

Markforsøg med anvendelse af kompost og fladekompostering

Forfattere: Søren Ugilt Larsen, Teknologisk Institut, Martin Beck, selvstændig konsulent og Janne Aalborg Nielsen, Økologisk Landsforening.

Den 15. august 2017 blev der anlagt to markforsøg på to forskellige lokaliteter i Sønderjylland. Det ene forsøg ligger i Abild på sort sandjord, JB 3, det andet i Jejsing på lerblandet sandjord, JB 4.

I begge forsøg er der gennemført følgende forsøgsbehandlinger:

Med kompost og med pløjning: Et forsøgsled hvor der blev tilført den pilekompost, som er fremstillet i projektet i april 2017 ved Ny Vraa Bioenergy i Tylstrup. Dette forsøgsled blev pløjet i foråret 2018.

Uden kompost og med pløjning: Et forsøgsled hvor der ikke blev tilført pilekompost i efterår 2017, og der blev pløjet i foråret 2018.

Med kompost og med fladekompostering: Et forsøgsled hvor der blev fladekomposteret i august 2017, der blev tilført pilekompost, og der blev sået en vintergrøn efterafgrøde, som blev fladekomposteret i foråret 2018.

Uden kompost og med fladekompostering: Et forsøgsled, hvor der blev foretaget en fladekompostering i august 2017, der blev ikke tilført pilekompost, og der blev sået en vintergrøn efterafgrøde, som blev fladekomposteret i foråret 2018.

Der er fire gentagelser i forsøgene. Bruttoarealerne var 6 m i bredden, svarende til maskinbredden, mens længden var 30 m i agerretningen.

En oversigt over forsøgsbehandlingerne ses i tabel 1.

Tabel 1. Oversigt over forsøgsbehandlinger i markforsøgene. De fire forsøgsled er 'opdelt' efter de to forsøgsfaktorer komposttilførsel og jordbearbejdning.

Led	Faktor 1: Komposttilførsel	
1	Medio september 2017	Ingen tilførsel af pilekompost
2	Medio september 2017	Cirka 7 t pilekompost pr. ha
	Faktor 2: Jordbearbejdning	
A	April 2018	Pløjning
B	August 2017 Oktober 2017 April 2018	Fladekompostering 2. års slætgræs blanding 42 Isåning af vintergrøn efterafgrøde*, 100 kg pr. ha Fladekompostering vintergrøn efterafgrøde, fræset 2 gange, grubbet en gang

* Den vintergrønne efterafgrøde var af blandingen Camena Wintergreen bestående af: 62 % vinterrug, 26 % pannonisk hvidblomstret vintervikke, 10 % blodkløver, 1 % vinterfoderraps, 1% vinterrybs.

Beskrivelse af forsøgsbehandlinger vedrørende jordbearbejdningen

Forsøgsled A svarer til en traditionel forårspløjning af kløvergræs forud for såning af vårhveden. I forsøgsled B med fladekomposteringen blev der foretaget flere tiltag. Kløvergræsset blev fladekomposteret ved fræsning i 3-4 cm dybde medio august 2017. Afskæringen af kløvergræsset i forbindelse med fræsningen blev vurderet til 75 pct. Jorden blev løsnet med en Evers græsmarksgrubber i 18 cm's dybde en uge efter den første fræsning. Efter grubningen blev forsøgsparcellerne fræset igen. Denne gang i 4-5 cm og med 100 pct. gennemskæring. Ved første fræsning blev der tilført 200 l/ha af et dobbelt opformeret ferment. Dette

ferment er fremstillet på følgende vis: Ved første opformering blev anvendt 30 l økologisk rørsuktermelasse, 30 l Biosa Herb stamkultur og 3 kg havsalt samt vand op til 1.000 l, og blandingen blev stillet ved 28°C i 7 dage. Ved anden opformering blev de 1.000 l ferment overført til en 10.000 l tank, hvor der blev tilsat 300 l melasse, 30 kg havsalt samt ca. 100 l af årstidens urter i blomst, heriblandt mælkebøtte, kulsukker, kamille, røllike, lancetbladet vejbred og kommen m.fl.

Fladekomposteringen i august 2017 blev udført ved at køre en gang med en fræser i 3-4 cm's dybde. I forbindelse med fræsningen blev der samtidig sprøjtet med ferment. Dette ferment er baseret på en Biosa opformering som beskrevet ovenfor.

Fladekomposteringen i april 2018 blev udført ved at køre to gange med en fræser i 3-4 cm's dybde. Ved første kørsel blev der samtidig sprøjtet med ferment, som også var baseret på en Biosa opformering. I forbindelse med 2. fræsning, som blev udført otte dage efter første fræsning, blev der grubbet i ca. 18 cm dybde med en Evers græsmarksgrubber.

Der var en del mere kløvergræsbiomasse på forsøgsarealet i Abild i forhold til i Jejsing, hvorfor der er forskel på den mængde kløvergræs der har indgået i fladekomposteringen. Forskellen er ikke målt, men fremgår af billederne nedenfor.



Fladekompostering af parceller i Abild. God rødkløvergræs bestand. Dato: 15/8-2017 (Foto: Janne Aalborg Nielsen).



Fladekompostering i Jejsing-forsøget. Der var en del mindre kløvergræsbiomasse på forsøgsarealet i Jejsing i forhold til i Abild. Dato: 15/8-2017 (Foto: Janne Aalborg Nielsen).

Med henblik på, at kunne fladekompostere igen i foråret 2018, blev der i begge forsøg sået en vintergrøn efterafgrøde den 12. september 2017 i de parceller, der blev fladekomposteret. Den vintergrønne efterafgrøde er af blandingen Camena Wintergreen bestående af: 62 % vinterrug, 26 % pannonisk hvidblomstret vintervikke, 10 % blodkløver, 1 % vinterfoderraps, 1% vinterrybs. Der blev udsået 100 kg pr. ha pga. dårlige/våde og sene såforhold. Den normale udsædsmængde er 70 kg/ha.

På trods af de knapt så ideelle forhold til etablering og vækst i den vintergrønne efterafgrøde i efteråret 2017 pga. kraftig nedbør, så var der en pæn efterafgrøde klar til fladekompostering i foråret 2018.



Fladekompostering af den vintergrønne efterafgrøde 18.april 2018. Halvdelen af parcellen er fladekomposteret. (Foto: Janne Aalborg Nielsen).

Beskrivelse af forsøgsbehandlinger vedrørende komposttilførsel

Ultimo september 2017 blev der udtaget kompost fra kompostbunken ved Ny Vraa, og komposten blev transporteret til Sønderjylland. Her blev den spredt ud i de aktuelle forsøgspareller i de to markforsøg i oktober 2017.



Udtagning af kompost fra kompostbunken ved Ny Vraa i Tylstrup forud for transport og efterfølgende spredning i markforsøgene i Sønderjylland (fotos: Søren Ugilt Larsen, Teknologisk Institut).

Pilekomposten blev fordelt jævnt i de aktuelle parceller med håndkraft. Der blev tildelt 7-8 ton pilekompost pr. ha i oktober 2017.



Udbringning af kompost samt fordelingen af kompost i parceller i oktober 2017 (Fotos: Martin Beck)

Ved tilførsel af pilekomposten i september 2017 var den ikke helt omsat og noget let. Tørstofindholdet var målt til 26 pct. Analyser af næringsstoffer i komposten viste et indhold (på friskvægtbasis) på 0,20 % total-

N, 0,06 % total-P og 0,11 % total-K. Indholdet af $\text{NH}_4\text{-N}$ var lavt med maks. 0,006 %. Indholdet af $\text{NO}_3\text{-N}$ blev ikke analyseret. Tilførsel af 8 tons kompost pr. ha i forsøgsled 2 svarer til tilførsel af 16 kg total-N, 4,8 kg total-P og 8,8 kg K.

Pilekomposten var meget ringe omsat i foråret 2018, se foto. I teorien skulle den mikrobielle carbonisering/komposteringen have fortsat i marken efter udsprejning, men det ser ikke ud til at være tilfældet.



Pilekomposten var ringe omsat i forsøgene. Foto taget den 18. april 2018. (Foto: Janne Aalborg Nielsen).

Fladekomposteringen i april 2018

Der var en vellykket vintergrøn efterafgrøde bestående af rug, vikker og vinterfoderraps. Til en fladekompostering kunne man dog have ønsket sig lidt mere organisk materiale. Foråret 2018 var tørt og mildt i Sønderjylland og dermed med gode betingelser for en fladekompostering. Denne så også ud til at have forløbet fint. En uge efter, umiddelbart før såning, så parcellerne ud som på foto 10 og 11.



Fladekomposteringen 3 dage efter fræsningen i april. (Foto: Janne Aalborg Nielsen).

De aktuelle forsøgspareller blev pløjet den 30. april 2018, og hele forsøgsarealet på begge lokaliteter blev tilsået med Dacke vårhvede. Såningen blev udført den 30. april i Abild og den 7. maj i Jejsing.

Udsædsmængde: 215 kg/ha

Såteknik: Combi såsæt med harve, pakker og mekanisk såmaskine i Abild, i Jejsing med Väderstad Rapid.

Sådybde: 3-4 cm

I tabel 2 er beskrivelse af jordtype og forfrugt samt specifikke grundbehandlinger og forsøgsbehandlinger på hver af de to lokaliteter.

Tabel 2. Beskrivelse af jordtype, forfrugt, grundbehandlinger og forsøgsbehandlinger på de to forsøgslokaliteter.

Parameter	Abild	Jejsing
Jordtype	JB 3, sort sandjord	JB4, lerblandet sandjord
Forfrugt	2. års slætgræs, blanding 42, rødkløverdomineret	2. års kløvergræs, blanding 42, rød- og hvidkløver
1. fræsning/fladekompostering i 3-4 cm dybde i forsøgsled B	15/8 2017	15/8 2017

2. fræsning/fladekompostering i 4-5 cm dybde samt grubning i 18 cm dybde i forsøgsled B	23/8 2017	23/8 2017
Såning af vintergrøn efterafgrøde i forsøgsled B	12/9 2017, 100 kg/ha	12/9 2017, 100 kg/ha
Tilførsel af pilekompost i forsøgsled 1	13/8 2017, 7,2 tons/ha	9/10 2017, 8,0 tons/ha
Fræsning/fladekompostering i forsøgsled B	18/4 2018	18/4 2018
Pløjning i forsøgsled A	Ultimo april 2018	Ultimo april 2018
Såning af vårhvede af sorten Dacke	29-30/4 2018	7/5 2018
Vanding	Ingen	30 mm ultimo maj, 30 mm ultimo juni, 30 mm ultimo juli
Høst af vårhvede	8/8 2018	8/8 2018
Ukrudtsforekomst i vårhveden	Moderat, jævnt fordelt	Meget, noget plettet forekomst



Der blev pløjet i de aktuelle forsøgsparceller 30. april 2018. (Foto: Janne Aalborg Nielsen)

Analyser af nitrat i jord og planter i maj måned 2018:

Den 27. maj 2018 blev der målt nitratindhold i jorden i de pløjede og fladekomposterede parceller til sammenligning. Jordprøverne blev udtaget i pløjelaget, dvs. 0-20 cm dybde. Samtidigt blev der målt nitrat i plantesaften. I tabel 3 ses resultaterne.

Tabel 3: Vurderet fremspiring og ukrudtsdækning, samt målt nitratindhold i jord og plantesaften af vårhveden 27/5 2018.

Jejsing	Fræset			
Parcel nr	% spiring	% ukrudtsdækning	Nitrat i jord, ppm	Nitrat i plantesaft, ppm
1	85	15	38	710
2	90	10	38	1400
3	90	10	62	1220
4	80	10	56	980
Gns	86	11	49	1.078
Jejsing	Pløjet			
Parcel nr	% spiring	% ukrudtsdækning	Nitrat i jord, ppm	Nitrat i plantesaft, ppm
1	90	5	44	1700
2	65	15	86	1900
3	55	5	43	2200
4	80	15	64	2000
Gns	73	10	59	1.950

Abild	Fræset			
Parcel nr	% spiring	% ukrudtsdækning	Nitrat i jord, ppm	Nitrat i plantesaft, ppm
1	100	10	68	1100
2	100	10	44	890
3	100	10	59	1200
4	100	10	52	980
Gns	100	10	56	1.043
Abild	Pløjet			

Parcel nr	% spiring	% ukrudtsdækning	Nitrat i jord, ppm	Nitrat i plantesaft, ppm
1	100	10	41	3200
2	100	10	41	1900
3	100	10	78	2300
4	100	10	66	2100
Gns	100	10	57	2.375

Der blev taget en jordprøve i hver parcel, heraf blev der taget et snapseglas med jord og et snapseglas med destilleret vand op i en morter. Der blev rørt godt og målt nitratindhold med et Horiba Laqua Twin elektronisk nitrat-måler.



Måling af nitrat i jorden med Horiba Laqua Twin elektronisk nitrat-måler. (Foto: Martin Beck)

Til måling af plantesaften blev der først klippet nogle planteprøver, dernæst klippet i stykker, mortet og derefter presset saft ud af planterne med en hvidløgspresser. Der blev hertil brugt samme Horiba Laqua Twin elektronisk nitrat-måler.



Måling af nitrat i plantesaft med Horiba Laqua Twin elektronisk nitrat-måler. (Foto: Martin Beck)

Der var ikke entydig forskel på nitratindholdet i jorden. For at kunne måle disse forskelle mere sikkert og nøjagtigt vil det kræve noget lidt mere nøjagtigt måleudstyr.

I plantesaften, ser det derimod ud til at planterne, i dette vegetative stadie, indeholdt ca. dobbelt så meget nitrat i de parceller som, blev pløjet i forhold til de fræsede parceller.

Der er her ikke undersøgt forskellen mellem parceller med og uden tilførsel af kompost.

Planteanalyser i juni 2018:

Planteanalyser taget den 26/6-18. Se rapport om planteanalyser her: [INDSÆT LINK](#)

Vækstbetingelser i 2018

Vækstsæsonen 2018 var ekstremt tør. Forsøget i Jejsing blev vandet og fik 30 mm i slutningen af maj, 30 mm i slutningen af juni og 30 mm i slutningen af juli. Primo august kom der 43 mm nedbør naturligt.

Ukrudtsbestand

I forsøget i Abild var der en del ukrudt, men det holdt sig nede i afgrøden. Det har antageligt været medvirkende årsag til at afgrøden stod lidt tyndt. Set i forhold til den tørre vækstsæson så stod både forsøg og omgivende mark i Abild relativt godt.

I forsøget i Jejsing var forekomsten af ukrudt ret massiv. Vandingen i den tørre vækstsæson formodes at have forstærket ukrudtsbestanden men samtidig gavnet kornafgrøden.



Fladekomposteret parcel i Abild, foto taget 29. juni 2018. (Foto: Janne Aalborg Nielsen)



Pløjet parcel i Abild, foto taget 29. juni 2018. (Foto: Janne Aalborg Nielsen)



Fladekomposteret parcel i Jejsing, foto taget 29. juni 2018. (Foto: Janne Aalborg Nielsen)



Pløjet parcel i Jejsing, foto taget 29. juni 2018. (Foto: Janne Aalborg Nielsen)

Målinger og registreringer

Begge forsøg blev høstet manuelt den 8. august 2018. Der blev ved hjælp af en ramme med målene 31,6 x 31,6 cm, dvs. 0,1 m², klippet 10 steder i hver parcel, dvs. 1 m² planter i alt pr. parcel. Efterfølgende blev aksene klippet af og halm og aks vejet separat, og der kunne så beregnes et udbytte i hkg pr. ha af hhv. halm, kerne og total biomasse (halm+kerne). Der blev ikke analyseret for vandindhold, men da der var meget tørt vejr, formodes vandindholdet at være meget ensartet på tværs af de forskellige forsøgsbehandlinger. Desuden blev der talt antal aks pr. m² og antal kerner pr aks. Der er lavet statistisk analyse af resultaterne, hvor der er analyseret for virkningen af fladekompostering og tilførsel af kompost, samt vekselvirkningen mellem disse to faktorer. De to forsøg er analyseret enkeltvis efter en model for et split-plot-forsøgsdesign, mens gennemsnitsresultaterne er analyseret efter en model for serieanalyse.



Udbytteregistrering 8. august 2018 (Foto: Janne Aalborg Nielsen og Martin Beck)

Resultater

I tabel 4 er vist resultaterne for hver af de to markforsøg samt de gennemsnitlige resultater. Generelt ses de samme virkninger af behandlingerne på både akstæthed, antal kerner pr. aks og udbytte af hhv. halm, kerne og total biomasse udbytte. Da kerneudbyttet er af størst interesse, vil der især blive fokuseret på denne måleparameter.

Der var generelt større usikkerhed i forsøget ved Jejsing end i forsøget ved Abild (standardafvigelsen for kerneudbytte svingede mellem 3,0 og 9,1 hkg/ha ved Jejsing men var kun 1,9 hkg/ha ved Abild), hvilket formodentlig skyldes den mere pletvise forekomst af ukrudt i forsøget ved Jejsing. En enkelt parcel blev udeladt fra dataanalysen for Jejsingforsøget, da kerneudbyttet var væsentligt lavere end forventet. Overordnet set ligner behandlingsvirkningerne dog hinanden i de to forsøg, og det er derfor både rimeligt og relevant at se på de gennemsnitlige resultater som udtryk for en mere generel virkning af behandlingerne.

Tilførsel af kompost medførte i begge forsøg en tendens til højere kerneudbytte (6 % ved Abild og 13 % ved Jejsing) med i gennemsnit 10 % højere kerneudbytte (4 hkg/ha) sammenlignet med ingen komposttilførsel, men samlet set var effekten dog kun næsten signifikant ($P=0,070$). Årsagen til den mulige effekt af komposttilførsel kan ikke afgøres ud fra dette forsøg, men den kan dels omfatte en gødningseffekt pga. næringsstofferne i komposten og dels en generelt forbedrende effekt på jordens fysiske og biologiske egenskaber. Effekten må forventes at blive større ved gentagne tilførsler af kompost.

Fladekompostering reducerede kerneudbyttet med 36 og 15 % ved hhv. Abild og Jejsing sammenlignet med pløjning, og forskellen var signifikant ved Abild ($P=0,006$) men kun næsten signifikant ved Jejsing ($P=0,077$). Som gennemsnit af de to forsøg var forskellen signifikant ($P=0,005$) med 24 % lavere kerneudbytte (12 hkg/ha) ved fladekompostering end ved pløjning. Dette resultat er overraskende, da hypotesen var, at gentagen fladekompostering og etablering af den vintergrønne efterafgrøde ville medføre en bedre jordstruktur og jordbiologi. Den reelle årsag til højere udbytte ved pløjning kan dog være, at pløjningen har bekæmpet ukrudtet og 'aflivet' kløvergræs-forfrugten bedre end den øverlige fræsning, samt at pløjningen har forbedret jordstrukturen sammenlignet med fræsning+grubning.

Generelt var der ingen signifikante vekselvirkninger mellem de to behandlingsfaktorer, dvs. at jordbearbejdning havde omtrent samme effekt uanset komposttilførsel, og effekten af komposttilførsel var uafhængig af jordbearbejdning.

Tabel 4. Resultater af de to markforsøg i vårhvede i 2017-2018 med jordbearbejdning/fladekompostering af efterafgrøder samt tilførsel af pilekompost. Udbytter er angivet på friskvægtbasis, men vandindholdet antages at være lavt. Antal kerner pr. aks er beregnet ud fra en antagelse om en 1000-kornvægt på 24 g. Værdier efterfulgt af samme bogstav indenfor hver måleparameter og lokalitet er ikke signifikant forskellige ($P < 0,05$).

Forsøg	Behandling	Komposttilførsel	Jordbearbejdning	Aks-tæthed	Antal kerner pr. aks	Udbytte, total biomasse	Udbytte, halm	Udbytte, kerne	
				aks/m ²	kerner/aks	hkg/ha	hkg/ha	hkg/ha	
Abild	1A	Ingen	Pløjning	459	39,5	71,1	26,8	43,4	
	2A	Kompost	Pløjning	499	38,7	77,2	29,6	46,2	
	1B	Ingen	Fladekompostering	351	33,1	49,0	20,0	28,0	
	2B	Kompost	Fladekompostering	362	34,2	49,5	18,9	29,8	
	1	Ingen	Gnsn.	405	a 36,3	a 60,1	a 23,4	a 35,7	a
	2	Kompost	Gnsn.	431	a 36,5	a 63,4	a 24,2	a 38,0	a
	A	Gnsn.	Pløjning	479	a 39,1	a 74,2	a 28,2	a 44,8	a
	B	Gnsn.	Fladekompostering	357	b 33,7	b 49,3	b 19,4	b 28,9	b
	<i>P-værdier</i>								
	<i>Komposttilførsel</i>				0,284	0,932	0,172	0,396	0,289
<i>Jordbearbejdning</i>				0,014	0,014	0,008	0,036	0,006	
<i>Vekselvirkning</i>				0,527	0,609	0,243	0,078	0,811	
Jejsing	1A	Ingen	Pløjning	537	39,8	105,2	53,3	50,9	
	2A	Kompost	Pløjning	572	43,9	112,3	51,3	59,9	
	1B	Ingen	Fladekompostering	490	38,4	88,9	42,7	45,1	
	2B	Kompost	Fladekompostering	532	38,1	96,4	46,4	49,0	
	1	Ingen	Gnsn.	514	a 39,1	a 97,0	a 48,0	a 48,0	a
	2	Kompost	Gnsn.	552	a 41,0	a 104,4	a 48,9	a 54,4	a
	A	Gnsn.	Pløjning	555	a 41,8	a 108,8	a 52,3	a 55,4	a
	B	Gnsn.	Fladekompostering	511	a 38,3	b 92,6	b 44,5	b 47,1	a
	<i>P-værdier</i>								

				<i>Komposttilførsel</i>	0,325	0,046	0,242	0,696	0,123
				<i>Jordbearbejdning</i>	0,211	0,225	0,009	0,013	0,077
				<i>Vekselvirkning</i>	0,897	0,030	0,935	0,248	0,433
<hr/>									
Gnsn.	1A	Ingen	Pløjning	498	39,6	88,2	40,0	47,2	
	2A	Kompost	Pløjning	536	41,3	94,8	40,5	53,0	
	1B	Ingen	Fladekompostering	421	35,8	68,9	31,3	36,6	
	2B	Kompost	Fladekompostering	447	36,2	73,0	32,6	39,4	
<hr/>									
	1	Ingen	Gnsn.	459	a 37,7	a 78,5	a 35,7	a 41,9	a
	2	Kompost	Gnsn.	491	a 38,7	a 83,9	a 36,5	a 46,2	a
	A	Gnsn.	Pløjning	517	a 40,5	a 91,5	a 40,2	a 50,1	a
	B	Gnsn.	Fladekompostering	434	b 36,0	b 70,9	b 32,0	b 38,0	b
<hr/>									
<i>P-værdier</i>									
				<i>Komposttilførsel</i>	0,115	0,247	0,058	0,392	0,070
				<i>Jordbearbejdning</i>	0,011	0,008	0,001	0,003	0,005
				<i>Vekselvirkning</i>	0,730	0,432	0,523	0,655	0,405

Konklusion

De to markforsøg viser en tendens til øget kerneudbytte ved tilførsel af pilekompost, men merudbyttet er kun næsten statistisk sikkert. Det må formodes, at tilførslen af kompost vil have en positiv effekt på længere sigt. Forsøgene viser en signifikant udbyttenedgang i parcellerne med fladekompostering sammenlignet med pløjede parceller. Dette formodes især at skyldes, at pløjningen har bekæmpet ukrudt bedre og muligvis også forbedret jordstrukturen sammenlignet med fræsning+grubning. Der er behov for flere forsøg og at følge udviklingen over længere tid for bedre at kunne vurdere effekten af tilførsel af kompost og fladekompostering.

Dette dokument er udarbejdet med støtte fra Fonden for Økologisk Landbrug, Promilleafgiftsfonden for Landbrug og Erhvervsudviklingsordningen under Den Europæiske Fond for Udvikling af Landdistrikterne og Miljø- og Fødevareministeriet.

**Den Europæiske Landbrugsfond for Udvikling af Landdistrikterne:
Danmark og Europa investerer i landdistrikterne**



Miljø- og Fødevareministeriet
Landbrugsstyrelsen



Den Europæiske Landbrugsfond
for Udvikling af Landdistrikterne

Promilleafgiftsfonden for landbrug
Fonden for **økologisk landbrug**