



## Markforsøg med komposttildeling

2021-2023



### Kontakt

Sidsel Birkelund Schmidt, Innovationscenter for Økologisk Landbrug, +45 23 48 17 56 | [sibs@icoel.dk](mailto:sibs@icoel.dk)

Jonas Holm Rasmussen, Innovationscenter for Økologisk Landbrug, +45 21 19 34 45 | [johr@icoel.dk](mailto:johr@icoel.dk)

Anton Rasmussen, Innovationscenter for Økologisk Landbrug, +45 61 97 49 03 | [anto@icoel.dk](mailto:anto@icoel.dk)

STØTTET AF

**Promille**afgiftsfonden for landbrug

## Kompost - recirkuleret næring og kulstof til jord og afgrøder

I projektet 'Kompost - recirkuleret næring og kulstof til jord og afgrøder' er der i perioden 2021-2023 gennemført markforsøg 3 lokaliteter/år med udbringning af forskellige typer kompost til vårkorn (7 forsøg), vinterraps (1 forsøg), og vinterhavre (1 forsøg). I denne rapport evalueres hovedresultaterne fra forsøgene med henblik på:

- Udbytteeffekt af komposttilførsel
- Effekt af tilsætning af aktive mikroorganismer til kompost
- Jordens mikrobielle sammensætning efter komposttilførsel
- Lønsomhedsanalyse for tildeling af kompost

## Baggrund for projektet

Kompost blandes af næringsrige organiske materialer/affaldsprodukter fra byer, industri, landbrug eller naturarealer, grøn frisk plantebiomasse og strukturgivende brun plantebiomasse, f.eks. have-/parkaffald. Blanding og kompostering af diverse restbiomasser kan have flere formål. Kompostering kan bidrage til at omsætte og stabilisere en biomasse, der i sin rene form ikke er egnet til gødskning eller jordforbedring, men som efter kompostering kan tilbagetilføre næringsstoffer til jordbruget. Derudover kan kompostering stabilisere kulstof, som således ikke tabes eller omsættes unødigt ved f.eks. oplagring.

Komposten, der er anvendt i markforsøgene, er fremstillet ved metoden Controlled Microbial Composting (CMC), som er en kontrolleret kompostering, dvs. at biomasserne først blandes og derefter oplægges i miler, som vendes hyppigt. Vending foretages typisk en gang ugentligt de første fire uger, og derefter hver 10.-14. dag indtil seks til otte uger efter oplægning. Ved denne komposteringsmetode sikres en hurtig proces og optimal kontrol af temperatur og ilt. Dog kræver metoden adgang til en milevender eller en gummiged for at opnå en fuldkommen og effektiv vending.

Som udgangspunkt vil man forvente et merudbytte ved tilførsel af kompost, dels pga. gødningseffekten af næringsstofferne og dels pga. de øvrige positive effekter af kompost. En manglende udbytteeffekt kan bl.a. skyldes, at effekterne først er målbare efter en længere årrække med jævnlig tilførsel af kompost. Ligeledes kan tilgængeligheden af næringsstofferne i komposten variere, bl.a. kan tilgængeligheden af N være relativt lav, hvis C/N-forholdet er højt. Det er derfor relevant at følge udbytteeffekten af komposttilførsel, både i tildelingsåret og over en længere årrække.

## Fremstilling af forskellige komposttyper

Der er i 2021, 2022 og 2023 anlagt tre markforsøg med tilførsel af forskellige typer kompost, på økologisk og konventionelt drevne marker. Der er udbragt tre komposttyper baseret på haveparkaffald, suppleret med forskellige let omsættelige og næringsrige biomasser. Således er der udover haveparkaffald tilsat mad-/grønsagsaffald, kløvergræs, tang, halm og spildevandsslam (biogødning). De tre komposttyper er i 2021 fremstillet i en kontrolleret proces på Odense Renovations anlæg, og i 2022 fremstillet på Klintholm I/S affaldsbehandlingsanlæg. Kompostsammensætning og næringsstofindholdet af de fremstillede komposttyper fremgår af tabel 1-4.

*Tabel 1. Sammensætning af kompost fremstillet i 2021 (anvendt i markforsøg i 2021 og 2022)*

Organisk materiale til kompostering	Mængde i ton foreliggende		
	Mile 1 Konventionel	Mile 2 Økologisk	Mile 3 Økologisk
Type			
Biogødning (spildevandsslam)	5	0	0
Kløvergræs	10	0	6
Madaffald/grønsagsaffald	0	15	16
Tang	0	7	7
Halm	0	0	0
Have-/parkaffald	30	40	40
<b>Oplagt i mile til kompostering, i alt</b>	<b>45</b>	<b>62</b>	<b>69</b>

*Tabel 2. Næringsstofindhold i den færdige kompost, kg pr. ton. 2021*

Næringsstofindhold	Mile 1	Mile 2	Mile 3
Total N	10,6	7,7	13,3
NH <sub>4</sub> -N	0,12	0,03	0,01
P	3,1	1,6	1,6
K	4,3	3,7	4,3
C	130	78	123
C/N-forhold	12	10	9

*Tabel 3. Sammensætning af kompost fremstillet i 2022/2023 (anvendt i markforsøg i 2023)*

Organisk materiale til kompostering	Mængde i ton foreliggende		
	ØKO	KOD	BIO
Type			
Biogødning (spildevandsslam)	0	0	4
Kløvergræs (ensilage)	15	0	3
Bioaffald fra husholdninger (KOD)	5	14	10
Tang	4	4	4
Halm	0	0	1
Haveaffald	25	30	25
Oplagt i mile til kompostering	49	48	47
Moden kompost til afdækning af kompostmile 1. gang	9	9	9
<b>Oplagt i mile til kompostering med afdækning, i alt</b>	<b>58</b>	<b>57</b>	<b>55</b>

Tabel 4. Næringsstofindhold i den færdige kompost, kg pr. ton. 2023

Næringsstofindhold	ØKO	KOD	BIO
Total N	10,8	10,8	12,6
P	2,2	1,7	1,8
K	5,2	5,2	6,8
C	154	153	184
C/N-forhold	14	14	15

## Tilsætning af aktive mikronæringsstoffer til komposten

For hver komposttype blev der udtaget en delmængde, hvortil der blev tilsat aktive mikroorganismer nogle uger inden udbringning. De testede produkter var GreenF, Biogrow og SoBac. Biogrow anvendes i vid udstrækning ved anvendelse af kompost til fuld-gødskning af grøntsager mv. i Vietnam. Biogrow består af fire forskellige bakteriekulturer: En kvælstoffikserende bakterie, to der angiveligt mobiliserer fosfor i komposten og endelig en, der stimulerer afgrødernes rodvækst. GreenF er et dansk produkt sammensat af mikroorganismer, produktet kan tilsættes før eller efter kompostering og skulle efter leverandørens udsagn øge afgrødens næringsstof og vandoptage. Sobac er en fransk sammensætning af biostimulanter og aktive mikroorganismer. Sobac markedsfører en række produkter, i dette forsøg er anvendt et komposteringsprodukt møntet på at reduceret ammoniakfordampningen ved kompostering.

### Forsøgsmarkernes grundoplysninger:

Grundoplysninger om de tre forsøgslokaliteter ses i tabel 5. Hvert år (2021-2023) blev der gennemført to forsøg under økologiske dyrkningsforhold ved hhv. Labing og Vamdrup. Det tredje markforsøg blev gennemført på en konventionel bedrift ved Kysing Næs

Tabel 5. Grundoplysninger for de 3 forsøgslokaliteter

	Labing	Vamdrup	Kysing Næs
Bedriftstype	Økologisk siden 2017	Økologisk 25år+	Konventionel
Jordtype, JB nr.	6	2-3	6
År/Afgrøde:			
2021	Vinterhavre	Vårbyg	Vårbyg
2022	Vinterraps	Vårbyg/lupin	Vårbyg
2023	Vårbyg	Havre	Vårbyg

### Labing:

Fastliggende forsøg i alle tre år. I forsøget indgik fem forsøgsbehandlinger med fire gentagelser. Forsøget var anlagt i småparceller á 3\*12 m, dvs. 36 m<sup>2</sup>. Der blev høstet med parcelmejetærsker.

Tabel 6. Kompostbehandlinger i forsøgene ved Labing.

Labing	Behandlinger 2021				
	Beh. 0	Beh. 1	Beh. 2	Beh. 3	Beh. 4
Komposttype	Ingen	Mile 2	Mile 2	Mile 3	Mile 3
Tilsætning af BioGrow		-	+	-	+
	Behandlinger 2022				
Komposttype	Ingen	Mile 2	Mile 2	Mile 3	Mile 3
Tilsætning af GreenF		-	+	-	+
	Behandlinger 2023				
Komposttype	Ingen	KOD	KOD	ØKO	ØKO
Tilsætning af Sobac		-	+	-	+

### Vamdrup:

2021-2022: Fastliggende forsøg. I forsøget indgik fem forsøgsbehandlinger med fire gentagelser. Brutto-parcellerne var 10\*48 m, og der blev høstet en nettoparcel på 6\*48 m, dvs. 288 m<sup>2</sup>.

2023: Forsøget blev flyttet til et nyt sted i marken, og anlagt som et småparcellforsøg med en parcellstørrelse på 3\*12 m, dvs. 36 m<sup>2</sup>. Der blev høstet med parcelmejetærsker.

Tabel 7. Kompostbehandlinger i forsøgene ved Vamdrup

Vamdrup	Behandlinger 2021				
	Beh. 0	Beh. 1	Beh. 2	Beh. 3	Beh. 4
Komposttype	Ingen	Mile 2	Mile 2	Mile 3	Mile 3
Tilsætning af BioGrow		÷	+	÷	+
	Behandlinger 2022				
Komposttype	Ingen	Mile 2	Mile 2	Mile 3	Mile 3
Tilsætning af GreenF		-	+	-	+
	Behandlinger 2023				
Komposttype	Ingen	KOD	KOD	ØKO	ØKO
Tilsætning af BioGrow		-	+	-	+

### Kysing Næs:

2021-2022: Fastliggende forsøg. I forsøget indgik tre forsøgsbehandlinger med fire gentagelser. Brutto-parcellerne var 11,5\*60 m, og nettoparcellen var 3\*60 m, dvs. 180 m<sup>2</sup>.

2023: Forsøget blev flyttet til en ny mark. I forsøget indgik tre forsøgsbehandlinger med fire gentagelser. Brutto-parcellerne var 11,5\*50 m, og nettoparcellen var 1,5m\*50 m, dvs. 75 m<sup>2</sup>.

Tabel 8. Kompostbehandlinger i forsøgene ved Kysing Næs.

Kysing Næs	Behandlinger 2021		
	Beh. 0	Beh. 1	Beh. 2
Komposttype	Ingen	Mile 2	Mile 2
Tilsætning af BioGrow		-	+
	Behandlinger 2022		
Komposttype	Ingen	Mile 2	Mile 2
Tilsætning af GreenF		-	+
	Behandlinger 2023		
Komposttype	Ingen	BIO	BIO
Tilsætning af BioGrow		-	+

## Målinger og registreringer i markforsøgene

Høstudbytte blev målt ved høst med forsøgsmejetærsker i forsøgene ved Labing, Kysing Næs og Vamdrup (i 2023), mens der i Vamdrup i 2021+2022 blev høstet med en seks m bred mejetærsker. Fra hver parcel blev der udtaget en kornprøve til analyse for renhed (rensesvind), vandindhold, HL-vægt og proteinindhold. I enkelte tilfælde var der ikke nok prøve til analyse, og her blev gennemsnitsværdien for de øvrige gentagelser i forsøget med samme behandling anvendt. Ud fra råvareudbyttet pr. parcel og kvalitetsanalyserne blev der beregnet kerneudbytte pr. ha (korrigeret til ren kerne med 15% vandindhold). Vamdrupforsøget i 2021 blev korrigeret for en observeret udbyttegradient hen over forsøgsarealet. Ud fra den stort set lineære sammenhæng mellem udbytte og afstand fra forsøgsstart blev alle parceludbytter korrigeret, så behandlingernes placering i princippet ikke skulle påvirke udbytteresultaterne.

Der blev udtaget jordprøver til mikrobiom-analyse. I hver forsøg, blev der udtaget en jordprøve for ubehandlet (1 plot, 3 tekniske gentagelser) og komposttildeling (1 plot, 3 tekniske gentagelser).

## Udbytteresultater for markforsøgene

Udbyttet for hver forsøgslokalitet og år er angivet i Tabel 9. Der var tendens til merudbytte ved komposttildeling i fire ud af fem forsøg i vårbyg. Der var ingen udbytteeffekt af komposttildeling i de øvrige afgrøder. Tilsætning af de tre testede aktive mikroorganismer (AM) gav ingen udbytteeffekt.



Tabel 9: Udbytte (hkg/ha) i forsøgene med tilførsel af forskellige komposttyper

<b>Labing</b>					
<b>År</b>	<b>2021</b>		<b>2022</b>		<b>2023</b>
Afgrøde	Vinterhavre		Vinterraps		Vårbyg
Behandling/udbytte (hkg/ha)					
0. Ingen kompost	49,3	30,4	0. Ingen kompost	44,1	
1. Kompost fra mile 2	43,8	30,7	1. KOD kompost	48,3	
2. Kompost fra mile 2 + AM*	45,6	25,8	2. KOD kompost + AM*	48,5	
3. Kompost fra mile 3	49,1	29,6	3. ØKO kompost	48,8	
4. Kompost fra mile 3 + AM*	45,4	31,8	4. ØKO kompost + AM*	46,1	
*aktive mikroorganismer (AM)	Biogrow	GreenF		Sobac	
<b>Vamdrup</b>					
<b>År</b>	<b>2021</b>		<b>2022</b>		<b>2023</b>
Afgrøde	Vårbyg		Vårbyg/Lupin		Havre
Behandling/udbytte (hkg/ha)					
0. Ingen kompost	25,8	32,1	0. Ingen kompost	73,1	
1. Kompost fra mile 2	27,8	30,8	1. KOD kompost	66,8	
2. Kompost fra mile 2 + AM*	28,9	30,0	2. KOD kompost + AM*	73,9	
3. Kompost fra mile 3	29,6	31,3	3. ØKO kompost	75,5	
4. Kompost fra mile 3 + AM*	29,1	31,1	4. ØKO kompost + AM*	68,8	
*aktive mikroorganismer (AM)	Biogrow	GreenF		Biogrow	
<b>Kysing Næs</b>					
<b>År</b>	<b>2021</b>		<b>2022</b>		<b>2023</b>
Afgrøde	Vårbyg		Vårbyg		Vårbyg
Behandling/udbytte (hkg/ha)					
0. Ingen kompost	57,0	38,4	0. Ingen kompost	22,1	
1. Kompost fra mile 1	56,5	48,9	1. BIO-kompost	24,8	
2. Kompost fra mile 1 +AM*	57,4	47,5	2. BIO-kompost +AM*	23,5	
*aktive mikroorganismer (AM)	Biogrow	GreenF		Biogrow	

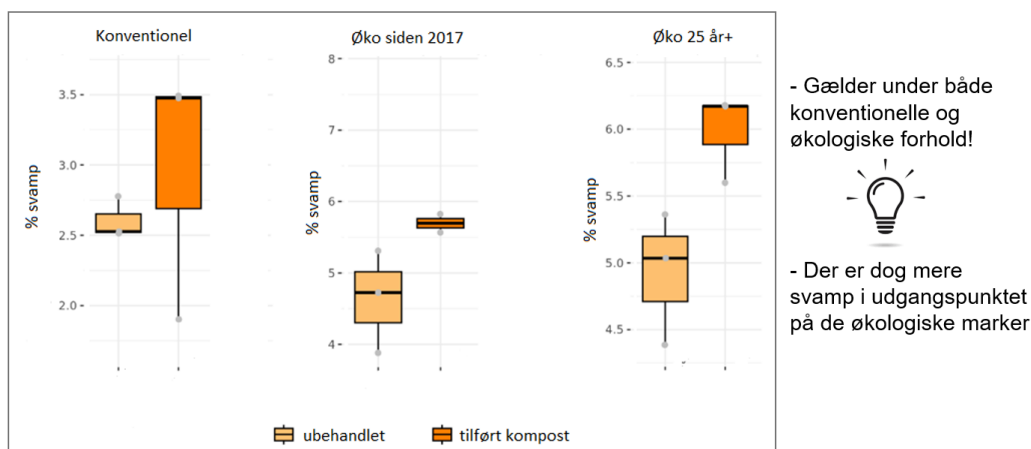
## Effekter på jordens mikrobiom ved brug af kompost

Det mikrobielle samfund i dyrkningsjorden har en række helt afgørende funktioner i samspil med planterne, og derfor er det en god ide at skabe så gode betingelser som muligt for mikroorganismene i jorden. Kompost er organisk materiale som typisk er omsat af mikroorganismer (bl.a. bakterier og svampe) under aerobe forhold. Dermed er kompost rig på mikroorganismer. Tilførsel af kompost til landbrugsjorden kan potentielt ændre sammensætningen / de relative mængder af mikroorganismer, eller ved at kompostens organiske (levende eller døde) og uorganiske bestanddele påvirker jordens eksisterende mikrobiom og derved forårsager en forskydning eller en ændring i mængden af de allerede eksisterende mikroorganismer.

I markforsøgene blev der hvert år udtaget jordprøver hhv. efter jordbearbejdning/såning men forud for komposttildeling, og igen ved seks til ti uger efter komposttildeling. Jordprøverne blev analyseret via DNA/shotgun-sekventering af Biomcare® for indholdet af forskellige organismer af bakterier og svampe.

Efter bare et års tilførsel af kompost blev der målt en forøgelse af svampe i jorden på alle lokaliteter (Figur 1). I 2022 havde de økologiske marker som udgangspunkt et højere indhold af svampe i forhold til den konventionelle mark (Figur 1), men komposttildeling medførte generelt en berigelse af svampe under både økologisk og konventionel dyrkning.

### Tilførsel af kompost beriger jorden med svampe



Figur 1. Effekt af komposttildeling på jordens indhold af svampe i hver af de tre markforsøg i 2022.

Kompost, som har gennemgået en god eftermodningsproces, har et højt indhold af svampe, idet svampene overtager komposteringsprocessen efter bakterierne i denne fase, og dette kan være med til at forklare jordens forøgede indhold af svampe efter komposttilførsel i 2022. I 2023 blev der ikke set samme effekt af komposttildeling på jordens indhold af svampe, men forårets lange tørkeperiode kan have haft indflydelse herpå.

Dyrkningsjord indeholder generelt en enormt bred sammensætning af organismer, og deres funktioner, og det økosystem de danner, er komplekst og langt fra fuldt forstået. Alligevel kunne effekten af komposttildeling forklare op til 10% af den observerede variation i mikrobiomet sammensætning i forsøgene. Komposttildeling resulterede desuden i et mere alsidigt mikrobiom, jf. scoren for 'Alpha Diversity Richness' (dvs. antallet af forskellige arter af mikroorganismer fundet i jordprøverne), uanset komposttype.





## Udbytte og økonomi for tildeling af kompost

Tildeling af kompost til jorden kan have en række direkte og indirekte effekter på jord og jordfrugtbarhed. Målet med komposttilførsel er selvsagt at øget udbyttet i økologiske afgrøder, hvorfor økonomien ved tilførsel af kompost til f.eks. kornafgrøder selvfølgelig er relevant. Langtidseffekten af kompost er vanskelige at værdisætte, men kompost bidrager til bedre næringsstofudnyttelse generelt og giver bedre vækstbetingelser over tid og formodentlig en jord, der lettere bearbejdes. I udgangspunkt forventes derfor et merudbytte ved tilførsel af kompost, dels pga. gødningseffekten af næringsstofferne og dels pga. øvrige de positive effekter af kompost. De fleste forsøg med tilførsel af kompost viser, at udbytteeffekten først er målbare efter en årrække med kontinuerlig komposttilførsel. I de forsøg, der er gennemført i projektet, er der dog fundet moderate merudbytter særligt i vårbyg, også i forsøg i Labing og Kyssing, hvor der er tildelt kompost i en årrække.

Omkostningerne til fremstilling af et tons Økokompost i projektet er opgjort til ca. 85 kr pr. ton. Ca. 1/3 af omkostningsprisen går til sortering og neddeling af have-parkaffaldet forud for kompostering. Da sortering og neddeling gennemføres uaget om have-parkaffaldet efterfølgende afsættes til landbrugsformål (da den frasorterede fraktion af træmasse kan afsættes som brændsel i flis kedler), er det rimeligt ikke at medregne den omkostning i kompostfremstilling. Således koster det 51 kr. pr ton at fremstille et ton kompost. Prisen for læsning og udbringning på bedriften er 30 kr. pr tons dvs. den samlede omkostningen er 81 kr. pr tons udbragt i marken. I forsøgene er udbragt op til 20 tons kompost pr ha. hvilket giver 1620 kr./ha i marken hvis komposten leveres fragtfrit i marken. Gør den ikke kan tillægges 0,9 kr. pr tons, pr km.

Omregnet med kvælstofindholdet i komposten giver det en pris på 7,4 kr. pr kg total N udbragt. Med de aktuelle kornpriser skal der således høstes et merudbytte på mindst 6,7 hkg vårbyg for at balancere omkostningerne ift. merudbyttet i udbringningsåret. I vårbyg er der i projektet høstet merudbytte i vårbyg på 3-5 hkg, der ikke helt dækker omkostningerne til kompost og udbringning første år. Som nævnt forventes kompost at øge jordens kulstofindhold, mikrobiel aktivitet og forbedre jordstrukturen, som over tid bidrager til større dyrkningssikkerhed og muligheden for højere udbytte.