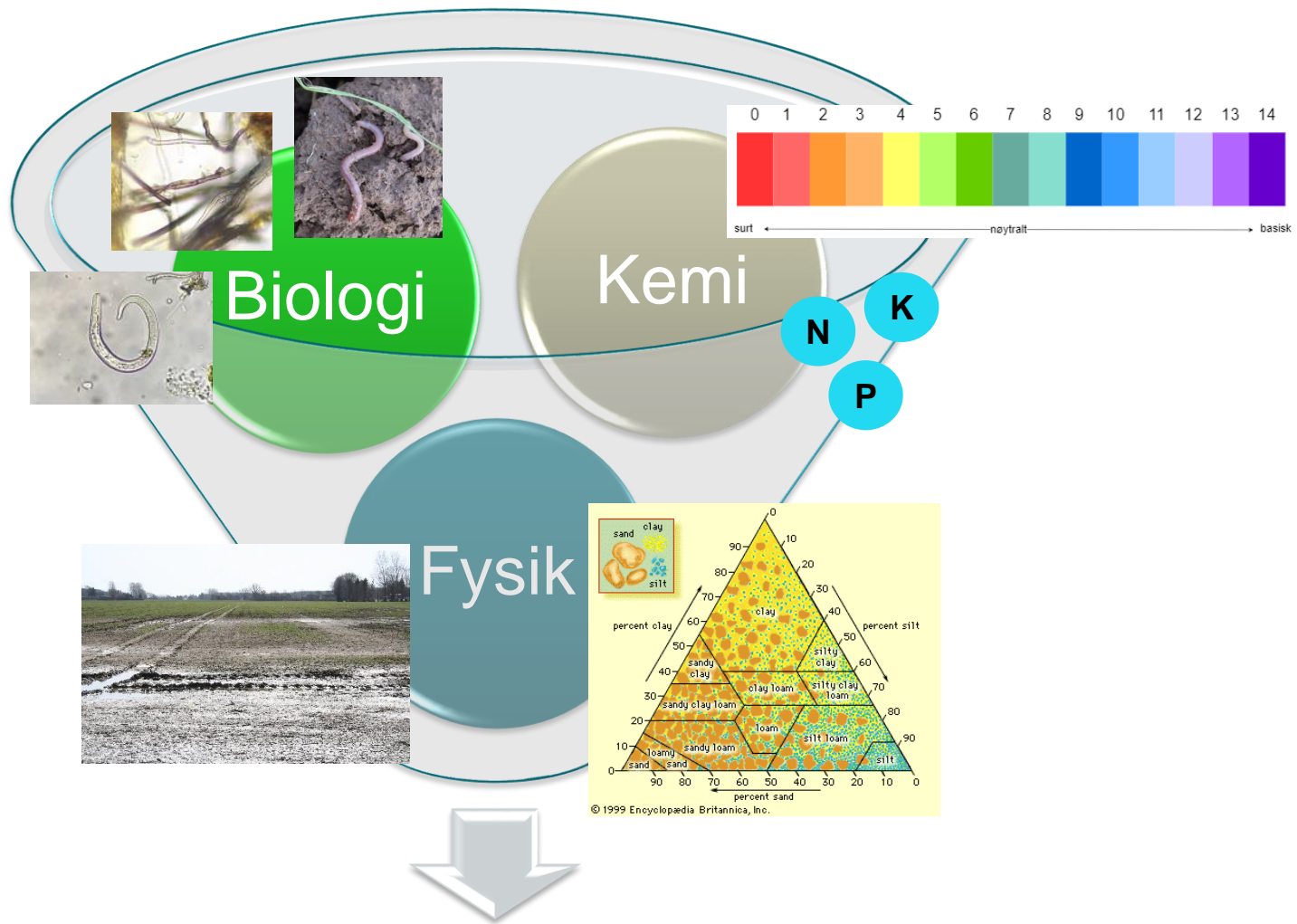
Økologikongres 26. november 2021, Vingsted

Janne Aalborg Nielsen, SEGES

SEGES

STØTTET AF
Promilleafgiftsfonden for landbrug





Jordens frugtbarhed



Black box

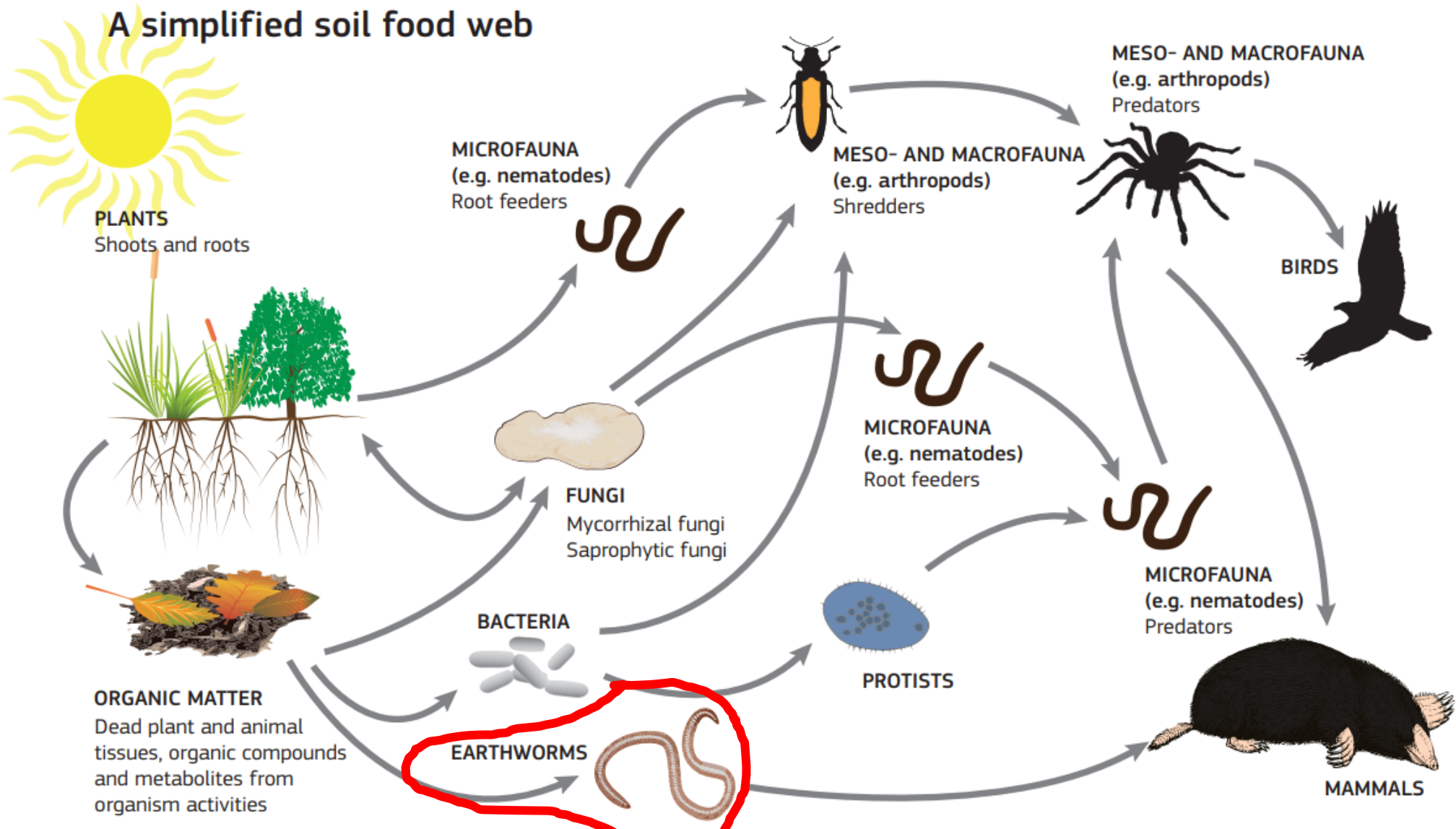
Foto: Janne Aalborg Nielsen



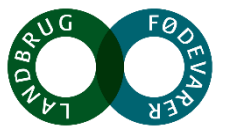


På et omdrifts-
areal vurderes
100 regnorme pr.
m² at være en god
bestand (svarende
til ca. 6 orme på
25x25 cm
tælleflade) – på et
flerårigt græsareal
ca. det dobbelte

A simplified soil food web



<p>1st TROPHIC LEVEL: Primary producers</p>	<p>2nd TROPHIC LEVEL: Decomposers, litter and soil organic matter feeders Mutualists Pathogens and parasites Root feeders</p>	<p>3rd TROPHIC LEVEL: Shredders Predators Grazers</p>	<p>4th TROPHIC LEVEL: Higher-level predators</p>	<p>5th and higher TROPHIC LEVEL: Higher-level predators</p>
---	---	---	--	---



Et glimt af de fascinerende liv i jorden

- Bakterier udfører mange nødvendige og gavnlige funktioner som f.eks. fiksering af atmosfærisk kvælstof, omsætning af organisk stof ved nedbrydning af døde planterester og døde dyr. Bakterier bidrager også til dannelse og stabilisering af jordens struktur.
- Svampe i jorden spiller en vigtig rolle i næringsstofomsætningen i jorden i kraft af deres evne til at nedbryde det meste organiske materiale. Der findes rigtig mange svampearter i jorden. Et eksempel er mykorrhizasvampen, som er kendt for sin positive indflydelse på jord-plante-interaktionen gennem dens samliv med plantens rødder.
- Protozoer er for det meste større end bakterier og lettere at se i mikroskopet, og de kan være meget aktive. Når protozoer "græsser" på bakterier, frigør de næringsstoffer, som er blevet immobiliseret i bakteriecellerne.
- Men hvordan kvantificerer vi det mikrobielle liv i jorden, og hvad skal vi bruge det til/hvordan skal vi bruge det?

Eksempler på jordanalyser

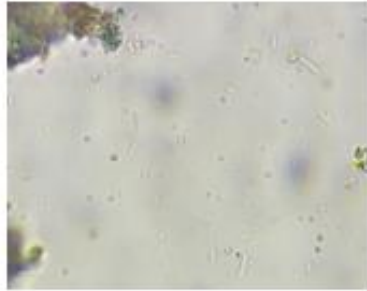
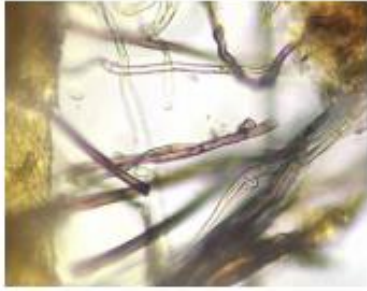


- Mikroskopering af jord
- Respirationstest i marken
- Kvantificering af mikrobiel biomasse, herunder svampe:bakterie ratio, hjemmelaboratorie
- DNA- og RNA-sekventering
- Albrecht jordanalyse

Mikroskopering af jord

Visualiserer livet i jorden – vi kan bedre forstå det er der, når vi kan se det







Protozoer

Organisme	Eksempel
Bakterie	
Svamp	
Skal-amøbe	
Nøgen amøbe	

Fotos: Katelyn Solbakk, Mikroliv

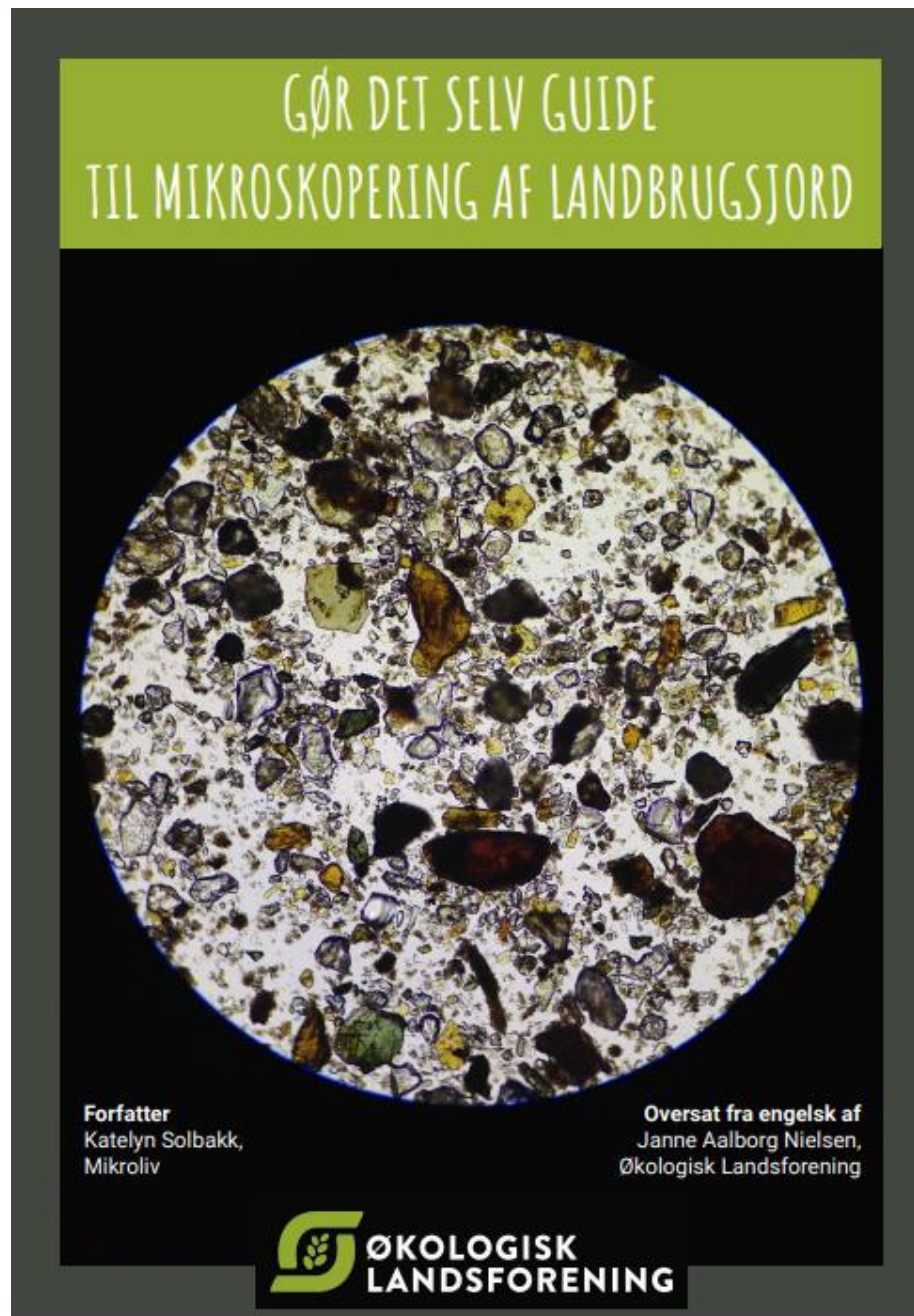
Mikroskopering af jord

Protozoer

Organisme	Eksempel
Flagellat	
Ciliat	
Nematode	
Hjuldyr	

Fotos: Katelyn Solbakk, Mikroliv

Mikroskopering



Fonden for **økologisk landbrug**

SEGES



Mikroskopering

Step 1. Indsamling af prøver

1

Fjern vegetation fra overfladen der, hvor du vil udtage prøven.



Tag flere del-prøver og bland dem herved at få

Step 2. Forberedelse

Materialer:

- Køkkenvægt
- Glas med låg
- Ske
- Tape
- Tusch
- Vand (145 ml pr prøve)

1. Brug tape og en tusch til at mærke prøvetagning.
2. Bland 5 g jord med 145 g vand i hvert glas.
3. Luk glasset grundigt og ryst det forsigtigt.
4. Løsn låget og lad opløsningen stå uforstyrret.

* Du kan godt se på prøven med det samlede øje, hvis du venter. Det skyldes, at mange protokyster kaldet en cyste, når forholdene er tørre. Når du venter for at vågne og blive aktive igen.



Tip: Hvis du har mere end en prøve, så husk at tage flere del-prøver og bland dem herved at få en god repræsentation af prøven. Hvis du begynder, så du undgår en sammenblanding. Husk også at rens glasset mellem prøverne.

Step 3. Mikroskopet



Tjek brugermanualen ved brug af objektivet og sæt det på smartphones.

Del	Funktion
Objektiv	Justering af objektivet
Grov-indstilling	Finjustering af objektivet
Fin-indstilling	Justering af objektivet
Lysstyrke	Justering af lysstyrken
Okular	Justering af okulalet
Objektbord	Justering af objektbordet
Kontrol af objektbord	Justering af objektbordet
Kondensator	Justering af kondensatoren

Step 4. Observer

Materialer:

- Mikroskop
- Objektglas
- Dækglass
- Pipette
- Rensevand*
- Prøve(r)

* Rensevand kan bruges, men destilleret vand er bedre. Der må bare ikke være klor i vandet. Regnvand kan også anvendes.

1 Luk låget grundigt og ryst prøverne grundigt. Undgå at tage fra bunden af glasset.

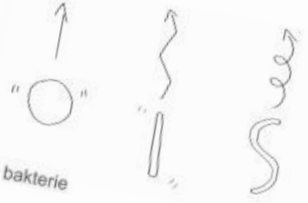
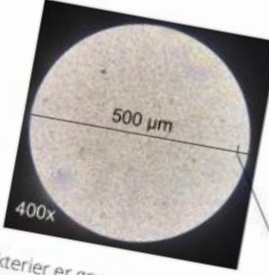
2 Tillad de tungeste partikler at falde ud af pipetten (store dele, som f.eks. sand, kan ikke være under dækglasset). I prøven på objektglasset.

3 Hold dækglasset forsigtigt i kanterne og opmærksom på at dækglasset er meget tyndt og skrøbeligt. Placer en kant på glasset ved siden af dråben og skub det over, så opløsningen spredes langs med glaskanten (se foto herunder). Sæt forsigtigt dækglasset ned, så prøven spredes jævnt under det.

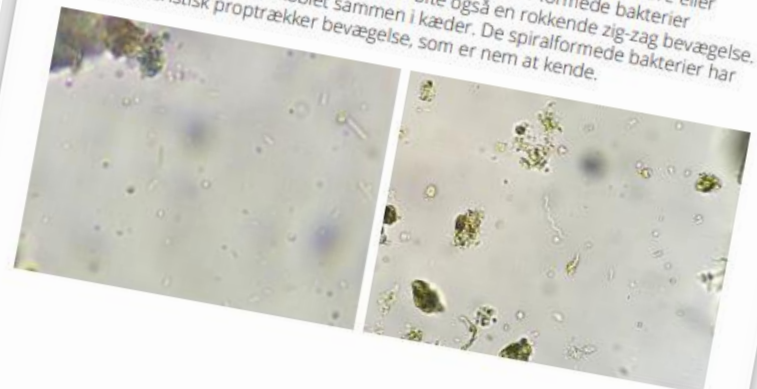
4 Sæt forsigtigt dækglasset ned, så prøven spredes jævnt under det.

1. Bakterier

Bakterier er meget små; ofte kun 1 µm i diameter (0.001 mm). Billedet herunder viser, hvor små de er ved 400x forstørrelse i et mikroskop med et synsfelt på 500 µm (0.5 mm) på tværs.



Bakterier er grupperet i tre overordnede kategorier baseret på deres form på cellerne. Det er kategorierne runde (cocci), stav-formede (bacilli) eller spiralformede (spirilla). Pilene i diagrammet ovenover viser den måde, som de forskellige typer oftest bevæger sig på. De runde bakterier roterer bare eller bevæger sig med nogenlunde lige bevægelser. De stav-formede bakterier bevæger sig også i en lige linje, men har ofte også en rokkende zig-zag bevægelse. De kan nogle gange ses koblet sammen i kæder. De spiralformede bakterier har en karakteristisk proptrækker bevægelse, som er nem at kende.



Resultater af mikroskopering SoilBioLab



T: 00 44 1264 749761
 E: info@soilbiolab.co.uk
 W: www.soilbiolab.co.uk
 A: 213, The Commercial Centre
 Picket Piece, Andover
 Hampshire, SP11 6RU, England

Company Reg. No.: 9122781
 VAT No: 194967247

Date: 12.6.2019
 Sample ID: SBL2137 - Landmand 1
 Crop: Clover Grass

Client: Organic Denmark

Contact: Janne Aalborg Nielsen

Soil Microbiology Report

Organism Biomass

Analysis	Units	Result	Guideline	Low	Optimal	High
Moisture content	%	8	15 - 55	[Progress bar]		
Active Bacteria	µg/g	24.5	50 - 100	[Progress bar]		
Total Bacteria	µg/g	478	300 - 600	[Progress bar]		
Active Fungi	µg/g	4.8	50 - 100	[Progress bar]		
Total Fungi	µg/g	122	300 - 600	[Progress bar]		
Hyphal Diameter	µm	2.86	> 2.5	[Progress bar]		

Organism Ratios

Analysis	Result	Guideline	Low	Optimal	High
Active/Total Bacteria	0.05	0.25 - 1.00	[Progress bar]		
Active/Total Fungi	0.04	0.25 - 1.00	[Progress bar]		
Active Fungi/Active Bacteria	0.19	1.00 - 2.00	[Progress bar]		
Total Fungi/Total Bacteria	0.26	1.00 - 2.00	[Progress bar]		

Mikroskopering - resultater

Protozoa

Analysis	Units	Result	Guideline	Low	Optimal	High
Flagellates	No/g	501381	> 10000	[Progress bar]		
Amoebae	No/g	301807	> 10000	[Progress bar]		
Ciliates	No/g	501378	0 - 100	[Progress bar]		

Nematodes

Analysis	Units	Result	Guideline	Low	Optimal	High
Total Nematodes	No/g	8	10 - 20	[Progress bar]		
Nematode types	Fungal feeders: 26%; Bacterial feeders: 60%; Predators: 0%; Plant parasitic: 7%; Juveniles: 7%					

Mycorrhizal Colonisation

Analysis	Units	Result	Guideline	Low	Optimal	High
Ectomycorrhizae	%	NA	10 - 50	[Progress bar]		
Endomycorrhizae	%	10	10 - 50	[Progress bar]		

Potential Nitrogen in Soil

Nitrogen (N)	kg/ha	377+	Potentially cycled for a period of 3-6 months*			
--------------	-------	------	--	--	--	--

*Please note that this value is related to the microbiological activity and is not a chemical measure of nitrogen.

©2019 SoilBioLab Ltd

Respirationstest i marken

- Testen giver et billede af graden af biologisk aktivitet i jorden
- Respirationen fra mikroorganismene bestemmes i en frisk jordprøve vha. en testpind/testprobe
- Testen består af en gel, der skifter farve ift. CO₂-niveauet i det lufttætte bæger.



Foto: Dennis Weigelt Pedersen

SOLVITA®

Udtag en frisk jordprøve i cirka 15 cm's dybde



Afvej præcis 90 g i bæger med lufttæt låg



Sæt testprobe i og opbevar ved 20 grader - aflæs efter 24 timer



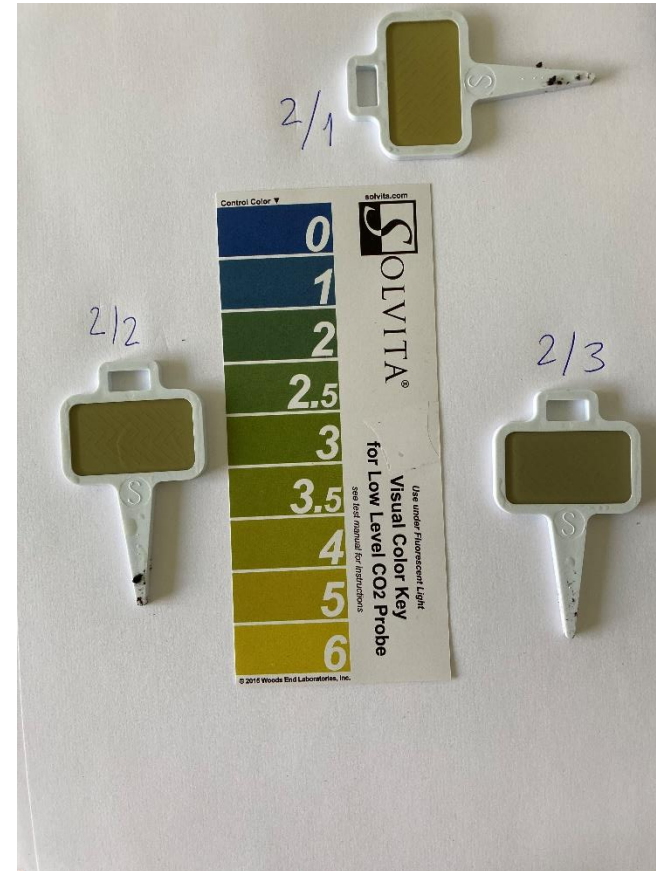
Fotos: Janne Aalborg Nielsen

SEGES

Det ideelle prøvetagningstidspunkt er 2-5 dage efter normal nedbør. Hvis jordprøven tages i for tør eller for våd jord, kan det resultere i lavere respiration.

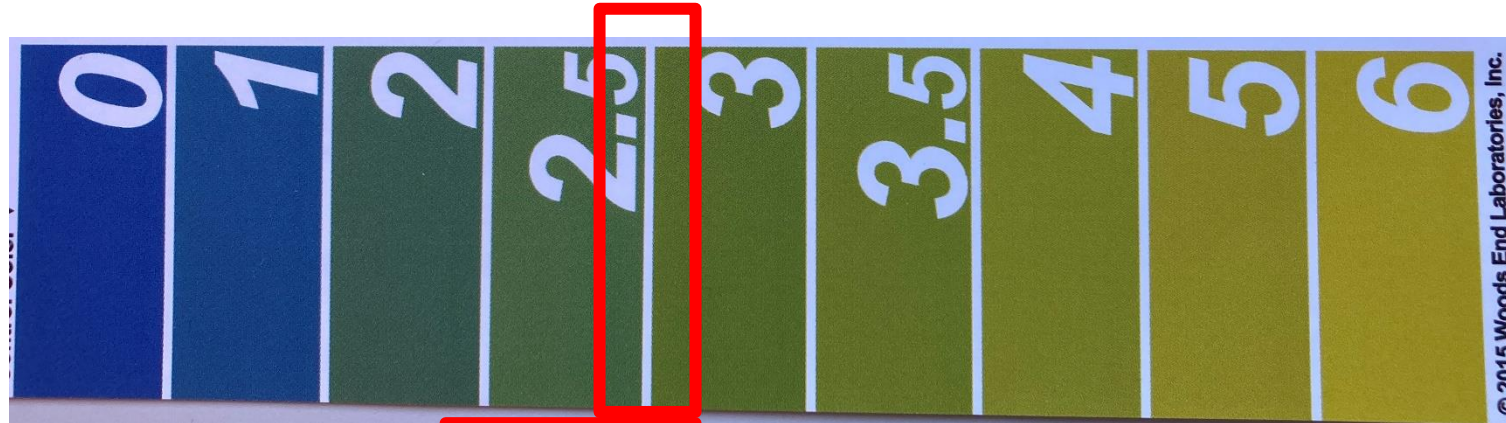


Respirationstest - aflæsning



Fotos: Janne Aalborg Nielsen

Respirationstest, Solvita® – tolkning af resultater



A	Farve 0-1.0 Blå-grå	Farve 1.0-2.5 Grå-grøn	Farve 2.5-3.5 Grøn	Farve 3.5-4.0 Grøn-gul	Farve 4.0-5.0 Gul	Farve 5.0-6.0 Lysegul
B	MEGET LAV AKTIVITET forbundet med ekstrem udpint jord	LAV AKTIVITET Biologisk aktivitet forbundet med lavt indhold af organisk stof	MEDIUM-LAV AKTIVITET biologisk aktivitet med mulighed for indlejring af organisk stof	IDEEL AKTIVITET God jord med aktiv mikrobiel population og godt vedligehold af organisk stof	MIDDELHØJ AKTIVITET Høj biologisk aktivitet med høj omsætning og indlejring af organisk stof	MEGET HØJ AKTIVITET Høj biologisk aktivitet med fortræffelig indlejring og omsætning af organisk stof

Respirationstest i langvarigt (20 år) jordbearbejdningsforsøg (JB 2-3)

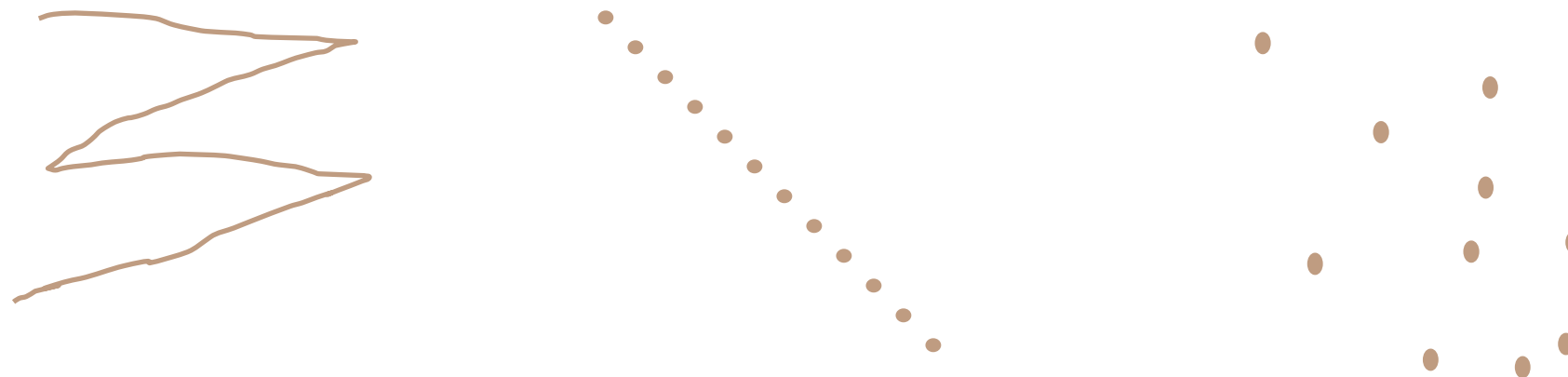
	Efterår 2020 (vinterbyg) Solvita® farvekode	Biologisk aktivitet	Forår 2021 (vinterbyg) Solvita® farvekode	Biologisk aktivitet
1. Pløjning	3,4	Medium-lav	3,6	Ideel
2. Reduceret jordbearb.	4,0	Ideel	3,8	Ideel
3. Pløjning hvert 2. år	3,4	Medium-lav	3,3	Medium-lav
4. Direkte såning efter pløjning	3,9	Ideel	3,3	Medium-lav
5. Direkte såning efter red.jba.	3,9	Ideel	3,4	Medium-lav

1. Pløjning alle år; 2. Reduceret jordbearbejdning alle år; 3. Pløjning hvert 2. år, harvning i 2021; 4. Pløjning indtil 2020. Direkte såning 2020 og frem; 5. Reduceret jordbearbejdning indtil 2020. Direkte såning 2020 og frem.

Overvejelser omkring udtagningstidspunkt

- Det anbefales at tage flere Solvita® tests i marken over tid, under samme forhold
- Jordtemperatur og jordfugtighed er vigtige parametre, - hvor man bør ramme det samme med flere prøveudtagninger
- Altså tage prøven f.eks. i maj ved jordtemperatur på 12 grader og fugtighed på ”2-5 dage efter normal nedbør”
- F.eks. 3-4 år i træk – kan man se en udvikling?
- Hvad med afgrøde/afgrødedække og hvad med det/de geografiske punkter hvor prøven tages

Generel udfordring - variabilitet og sampling



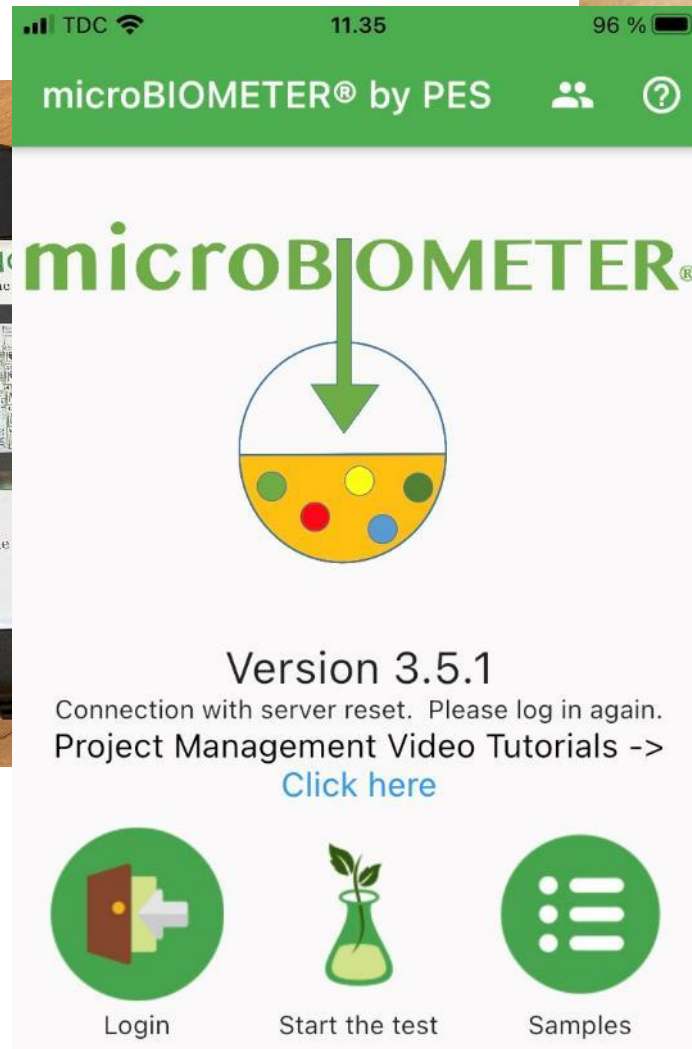
Anbefaling pt:
Udtag 16 stik indenfor det areal I vil undersøge (W), sammenbland prøven og udtag en delprøve til analyse.
Evt. lavere antal stik, men mere afgrænset geografisk punkt, som kan genfindes.



Fotos: Dennis Weigelt Pedersen



Mikrobiel biomasse – hjemme laboratorie



MicroBIOMETER®

- Måler den mikrobielle biomasse i jord, kompost og kompost-te
- Beregner svampe – bakterie ratio (svampe:bakterier)
- Med disse data kan du følge med i din jords sundhed/jordfrugtbarhed over tid
- Indledende afprøvning 2021

Metoden

- Ekstraktion => frigør svampe og bakterier fra ikke-levende partikler
- Indfarves med blå og detekteres vha kontrast
- Sorteres efter størrelse, bakterier mindre end svampe
- Kvantificeres – og svampe:bakterie ratio beregnes og oplyses

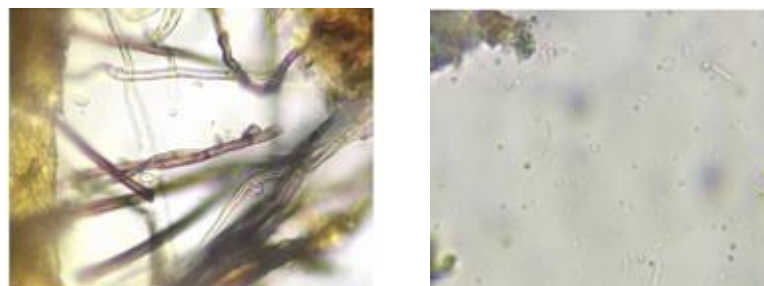
Mikrobiel biomasse og svampe:bakterie

Behandling	Mikrobiel biomasse, $\mu\text{g C/g}$	Svampe:bakterie
Pløjning	772	1,6:1
Harvning	846	1,7:1
Direkte såning	739	1,5:1

Prøverne er udtaget i forsøg 080032121-001. CA som bæredygtigt dyrkningssystem, Holstebro - år 1. Projekt GRObund. Afgrøden var hestebønner, og prøverne er taget tæt på hestebønneplanternes rødder. Prøverne er analyseret med MicroBIOMETER.

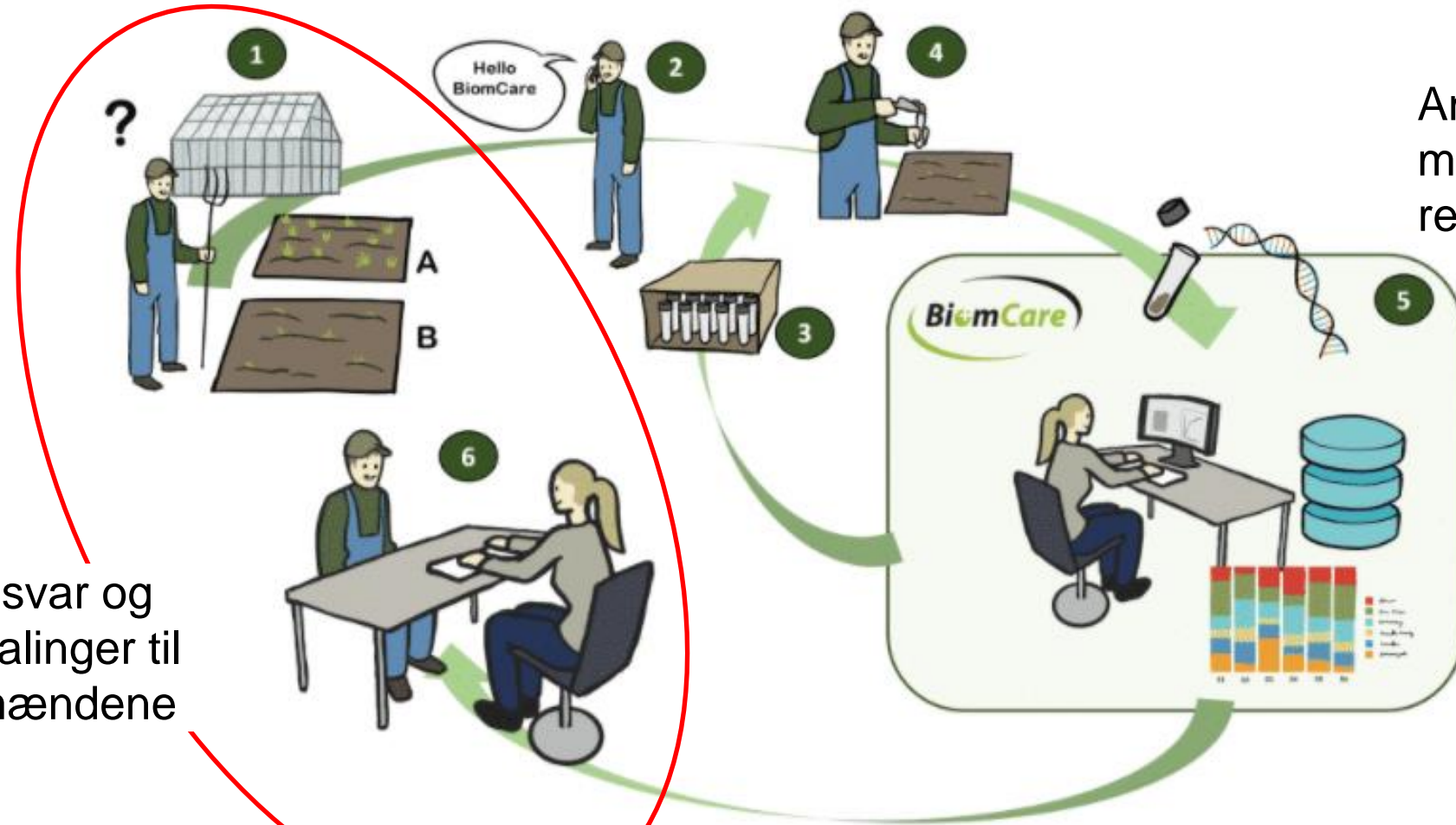
Ifølge MicroBIOMETER er mikrobiel biomasse på 600+ $\mu\text{g C/g}$ "Excellent for Agricultural soil"

Resultaterne skal betragtes som en meget indledende afprøvning.



Fotos: Katelyn Solbakk, Mikroliv

DNA- og RNA-sekventering



Analyse af stor mængde data på relativt kort tid

Klare svar og anbefalinger til landmændene

Albrecht analysen

- Analysen bygger på tesen om "Den balancerede jord"
- Tesen bygger på, at jordens frugtbarhed i væsentlig grad styres af forholdet mellem base-kationerne Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ og Na^+
- Der anbefales et forhold på 68(Ca):12(Mg):4(K):1(Na) - ratioerne kan variere afhængig af kilde
- Ved at balancere forholdet mellem de nævnte base-kationer skulle man kunne opnå en mere frugtbar jord og derigennem et højere udbytte
- Metoden kaldes også BCSR (Base Cation Saturation Ratio)

Afprøvning af gødskning efter Albrecht analysen/BSCR

- 6-årigt studie, økologiske markforsøg i Ohio, USA
- Resultater fra dette studie giver ingen evidens for at BSCR forbedrer jordens sundhed eller produktivitet/udbytte (Chaganti et al., 2021)
- Ovenstående kilde citerer en række andre kilder for samme resultater. BSCR- metoden giver ikke højere udbytter.

Kilde: Chaganti VN, Culman SW, Herms C, Sprunger CD, et al., (2021).
Base cation saturation ratios, soil health, and yield in organic field crops.
Agronomy Journal. 2021;113:4190–4200.

Albrecht analysen/BSCR - spørgeundersøgelse

- Systematisk indsamling af data fra over 850 landmænd, der dyrker certificeret økologisk majs i Indiana, Michigan, Ohio og Pennsylvania
 - Over halvdelen rapporterer at de bruger en jordbalancerende tilgang baseret på BCSR - systemet
 - Der spørges ind til hvordan det er praktiseret og hvordan det virker
- Resultaterne viste:
 - Mange af landmændene oplevede positive agronomiske resultater fra brugen af et BCSR, herunder forbedringer i jordens fysiske og biologiske egenskaber og forbedret afgrødesundhed og kvalitet.
- Med til historien hører også: Mange af de adspurgte bruger også en bred vifte af jordforbedringsprodukter (såsom indkøbte organiske NPK-gødninger, mikronæringsstoffer, mikrobielle stimulanser og jordpodemidler) andre end dem, der anvendes specifikt til kationbalance.

Albrecht analysen/BSCR - spørgeundersøgelse

- **Undersøgelsen konkluderer:**
- Landmændene i undersøgelsen rapporterer omfattende brug og positivt opfattede resultater fra jord-balancerende metoder
- Den videnskabelige forskningslitteratur har ikke været i stand til at reproducere beviser for, at manipulation af jordens basekationniveauer har nogen systematisk effekt på afgrødeudbyttet
- Fremtidig forskning kunne overveje at inddrage de interagerende virkninger af BCSR med andre dyrkningstiltag, så som jordforbedringsprodukter, for at tilnærme sig landmændenes faktiske praksis mere.

Kilde: Brock, C., Jackson-Smith, D., Kumarappan, S., Culman, S., Doohan, D., & Herms, C. (2021). The prevalence and practice of soil balancing among organic corn farmers. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 36(4), 365-374.
doi:10.1017/S1742170520000381

Albrecht analysen – dansk granskning

- ”En kritisk og videnskabelig baseret gennemgang af baggrunden for Albrechts jordanalyse viser klart, at hypotesen om, at ratioen mellem næringsstofferne (base kationerne) spiller en afgørende rolle for jordens frugtbarhed, **ikke støttes af den videnskabelig litteratur på området**. Planter (landbrugs og havebrugsafgrøder) udviser en høj grad af plasticitet og der opnås **hverken bedre udbytte eller plantekvalitet**, når ratioen mellem næringsstoffer optimeres i forhold til de værdier, der er angivet i BCSR (Albrecht metoden). Desuden er der heller ikke belæg for, at jordens fysiske struktur er bedre ved de ratioer, der angives som optimale i BCSR. Tværtimod viser forsøgene på området, at gødskning og jordforbedring efter Albrechts metode **kan føre til en unødvendig tilførsel af grundstoffer** (naturressourcer), som potentielt kan belaste både miljø, klima og planteavlerens økonomi.” (Husted, 2020)
- Man kan overordnet konkludere, at Albrecht analysen ikke fremkommer med flere valide konklusioner, end dem der ville kunne afsløres i en klassisk dansk jordanalyse, som endda kan udføres meget billigere (Husted, 2020).

Opsamling - jordanalyser med fokus på vurdering af jordens biologi

- Mange muligheder for at vurdere jordens frugtbarhed, og mange vi ikke kender godt nok endnu
- Behov for mere viden om funktionaliteten af jordens mikroliv - hvad er det vi gerne vil fremme – og undertrykke
- Mikroskopering af jord er god til visualisering og kan anvendes til vurdering af jordfrugtbarhed – hør mere om lidt
- Solvita® og MicroBIOMETER® er nemme at udføre, men alligevel svære i praksis – hvordan udtages prøverne rigtig og hvordan tolkes resultaterne, - hvad kan vi sammenligne
- DNA- og RNA-sekventering er en del af fremtiden, mange muligheder åbner sig
- Albrecht analysen er ikke bedre en den klassiske jordanalyse, men en del dyrere
 - Dog sætter den fokus på en mere holistisk tilgang til analyse af jorden
- Det er et område i udvikling 😊

Tak fordi I lyttede –
spørgsmål er velkomne 😊

SEGES

STØTTET AF
Promilleafgiftsfonden for landbrug

