

# OVERSIGT OVER LANDSFORSØGENE 2019

Forsøg og undersøgelser i  
Dansk Landbrugsrådgivning

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

Aktiviteterne er blandt andet støttet af:

**Promille**afgiftsfonden for landbrug

**Fro**afgiftsfonden

Fonden for **økologisk landbrug**

**Innovationsfonden**

**Kartoffel**afgiftsfonden



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



Overordnet viser målingerne i vårbyg, at fosfortesteren er velegnet til en relativ vurdering af afgrødens fosforstatus. Målinger med fosfortesteren i stadie 13 har ikke forudsagt et fosforbehov på trods af, at der i to forsøg høstes merudbytter, som vurderes at kunne tillægges fosfor.

## Husdyrgødning og biochar

> MARTIN NØRREGAARD HANSEN, SEGES

### Nitrifikationshæmmer til gylle i vinterraps

I 2019 er der gennemført to forsøg med tilsætning af nitrifikationshæmmeren Vizura til svinegylle udbragt til vinterraps.

Efter udbringning omdannes en del af husdyrgødningens ammoniumkvælstof til nitrat. Hvis ikke den dannede nitrat optages af en afgrøde, kan der ved nedbørsoverskud være risiko for tab af kvælstof ved nitratudvaskning. Tilsætning af nitrifikationshæmmer til udbragt gylle forsinket omdannelsen af gyllens ammoniumkvælstof til nitratkvælstof, hvilket kan reducere risikoen for nitratudvaskning, og derved forbedre kvælstofudnyttelsen af den udbragte husdyrgødning. Effekten varer i fire til otte uger afhængigt af vejrforholdene: Jo varmere vejr, jo kortere virkningstid. Den største effekt forventes ved nedbørsoverskud efter gyllens udbringning, på sandjord og i afgrøder med langsom og sen vækststart i forhold til gyl-

lens udbringningstidspunkt. For at afklare effekten af nitrifikationshæmmeren Vizura tilsat gylle til vinterraps er der i perioden fra 2017 til 2019 i samarbejde med BASF gennemført fem forsøg. Vizura, der indeholder aktivstofket 3,4-dimethyl-1H-pyrazole, forsinket omdannelsen af ammoniumkvælstof til nitratkvælstof ved at hæmme aktiviteten af jordens nitrificerende mikroorganismer.

I 2019 er der gennemført to forsøg for at undersøge effekten af at tilsætte nitrifikationshæmmeren Vizura til gylle, der tilføres vinterraps i efteråret. Forsøgene er gennemført på JB 1 efter vinterbyg ved Hejnsvig i Midtjylland og på JB 1 efter vårbyg ved Viborg.

I forsøgene er der udbragt henholdsvis 70 og 100 kg ammoniumkvælstof pr. ha i svinegylle. Gyllen er enten nedfældet 10. august umiddelbart før såning eller slangeudlagt 20. september i den etablerede afgrøde. Gyllen er udbragt med eller uden tilsætning af 2 l Vizura pr. ha. Alle led er supplerende gødsket med handelsgødning NS 27-4 således, at alle led er tilstræbt tildelt i alt 170 kg kvælstof pr. ha. Forsøgsplan og resultater fremgår af tabel 36.

Forsøgene viser ikke højere udbytter eller olieprocent ved tilsætning af 2 l Vizura pr. ha til den udbragte gylle.

I forsøget ved Hejnsvig, hvor der samlet er faldet 85 mm nedbør mere end normalt i den første måned efter gyl-

**TABEL 36.** Svinegylle med nitrifikationshæmmer til vinterraps i efteråret. (N31, N32)

Vinterraps	Nitrifikationshæmmer, l pr. ha	Husdyrgødning, kg NH <sub>4</sub> -N pr. ha		Handelsgødning, kg N pr. ha	Udbragt N i alt, kg pr. ha	Kg N pr. ha, sidst i november			N-min forår, 0-50 cm, kg N pr. ha <sup>1)</sup>	Olie, pct. i tørstof	Udb. og merudb., hkg frø std. kval. pr. ha	
		Nedf. før såning	Sl. udlagt i afgrøde			Medio marts	Optaget i afgrøde	N-min, 0-50 cm <sup>1)</sup>				Afgrøde + N-min
<i>2019. 2 forsøg</i>												
1. Gylle før såning		67	-	100	167	37	22	59	25	48,3	<b>42,0</b>	
2. Gylle før såning	2 l Vizura	67	-	100	167	44	19	63	23	48,2	-0,7	
3. Gylle i afgrøde		-	71	100	171	40	19	59	26	49,3	4,5	
4. Gylle i afgrøde	2 l Vizura	-	71	100	171	43	20	62	31	49,4	2,3	
5. Gylle i afgrøde		-	102	70	172	51	25	76	25	49,6	4,8	
6. Gylle i afgrøde	2 l Vizura	-	102	70	172	48	27	75	27	49,5	3,2	
LSD										<i>ns</i>	<i>ns</i>	
<i>2017-2019. 5 forsøg</i>												
1. Gylle før såning		78	-	100	178	57	22	79	25	49,2	<b>39,5</b>	
2. Gylle før såning	2 l Vizura	78	-	100	178	62	19	80	23	49,7	0,0	
3. Gylle i afgrøde		-	58	100	158	57	19	76	26	49,2	4,2	
4. Gylle i afgrøde	2 l Vizura	-	58	100	158	56	20	75	31	49,2	3,2	
5. Gylle i afgrøde		-	98	66	164	67	25	92	25	49,4	4,3	
6. Gylle i afgrøde	2 l Vizura	-	98	66	164	69	27	96	27	49,5	5,4	
LSD										<i>ns</i>	<i>ns</i>	

<sup>1)</sup> Kun bestemt i 2019  
Ingen lejesæd observeret i forsøgene



FOTOS: JON B. PEDERSEN, SEGES



Billeder af rapsafgrøden i midten af oktober. Billedet til venstre viser afgrøden tilført gylle før såning 10. august, mens billedet til højre viser afgrøden, der er tilført gylle i den etablerede afgrøde 20. september. Afgrøden fremstår svagere i de forsøgsled, der er tilført gylle ved nedfældning før såning, hvilket kan skyldes, at høje nedbørsmængder i ugerne efter 10. august har øget risikoen for nitratudvaskning sammenlignet med den regnfattige periode efter udbringningen 20. september.

lens udbringning før såning, giver tilsætning af Vizura til gyllen udbragt før såning et signifikant merudbytte på 4 hkg frø pr. ha. Omvendt viser tilsætningen til gylle udbragt før såning tendens til lavere udbytte i forsøget ved Viborg på trods af, at der i også i dette forsøg faldt 90 mm nedbør mere end normalt i den første måned efter gyllens udbringning.

Tilførsel af gylle til den etablerede afgrøde viser tendens til et merudbytte på 4,5 hkg frø pr. ha sammenlignet med tilførsel af den samme gyllemængde før såning. Merudbyttet kan skyldes, at de høje nedbørsmængder umiddelbart efter såningen i efteråret 2018 har øget nitratudvaskningen. Risikoen for nitratudvaskning er markant lavere ved gylleudbringningen i den etablerede afgrøde, da der her faldt henholdsvis 15 og 37 mm mindre nedbør end normalt i den første måned efter gyllens udbringning. Dette har medført, at afgrøden udviklede sig kraftigere i de forsøgsled, der er tilført gylle i den etablerede afgrøde.

Tilsætningen af nitrifikationshæmmer til udbragt gylle øger ikke signifikant kvælstofoptagelsen i afgrøden i efteråret og heller ikke jordens N-min indhold.

Tildeling af 70 og 100 kg ammoniumkvælstof pr. ha i den etablerede afgrøde i efteråret giver samme frøudbytte. Dette resultat kan være begrundet i, at de lave nedbørsmængder efter gyllens udbringning i den etablerede afgrøde har reduceret risikoen for udvaskning af det tilførte kvælstof.

#### *Resultater af tre års forsøg*

De samlede resultater af de fem forsøg, der er gennemført i perioden fra 2017 til 2019, viser ikke signifikante højere udbytter ved tilsætning af nitrifikationshæmmeren Vizura til svinegylle tilført til vinterraps i efteråret. Ved tilførsel af ca. 100 kg kvælstof i gylle til den etablerede afgrøde i efteråret giver tilsætningen tendens til et ikke signifikant merudbytte på 1,1 hkg frø pr. ha, samt højere samlet kvælstofindhold i jord og afgrøde i efteråret. Ved tilførsel af lavere kvælstofmængder fører tilsætningen ikke til højere udbytte og kvælstofindhold i afgrøde og jord.

## Nitrifikationshæmmer til gylle til vinterhvede

I 2019 er der gennemført to forsøg med tilsætning af nitrifikationshæmmeren Vizura til svinegylle, forsuret gylle og afgasset gylle udbragt til vinterhvede. Forsøgene viser signifikante merudbytter ved forsuring af gyllen, mens der ikke er merudbytter ved tilsætning af nitrifikationshæmmeren.

Tilsætning af nitrifikationshæmmer til gylle forsinket omdannelsen af gyllens ammoniumindhold til nitratkvælstof. Forsinkelsen kan reducere risikoen for nitratudvaskning, og derved forbedre kvælstofudnyttelsen af den udbragte gylle. Den største effekt af tilsætning af nitrifikationshæmmere forventes normalt ved nedbørsoverskud efter gyllens udbringning, på sandjord og i afgrøder med langsom og sen vækststart i forhold til gyllens udbringningstidspunkt.

I vækståret 2018 fik man imidlertid signifikante merudbytter ved tilsætning af nitrifikationshæmmeren Vizura til afgassede gylletyper udbragt i vinterhvede. Dette på trods af, at gyllen var udbragt på lerholdig jord (JB 5-6) umiddelbart for en længerevarende tørkeperiode, og til en afgrøde, der hurtigt kunne optage den tilførte kvælstofmængde. Udbytteeffekterne blev således opnået uden, at der var risiko for udvaskning af den tilførte kvælstofmængde.

For at undersøge, om der kan opnås udbytteeffekter ved tilsætning af nitrifikationshæmmer til forskellige gylletyper udbragt i vintersæd på arealer med begrænset risiko for nitratudvaskning, er der i 2019 i samarbejde med BASF gennemført to forsøg med tilsætning af nitrifikationshæmmeren Vizura til forskellige gylletyper udbragt til vinterhvede på lerholdig jord. Forsøgene er gennemført i nærheden af Horsens på JB 4-6 efter vinterhvede. Gyllen er udbragt med slæbeslanger 10. maj under solrige forhold, svag vind og 12-15 grader. Forsøgsplan og resultater fremgår af tabel 37.

Forsøgene viser ikke merudbytter ved tilsætning af 2 l Vizura pr. ha til henholdsvis svinegylle, forsuret svinegylle eller afgasset gylle. Tilsætningen til forsuret svinegylle giver signifikant lavere kvælstof- og merudbytte. Den manglende effekt af tilsætningen kan skyldes, at der kun faldt 43 mm nedbør i den første måned efter gyllens udbringning mod normalt 54 mm. Den lave nedbørmængde sammenholdt med de lerholdige forsøgsarealer betyder, at der ikke har været risiko for nitratudvaskning.

Den manglende effekt af nitrifikationshæmmeren kan også skyldes, at gyllen er tilført relativt sent (primo maj). Tilsætningen af nitrifikationshæmmer betyder, at gyllens kvælstofindhold forbliver længere tid på ammo-

**TABEL 37.** Gylle med nitrifikationshæmmer til vinterhvede. (N33)

Vinterhvede	N tilførsel i handelsg., kg pr. ha		Husdyrgødning, kg NH <sub>4</sub> -N pr. ha primo maj	Udbragt N i alt, kg pr. ha	Tilsætning af nitrifikationshæmmer, l pr. ha	Pct. råprotein i tørstof	N udbytte i kerne, kg N pr. ha	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha	Signifikansgrupper
	Ultimo marts	Primo maj							
<i>2019. 2 forsøg</i>									
1. 0 N	0	0	-	0		4,0	71	55,8	e
2. 50 N + 50 N	50	50	-	100		7,1	124	33,5	d
3. 50 N + 100 N	50	100	-	150		8,5	149	35,6	d
4. 50 N + 150 N	50	150	-	200		9,5	166	36,5	cd
5. Svinegylle	50	-	133	183		8,6	150	42,2	b
6. Svinegylle + Vizura	50	-	133	183	2 l Vizura	8,3	146	42,5	b
7. Forsuret svinegylle	50	-	133	183		9,3	163	47,7	a
8. Forsuret svinegylle + Vizura	50	-	133	183	2 l Vizura	8,8	154	44,1	b
9. Afgasset gylle	50	-	77	127		7,3	128	38,9	c
10. Afgasset gylle + Vizura	50	-	77	127	2 l Vizura	7,2	126	36,2	cd
LSD 1						0,5	9	3,1	

Ingen lejesæd observeret i forsøgene

Gylledata og værdital	Udbragt, ton pr. ha	Tørstof, pct.	Total N, kg pr. ton	NH <sub>4</sub> -N, kg pr. ton	NH <sub>4</sub> -N, pct. af total N	pH	Værdital
5. Svinegylle	43,5	4,3	4,4	3,1	69	7,7	57
6. Svinegylle + Vizura	43,5	4,3	4,4	3,1	69	7,7	52
7. Forsuret svinegylle	43,5	4,3	4,4	3,1	69	6,3	72
8. Forsuret svinegylle + Vizura	43,5	4,3	4,4	3,1	69	6,3	61
9. Afgasset gylle	25,6	5,6	4,6	3,0	65	7,7	54
10. Afgasset gylle + Vizura	25,6	5,6	4,6	3,0	65	7,7	50

niumformen. Da ammonium er mindre mobilt i jorden end nitrat, kan tilsætningen have medført en forsinkelse i, hvornår gyllens kvælstofindhold er blevet tilgængelig for afgrødens dybereliggende rodsystem. Producenten af Vizura tilråder derfor ikke tilsætning af Vizura til gylle, der tildeles sent i vækstsæsonen. Vizura beskytter primært mod udvaskning af nitrat på tidspunkter, hvor afgrøden ikke har tilstrækkelig vækst til at optage den tildelte kvælstof.

Der er et signifikant merudbytte på 5,5 hkg kerne pr. ha ved markforsuring af svinegylle til pH 6,3. Den positive effekt af forsuring kan skyldes, at gyllen er udbragt under varme og solrige vejrforhold, og at den udbragte gylle havde et relativt højt pH og tørstofindhold. Disse forhold betinger høj risiko for ammoniaktab, hvilket betyder, at der kan være opnået en relativ høj udbytteeffekt af forsuringen.

I forsøgene er der tilstræbt at udbringe 100 kg ammoniumkvælstof pr. ha, men grundet problemer med analysen af de benyttede gylletyper er der udbragt henholdsvis 133 kg ammoniumkvælstof pr. ha i svinegylle og 77 kg ammoniumkvælstof i afgasset gylle. Den lavere kvælstoftilførsel i afgasset gylle fører til signifikant lavere udbytter i forsøgsledet gødsket med afgasset gylle sammenlignet med forsøgsledet gødsket med svinegylle.

### **Gødningsvirkning af biochar fra dambrugsslam i vinterhvede**

Der er i 2017/2018 igangsat to forsøg i vinterhvede for at undersøge gødningsvirkningen af biochar dannet ved pyrolyse af dambrugsslam produceret på landbaserede anlæg for fiskeopdræt i det nordlige Norge. I 2018 viste disse forsøg lavere plantetilgængelighed af fosfor i biochar end af handelsgødningsfosfor. Disse forsøg er fortsat i 2019 for at undersøge andenårseffekten af den tilførte biochar.

Økologiske landbrug har ofte behov for supplerende fosfor for at sikre en bæredygtig planteproduktion. Det kan blandt andet ske ved at tilføre fosforholdigt biochar dannet ved pyrolyse af dambrugsslam. Den dannede biochar har et højt fosforindhold, men plantetilgængeligheden og gødningsværdien er ikke tilstrækkeligt kendt.

Gødningsværdien af den producerede biochar er i forsøget bestemt ved at sammenligne gødningsværdien af fosforindholdet i biochar og handelsgødning (tripelsu-

perfosfat) udbragt i vinterhvede. Der er gennemført to forsøg på JB 3 med lave fosfortal (Pt 1,3) i nærheden af henholdsvis Ringsted på Sjælland og Løkken i Nordjylland. Biocharen er udbragt og nedpløjet umiddelbart før såning i efteråret 2017. Første- og andenårseffekten af den tilførte biochar er bestemt i fastliggende forsøg i henholdsvis 2018 og 2019. Forsøgsplan og resultater ses i tabel 38.

#### *Førsteårseffekten af biochar i vinterhvede*

Førsteårseffekten af tilførsel af biochar fra dambrugsslam blev bestemt i vækståret 2018 ved at sammenholde udbytteeffekten af fosforindholdet i den producerede biochar med udbytteeffekten af fosfor tilført i form af handelsgødningen tripelsuperfosfat.

I 2018 var specielt forsøget ved Ringsted tørkeramt, hvilket førte til lave udbytter og betydelig variation i resultaterne. Forsøgene viste derfor ikke signifikante effekter af fosfortildelingen. Resultaterne viste dog tendens til stigende kvælstof- og kerneudbytte ved stigende fosfortildeling op til 60 kg fosfor pr. ha.

Merudbyttet i kerne ved tilførsel af 60 kg fosfor pr. ha i biochar svarede til merudbyttet ved tilførsel af 15 kg fosfor pr. ha i tripelsuperfosfat. Resultaterne indikerede, at plantetilgængeligheden af biocharens fosfor svarede til mellem 25 og 40 procent af plantetilgængeligheden af fosforen i tripelsuperfosfat.

Analyser af næringsstofindholdet i afgrøden i stadium 30-32 viste lavere fosforkoncentrationer ved lave tilførsler af fosfor i handelsgødning og ved tilførsel af 60 kg fosfor i biochar. Dette viste samstemmende med udbytteresultaterne, at afgrøden ved disse behandlinger kan have manglet plantetilgængeligt fosfor. Forsøgene er videreført i 2019 for at bestemme andenårseffekten af biochar.

#### *Andenårseffekten af biochar i vinterhvede*

Andenårseffekten af tilførsel af biochar fra dambrugsslam er bestemt ved at sammenholde udbytteeffekten af tilførslen af fosfor i biochar i 2018 med udbytteeffekten af stigende mængder fosfor tilført i form af handelsgødning til afgrøden i 2018 og i 2019.

Forsøgene i 2019 viser begrænset effekt af fosfortildelingen uanset, om fosforen er tilført forud for vækstsæsonen 2018 eller 2019. Resultaterne viser dog tendens til

**TABEL N38.** Forsøg med biochar i vinterhvede, første- og andenårseffekt. (N34)

Vinterhvede	Måned og år for fosfor tilførsel	NDVI-reflektans, greenseeker <sup>1)</sup> , medio juni	Pt i pløjelag efter høst	Procent P i tørstof, stadiet 30-32	Procent råprotein i tørstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha
<i>2018. 2 forsøg, førsteårseffekt</i>							
1. Ingen P	-	-	-	0,27	12,1	100	<b>56,5</b>
2. 15 kg P i handelsgødning	Sep., 2017	-	-	0,28	11,9	109	6,2
3. 30 kg P i handelsgødning	Sep., 2017	-	-	0,28	11,6	110	8,1
4. 60 kg P i handelsgødning	Sep., 2017	-	-	0,32	11,7	121	14,6
5. 60 kg P i biochar	Sep., 2017	-	-	0,26	11,8	107	6,1
6. 60 kg P i biochar + 60 kg P i handelsgødning	Sep., 2017	-	-	0,32	11,7	114	10,4
<i>LSD I</i>					<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<i>2019. 2 forsøg, andenårseffekt</i>							
1. Ingen P	-	0,28	1,3	0,30	11,6	140	<b>80,8</b>
7. 15 kg P i handelsgødning	Marts, 2019	0,28	1,3	0,32	11,6	140	0,3
8. 30 kg P i handelsgødning	Marts, 2019	0,29	1,8	0,31	11,9	150	4,0
9. 60 kg P i handelsgødning	Marts, 2019	0,29	1,4	0,32	11,7	148	4,1
2. 15 kg P i handelsgødning	Sep., 2017	0,30	1,5	0,29	11,6	142	1,2
3. 30 kg P i handelsgødning	Sep., 2017	0,30	1,5	0,32	11,6	138	-0,8
4. 60 kg P i handelsgødning	Sep., 2017	0,35	1,7	0,31	11,6	143	1,9
5. 60 kg P i biochar	Sep., 2017	0,28	1,8	0,30	11,5	141	1,3
6. 60 kg P i biochar + 60 kg P i handelsgødning	Sep., 2017	0,32	1,5	0,31	11,3	142	2,8
<i>LSD I</i>					<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>

<sup>1)</sup> Kun et forsøg  
Ingen lejesæd observeret i forsøgene

Næringsstofindhold i biochar	Tørstof, %	Total N, kg pr. ton	NH <sub>4</sub> -N, kg pr. ton	Fosfor, kg pr. ton	Kalium, kg pr. ton	Kulstof, kg pr. ton
Analyseresultater af den udbragte biochar	100	24,3	7,8	153	6,6	165

et merudbytte på 4 hkg kerne pr. ha ved tildeling af 30 og 60 kg fosfor pr. ha i handelsgødning i 2019 og 2 hkg kerne pr. ha ved tilførsel af 60 kg fosfor pr. ha i handelsgødning før vækstsæsonen 2018. Merudbyttet af 60 kg fosfor pr. ha i biochar udbragt før vækstsæsonen i 2018 svarer til merudbyttet af 15 kg fosfor pr. ha i handelsgødning udbragt på samme tidspunkt.

Tilførslen af fosfor i biochar giver ingen effekt på fosforkoncentrationen i plantetørstof i stadiet 30-32, mens der er tendens til, at tilførslen fører til højere fosfortal. Resultaterne indikerer, at plantetilgængeligheden af biocharrens fosfor svarer til cirka 30 procent af plantetilgængeligheden af fosforindholdet i handelsgødning.

Forsøgene viser tendens til, at tilførsel af 60 kg fosfor i biochar pr. ha giver en underoptimal fosfortildeling i vinterhvede både første og andet år efter tilførslen. Tilførslen svarer begge år til fosforeffekten af 15 kg fosfor pr. ha i handelsgødning, hvilket har været for lidt på disse arealer med lave fosfortal.

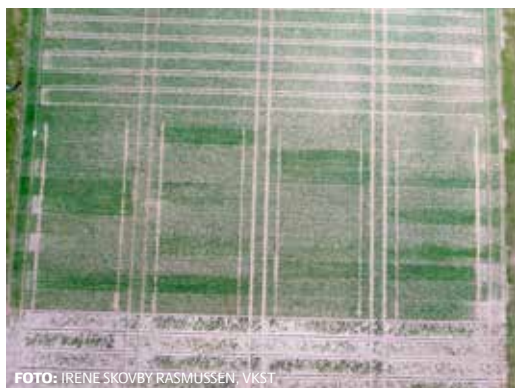
## Gødningsvirkning af biochar fra dambrugsslam i vårbyg

I 2018 blev der igangsat ét forsøg i vårbyg for at undersøge gødningsvirkningen af biochar dannet ved pyrolyse af dambrugsslam. Biocharens gødningsværdi blev bestemt ved at sammenligne gødningsværdien af fosfor i biochar og tripelsuperfosfat. Forsøget blev gennemført på en forsøglokalitet med lave fosfortal (Pt 1,3) i nærheden af Ringsted på Sjælland på JB 4 efter forfrugt vårbyg. Gødningen blev udbragt umiddelbart før såning af afgrøden. Første- og andenårseffekten af den tilførte biochar er undersøgt i fastliggende forsøg i henholdsvis 2018 og 2019.

### Førsteårseffekten af biochar i vårbyg

Forsøget var i 2018 tydeligt tørkepåvirket med varierende og meget lave udbytter til følge. Uanset gødningsstype og dosering viste forsøget ingen respons i hverken kvælstof- eller kerneudbytte. Forsøget viste heller ingen respons på fosforkoncentrationen i afgrøden i stadiet 30-32. Jordprøver udtaget efter høst viste højere fosfortal i pløjelaget ved stigende tilførsel af fosfor i handelsgødning, mens tilførsel af 60 kg fosfor pr. ha i biochar ikke øgede jordens fosfortal.





Dronebillede af udbytteforsøg med tilførsel af biochar til vårbyg på forsøgsareal med lave fosfortal. I forsøget er de forskellige parceller tilført 60 kg fosfor pr. ha i biochar og varierende mængder af fosfor i handelsgødning. Parceller, der er tilført 30 og 60 kg fosfor pr. ha i handelsgødning, fremstår visuelt mere grønne og veludviklede end parceller med lavere input af handelsgødningsfosfor og parceller, der er tilført 60 kg fosfor pr. ha i biochar.

Inden tørken for alvor satte ind blev der observeret en markant effekt på biomassen af fosfortildelingen ved hjælp af droneoptagelser. Se foto.

Forsøgsplan og resultater ses i tabel 39.

## Samlede resultater af tilførsel af biochar til korn

Forsøgene viser, at tilførsel af 60 kg fosfor pr. ha i biochar produceret af dambrugsslam giver tendens til merudbytter i vårbyg og vinterhvede på arealer med lave fosfortal.

Plantetilgængeligheden af biocharens fosforindhold svarer til mellem 25 og 35 procent af plantetilgængeligheden af handelsgødningsfosfor. Forsøgene viser, at tilførsel af 60 kg fosfor pr. ha i biochar ikke sikrer en tilstrækkelig fosforforsyning til kornafgrøder på arealer med lave fosfortal, samt at der kun kan forventes en begrænset andenårseffekt af den tilførte biochar.

Tilførsel af biochar kan dog være en god strategi med henblik på at undgå et fald i jordens fosfortal.

## Andenårseffekt af biochar i vårbyg

Forsøget er forsåt i 2019 for at undersøge andenårseffekten af den tilførte biochar. Andenårseffekten er bestemt ved at sammenholde udbytteeffekten af tilførslen af fosfor i biochar i 2018 med udbytteeffekten af stignede fosformængder i handelsgødning tilført henholdsvis i 2018 og 2019.

**TABEL 39.** Forsøg med biochar i vårbyg, første- og andenårseffekt. (N35)

Vårbyg	År for fosfor tilførsel, medio marts	NDVI-reflektans, Greenseeker, St. 30	Pt værdi i pløjelag efter høst	Procent P i tørstof, stadie 30-32	Procent råprotein i tørstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha	Signifikansgrupper
<i>2018. 1 forsøg, førsteårseffekt.</i>								
1. Ingen P	-	-	2,1	0,31	14,4	47	<b>24,1</b>	a
2. 15 kg P i handelsgødning	2018	-	2,5	0,28	13,6	44	-0,4	a
3. 30 kg P i handelsgødning	2018	-	2,5	0,27	13,9	48	1,2	a
4. 60 kg P i handelsgødning	2018	-	3,2	0,28	13,8	45	0,0	a
5. 60 kg P i biochar	2018	-	1,8	0,30	14,3	48	0,6	a
6. 60 kg P i biochar + 60 kg P i handelsg.	2018	-	2,3	0,24	13,6	45	0,4	a
LSD 1					ns	ns	ns	
<i>2019. 1 forsøg, andenårseffekt.</i>								
1. Ingen P	-	0,35	1,2	0,16	13,6	81	<b>43,6</b>	c
7. 15 kg P i handelsgødning	2019	0,6	1,7	0,25	11,9	95	15,0	a
8. 30 kg P i handelsgødning	2019	0,65	1,4	0,28	11,4	93	16,1	a
9. 60 kg P i handelsgødning	2019	0,72	1,9	0,34	12,2	104	19,1	a
2. 15 kg P i handelsgødning	2018	0,39	1,1	0,19	12,8	81	2,9	bc
3. 30 kg P i handelsgødning	2018	0,41	1,0	0,19	13,0	79	1,2	c
4. 60 kg P i handelsgødning	2018	0,42	1,4	0,22	12,9	86	5,4	bc
5. 60 kg P i biochar	2018	0,36	1,0	0,22	12,9	79	1,3	c
6. 60 kg P i biochar + 60 kg P i handelsg.	2018	0,44	1,3	0,22	12,4	86	7,3	b
LSD 1					ns	ns	5,9	

Ingen lejesæd observeret i forsøgene

Forsøget i 2019 viser lave og ikke-signifikante andenårseffekter af biochar tilført vårbyg. Andenårseffekten af tilførsel af 60 kg fosfor pr. ha i biochar i 2018 svarer til ca. 25 procent af andenårseffekten ved tilførslen af tilsvarende fosformængder i handelsgødning samme år. Forsøget viser desuden, at biocharens fosfor ikke øger jordens fosfortal. Biomassebestemmelse ved NDVI-reflektans i stadie 30 viser, at biomassen i forsøgsled gødsket med 60 kg fosfor pr. ha i biochar året før svarer til biomassen i forsøgsled uden fosfortilførsel.

Forsøget viser, at tilførsel af 60 kg fosfor pr. ha i biochar ikke giver en tilstrækkelig fosforforsyning til vårbyg det andet år efter tilførslen.

## Kvælstofudvaskning ved stigende kvælstofmængder

> KRISTOFFER PIIL, SEGES

Der er i 2018/2019 gennemført otte forsøg med måling af kvælstofudvaskning med sugeceller. I fire forsøg er udbytte og kvælstofudvaskning målt ved stigende mængder kvælstof, i et enkelt forsøg er der målt udvaskning i et korn- og rapssædskifte ved to forskellige kvælstofniveauer, mens der i tre forsøg undersøges strategier til at mindske kvælstofudvaskningen i majs-sædskifter. Forsøgene i majs er beskrevet i afsnittet om majsdyrkning, mens sædskifteforsøget er beskrevet i afsnittet "Kvælstofholdning i et kornrapssædskifte – effekter af gødskning og efter- og mellemafgrøder".

På alle forsøgsarealerne er der installeret to keramiske sugeceller pr. forsøgsparcel i en meters dybde. Sugecellerne anvendes til at udtage prøver af jordvandet, der analyseres for nitrat. Jordvandskoncentrationerne om sættes til nitratudvaskning ved at gange de målte nitratkoncentrationer med vandafstrømningen, som beregnes ud fra nedbør, jordtype og afgrøde på arealet. Udvasningen opgøres traditionelt som den mængde kvælstof, der forlader en meters dybde. For at undersøge, om kvælstofudvaskningen er væsentlig mindre, hvis den opgøres som kvælstofmængden, der forlader to meters dybde, er der i to af forsøgene på lerjord installeret sugeceller i to meters dybde i udvalgte forsøgsled.

Kvælstofudvaskningen opgøres fra 1. april i høståret til 31. marts det efterfølgende år. Da målingerne for høståret 2019 således ikke er afsluttet, afrapporteres her de

årlige udvaskninger for høståret 2018 og den efterfølgende vintersæson. Alle data for udbytter og afgrødens kvælstofrespons vedrører derfor høsten 2018, ligesom de relevante vejrdata er vejret fra 1. april 2018 til 31. marts 2019. For at tydeliggøre den forskudte målesæson skrives måleåret som 2018/2019, hvor 2018 angiver høståret, og 2019 angiver, at der måles i vinter og tidlig forår 2019.

### Forsøg med måling af kvælstofudvaskning ved stigende kvælstofmængder

Der er i 2018/2019 gennemført fire forsøg med stigende mængder kvælstof. Forsøgene er fastliggende, og der vil som minimum blive målt kvælstofudvaskning på disse arealer i yderligere en sæson. Forsøgene ved Holstebro og Guldborg er anlagt i vinteren 2015, og der findes derfor målinger af kvælstofudvaskningen fra tre hele målesæsoner. Forsøgene ved Jyderup og Ringsted er anlagt før såning forud for høstår 2017, og i disse forsøg findes der derfor data fra to målesæsoner. Se Oversigt over Landsforsøgene 2016, side 249 til 252, Oversigt over Landsforsøgene 2017, side 242 til 248, og Oversigt over Landsforsøgene 2018, side 229 til 235 for en nærmere beskrivelse af måleresultaterne i disse år.

### Vejrbetingelser

Kvælstofudvaskningens størrelse er meget påvirket af vejrbetingelserne i måleperioden. Særligt mængden af nedbør har betydning, idet mere nedbør giver en større vandafstrømning fra marken. De tre målesæsoner har været meget forskellige med hensyn til nedbør og vandafstrømning. Samlet faldt der væsentlig mindre nedbør på forsøgsarealerne i 2016/2017 og 2018/2019 end i 2017/2018. Se tabel 40. I 2016/2017 og 2017/2018 faldt der i gennemsnit for landet henholdsvis 94 og 140 millimeter mindre nedbør end i gennemsnittet af årene 2006-2015, mens der i 2016/2017 faldt 60 millimeter mere. Nedbøren i de to tørre år 2016/2017 og 2018/2019 faldt dog på meget forskellige tidspunkter i året. I 2016/2017 var sommernedbøren normal, mens efterår og vinter var mere tør end normalt. I 2018/2019 var sommeren og efteråret tørrere end normalt, og alle forsøg var påvirkede af sommerens tørke. Vinteren var derimod normalt våd, og marts måned 2019 var særdeles våd. Afstrømningen var påvirket både af nedbøren, temperatur, solindstråling, jordens vandholdende evne og af afgrøden på arealet i forsøgsåret. På lerjord i tørre egne afstrømmer en mindre del af nedbøren i forhold til sandjord i nedbørsrige egne.