

LANDSFORSØGENE 2023

Forsøg og undersøgelser i Dansk Landbrugsrådgivning

Samlet og udarbejdet af
SEGES Innovation P/S, Planter & Miljø
ved chefkonsulent Jon Birger Pedersen

Aktiviteterne er blandt andet støttet af:

Promilleafgiftsfonden for landbrug

Fonden for **økologisk landbrug**

Kartoffelafgiftsfonden

Frøafgiftsfonden

AgriFoodTure



/nnovationsfonden



LANDSFORSØGENE 2023

Forsøg og undersøgelser i Dansk Landbrugsrådgivning

Landsforsøgene 2023 er samlet og udarbejdet af SEGES Innovation P/S,
Planter & Miljø ved chefkonsulent Jon Birger Pedersen.

Udgivet

December 2023

Trykkeri

Stibo Complete

Udgiver

SEGES Innovation P/S

Planter & Miljø

Agro Food Park 15

8200 Aarhus N

T +45 8740 5000

E info@seges.dk

Omslag

Foto: Torkild Birkmose, SEGES Innovation. Billedet viser et forsøg med
kvælstoftilførsel til vinterhvede.

Køb

Bogen kan købes i SEGES Netbutik: www.netbutikken.seges.dk.

Pdf-udgaven af bogen samt tabeller og figurer i bogen kan hentes på
www.landbrugsinfo.dk/oversigten.

Resultaterne i bogen kan frit gengives med tydelig kildeangivelse inkl.
sidetal. F.eks. „Kilde: Landsforsøgene 2023, tabel xx, side yy.“

ISBN 978-87-93051-12-6

ISSN 0900-5293

den høstede vinterhvede er lavt, og der er ikke forskel mellem gødningsstrategierne.

I et af enkeltforsøgene har der været normale udbytte-niveauer, og her ses der signifikant større udbytte ved tidlig tildeling af 40 kg pelleteret hønsegødning og 80 kg ammoniumkvælstof pr. ha lagt ud med slæbeslange i stadie 32-37 end i de øvrige strategier.

Der er stor variation i udbytterne i forsøgene. Udbytterne varierer i forsøgsleddet med tildeling af 65 kg ammonium kvælstof pr. ha mellem 61,7 hkg pr. ha. og 21,2 hkg pr. ha mellem forsøgene. I to af forsøgene er der lave udbytter og højt ukrudtstryk. I disse forsøg har færdsel først været muligt sent på foråret, hvilket har resulteret i, at første tildeling af gylle er gennemført i slutningen af april, umiddelbart forud for en længere tørkeperiode. I forsøget med normalt udbyttensniveau har udbytterne varieret mellem 61,7 og 76,4 hkg pr. ha, og der har været et lavt ukrudtstryk. Der er i forsøgene ikke registreret sygdomme eller skadedyr, der vurderes at have betydning for forsøgene. Se Tabelbilaget, tabel P5.

Biochar til vinterhvede

> TOVE MARIEGAARD PEDERSEN,
INNOVATIONSCENTER FOR ØKOLOGISK LANDBRUG

Der er gennemført to forsøg med tilførsel af biochar inden såning af vinterhvede. Tildeling af biochar har til formål at øge kulstofindholdet i jorden. I forsøget er der tilført biochar baseret på henholdsvis halm og træ i to forskellige mængder. Der undersøges effekter af tilførsel af biochar på plantevækst i vinterhveden, og herudover for effekter på jordbiologien, indhold af kulstof og



FOTOS: ARNE GRØNKJÆR,
INNOVATIONSCENTER FOR ØKOLOGISK LANDBRUG

Der er tildelt to typer biochar. Til venstre ses biochar lavet af halm og til højre biochar lavet af træ.

TABEL 7. Resultater af analyser af biochar.

	TS, pct.	C kg pr. ton råvare	N kg pr. ton råvare	P kg pr. ton råvare	K kg pr. ton råvare	pH
Vestjylland, halmbaseret	54	385	3,8	1,0	16	10,7
Nordjylland, halmbaseret	54	417	3,7	1,0	17,7	11,1
Vestjylland, træbaseret	77	494	4,6	0,5	2,5	8,7
Nordjylland, træbaseret	35	287	2,1	0,4	0,6	8,5

næringsstoffer i jorden ved forskellige analysemetoder, hvoraf udvalgte gennemgås her.

Indhold af næringsstoffer og pH er analyseret i de to typer af biochar. Se tabel 7.

I tabel 8 ses de tilførte mængder næringsstoffer pr. hektar ved de forskellige behandlinger med biochar. Der ses meget varierende indhold af næringsstoffer i biochar-analyserne. Forsøget er gødsket som omgivende mark. Der har været ensartet og god overvintring, men grundet en udfordrende vækstsæson med tørke giver forsøgene små udbytter. Ved tildeling af gylle uden biochar er udbyttet 28,9 hkg pr. ha, og der er ingen merudbytte for tilførsel af biochar. Der har været ensartet ukrudtsdækning i begge forsøg. Der er ingen synlige effekter på de målte dyrkningsparametre ved tildeling af biochar. Der har været en del Septoria med 19-23 procent dækning i forsøget i Nordjylland ved alle forsøgsbehandlinger, og ellers har der været lave eller ingen sygdomsangreb. Se Tabelbilaget, tabel P6.

Inden anlæg af forsøget er der udtaget N-min analyser for at undersøge mængden af plantetilgængeligt kvælstof i jorden (ammonium og nitrat). N-min i Nordjylland har været 38 kg pr. ha i 0-25 cm jorddybde og 33 kg pr. ha i 25-50 cm jorddybde. I Vestjylland har N-min været 27 kg pr. ha i 0-25 cm og 12 kg pr. ha i 25-50 cm jorddybde.

Efter udbringning af biochar og inden såning er der taget jordprøver til næringsstofanalyser ved de forskellige forsøgsbehandlinger, se tabel 9. Total-kulstof er både organisk og uorganisk kulstof, men typisk består hovedparten af organisk kulstof. Der ses ikke målbare ændringer i kulstofindholdet i jorden efter biochar tildeling.

TABEL 8. Landsforsøg med tildeling af biochar forud for økologisk vinterhvede, 2023. (P6)

Vinterhvede	Tilført med biochar, kg pr. ha								Rå- protein, pct. af TS	Gluten, pct. ¹⁾	Rum- vægt, kg pr. hl	Udbytte og mer- udb., hkg pr. ha
	Vestjylland				Nordjylland							
	C	N	P	K	C	N	P	K				
2023. 2 forsøg												
Ingen biochar	0	0	0	0	0	0	0	0	7,9	17,0	75,3	28,9
5 t biochar fra træ	2.471	23	3	13	1435	11	2	3	7,9	16,0	75,0	-0,5
7,5 ton biochar fra træ	3.706	35	4	19	2153	16	3	5	7,9	16,2	75,6	0,8
7,5 ton biochar fra halm	2.886	29	8	122	3131	29	8	134	7,8	15,9	74,9	0
10 ton biochar fra halm	3.848	38	10	163	4173	37	11	177	7,8	16,2	74,6	1,4
LSD									ns		ns	

¹⁾ Basis, 14 pct. vand.

TABEL 9. Jordanalyser efter udbringning af biochar og inden såning

	N-total, pct. i jord		C-total, pct. i jord		Pt	Kt	Mgt	Rt
	0-25 cm	25-50 cm	0-25 cm	25-50 cm	0-25 cm			
2023. 2 forsøg								
Ingen biochar	0,2	0,1	2,6	1,4	3,0	9,2	6,0	6,3
5 t biochar fra træ	0,2	0,1	2,7	1,4	3,3	9,1	5,9	5,8
7,5 ton biochar fra træ	0,2	0,1	2,7	1,4	3,0	7,8	6,0	6,1
7,5 ton biochar fra halm	0,2	0,1	2,7	1,4	3,4	9,1	6,0	6,0
10 ton biochar fra halm	0,2	0,1	2,8	1,4	3,2	7,5	6,0	6,2

TABEL 10. Mineralstofanalyse i planteprøver, forår (vækststadiet 32). (P6)

Vinterhvede	Planteprøve, pct. i TS						Planteprøve, ppm i TS					
	P	N	S	Mg	K	Ca	B	Cu	Fe	Mo	Zn	Mn
2023. 2 forsøg												
Ingen biochar	0,28	2,28	0,18	0,09	2,25	0,19	2,35	3,25	46,0	3,88	13,9	37,5
5 t biochar fra træ	0,27	2,17	0,18	0,08	2,22	0,20	2,35	3,10	49,0	3,76	13,6	38,0
7,5 ton biochar fra træ	0,28	2,31	0,18	0,08	2,13	0,18	2,05	3,55	47,5	3,43	13,1	33,4
7,5 ton biochar fra halm	0,26	2,15	0,17	0,08	2,11	0,18	2,20	3,15	49,0	3,35	13,5	38,2
10 ton biochar fra halm	0,28	2,32	0,17	0,08	2,21	0,19	2,10	3,15	48,0	3,72	13,6	37,9
LSD												

Der ses lidt lavere kalital ved de højeste tildelinger, selv om der her er tildelt de højeste mængder kalium via biochar. Dette kan måske hænge sammen med, at kalium bindes til overfladen af biochar, idet biochar har et meget højt specifikt overfladeareal.

Der er i foråret lavet planteanalyser for at undersøge optaget af næringsstoffer i vinterhveden ved tildeling af biochar, se tabel 10. Behandlingerne med biochar har ikke haft effekt på optaget af næringsstoffer i planterne. Planteanalyserne tegner derimod et billede af stressede afgrøder i begge forsøgene, hvilket kan skyldes manglende tilgængelighed af næringsstoffer på grund af sen tildeling af gylle. I Nordjylland har planterne kritisk lave koncentrationer af kvælstof, magnesium, zink og bor, og lave koncentrationer af fosfor, kalium, svovl, mangan, kobber og calcium. I Vestjylland er der ikke kritisk lave

koncentrationer under grænseværdier, men lave værdier af kvælstof, fosfor, kalium, magnesium og bor. Se Tabelbilaget, tabel P6.

Der er udført jordanalyser til bestemmelse af tekstur og kulstofindhold inden anlæg af forsøget. Baseret på teksturanalyse er jordtypen i forsøget i Nordjylland JB4 med et lerindhold på 6,9 procent og et humusindhold (organisk stof) på 5,4 procent. I forsøget i Vestjylland er jordtypen JB3 med et lerindhold på 6,7 procent og et humusindhold på 4,4 procent. Det giver et Dexter-indeks på henholdsvis cirka 2,2 og 2,6. Dexter-indeks giver en indikation af, hvor meget organisk kulstof, der er bundet til leret i jorden. Et Dexter-indeks på over 10 indikerer dårlig jordstruktur og et potentiale for kulstofbinding.

TABEL 11. Udvalgte resultater fra Carbon Check analysen. Forsøgsled uden biochar.

	Organisk stof, pct.	Kulstof i organisk stof, pct.	Total kulstof, pct.	Uorganisk kulstof, pct.	Organisk kulstof, pct.	Aktivt kulstof, pct. af organisk kulstof	Jord densitet, kg pr. m ³	Organisk kulstof ton pr. ha	Ler/organisk kulstof
Nordjylland	5	53	2,66	0,06	2,60	3	1.384	110	1
Vestjylland	4,7	57	2,78	0,08	2,70	2	1.385	111	2

Kulstofindholdet i jorden er analyseret ved hjælp af Carbon Check analysen, som bruger en oxidationsmetode med kaliumpermanganat, for at dele det organiske kulstof i to fraktioner. Den fraktion af kulstoffet, som kan oxideres med kaliumpermanganat, kaldes aktivt kulstof, og er den let nedbrydelige del af det organiske kulstof. Den resterende del af kulstoffet er det mere stabile organiske kulstof. I jordprøver fra forsøgsleddet uden tilførsel af biochar udgør det aktive kulstof 2-3 procent af det organiske kulstof, og hovedparten af det organiske kulstof befinder sig på en mere stabil form. Det organiske stof udgør 4,7-5 procent af jorden, hvilket er relativt højt. Der er beregnet en volumenvægt på cirka 1.385 kg pr. m³ i begge forsøg og baseret på denne, er der estimeret et kulstofindhold på 110-111 ton pr. ha. I analysen er der også målt lerindhold og baseret på denne, er der udregnet et forhold mellem ler og organisk kulstof svarende til Dexter-indekset, som her er beregnet til 1-2.

Carbon Check analysen giver et bud på, hvor stort et kulstof-input, der er brug for, for at opretholde indholdet af organisk kulstof i jorden, og hvor stort et ekstra input der skal til for at øge kulstofpuljen med 4 promille. I forsøgene er der tale om samlet cirka 3.000 kg kulstof pr. ha for at opretholde kulstofpuljen og yderligere cirka 500 kg kulstof pr. ha for at øge puljen i begge forsøg, når den andel, der går til mineralisering, er fratrukket.

Efter tilførsel af biochar, henholdsvis 24 og 25 dage efter såning, er der taget prøver til analyse af mikrobiologien i ubehandlede forsøgsled og i forsøgsled med tildeling af de højeste mængder biochar af begge typer.

I ubehandlede forsøgsled er der lavet en mikroskoping efter Soil Food Web metoden (v. ØkologiRådgivning Danmark), som er udviklet af Elaine Ingham fra USA. I analysen deles biomassen op i en positiv og en negativ fraktion, afhængigt af, hvilken betydning de fundne organismer vurderes at have for jorden. Der tælles bakterier, svampe, protozoer, nematoder, ciliater og oomyceter. I forsøget i Nordjylland vurderes jorden at være rig på bakterier af forskellige stammer, men fattig på svampe.

Der er fundet 1.741 µg aktive bakterier og 4 µg aktive svampe pr. gram jord. Jorden er også vurderet at være rig på amøber og bakteriespisende nematoder, hvor der af sidstnævnte er fundet henholdsvis 31.304 og 200 pr. gram jord. Artsrigdommen vurderes dog at være begrænset. Ud fra metoden vurderes mængden af oomyceter (en gruppe af svampe-lignende organismer) at være bekymrende høj, idet det indikerer fakultative anaerobe forhold og ringe jordstruktur, hvor der ikke altid er ilt til stede. Mængden af positive svampe vurderes at være meget lav, hvilket ifølge metoden vil have indflydelse på jordens evne til at udnytte næringsstoffer.

I forsøget i Vestjylland er der fundet et højt indhold af aktive bakterier og flagellater, som spiser bakterier. Antallet af aktive svampe er vurderet at være på normalt niveau, men lavt i forhold til mængden af bakterier. Der er ikke fundet ciliater og rodspisende nematoder, og ud fra Soil Food Web metoden indikerer dette, at der er nok ilt i jorden. Der er fundet 1.320 µg aktive bakterier, 84 µg aktive svampe pr. gram jord og 31.608 flagellater pr. gram jord.

Microbiometer test er en hurtig metode, der giver et bud på mikrobiel biomasse og svampe-bakterie forholdet i jorden. Målingen udføres ved, at en lille jordprøve opløses i reagens, og en dråbe afsættes på særlige testkort



FOTO: ERIK KRISTENSEN, ØKOLOGIRÅDGIVNING DANMARK

Her ses en svamp omgivet af bakterier og mineraler fra forsøget i Nordjylland. Forstørrelse x400.

TABEL 12. Svampe-bakterieforhold målt ved Microbiometer test¹⁾.

	Kulstof ²⁾ , µg pr. g jord	Svampe/ bakterier
2023		
<i>Nordjylland</i>		
Ingen biochar	580	1,1
7,5 ton biochar fra træ	564	1,0
10 ton biochar fra halm	558	1,1
<i>Vestjylland</i>		
Ingen biochar	749	1,4
7,5 ton biochar fra træ	785	1,5
10 ton biochar fra halm	828	1,7

¹⁾ Der er lavet 3 analyser med dobbeltbestemmelse pr. forsøgsled.

²⁾ Mikrobiel biomasse.

med filterpapir. Efter et tidsrum aflæses resultatet ved hjælp af en smartphone app, hvor den mikrobielle biomasse af bakterier og svampe estimeres. Resultaterne ses i tabel 12. Der er en tydelig forskel mellem de to lokaliteter, hvor der i overensstemmelse med resultater fra mikroskoperingen ved Soil Food Web metoden er fundet det højeste svampe-bakterieforhold i forsøget i Vestjylland. Der er ikke statistisk sikre forskelle mellem forsøgsbehandlingerne. Den mikrobielle biomasse er ifølge tolkningen af analyseresultaterne stor i Vestjylland og middel i Nordjylland. Svampe-bakterieforholdet ligger i begge forsøg indenfor normalområdet af, hvad der findes på andre lokaliteter opgjort med samme analysemetode.

Der er lavet DNA-analyser af svampe og bakterier af de samme jordprøver som ovenstående. Der vil blive lavet opfølgende analyser for at undersøge, om der sker en udvikling i den mikrobielle diversitet.

Respiration er et mål for den biologiske aktivitet i jorden. Der er lavet Solvita respirationstest, som udføres ved at udtage en jordprøve, si den og sætte en testprobe i et lukket glas med jordprøven. Efter 24 timer aflæses farven på testproben, som giver et mål for den mængde kulddioxid, der er dannet ved mikrobiel respiration i jorden.

I tabel 13 er angivet et gennemsnit på ledniveau, baseret på fire gentagelser og tre målinger pr. gentagelse. Variationen inden for de enkelte forsøgsparceller er stor, og der er ikke statistisk sikker forskel mellem forsøgsbehandlingerne.

Der er desuden lavet respirationsmålinger nær stedet for udtagning af prøver til Solvita test. Målingerne er foreta-

TABEL 13. Respirationsmålinger ved Solvita test og EGM-5 målinger.

	Solvita CO ₂ ppm ¹⁾	EGM-5, nmol CO ₂ pr. m ² pr. sek.	Vand i jord, pct.
2023			
<i>Nordjylland</i>			
Ingen biochar	4,0	6.045	32
7,5 ton biochar fra træ	2,8	6.062	32
10 ton biochar fra halm	3,7	5.233	29
<i>Vestjylland</i>			
Ingen biochar	6,5	10.704	24
7,5 ton biochar fra træ	5,6	9.975	25
10 ton biochar fra halm	3,9	10.983	22

¹⁾ Korrigeret for temperaturforskelle mellem mark og laboratorie.

²⁾ Korrigeret for forskelle i temperatur og vandindhold i jorden.

get med en transportabel EGM-5 bærbar CO₂ gasanalytator, som kan lave fluxmålinger af CO₂ i jorden. Der er i forsøget i Nordjylland målt en respiration på cirka 5.000-6.000 nmol CO₂ pr. m² pr. sekund og i Vestjylland cirka 10.000-11.000 nmol CO₂ pr. m². Der har altså været en større mikrobiel aktivitet i forsøget i Vestjylland på det pågældende måletidspunkt. Målingerne er korrigeret for forskelle i temperatur og fugtighed i jorden. Der er ikke statistisk signifikant forskel på den målte respiration mellem forsøgsbehandlingerne i forsøgene, da der er meget store variationer i målingerne.

Der vil efter høst og igen efter et år blive lavet opfølgende analyser af jorden.

Biochar i gylle til økologisk vinterhvede

> **TOVE MARIEGAARD PEDERSEN,**
INNOVATIONSCENTER FOR ØKOLOGISK LANDBRUG

Der er gennemført to forsøg med tildeling af biochar til vinterhvede. Forsøgsbehandling med tildeling af gylle tilsat biochar, sammenlignet med tildeling af samme mængde gylle uden tilsat biochar, giver ikke ændret udbytte og kvalitet i vinterhvede.

Tildeling af biochar har til formål at tilføre kulstof til jorden for at bidrage til kulstoflagring og forbedre egenskaber i dyrkningsjorden relateret til et højere kulstofindhold. Biochar har et højt indhold af kulstof på en stabil form. I forsøgene afprøves udbringningsmetode af biochar via udbringning i gylle og samtidig undersøges, om tilførsel af biochar påvirker udbytte og kvalitet i vinterhvede. Eventuelle kortsigtede effekter på udbyttet kan skyldes ændring i C:N balance i jorden eller ekstra tilførsel af næringsstoffer som fosfor og ka-