

OVERSIGT OVER LANDSFORSØGENE 2018

Forsøg og undersøgelser i
Dansk Landbrugsrådgivning

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

Aktiviteterne er blandt andet støttet af:

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



Miljø- og Fødevareministeriet
Landbrugsstyrelsen



Den Europæiske Landbrugsfond
for Udvikling af Landdistrikterne

LDP 2020



Se EU-Kommissionen, Den Europæiske Landbrugsfond for Udvikling af Landdistrikterne



Innovationsfonden

Promilleafgiftsfonden for landbrug

Se i øvrigt afsnittet Sponsorer og uvildighed.

Stigende mængder kvælstof

> LEIF KNUDSEN, SEGES

Forsøg med stigende mængder kvælstof

Fastsættelse af det optimale kvælstofniveau på markniveau har stor betydning for det økonomiske resultat i marken. Kvælstof er den dyreste dyrkningsfaktor ved dyrkning af korn og raps, og samtidig påvirkes udbyttet meget ved store afvigelser fra den optimale kvælstofmængde. I perioden 1999 til 2016 var der en politisk bestemt undergødskning, så landmanden var tvunget til at tildele mindre kvælstof end afgrødernes behov. I 2017 og i 2018 er denne tvungne undergødskning afskaffet. Forsøgene i 2018 forventes kun i begrænset omfang at være påvirket af den mindre eftervirkning af kvælstof på grund af den foregående lange periode med undergødskning

Afgrødernes kvælstofbehov defineres her som den økonomisk optimale kvælstofmængde, eller netop den kvælstofmængde, hvor værdien af merudbyttet og eventuelt værdien af stigningen i protein er lig med omkostningen til det ekstra kg kvælstof.

Bestemmelse af afgrødernes behov for kvælstof bygger på forsøg med stigende kvælstofmængder. Også i 2018 er der gennemført mange forsøg til bestemmelse af kvælstofbehovet i forskellige afgrøder. I forsøgene foretages en række målinger og registreringer for at karakterisere forsøgsarealet, så resultaterne bedre kan generaliseres, og anvendes til at forbedre fastsættelsen af kvælstofbehovet på markniveau.

Der er stor variation i kvælstofbehovet mellem forsøgene. Derfor skal man være forsigtig med at drage konklusioner om en afgrødes normale kvælstofbehov ud fra gennemsnitsresultater af forsøgsserier med mindre end cirka ti forsøg. Senere i afsnittet er der i tabel 8 en oversigt over resultaterne af de seneste ti års forsøg med stigende kvælstofmængder i forskellige afgrøder, opdelt efter forfrugt og jordtype. Tabellen kan bruges til at vurdere kvælstofbehovet og udbyttekurven i den enkelte

mark. I et senere afsnit er omtalt metoder til at fastlægge kvælstofbehovet på markniveau.

I mange af forsøgene med stigende mængder kvælstof indgår tillige strategier for kvælstoftilførsel og/eller afprøvning af handelsgødningstyper eller husdyrgødning. Disse forsøgsled omtales ikke i afsnittet om stigende mængder kvælstof, men i et selvstændigt afsnit.

Stort set alle forsøg med stigende mængder kvælstof er etårige. Forsøgsarealet er derfor i årene forud gødet som den omgivende mark. Derfor kan resultaterne ikke bruges som udtryk for, hvad det på langt sigt koster at reducere kvælstofmængden. Siden 2015 har der i enkelte fastliggende forsøg været installeret sugeceller til bestemmelse af kvælstofudvaskningen ved tilførsel af stigende kvælstofmængder. Udbytteresultater indgår i opgørelsen af forsøgene med bestemmelse af kvælstofbehov, mens effekten på kvælstofudvaskning fremgår af et separat afsnit.

Som gennemsnit af de seneste ti års priser ligger bytteforholdet mellem kvælstof og korn på mellem 5 og 6, men det har svinget meget i de senere år. I 2018 er bytteforholdet mellem korn og kvælstof 4,9 kg korn til at betale 1 kg kvælstof. Bytteforholdet i 2018 betinger derfor alt andet lige en høj optimal kvælstofmængde. Tørken kan derimod have påvirket kvælstofbehovet i nedadgående retning i 2018.

Stor betydning af værdien af protein

Proteinindholdet i afgrøden påvirker dens værdi til foder. Jo lavere proteinindhold, jo mere skal der suppleres med fodermidler med højt proteinindhold som for eksempel sojaskrå. Værdien af proteinet afhænger af forholdet mellem prisen på korn og sojaskrå eller andre proteinrige fodermidler. Kvaliteten af protein i korn bliver til gengæld dårligere, når proteinindholdet øges ved tildeling af ekstra kvælstof, fordi aminosyresammensætningen bliver ringere i forhold til dyrenes behov. I dag kan man tilsætte syntetiske aminosyrer for at kompensere for dette, således at det ekstra protein har værdi, og ikke giver anledning til en større udskillelse af kvælstof i

husdyrgødning. Prisen på protein beregnes efter en metode, der er baseret på optimering af foderblandinger til svin.

Gennemsnittet af de seneste fem års priser på vinterhvede og sojaskrå giver en gennemsnitlig proteinpris på 3,50 kr. pr. hkg pr. procentenhed protein, men den svinger meget over tid. For brødhvede kan pristillægget for en højere proteinprocent blive højere. Derimod er der i maltbyg fradrag for et for højt proteinindhold.

Den økonomisk optimale kvælstofmængde for korn er beregnet både med og uden korrektion for værdien af protein. I 2018 er prisen for protein sat til 3,50 kr. pr. procentenhed protein pr. hkg. Ved salg af foderkorn til grovvareforretninger er det forskelligt, om og hvordan prisen korrigeres for proteinindhold. Fra 2016 har flere grovvareforretninger indført en priskorrektion for protein i foderkorn.

Stigende mængder kvælstof til vårbyg

Den optimale kvælstofmængde til vårbyg med forfrugt korn er i årets 18 forsøg bestemt til 115 kg kvælstof pr. ha, hvilket er 28 kg mindre end de foregående fem år (se tabel 1). Den tilgængelige kvælstofmængde i jorden fra foråret (N-min) har været på samme niveau som i foregående år. Udbyttet ved tilførsel af den optimale kvælstofmængde er 17,3 hkg pr. ha lavere end i årene forud, hvilket reducerer kvælstofbehovet.

Baggrunden er alle forsøg i vårbyg, hvor der indgår minimum fire kvælstofniveauer således, at den økonomisk optimale kvælstofmængde kan beregnes med rimelig sikkerhed. Fordeling af forsøgene på forfrugter, jordtyper og husdyrgødede arealer har været sammenlignelige mellem 2018 og foregående år.

I tabel 2 er vist resultater af forsøg, hvor der er tilført kvælstof fra 0 til 200 kg kvælstof pr. ha med et interval på 40.

Med forfrugt korn er forsøgene gennemført på JB 4-6. Fem af forsøgene er tilført husdyrgødning i løbet af de foregående fem år. Den tilgængelige kvælstofmængde i jorden før såning (N-min) har været lidt højere i 2018, mens udbyttet ved tilførsel af den optimale kvælstofmængde er 11,1 hkg mindre end i årene forud. Den optimale kvælstofmængde uden korrektion for protein er i 2018 17 kg kvælstof pr. ha lavere end i årene forud. Det

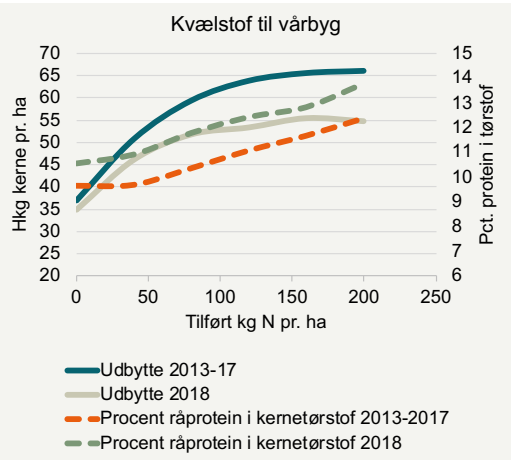
TABEL 1. Oversigt over forsøg med stigende mængder kvælstof til vårbyg.

År	Antal forsøg	N-min, kg N pr. ha	Udbytte ved optimal N-mængde hkg pr. ha	Optimal N-mængde kg N pr. ha
2018	18	47	57,3	115
2013-2017	62	48	74,6	143

kan skyldes, at udbytteneiveauet i forsøgene er godt 10 hkg pr. ha lavere i 2018 end i de foregående år.

I foderbyg giver en højere proteinprocent en højere værdi af kornet. Derfor stiger den optimale kvælstofmængde fra 119 kg pr. ha til 133 kg kvælstof pr. ha, hvis der indregnes en værdi af protein på 3,50 kr. pr. procentenhed protein pr. hkg. Nettomerudbyttet i tabel 2 viser tydeligt, at gevinsten ved kvælstoftilførsel er meget afhængig af, om der korrigeres for protein.

I maltbyg skal indholdet af protein typisk være mellem 9,5 og 10,5 procent for, at undgå fradrag i afregningsprisen, og hvis proteinindholdet er mindre end 9,0 eller højere end 11,5 procent, afregnes der til foderkornpris. I 2018 er indholdet af protein ved den ikke proteinkorrigerede optimale kvælstofmængde 12,1 procent, det vil sige i et niveau, hvor partiet efter normale handelsbetinger vil blive afvist til maltbyg. Det høje proteinindhold skyldes givetvis det lave udbytteneiveau. Resultaterne fra 2018 viser, at det ved gødskning af maltbyg kan være svært at ramme til rigtige proteinniveauer.



FIGUR 1. Bruttoudbytte for stigende mængder kvælstof til vårbyg med forfrugt korn i 2018 og 2013 til 2017 samt proteinindhold.

TABEL 2. Stigende mængder kvælstof til vårbyg (N1-N4)

Vårbyg	2013-17			2018					
	Kar. for lejesæd ved høst ¹⁾	Procent råprotein i kernetørstof	Udb. og merudb. hkg kerne pr. ha	Kar. for lejesæd ved høst ¹⁾	Procent råprotein i kernetørstof	Udbytte kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb. hkg kerne pr. ha	Netto-merudb. uden proteinkorr., hkg kerne pr. ha	Netto-merudb. med proteinkorr. hkg kerne pr. ha ²⁾
Forfrugt korn									
Antal forsøg	34	34	34	9	9	9	9	9	9
Grundgødet	0	9,6	37,0	0	10,5	50	34,9		
40 N	1	9,7	13,9	0	10,9	68	11,2	8,7	9,1
80 N	1	10,3	22,5	0	11,8	83	16,9	12,4	13,9
120 N	1	11,1	27,0	1	12,4	90	18,4	12,0	14,4
160 N	2	11,6	28,7	1	12,8	96	20,5	12,1	15,2
200 N	3	12,4	29,2	1	13,8	102	19,8	9,5	13,8
LSD						9	4,7		
				2013-2017		2018			
Gns. N-min i rodzonen, kg N pr. ha				56 (15-100)		63 (31-100)			
Gns. opt. N-mængder, kg N pr. ha				136 (52-140)		119 (52-240)			
Gns. merudb. ved opt., hkg pr. ha				30,1 (5,7-58,1)		21,1 (6,9-37,3)			
Proteinkorrigeret optimum				153 (67-240)		133 (67-240)			
Proteinindhold ved ikke proteinkorrigeret optimum				11,2 (9,4-13,0)		12,1 (11,7-12,8)			
Proteinindhold ved proteinkorrigeret optimum				11,6 (9,8-16,2)		12,3 (11,5-13,3)			
Forfrugt sukkerroer									
Antal forsøg	11	11	11	2	2	2	2	2	2
Grundgødet	0	8,5	39,2	0	8,5	48	42,0		
40 N	0	8,3	17,1	0	8,3	66	16,2	13,7	12,6
80 N	0	9,0	31,1	0	9,7	89	25,9	21,4	22,1
120 N	1	10,0	36,8	0	10,6	102	29,4	23,0	25,1
160 N	1	10,9	40,2	0	11,4	118	34,4	26,0	29,7
200 N	2	11,5	40,4	0	12,1	123	32,6	22,3	27,2
LSD						11	8,9		
				2013-2017		2018			
Gns. N-min i rodzonen, kg N pr. ha				60 (35-100)		34 (31-37)			
Gns. opt. N-mængder, kg N pr. ha				149 (94-166)		142 (139-144)			
Gns. merudb. ved opt., hkg pr. ha				40,1 (26,5-52,4)		32,1 (25,4-38,7)			
Proteinkorrigeret optimum				169 (126-200)		176 (161-191)			
Proteinindhold ved ikke proteinkorrigeret optimum				10,5 (9,7-12,3)		11,1 (10,6-11,5)			
Proteinindhold ved proteinkorrigeret optimum				11,0 (10,4-12,2)		11,8 (11,0-12,6)			
Forfrugt:		Alm.rajgræs			Gulerødder				
Antal forsøg	1	1	1	2	2	2	2	2	2
Grundgødet	0	12,6	58,8	0	11,2	29	18,8		
40 N	0	13,1	6,7	0	9,8	45	15,1	12,6	11,7
80 N	0	14,0	10,5	0	10,1	59	24,0	19,5	18,8
120 N	0	13,6	13,9	0	10,6	76	33,9	27,5	27,2
160 N	0	14,5	7,2	0	11,6	87	36,1	27,7	28,9
200 N	0	14,6	13,5	0	12,5	99	39,2	28,8	31,3
Optimal N, kg N/ha			64				192		
LSD			5,7			19	20,0		

¹⁾ Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd.

²⁾ Proteinkorrektionen er foretaget med en pris på protein på 3,50 kr. pr. procentenhed protein pr. hkg.

To forsøg med kvælstof til vårbyg med forfrugt sukkerroer på JB 7 viser et kvælstofbehov på henholdsvis 142 og 176 kg pr. ha uden og med korrektion for protein. Udbyttet i disse forsøg er på niveau med tidligere år. Forsøgene bekræfter, at kvælstofbehovet til vårbyg efter sukkerroer kan være højt. Med forfrugten sukkerroer er merudbytter og proteinindhold i 2018 meget lig de foregående år.

Ét forsøg med forfrugt gulerødder er gennemført på uvandet JB2 og ét forsøg på vandet JB 4. Ved dyrkning af gulerødder bruges store mængder halm til overdækning. Det kan immobilisere kvælstof efter nedmuldning og hæve kvælstofbehovet i den efterfølgende afgrøde. I forsøgene er udbyttet i det ugødede forsøgsled meget lavt, og der er opnået et stort merudbytte for tilførsel af



Gulerødder dækkes med store mængder halm for at beskytte mod frost, så gulerødderne kan tages op også om vinteren (tv.). Halmen binder kvælstof og øger kvælstofbehovet i den efterfølgende vårbyg. Uden tilførsel af kvælstof lider vårbyggen udpræget af kvælstofmangel. Ugødet parcel til højre ved siden af en fuldgødet parcel med kvælstof (th.).

kvælstof. Kvælstofbehovet er bestemt til 192 kg pr. ha. I ét forsøg med forfrugt alm. rajgræs er der bestemt et kvælstofbehov på 64 kg pr. ha.

Kvælstofudnyttelsen i 2018 er dårligere end i årene forud. Marginaloptagelsen, det vil sige optagelsen i kerne af det sidst tilførte kg kvælstof, har været på samme niveau som i årene forud op til en tilførsel på 80 kg kvælstof pr. ha. Over denne kvælstofmængde er marginaloptagelsen i 2018 væsentlig lavere på grund af det lavere udbytte-niveau.

Kvælstof til vinterhvede

Kvælstofbehovet i vinterhvede er i 2018 162 kg kvælstof pr. ha baseret på 21 forsøg. Dette er 20 kg pr. ha mindre end i de foregående fem år. Angivelserne af optimale mængder kvælstof er uden korrektion for proteindindhold. Udbytte-niveauet er det samme i forsøgene i 2018 som i tidligere år, mens indholdet af tilgængeligt kvælstof om foråret (N-min) har været 6 kg kvælstof lavere. Opgørelsen omfatter alle forsøg i 2018 og i de foregående fem år, hvor der er tilført minimum fire kvælstofniveauer således, at kvælstofbehovet kan beregnes rimeligt præcist.

TABEL 3. Oversigt over forsøg med stigende mængder kvælstof til vinterhvede

År	Antal forsøg	N-min kg N pr. ha	Udbytte ved optimal N-mængde hkg/ha	Optimal N-mængde kg N/ha
2018	21	38	88,8	162
2013-2017	152	32	90,7	182

I tabel 4 ses resultater af forsøg, hvor der er tildelt seks kvælstofniveauer fra 0 til 300 kg pr. ha med et interval på 50 kg. Før 2017 blev der kun tildelt kvælstof op til 250 kg pr. ha.

I hovedparten af vinterhvedeforsøgene er kvælstof tildelt ad to gange. Første gødningstilførsel på 50 kg kvælstof pr. ha er sket medio marts og resten medio april. Resultaterne fremgår af tabel 4 og figur 2.

Vinterhvede med forfrugt korn

De syv forsøg med forfrugt korn er gennemført på JB 4 til JB 7. Kun i ét af forsøgene er registreret tilførsel af husdyrgødning i årene forud for forsøgene. Indholdet af tilgængeligt kvælstof ved vækstsæsonens begyndelse (N-min) er målt til 43 kg kvælstof pr. ha, hvilket er 8 kg mere end i årene forud. Kvælstofprognosen for 2018 viste et lidt lavere N-min-indhold i jorden, og forudsagde et lidt større kvælstofbehov end normalt. Der er ikke forekommet lejesæd i forsøgene.

Såvel udbyttet i det ugødede forsøgsled som responsen for tilførsel af kvælstof er mindre i 2018 end i tidligere år. Udbyttet ved tilførsel af den optimale kvælstofmængde er 11,2 hkg pr. ha mindre.

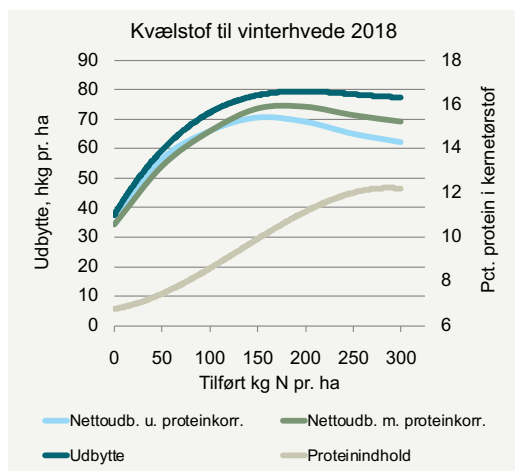
Proteinindholdet i kernerne er lidt højere i 2018 end i årene forud ved tilførsel af mere end 100 kg kvælstof pr. ha. Ved tilførsel af den optimale kvælstofmængde uden proteinkorrektion er proteinindholdet i 2018 0,1 procentenhed lavere. Det proteinkorrigerede optimum er 25 kg kvælstof højere end det ukorrigerede optimum. Forskellen svarer stort set til forskellen i de foregående år.

TABEL 4. Stigende mængder kvælstof til vinterhvede (N5-N8)

Vinterhvede	2013-17		2018					
	Procent råprotein i kernetørstof	Udb. og merudb. hkg kerne pr. ha	Kar. for lejesæd ved høst ¹⁾	Procent råprotein i kernetørstof	Udbytte kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb. hkg kerne pr. ha	Netto-merudb. uden proteinkorr., hkg kerne pr. ha	Netto-merudb. med proteinkorr., hkg kerne pr. ha ²⁾
Forfrugt korn								
Antal forsøg	82	82	7	7	7	7	7	7
Grundgødet	8,2	41,8	0	6,8	38	37,5		
50 N	8,0	19,2	0	7,3	65	22,2	19,2	19,8
100 N	8,6	35,3	0	8,6	92	34,0	28,6	31,7
150 N	9,6	43,8	0	10,1	119	41,1	33,2	39,4
200 N	10,6	47,6	0	11,1	132	42,1	31,7	40,0
250 N	11,3	48,3	0	11,9	138	40,4	27,6	37,1
300 N	11,7	51,0		12,3	142	40,0	24,8	34,9
LSD					8	6,4		
				2013-2017	2018			
N-min i rodzonen, kg N pr. ha				35 (8-100)	43 (17-86)			
Opt. N-mængder, kg N pr. ha				197 (100-300)	164 (125-228)			
Merudb. ved opt., hkg pr. ha				49,3 (21,4-78,5)	42,4 (24,2-60,2)			
Proteinindhold ved ikke prot.korr. optimum, pct.				10,3 (8,1-12,3)	10,2 (9,6-11,0)			
Optimal N-mængde korr. for protein, kg N/ha				223 (131-300)	189 (145-253)			
Proteinindhold ved proteinkorr. optimum, pct.				10,9 (8,3-13,9)	10,9 (10,1-12,1)			
Forfrugt vinterraps								
Antal forsøg	35	35	4	4	4	4	4	4
Grundgødet	8,6	49,6	0	7,4	53	48,5		
50 N	8,4	19,0	0	7,7	79	20,9	17,9	18,4
100 N	9,3	32,4	0	9,0	109	32,9	27,4	30,7
150 N	10,4	37,4	0	9,9	129	39,2	31,3	36,5
200 N	11,5	37,3	0	10,7	144	41,8	31,5	38,7
250 N	12,0	35,8	0	11,2	152	42,4	29,6	38,1
300 N	-	-	0	11,7	155	39,9	24,7	34,0
LSD					23	11,4		
				2013-2017	2018			
N-min i rodzonen, kg N pr. ha				31 (9-78)	59 (15-100)			
Opt. N-mængder, kg N pr. ha				157 (11-266)	161 (122-232)			
Merudb. ved opt., hkg pr. ha				40,3 (1,2-63,8)	42,5 (32,9-59,7)			
Proteinindhold ved ikke prot.korr. optimum, pct.				10,2 (7,7-12,3)	10,1 (10,6-11,6)			
Optimal N-mængde korr. for protein, kg N/ha				180 (37-300)	196 (126-300)			
Proteinindhold ved proteinkorr. optimum, pct.				10,8 (8,4-12,9))	10,7 (9,5-11,6)			
Andre forfrugter								
Spinatfrø	1	1		1	Sukkerroer			
Antal forsøg	1	1		1	1			
Grundgødet	6,2	70,6		6,3	43,6			
50 N	6,9	21,0		6,3	29,6			
100 N	8,7	30,9		7,5	46,2			
150 N	10,1	31,4		9,0	58,1			
200 N	10,9	31,0		10,2	62,5			
250 N	11,8	29,3		11,1	63,7			
300 N	12,3	29,4		11,5				
LSD		5,5			3,3			
				Spinatfrø	Sukkerroer			
N-min i rodzonen, kg N pr. ha				20	18			
Opt. N-mængder, kg N pr. ha				126	219			
Merudb. ved opt., hkg pr. ha				31,6	65,8			
Proteinindhold ved ikke prot.korr. optimum, pct.				9,3	10,2			
Optimal N-mængde korr. for protein, kg N/ha				154	300			
Proteinindhold ved proteinkorr. optimum, pct.				10,0	12,6			

¹⁾ Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd, 10 = helt i leje.

²⁾ Proteinkorrekturen er foretaget med en pris på 3,50 kr. pr. procentenhed protein pr. hkg.



FIGUR 2. Udbytte og nettoudbytte med og uden korrektion for protein i vinterhvede med forfrugt korn i 2018.

I det grundgødede forsøgsled er målt en kvælstofoptagelse i kerne på 38 kg kvælstof pr. ha, som jorden har stillet til rådighed primært ved omsætning af planterester. Denne kvælstofmængde stammer indirekte fra den del af tidligere års handelsgødning, husdyrgødning mv., som ikke blev udnyttet i tilførselsåret. Optagelsen i det grundgødede forsøgsled er 12 kg kvælstof pr. ha mindre end i årene forud.

Op til en kvælstoftilførsel på 200 kg kvælstof pr. ha er marginaloptagelsen i kerne i 2018 48 procent af det tilførte kvælstof mod 46 procent i årene forud. Den samlede kvælstofoptagelse i 2018 er lidt lavere end normalt. Udover kvælstofoptagelsen i kerne kommer en optagelse af kvælstof i halm, der normalt udgør omkring 20 procent af optagelsen i kerne. Ved tilførsel af 200 kg kvælstof pr. ha i 2018 udgør den samlede bortførsel i kerne og halm 79 procent af den tilførte kvælstofmængde mod 85 procent i de foregående år.

Vinterhvede med forfrugt vinterraps

Et af forsøgene med vinterraps som forfrugt er gennemført på vandet JB 1 og resten på JB 3-6. På to af arealerne er tildelt væsentlige mængder husdyrgødning i årene forud for forsøget. Indholdet af N-min i jorden ved vækstsæsonens begyndelse er 59 kg kvælstof pr. ha, hvilket er betydeligt højere end i årene forud. Udbytte og udbytterespons er på niveau med årene før.

Der er bestemt et kvælstofbehov på henholdsvis 161 og 196 kg pr. ha uden og med korrektion for værdien af pro-

tein. I forhold til udbytteneiveauet er kvælstofbehovet lavt.

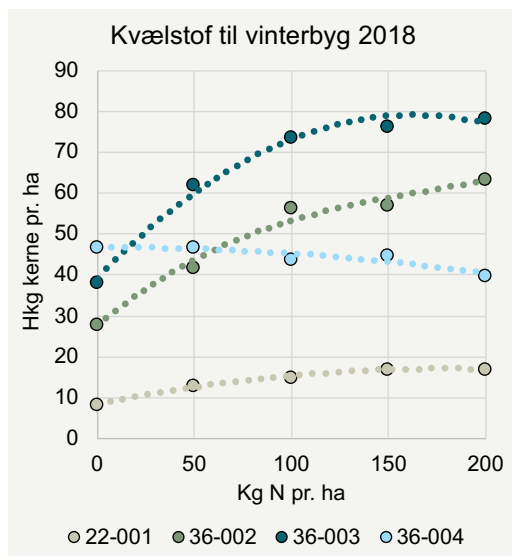
Vinterhvede med forfrugt sukkerroer og spinatfrø

I ét forsøg med sukkerroer som forfrugt er der høstet et højt udbytte, og der er opnået stor respons for kvælstof. Kvælstofbehovet er bestemt til 219 kg kvælstof pr. ha uden proteinkorrektion og 300 kg med. I ét forsøg med forfrugt spinatfrø er der opnået et meget højt udbytte i det grundgødede forsøgsled trods et lavt N-min-indhold i jorden ved forårets begyndelse. Merudbyttet for tilførsel af ekstra kvælstof er beskedent og kvælstofbehovet er kun bestemt til henholdsvis 126 og 154 kg kvælstof pr. ha med og uden korrektion for protein

Kvælstof til vinterbyg

I fem forsøg i vinterbyg med korn som forfrugt er der bestemt et kvælstofbehov på 109 og 132 kg pr. ha henholdsvis uden og med korrektion for proteinindhold. Se tabel 5. Det er et betydeligt lavere kvælstofbehov end i årene forud.

Der er meget stor variation mellem de enkelte forsøg. I ét forsøg på JB 6 er der kun opnået et udbytte på 17 hkg pr. ha ved fuld kvælstoftilførsel. Det angives, at det skyldes dårligt såbed og stor nedbørsmængde om efteråret og tørke i vækstsæsonen. I ét forsøg på JB 3 er der ikke opnået merudbytte for tilførsel af kvælstof, men deri-



FIGUR 3. Fire forsøg med stigende mængder kvælstof til vinterbyg i 2018.

TABEL 5. Stigende mængder kvælstof til vinterbyg (N9)

Vinterbyg	2013-17		2018					
	Procent råprotein i kernetørstof	Udb. og merudb. hkg kerne pr. ha	Kar. for lejesæd ved høst ¹⁾	Procent råprotein i kernetørstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb. hkg kerne pr. ha	Netto-merudb. uden proteinkorr., hkg kerne pr. ha	Netto-merudb. med proteinkorr., hkg kerne pr. ha ²⁾
<i>Forfrugt korn</i>								
<i>Antal forsøg</i>	13	13	5	5	5	5		
<i>Grundgødet</i>	9,1	35,6	0	8,1	32	29,5		
50 N	8,8	19,6	0	8,5	47	11,4	8,4	8,8
100 N	9,5	32,7	0	10,7	69	17,8	12,3	15,3
150 N	10,8	40,4	0	12,3	81	19,1	11,2	16,1
200 N	11,7	43,6	0	13,9	94	20,5	10,2	17,1
LSD					18	10,1		
				2013-17	2018			
<i>N-min i rodzonen, kg N pr. ha</i>				24 (8-32)	34 (25-48)			
<i>Optimale N-mængder, kg N pr. ha</i>				168 (103-214)	109 (0-177)			
<i>Merudb. ved opt., hkg pr. ha</i>				43,4 (27,3-77,7)	20,9 (0-40,5)			
<i>Proteinindhold ved ikke prot.korr. optimum</i>				11,0 (9,4-12,4)	10,6 (6,6-12,6)			
<i>Optimal N-mængde korr. for protein</i>				192 (134-250)	132 (0-230)			
<i>Proteinindhold ved prot.korr. optimum</i>				11,9 (9,9-16,0)	11,6 (6,6-15,2)			

¹⁾ Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd.

²⁾ Proteinkorrekturen er foretaget med en pris på protein på 3,50 kr. pr. procentenhed protein pr. hkg.

mod en stigning i proteinprocenten fra 7,3 til 16,4 fra uden tildeling af kvælstof til 200 kg pr. ha.

Kvælstof til vinterrug

I fire forsøg med stigende mængder kvælstof til vinterrug er bestemt et kvælstofbehov på 175 kg kvælstof pr. ha og 188 kg kvælstof pr. ha henholdsvis uden og med korrektion for proteinindhold. Se tabel 6.

Forsøgene er fordelt på JB 1 til JB 6. I ét forsøg gennemført på JB 1 har forfrugten været gulerødder. Såvel grundudbytte som respons for kvælstof er i dette forsøg lavt. I dette forsøg er opnået et udbytte på godt 50 hkg pr. ha mens udbyttensniveauet i de andre forsøg på JB 4-6 er 90 hkg pr. ha. Ét forsøg er gennemført med majshelsæd som forfrugt, hvor der i årene forud har været kløvergræs. I dette forsøg er der bestemt en optimal kvælstof-

TABEL 6. Stigende mængder kvælstof til vinterrug (N10)

Vinterrug	2013-2017			2018					
	Kar. for lejesæd ved høst ¹⁾	Procent råprotein i kernetørstof	Udb. og merudb. hkg kerne pr. ha	Kar. for lejesæd ved høst ¹⁾	Procent råprotein i kernetørstof	Udbytte kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb. hkg kerne pr. ha	Netto-merudb. uden proteinkorr., hkg kerne pr. ha	Netto-merudb. med proteinkorr., hkg kerne pr. ha ²⁾
<i>Forfrugt korn</i>									
<i>Antal forsøg</i>	16	16	16	4	4	4	4	4	4
<i>Grundgødet</i>	0	8,2	39,9	0	8,5	48	41,6		
40 N	0	7,4	18,5	0	8,0	60	13,6	10,8	10,1
80 N	1	7,8	32,4	0	8,2	76	26,2	21,2	20,8
120 N	1	8,4	39,1	0	9,0	96	36,4	29,2	30,2
160 N	2	9,2	41,6	1	9,6	104	38,2	28,8	31,2
200 N	2	9,7	43,8	1	9,9	112	41,3	29,7	32,9
LSD						9	6,0		
				2013-2017	2018				
<i>Gns. N-min i rodzonen, kg N pr. ha</i>				23 (5-100)	44 (11-98)				
<i>Gns. opt. N-mængder, kg N pr. ha</i>				151 (74-214)	175 (133-234)				
<i>Gns. merudb. ved opt., hkg pr. ha</i>				43,9 (14,0-64,4)	41,7 (33,7-52,1)				
<i>Proteinkorrigeret optimum, kg N/ha</i>				9,0 (7,5-10,7)	9,7 (9,0-11,6)				
<i>Proteinindhold ved ikke proteinkorrigeret optimum, pct.</i>				166 (80-224)	188 (148-259)				
<i>Proteinindhold ved proteinkorrigeret optimum, pct.</i>				9,3 (7,8-11,0)	10,0 (9,1-12,3)				

¹⁾ Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd.

²⁾ Proteinkorrekturen er foretaget med en pris på protein på 3,50 kr. pr. procentenhed protein pr. hkg.

mængde på 133 kg kvælstof pr. ha, hvilket understreger betydningen af at tage højde for dyrkningshistorien ved fastsættelse af kvælstofbehovet.

I 2018 er kvælstofbehovet 24 kg pr. ha højere end i de foregående år til trods for, at den tilgængelige kvælstofmængde i jorden ved vækstsæsonens begyndelse i foråret var højere i 2018. Udbyttenniveauet i 2018 ligger på niveau med udbyttet i de foregående år.

Kvælstof til vinterraps

I fire forsøg i vinterraps er den optimale kvælstofmængde for kvælstof tilført om foråret bestemt til 197 kg kvælstof pr. ha. I to af forsøgene er tilført henholdsvis 23 og 36 kg kvælstof i handelsgødning om efteråret. I ingen af forsøgene er tilført husdyrgødning om efteråret. Efterårstilførslen af kvælstof påvirker merudbyttet for kvælstof om foråret, og skal indregnes ved bestemmelse af kvælstofbehovet. Resultatet fremgår af tabel 7.

Forsøgene er gennemført på JB 4 til 7, og to af forsøgene er tilført husdyrgødning i årene forud.

Udbyttet i det grundgødede forsøgsled er betydeligt lavere end i de foregående år, men kvælstofresponsen er større. Kvælstofbehovet er derfor højere i 2018, men det kan være påvirket af, at der er tilført mindre kvælstof om efteråret til vinterrapsen end i årene forud.

Oversigt over forsøg med stigende mængder kvælstof

I tabel 8 ses et sammendrag af flere års forsøg med kvælstof til forskellige afgrøder. For grovfoder er værdien af protein generelt indregnet, mens det ikke er relevant i vinterraps, frøgræs, kartofler og sukkerroer. Ved en proteinpris på 3,50 kr. pr. procentenhed protein har proteinkorrekturen stor betydning for kvælstofbehovet i korn.

For afgrøder, hvor der er tilstrækkeligt mange forsøg, er der anvendt de seneste ti års forsøg, mens der for andre afgrøder er anvendt forsøg fra en længere årrække.

Hvor der er tilstrækkeligt mange forsøg, er forsøgene opdelt efter forfrugt, jordtype og tilførsel af husdyrgødning til forsøgsarealet de foregående år. Der er ikke tilført husdyrgødning til forsøgsafgrøden, bortset fra vinterraps, hvor der kan være tilført en vis mængde om efteråret.

TABEL 7. Stigende mængder kvælstof til vinterraps om foråret (N11)

Vinterraps	2013-17		2018			
	Lejesæd v. høst (0-10) ¹⁾	Udb. og merudb. hkg frø pr. ha	Lejesæd v. høst (0-10) ¹⁾	Pct. olie i frø	Udb. og merudb. hkg frø pr. ha	Nettomerudbytte hkg frø pr. ha
Antal forsøg	11	11			4	4
1. Grundgødet	0	31,2	0	52,6	20,8	
2. 50 kg N forår	0	5,5	0	51,9	8,4	7,0
3. 100 kg N forår	0	9,3	0	51,5	12,7	10,3
4. 150 kg N forår	0	11,9	0	50,4	17,6	14,1
5. 200 kg N forår	0	13,6	0	50,3	18,9	14,4
6. 250 kg N forår	0	14,3	0	50,7	20,0	14,5
LSD					2,7	
			2013-2017		2018	
N-min i rodzonen			39 (15-98)		33 (28-42)	
Optimal N forår, kg pr. ha			166 (0-281)		197 (182-211)	
Merudbytte for optimal N, hkg/ha			14,0 (0-35,1)		19,3 (14,5-24,8)	

¹⁾ Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd.

Jordtypen har stor indflydelse på udbyttet, men i langt mindre grad på kvælstofbehovet. Det skyldes, at det generelt større udbytte på lerjorde modsvarer af et mindre kvælstoftab i løbet af vinteren og dermed højere N-min indhold i jorden ved begyndende vækst om foråret. Generelt er kvælstofbehovet fra 10 til 30 kg pr. ha lavere, hvor der er tilført husdyrgødning i årene forud. Der kan også iagttages en forfrugtsvirkning af bredbladede afgrøder, bortset fra kartofler. Især forfrugtsvirkningen af kløvergræs er betydelig.

Mange års forsøg med stigende mængder kvælstof har vist, at behovet varierer meget fra mark til mark. De vigtigste faktorer ved fastsættelsen af kvælstofbehovet er forfrugt, dyrkningshistorie inklusive tilførslen af husdyrgødning i de tidligere år, udbyttenniveauet og jordtypen. En mere præcis fastsættelse af kvælstofbehovet kan ske ud fra en bestemmelse af jordens N-min indhold i det tidlige forår. Desuden kan forskellige plantesensorer give en indikation af behovet i den enkelte mark. I 2018 er afprøvet en såkaldt GreenSeeker, som måler afgrødens NDVI. Se afsnittet om Fastsættelse af kvælstofbehov.

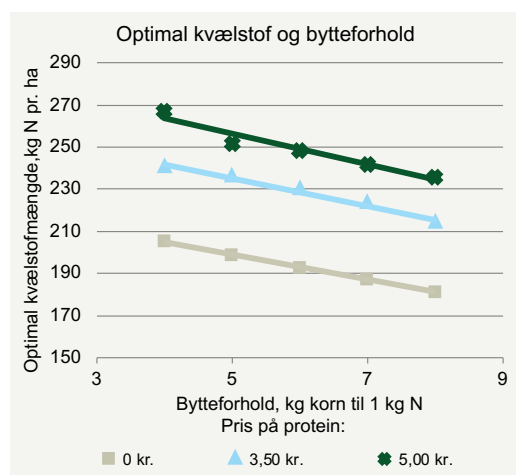
Prisrelationernes betydning for den optimale kvælstofmængde

I de senere år har prisen på både kvælstof, korn og protein svinget meget. Forholdet mellem korn- og kvælstofpris påvirker den optimale kvælstofmængde. I de senere år har bytteforholdet typisk været således, at der skal avles seks kg korn for at betale ét kg kvælstof, men varia-

TABEL 8. Optimale kvælstofmængder med og uden hensyntagen til proteinindholdet

Afgrode	Periode for forsøg	Forfrugt	JB nr.	Husdyr- gødning i sæd- skiftet	Antal forsøg	N-min kg N pr. ha	Udb. og merudb., hkg pr. ha						Økonomisk optimalt udbytte hkg pr. ha	Økonomisk optimal N-tilførsel uden protein- korrektion kg N pr. ha	Økonomisk optimal N-tilførsel med protein- korrektion kg N pr. ha
							handelsgødning, kg N pr. ha								
							0	40	80	120	160	200			
Vårbyg	2009-2018	Korn	1-4	Nej	11	28	39,6	12,9	22,1	27,3	28,2	29,3	69,5	148	168
Vårbyg	2009-2018	Korn	1-4	Ja	11	35	34,4	10,8	18,5	21,5	21,1	20,8	56,7	116	135
Vårbyg	2009-2018	Korn	5-6	Nej	13	50	35,1	12,8	20,8	26,2	28,8	30,1	65,6	152	165
Vårbyg	2009-2018	Korn	5-6	ja	13	57	37,6	15,2	23,7	28,1	30,1	30,3	68,8	133	150
Vårbyg	2009-2018	Korn	7-9	Nej	8	52	37,7	15,9	27,2	33,4	36,9	36,2	74,8	143	153
Vårbyg	2009-2018	Sukkerroer	5-9	Nej	17	50	39,7	16,4	28,5	34,3	37,2	37,3	77,0	148	166
Vårbyg	2009-2018	Kartofler	1-4	Nej	14	27	25,8	14,9	23,7	28,8	31,6	31,5	60,1	140	160
Vårbyg	2009-2018	Kløvergræs	1-4	Nej	14	44	46,1	3,5	3,9	5,1	3,7	-	54,6	53	63
Vårbyg	2009-2018	Majshelsæd	1-4	Nej	10	40	45,1	12,0	20,6	25,5	31,3	-	78,9	173	190
Havre	2002-2018	Korn	1-4	Nej	8	41	31,4	13,5	18,0	19,3	18,3		51,9	95	-
Vinterrug	2009-2018	Korn	Alle	Ja/nej	17	23	40,9	18,1	31,4	38,5	40,8	43,0	84,2	155	169
							Handelsgødning, kg N pr. ha								
							0	50	100	150	200	250			
Vinterhvede	2009-2018	Korn	1-4	Nej	6	33	33,1	17,9	33,9	42,1	46,1	46,7	80,4	185	208
Vinterhvede	2009-2018	Korn	1-4	Ja	29	33	36,5	18,2	33,4	40,3	40,6	39,6	78,8	165	193
Vinterhvede	2009-2018	Korn	5-6	Nej	26	41	45,1	21,5	37,2	46,6	51,9	52,0	97,9	204	227
Vinterhvede	2009-2018	Korn	5-6	ja	22	31	37,5	19,5	35,6	44,2	48,3	50,2	88,3	205	233
Vinterhvede	2009-2018	Korn	7-9	Nej	23	35	43,8	20,9	38,6	49,2	54,9	57,1	100,6	215	236
Vinterhvede	2009-2018	Korn	7-9	ja	10	42	46,6	16,4	29,1	35,4	36,4	37,6	83,8	177	216
Vinterhvede	2009-2018	Raps	1-4	Ja/nej	28	28	45,2	18,9	32,5	37,5	37,2	34,8	84,7	149	170
Vinterhvede	2009-2018	Raps	5-9	Nej	12	44	51,3	19,4	33,6	42,1	44,0	45,4	97,2	190	228
Vinterhvede	2009-2018	Raps	5-9	Ja	14	43	54,6	20,5	34,5	40,5	42,5	42,8	99,2	174	194
Vinterhvede	2009-2018	Bælgsæd	5-9	Ja/nej	10	46	56,4	19,0	32,5	38,8	40,9	40,9	99,2	170	201
Vinterbyg	2009-2018	Korn	1-4	Ja/nej	17	30	34,4	17,8	30,7	36,7	38,2		73,8	153	178
Vinterbyg	2009-2018	Korn	5-9	Ja/nej	14	34	26,3	20,7	35,4	42,6	46,3		72,2	169	187
Triticale	1995-2017	Alle	1-4	Nej	30	28	24,3	14,6	24,0	27,2	27,2	28,0	53,5	151	177
Vinterraps ¹⁾	2009-2018	Korn	1-4	Ja	11	38	31,4	35,5	38,6	40,4	41,5	42,2	41,6	145	
Vinterraps ¹⁾	2009-2018	Alle	5-9	Ja/nej	7	24	24,9	33,8	39,0	43,5	45,9	46,9	47,0	202	
							Udb. og merudb., kg frø pr. ha						kg frø pr. ha		
							0	40	80	120	160	200			
Alm. rajgræs ²⁾		Alle	1-9	Ja/nej	16		537	291	528	674	730	721	1.211	149	
							0	20	40	60					
Rødsvingel ^{2),3)}		Alle	1-9	Ja/nej	19		1.040	86	137	181					
							100	130	160	190					
Engrapgræs ²⁾		Alle	1-9	Ja/nej	10		1.129	110	140	113					
							Udb. og merudb., hkg sukker pr. ha						hkg sukker pr. ha		
							97,5	23,4	31,9	34,4	33,2				
Sukkerroer ²⁾		Alle	4-7	Ja/nej	12								130	92	
							Udb. og merudb., hkg knolde pr. ha						hkg knolde pr. ha		
							0	50	100	150	200	250			
Kartofler ²⁾		Alle	1-4	Ja/nej	15	30	347	72	121	154	176	191	554	232	
							Udbytte og merudb., afgrødeenh. pr. ha						Afgrøde- enh. pr. ha		
							0	50	100	150	200	250			
Majshelsæd ⁴⁾	2008-2017	Majs, korn	1-3	Ja	16	41	99,8	11,7	17,1	21,7	21,2	24,9	122,5	134	
Majshelsæd ⁴⁾	2008-2017	Majs, korn	4-9	Ja	8	46	87,2	11,2	15,0	16,3	16,9	12,1	105,5	130	

¹⁾ Vinterraps: Efterårstilførsel af kvælstof ikke medregnet.
²⁾ Kopi fra Oversigt over Landsforsøgene 2013.
³⁾ Rødsvingel er tildelt cirka 60 kg kvælstof pr. ha om efteråret.
⁴⁾ Inklusive 20 kg N pr. ha i startgødning. Proteinkorrektion foretaget med 2,64 kr. pr. procentenhed protein.



FIGUR 4. Betydningen af bytteforholdet (antal kg korn til at betale 1 kg kvælstof) for den optimale kvælstofmængde i vinterhvede, beregnet ud fra 34 forsøg med forfrugt korn i perioden 2013 til 2018. Udbyttetiveauet er 100 hkg pr. ha.

tionen mellem årene er betydelig. Prisen på protein kan være mere afgørende for den optimale kvælstofmængde end bytteforholdet mellem korn og kvælstof.

Hvis prisrelationerne ændres, så der skal avles 1 kg korn mere for at betale 1 kg kvælstof, falder den økonomisk optimale kvælstofmængde med cirka fem kg kvælstof pr. ha, når afregningsprisen ikke korrigeres for proteinindhold.

Hvis protein har en værdi svarende til 3,50 kr. pr. procentenhed protein pr. hkg, stiger den optimale kvælstofmængde med cirka 25 kg kvælstof pr. ha i forhold til ingen korrektion for proteinindhold, hvis der skal seks kg korn til at betale for ét kg kvælstof. Jo højere prisen på protein er, jo mindre betyder bytteforholdet mellem kvælstof og korn for den optimale kvælstofmængde, fordi protein i højere grad bliver bestemmende for kvælstofbehovet.

Fastsættelse af kvælstofbehov ud fra reflektansmålinger

> LEIF KNUDSEN, SEGES

Kvælstofbehovet varierer meget fra mark til mark og indenfor den enkelte mark. Metoder til forudsigelse af kvælstofbehovet har typisk været baseret på en beregning af den kvælstofmængde, som jorden stiller til rådighed for afgrøden, og det forventede udbytte. Det gælder den beregningsmetode, der ligger bag de lovplige kvælstofnormer, modellen i gødningsplanprogrammet MarkOnline og N-min-metoden. I dag er det muligt at udnytte, at den aktuelle biomasse og kvælstofoptagelse i afgrøden i vækstsæsonen kan bestemmes med en god sikkerhed ved målinger af afgrødens refleksion af lys (reflektans). I 2018 er undersøgt, om reflektansmålinger med Yara N-Sensor eller GreenSeeker eller absorptionsmålinger med Yara N-Tester kan anvendes til at bestemme kvælstofbehovet mere præcist.

Reflektansmålinger kan omsættes i forskellige indeks, der er et korreleret til biomasse eller kvælstofoptagelse. Det såkaldte NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) er et relativt indeks med værdier fra 0 til 1. NDVI udtrykker bedst forskelle i kvælstofoptagelsen før afgrøden er så tæt, at bladene skygger for hinanden. Denne mætning sker ved et NDVI-indeks på 0,75 og derover. NDVI kan måles med relativt billige håndholdte instrumenter som f.eks. GreenSeeker, der kan købes for ca. 3.000 kr. NDVI kan også måles fra traktormonterede sensorer og fra satellitter, og NDVI er udgangspunktet for gødskning efter satellitdata i CropSAT og CropManager. Målinger af NDVI fra håndholdte sensorer, droner og satellit er ikke umiddelbart sammenlignelige.

Yara har i en årrække markedsført en traktorbåren sensor. Yara N-Sensor anvendt i forsøgene er en håndholdt udgave af den traktormonterede sensor. Yara har udviklet en beregningsmetode til at bestemme kvælstofoptagelsen i afgrøden ud fra et indeks, der i forhold til NDVI bygger på bølgelængder i det såkaldt red edge område. Dette indeks anses at være mere præcist end NDVI, når afgrøden er tæt. Yara N-Tester måler absorberingen af lys i det enkelte blad, og anses for at være bedre til at måle koncentrationen af kvælstof i planterne, mens sensoren måler den samlede kvælstofoptagelse.

Bestemmelse af kvælstofbehov i vinterhvede ud fra målinger med Yara N-Sensor

Yara har på baggrund af forsøg i Tyskland udviklet en metode til bestemmelse af kvælstofbehovet i vinterhvede ud fra målinger med Yara N-Sensor og Yara N-Tester. Metoden blev afprøvet i 10 landsforsøg i 2016 og i 2017. Det forventede kvælstofbehov stemte godt overens med det målte behov i 2016, mens sammenhængen var dårligere i 2017. Se Oversigt over Landsforsøgene 2016, s. 212 og s. 198-199 i 2017.

I 2018 har Yara Danmark A/S målt i otte forsøg, hvor der er anlagt seks ekstra forsøgsled i tilknytning til forsøg med stigende mængder kvælstof. Medarbejdere ved Yara har i samarbejde med forsøgsenhederne foretaget målingerne med Yara N-Sensoren og Yara N-Tester, forsøgsenheden har oplyst Yara om det forventede udbytte, og Yara har meldt tilbage til forsøgsenheden, hvor meget kvælstof, der skulle tildeles i de enkelte forsøg og forsøgsled. I Yaras metode til fastsættelse af kvælstofbehov indgår ud over målingen også det forventede udbytte og den forventede kvælstofmineralisering i marken. Kvælstofmineraliseringen er ikke indarbejdet i fastsættelsen af behovet i 2018, fordi den ikke blev oplyst, før behovet skulle fastsættes.

Forsøgsbehandlinger og resultater fremgår af tabel 9.

Der er kun målt betydeligt merudbytte for at øge kvælstoftilførslen op til 150 kg kvælstof pr. ha, og den optimale kvælstofmængde uden korrektion for protein er bestemt til 165 kg kvælstof pr. ha. I fem af forsøgene er optimum i niveauet 130 kg kvælstof pr. ha, mens det i tre forsøg er i niveauet 225 kg. Det proteinkorrigerede optimum er beregnet til 196 kg kvælstof pr. ha. Tredeling af kvælstofmængden har resulteret i et lidt mindre udbytte i forhold til en todeling af mængden. Kalksalpeter har ikke virket bedre end NS 27-4 trods de tørre forhold.

Yara har bestemt et kvælstofbehov ud fra målinger med Yara N-Sensor i forsøgsled 10 på 209 kg kvælstof pr. ha, i forsøgsled 11-13 på i gennemsnit 218 kg kvælstof pr. ha og i forsøgsled 14 ud fra målinger med Yara N-Tester på 195 kg kvælstof pr. ha. Variationen i det angivne behov i forsøgsled 11-13 varierer mellem forsøgene 186 til 264 kg kvælstof pr. ha.

Fastsættelse af kvælstofbehov ud fra Yara N-Sensor eller Yara N-Tester har forudsagt et kvælstofbehov, der har været 30-50 kg kvælstof for højt i forhold til det ikke proteinkorrigerede optimum. Metoden har ikke været i stand til at identificere de forsøg, hvor kvælstofbehovet har været lavt, og der er generelt ingen korrelation mellem forudsigelsen af behov og det fundne behov i forsøgene. Årsagen kan dels være det forhold, at korrektion for markens forventede kvælstofmineralisering

TABEL 9. Afprøvning af Yaras metode til bestemmelse af kvælstofbehov i vinterhvede ud fra målinger med Yara-N-Sensor og N-Tester (N12)

Led	Marts	April	St. 31, senest 1. maj	St. 45	St. 55	kg N i alt	NDVI- Green- seeker	Yara N-Tester	kg N høstet i kerne pr. ha	Pct. råprotein i kerne	Udb.+ mer- udbytte hkg kerne pr. ha
	kg N pr. ha										
2018. 8 forsøg.											
1	0	0				0	0,37	488	44	7,1	41,0
2	50	0				50	0,59	607	71	7,8	21,6
3	50	50				100	0,69	705	98	8,9	33,4
4	50	100				150	0,71	749	124	10,3	40,9
5	50	150				200	0,75	774	138	11,3	42,2
6	50	200				250	0,75	796	144	11,9	41,0
7	50	250				300	0,76	805	148	12,3	40,9
8	50	100		50		200	0,72	743	129	10,8	39,6
9	80		80	40		200	0,68	733	129	10,6	40,9
10	50	91 ¹⁾		68 ¹⁾		209	0,72	737	132	11,1	39,4
11	80		64 ¹⁾	74 ¹⁾		218	0,68	728	137	11,1	52,1
12	80		64 ¹⁾	74 ^{1),3)}		218	0,68	721	135	11,3	40,0
13	80		64 ¹⁾		74 ¹⁾	218	0,68	722	130	11,1	38,5
14	80		80	35 ²⁾		195	0,69	739	128	10,9	38,3
LSD									11		5,6

¹⁾ Behov bestemt af Yara ud fra målinger med Yara-N-Sensor.
²⁾ Behov bestemt af Yara ud fra målinger med Yara-N-Tester.
³⁾ Kvælstof tildelt i kalksalpeter.

ikke indgik i behovsfastsættelsen og dels den stærkt afvigende vækstsæson. Kvælstofbehovet har således været betydeligt under normalt. I 2017 viste tilsvarende forsøg heller ingen korrelation mellem forudsigelsen af kvælstofbehov ud fra Yara N-Sensormålinger og det fundne kvælstofbehov i forsøgene. I 2016 blev der derimod fundet en vis sammenhæng.

Kvælstofbehov i vårbyg fastsat ud fra målinger med Yara N-Sensor og Yara N-Tester

I fem forsøg i vårbyg er kvælstofbehovet fastlagt ud fra målinger med Yara N-Sensor og Yara N-Tester. I modsætningen til i vinterhvede er Yaras fastsættelse af behovet sket ud fra målinger målingen i det ugødede forsøgsled og det forventede udbytte. Forsøgsplanen omfatter forsøgsled med stigende mængder kvælstof, afprøvning af forskellige gødningstyper placeret før såning eller udspreidt i stadium 32 til 37 samt tilførsel af kvælstof ud fra sensormålinger. Effekt af gødningstyper og -strategier for udbringning af kvælstof er omtalt i et andet afsnit. Forsøgsplan og -resultater fremgår af tabel 10.

Merudbyttet for tilførsel af kvælstof er beskedent. Den optimale kvælstofmængde er uden korrektion for protein beregnet til 98 kg kvælstof pr. ha. Til foderbyg, hvor proteinet har værdi, er den optimale kvælstofmængde 110 kg kvælstof pr. ha.

I 32-33 er reflektansen målt med GreenSeeker (NDVI), Yara N-Sensor og absorbansen med Yara N-Tester. Kvælstoftildeling ud fra målinger er sket omkring 1. juni. På grund af den hurtige vækst er der kun få dages forskel på tildeling af kvælstof i stadium 32-33 og stadium 37. Kun værdier for Yara N-Tester og GreenSeeker fremgår af tabellen. Både Yara N-Tester og NDVI kan kun måle forskelle op til en tildeling på 80 kg kvælstof pr. ha.

Ud fra Yara N-Sensor og Yara N-Tester er der bestemt et kvælstofbehov på 118 kg kvælstof pr. ha.

Den optimale kvælstofmængde uden korrektion for protein varierer i de fem forsøg fra 52 til 149 kg kvælstof pr. ha. Både Yara N-Sensor og Yara N-Tester rammer det rigtige niveau for behovet. Yara N-Sensor bestemmer behovet rimeligt præcist for fire ud af de fem forsøg. Yara N-Tester bestemmer behovet rimeligt præcist i tre ud af fem forsøg. For at teste og udvikle metoder til fastsættelse af behovet i vårbyg kræver det flere forsøg og undersøgelser.

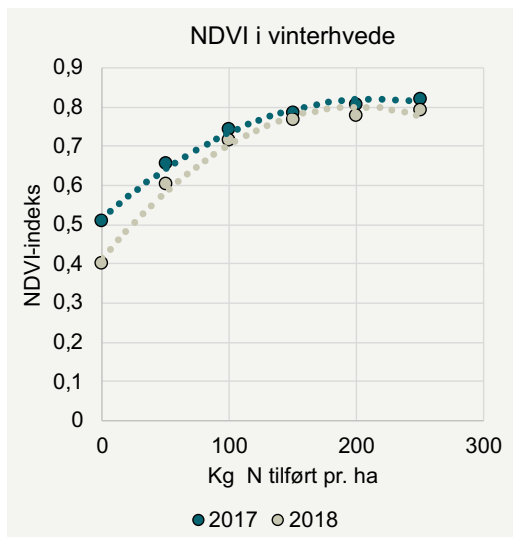
Kvælstofbehov i vinterhvede ud fra måling af NDVI målt med GreenSeeker

Bestemmelse af afgrødens kvælstofoptagelse i vækstsæsonen giver mulighed for løbende at bestemme behovet for supplerende tilførsel af kvælstof for at dække afgrø-

TABEL 10. Tildeling af kvælstof til vårbyg ud fra målinger med Yara N-Sensor og Yara N-Tester. (N13)

Vårbyg	Tidspunkt for kvælstoftildeling			Tildelt i alt kg N pr. ha	NDVI, Green- Seeker st. 32	Yara-N- Tester st. 32	Procent råprotein i kerne- tørstof	Udbytte kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb. hkg kerne pr. ha	Netto- merudb. uden protein- korr., hkg kerne pr. ha	Netto- merudb. med protein- korr., hkg kerne pr. ha ⁶⁾
	ved såning	st. 32	st. 37								
2018. Antal forsøg:					6	5	5	5	5	5	5
1.	0			0	0,42	424	11,3	59	38,0	-	-
2.	40			40	0,55	502	11,4	78	11,9	9,9	12,2
3.	80			80	0,60	538	12,2	92	18,7	14,9	19,5
4.	120			120	0,62	527	12,5	99	21,1	15,3	22,3
5.	160			160	0,63	484	13,2	104	21,1	13,1	22,3
6.	200			200	0,62	537	13,6	110	22,3	11,8	23,3
7.	100	40		140	0,61	552	13,0	100	20,1	13,4	21,5
8.	85 ¹⁾	55 ²⁾		140	0,63	530	13,1	105	22,0	15,1	23,5
9.	140			140	0,64	515	13,0	105	22,4	14,9	23,2
10.	85 ¹⁾	55		140	0,62	555	12,8	102	21,9	15,2	23,5
11.	85 ¹⁾	33 ^{2),4)}		118	0,62	540	12,6	101	22,2	16,6	23,3
12.	85 ¹⁾		28 ^{2),4)}	113	0,61	544	12,9	100	20,1	14,9	21,7
13.	100	40 ³⁾		140	0,63	550	13,0	103	22,5	15,5	23,8
14.	100	18 ⁵⁾		118	0,60	530	12,9	97	19,3	13,8	20,6
LSD								10	5,3		

¹⁾ Placering ved såning i form af YaraMila Starter NPKS 18-5-11.
²⁾ Kvælstof tilført i st. 32 med kalksalpeter.
³⁾ Kvælstof tilført med YaraMila NPKS 21-4-10 Mg,S,B.
⁴⁾ Kvælstofmængde tilført efter måling med Yara-N-Sensor.
⁵⁾ Kvælstofmængde tilført efter måling med Yara-N-Tester.
⁶⁾ Protein-korrektion er foretaget med en pris på protein på 3,50 kr. pr. procentenhed protein pr. hkg.



FIGUR 5. Gennemsnit af NDVI-målinger i vinterhvedeforsøg i 2017 og i 2018.

dens kvælstofbehov. Dette er afprøvet i 83 forsøg med stigende mængder kvælstof til vinterhvede fra 2014 til 2018, hvoraf de seks forsøg er gennemført i 2018. NDVI er målt med GreenSeeker i alle forsøgsled fra 0 til 300 kg kvælstof pr. ha (i 2014-2016 dog kun fra 0-250 kg) mellem 9. maj og 13. juni (se figur 5). Målingerne viser, at NDVI stiger med stigende tilførsel af kvælstof. Fra 150 kg kvælstof pr. ha er stigningen meget begrænset, fordi afgrøden bliver for kraftig til, at man kan måle forskelle. Der er betydelig forskel mellem årene. I 2018 lå NDVI betydeligt lavere end i 2017, fordi afgrøden i 2018 var betydeligt tyndere end i 2017, hvor den var meget kraftig.

Brug af NDVI til bestemmelse af kvælstofbehovet på markniveau

Figur 5 viser, at der er en god sammenhæng mellem NDVI og den tildelte kvælstofmængde. Derfor kan måling af NDVI på et givet vækststadium bruges til at bestemme afgrødens kvælstofforsyning og må derfor antages at kunne bruges til at bestemme kvælstofbehovet i den enkelte mark. En af de faktorer, der er årsag til variationen i behovet mellem marker, er jordens evne til at stille kvælstof til rådighed for afgrøden. Ved fastsættelse af kvælstofbehov efter den metode, som ligger bag de lovpligtige kvælstofnormer, N-min-metoden og kvælstofbehovsberegningsen i MarkOnline indgår en beregning af kvælstofforsyningen fra jorden. I forsøgene udtrykker optagelsen af kvælstof i kerne i det ugødede forsøgsled



FIGUR 6. NDVI målt i den ugødede parcel i stadium 34 er korreleret med kvælstofoptagelsen i kerne ved høst og dermed den kvælstofmængde, der frigøres fra jorden.

den mængde kvælstof, som jorden har stillet til rådighed for afgrøden. Dertil kommer kvælstofoptagelse i halm, stub og rødder.

Af figur 6 ses, at NDVI-målingen i det ugødede forsøgsled stadium 34 er korreleret til den mængde kvælstof, der er optaget i kerne ved høst. Det betyder, at NDVI-målingen er egnet til at forudsige kvælstoffrigørelsen fra jorden.

En anden faktor, der indgår i modeller for bestemmelse af kvælstofbehov, er det forventede udbytte i marken. Forudsigelsen af udbyttet bygger normalt på landmandens erfaringer fra tidligere års høstudbytter for marken. I det enkelte år er forudsigelsen forbundet med stor usikkerhed. I analysen her er det forventede udbytte beregnet som det højeste udbytte, der er opnået i det enkelte forsøg.

I tabel 11 er sammenlignet tre forskellige modeller med og uden NDVI måling til at bestemme den optimale kvælstofmængde i hver af de 83 forsøg, der indgår i sammenstillingen. For hvert forsøg er den optimale kvælstofmængde beregnet med de respektive modeller. Merudbyttet for tilførsel af den beregnede kvælstofmængde er fundet ud fra udbyttekurven i forsøgene. For alle modeller er der i gennemsnit af forsøgene tilført 168

TABEL 11. Statistisk analyse af forskellige modellers evne til at forudsige kvælstofbehovet i 83 forsøg i vinterhvede fra 2014 til 2018. Signifikansniveauet af de enkelte faktorer er angivet med * -*** fra 95 procent til 99,5 procent signifikansniveau. Alle modeller resulterer i en tilførsel på i gennemsnit 168 kg kvælstof pr. ha.

Beskrivelse af model	Tildeling af den optimale kvælstofmængde i hvert enkelt forsøg	Tildeling af samme kvælstofmængde alle forsøg	Tildeling ud fra beregnet beregnet behov ¹⁾	NDVI i ugødet (målt i "gødningvindue") forventet udbytte	NDVI, 150 N beregnet behov
Parametre i model	Ingen	Ingen	Beregnet behov ^{1)***}	Greenseeker ugødet Forventet udbytte***	Beregnet behov*** NDVI, 150 N
Korrelationskoefficient, R ²	-		0,37	0,41	0,42
Standardfejl, kg N pr. ha	-		32,0	31,1	30,9
Merudbytte, hkg pr. ha	44,3	42,8	43,6	43,2	43,3

¹⁾ I beregnet behov indgår: forfrugt, jordtype, eftervirkning af husdyrgødning, forventet udbytte, prognose.

* Signifikant på 95 pct. niveau, ** på 99 pct. niveau og *** på 99,9 pct. Niveau.

kg kvælstof pr. ha. Hvis der i hvert enkelt forsøg tilføres netop den optimale kvælstofmængde fundet i forsøgene opnås et merudbytte på 44,3 hkg pr. ha, som er det højest opnåelige merudbytte. Hvis der derimod tildeles samme kvælstofmængde i alle forsøg (168 kg kvælstof pr. ha) opnås der et merudbytte, der er 1,5 hkg pr. ha mindre. Ved at anvende den beregningsmetode, der anvendes til indstilling af kvælstofnormer, hvor behovet beregnes ud fra forfrugt, jordtype, potentielt udbytte, eftervirkning af husdyrgødning og kvælstofprognosen opnås et merudbytte på 43,6 hkg pr. ha eller 0,7 hkg pr. ha mindre end det potentielle merudbytte. R² værdien for sammenhængen mellem beregnet behov og det fundne optimum er 0,37.

Behovet kan også beregnes ud fra NDVI-måling i det ugødede forsøgsled samt det potentielle udbytte. Metoden har en lidt bedre forklaringsgrad end det beregnede behov, men fører alligevel til et lidt mindre merudbytte. Metoden vil kræve, at der etableres et "gødningvindue" i marken uden tilførsel af gødning. I dette "gødningvindue" måles NDVI i stadium 34. I marken tilføres indtil stadium 34 f.eks. 50 kg kvælstof pr. ha under markens forventede kvælstofbehov. Ud fra målingen af NDVI i gødningvinduet beregnes det samlede behov, og restmængden af kvælstof tildeles. Ved denne metode er opnået en korrelation med den målte optimale kvælstofmængde på 0,41 (R² værdi). Merudbyttet ved at anvende denne metode er lidt mindre end ved gødskning efter det beregnede behov på trods af, at korrelationen er lidt større.

Optimum kan også beregnes ved at bruge NDVI-målingen i forsøgsleddet ved gødskning af hele marken f.eks. 50 kg kvælstof mindre end det beregnede behov og så bestemme restmængden ud fra måling af NDVI stadium

TABEL 12. Bestemmelse af kvælstofbehov i alt ud fra måling med GreenSeeker og forventet kvælstofbehov f.eks. ud fra MarkOnline

GreenSeeker	Forventet kvælstofbehov ud fra f.eks. MarkOnline				
	120	150	180	210	240
NDVI	Forventet kvælstofbehov i alt, kg N pr. ha:				
0,5	165	185	205	225	245
0,6	153	173	193	213	233
0,7	141	161	181	201	221
0,8	129	149	169	189	209
0,9	117	136	156	176	196

Anvendelse af NDVI-måling med GreenSeeker til bestemmelse af kvælstofbehov i vinterhvede

- Kontrol af, om der er tilført tilstrækkeligt kvælstof:
- > Marken er tilført det forventede kvælstofbehov inden stadium 31. Tidligst 3 uger efter sidste gødningstilførsel måles NDVI med GreenSeeker.
 - > Ved en NDVI over 0,80 er der sandsynligvis ikke behov for ekstra kvælstof
 - > Ved en NDVI under 0,65 er der med stor sandsynlighed behov for ekstra kvælstof
 - > Ved en NDVI på mellem 0,65 og 0,80 skal behovet for supplerende kvælstof fastsættes ud fra en helhedsvurdering.

Gødskningsstrategi efter NDVI målt med GreenSeeker:

- > Tilfør 50 kg kvælstof mindre end forventet behov senest stadium 31. Tidligst tre uger efter seneste gødningstilførsel måles med NDVI, det samlede kvælstofbehov beregnes, og restbehovet for kvælstof fastlægges. Samlet kvælstofbehov kan fastlægges ud fra tabel 12.

34 forskellige steder i marken. Fordelen ved denne metoder er, at der ikke skal etableres et "gødningsvindue". Metoden er testet ved at anvende NDVI-værdi i forsøgsleddet tilført 150 kg kvælstof pr. ha og det beregnede behov til at beregne et korrigeret kvælstofbehov ud fra. Af tabellen ses, at det giver en bedre forklaringsgrad end det beregnede behov alene.

Omfordeling af kvælstof inden for marken ud fra NDVI-værdier

Brug af NDVI-målinger til at omfordele kvælstof inden for den enkelte mark må forventes at være sikrere end omfordeling mellem marker, fordi såtidspunkt, sorter og management er den samme. Den gode sammenhæng mellem NDVI og tilført kvælstof i handelsgødning kan anvendes til at beregne forskelle i afgrødens kvælstofforsyning indenfor marken, hvis der måles forskellige NDVI værdier. Denne forskel kan skyldes en forskellig kvælstofforsyning fra jorden eller en forskel i tilført handels- eller husdyrgødning. I tabel 13 er beregnet, hvor meget kvælstofforsyningen til afgrøden varierer mellem gennemsnit for marken og en NDVI målt på en given position i marken.

Sammenhængen kan anvendes til at beregne, hvor meget kvælstofmængden skal gradueres indenfor marken ud fra målte NDVI-værdier. Det skal dog noteres, at NDVI målt med håndholdt eller traktorbåret udstyr ikke helt svarer til NDVI målt fra satellit.

Sammenhængen kan også anvendes til at beregne, hvor meget kvælstof, der skal tilføres i marken i områder, hvor der er tilført mindre kvælstof i marken som følge af f.eks. uens spredning af handelsgødning. Her kan måles i områder i marken, der er tilstrækkeligt forsynet med kvælstof og i områder, der har fået for lidt kvælstof. Den manglende kvælstoftildeling kan så beregnes som forskellen i kvælstofforsyning mellem de to områder.

TABEL 13. Forskelle i kvælstofbehov ud fra markens gennemsnitlige NDVI og målt NDVI på en given position i marken. Målt med GreenSeeker

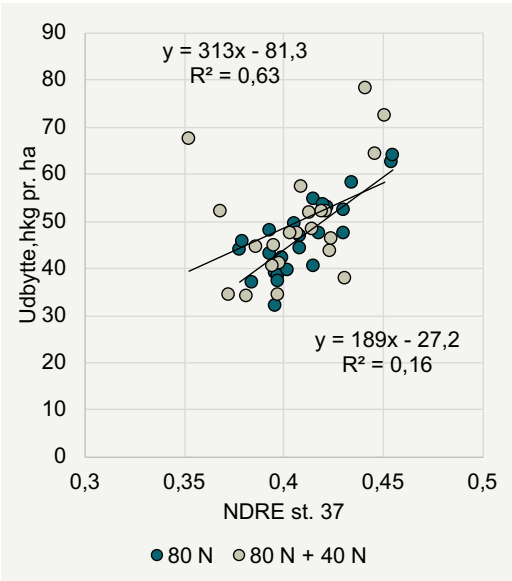
GreenSeeker	Position 1, NDVI				
	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
NDVI - gns. fra marken	Afgivelse kvælstofforsyning, kg N pr. ha				
0,4	0	30	82	157	255
0,5	-30	0	52	127	225
0,6	-82	-52	0	75	173
0,7	-157	-127	-75	0	98
0,8	-255	-225	-173	-98	0

Positionsbestemt tilførsel af kvælstof til maltbyg

For maltbyg er kvalitetskravet et indhold på mellem 9,5-11,0 procent protein, hvis fradrag i afregningsprisen skal undgås. Proteinindholdet i maltbyg er meget afhængig af den tilførte kvælstofmængde, men variationen er stor fra mark til mark. Derfor kan det være vanskeligt at ramme det rigtige proteinindhold. Nye teknologier kan måle afgrødens udvikling og kvælstofoptagelse i vækstsæsonen. Det kan ske ved målinger fra traktorbårne sensorer som f.eks. Yara N-Sensor, målinger fra droner eller satellitter.

Planteavlskontoret ved VKST har gennemført et forsøg med henblik på at undersøge, om proteinindholdet i den enkelte mark kan styres ved at dele kvælstofmængden med en tilførsel ved såning og en graduering af en supplerende kvælstoftilførsel ud fra sensordata i vækstsæsonen. Ved såning er placeret henholdsvis 80 kg og 140 kg kvælstof pr. ha. I stadium 37 er suppleret med 20 og 40 kg kvælstof pr. ha udspøjet i N-32. Forsøgsbehandlingerne er gentaget 24 gange for at belyse variationen henover marken. Resultaterne fremgår af tabel 14.

Udbyttet er generelt lavt og merudbyttet for tilførsel af kvælstof er beskedent. Trods det tørre vejr har tilførsel af 20 kg kvælstof pr. ha i N-32 i stadium 37 haft effekt på udbyttet. Indholdet af protein ligger selv ved det la-



FIGUR 7. Kerneudbytte som funktion af biomassen udtrykt ved NDRE i stadium 37.

TABEL N14. Delt gødskning og positionsbestemt gødskning af maltbyg

Placeret ved såning, kg N pr. ha	Tilførsel st. 37, kg N pr. ha	Tilførsel i alt kg N pr. ha	NDRE st. 37	NDVI st. 37	NDRE st. 45	NDVI st. 45	Protein pct. i kerne-tørstof	Kvælstof-optagelse, kg N i kerne	Udbytte og merudb. hkg kerne
2018.1 forsøg									
80	0	80	0,41	0,84	0,58	0,94	12,1	76,9	46,8
140	0	140	0,43	0,86	0,59	0,94	12,9	84,7	1,6
80	20	100	0,41	0,84	0,58	0,93	12,4	86,4	4,3
140	20	160	0,43	0,86	0,59	0,92	13,0	92,2	5,3
80	40	120	0,41	0,81	0,57	0,93	12,6	85,4	3,0
140	40	180	0,43	0,85	0,58	0,93	13,3	83,5	-0,7

veste kvælstofniveau over 12 procent. Kvælstoftilførsel herudover har øget proteinindholdet med 0,12 procentenhed. pr. 10 kg tilført kvælstof pr. ha uafhængigt af, om tilførsel er sket før såning eller i vækstsæsonen. Stigende mængde kvælstof ved såning forøger biomasseindekset (NDRE eller NDVI) målt i stadium 37 ved anden tilførsel af kvælstof.

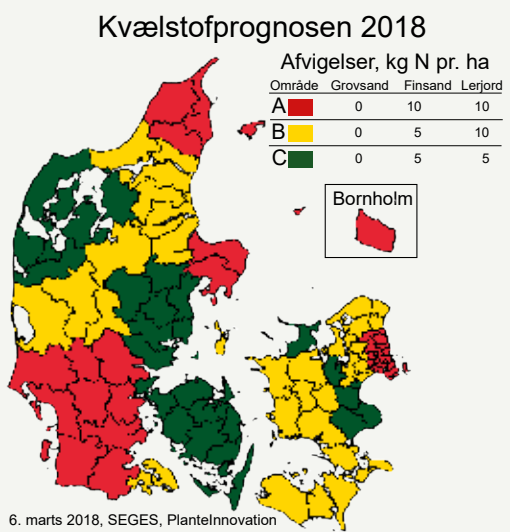
Ved placering af 80 kg kvælstof pr. ha før såning kan variationen i biomasseindekset (NDRE) forklare en stor del af udbyttevariationen ved dette kvælstofniveau (figur 7). Udbyttet varierer mellem parcellerne fra 30 til 60 hkg pr. ha og NDRE kan forklare 63 procent af variationen. I forsøgsleddet, hvor der er tilført yderligere 40 kg kvælstof pr. ha i stadium 37, er der derimod ingen sammenhæng mellem parceludbyttet og NDRE målt før tilførsel. Det kan skyldes de meget tørre forhold, hvor variation henover forsøget i den mængde vand, som jorden stiller til rådighed for afgrøden, har betydet langt mere for udbyttet, end afgrødernes kvælstofforsyning. Normalt vil man forvente sig, at merudbyttet for at tildele 40 kg kvælstof pr. ha ekstra vil aftage med stigende NDRE, fordi kvælstofforsyningen fra jorden stiger med stigende NDRE.

Kvælstofprognosen

Kvælstofprognosen 2018 viste, at kvælstofbehovet var højere end normalt. På lerjord var kvælstofbehovet 5 eller 10 kg pr. ha højere end normalt, afhængigt af område, og på finsandet jord var det 5 kg pr. ha større end

TABEL 15. Kvælstofprognosen 2018. Prognosen angiver afvigelser fra det normale behov for tilførsel af kvælstof (kg kvælstof pr. ha). Områdeindelingen fremgår af figur 8

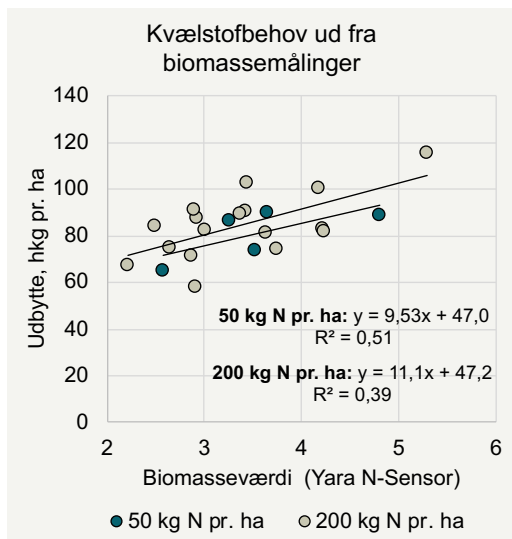
Område	Grovsand	Finsand	Lerjord
	JB 1 og 3	JB 2 og 4	JB over 4
Område A	0	10	10
Område B	0	5	10
Område C	0	5	5



FIGUR 8. Områdeinddeling til kvælstofprognosen 2018. Inddelingen af landet i de to områder er foretaget på grundlag af afvigelse i nedbøren i perioden fra september 2017 til februar 2018 i forhold til perioden 2007 til 2017.

normalt. På grovsandet jord var behovet det samme som normalt. På landsplan resulterede kvælstofprognosen i et kvælstofbehov, der var omkring 9.000 tons større end normalt, svarende til 3,6 kg kvælstof pr. ha landbrugsareal. Det højere kvælstofbehov skyldes, at nedbøren fra september 2017 til februar 2018 var højere end normalt. Det var specielt gældende for den sydlige del af Jylland. Se figur 8 og tabel 15.

Kvælstofprognosen er baseret på målinger af N-min i jorden i 148 marker i Kvadratnettet i februar 2018, suppleret med modelberegninger. Resultaterne heraf er sammenholdt med det gennemsnitlige N-min-indhold i jorden målt i Kvadratnettet i februar i perioden 2007 til 2017. Over årene er effekten af kvælstofprognosen nul, fordi den udtrykker afvigelsen i behovet fra gennemsnittet.



FIGUR 16. Udbyttet som funktion til biomassemålinger i vinterhvede i 2018 målt start maj i forsøgsled tildelt 50 eller 200 kg kvælstof pr. ha.

Konklusion

Forsøget er kun gennemført ét år på én lokalitet, og man skal derfor være forsigtig med at lave en generel konklusion. Resultaterne fra forsøget i 2018 viser, at:

- > Selv i områder med meget lav biomasse i april er der høstet udbytter i niveauet 60-90 hkg pr. ha.
- > Områder med lav biomasse i februar-april forbliver lavere end resten af marken gennem vækstsæsonen uanset gødningstilførsel.
- > En forøgelse af kvælstoftildelingen ved første tildeling i april har øget biomassen i maj.
- > Merudbyttet for kvælstoftilførsel har været uafhængigt af niveauet af biomasse i april og maj.

Det kan konkluderes, at fastlæggelse af kvælstofbehovet ved meget lav biomasse i det tidlige forår kræver yderligere forsøg og undersøgelser. Biomassen bestemt ved satellitmålinger i februar og begyndelsen af april i dette forsøg i dette år har til trods for lave niveauer ikke været så lav, at der ikke har været merudbytte for tilførsel af kvælstof.

Strategier for delt tilførsel af kvælstof

> **TORKILD BIRKMOSE, SEGES**

Strategi for deling af kvælstof til vårbyg

Normalt tildeles alt kvælstof i handelsgødning til vårbyg forud for eller samtidig med såning. Imidlertid kan det især på sandjord, eller hvis man ønsker at graduere kvælstoftildelingen, være en god idé at dele kvælstoftilførslen ad to eller tre gange. På sandjord reducerer det risikoen for udvaskning af kvælstof, og en sen tilførsel af kvælstof vil også øge sandsynligheden for et højere proteinindhold i kernerne. Ulempen kan være, at gødningen kommer for sent ud til at sikre en fuld gødningsvirkning.

I 2018 er der gennemført i alt 12 forsøg i to forsøgsserier, hvor det er muligt at sammenligne en delt gødsning med gødsning ad én gang ved såning. Forsøgene er alle gennemført med fast NS-gødning. Forsøgsplaner og resultater er vist i tabel 17.

Delingen er afprøvet ved en kvælstofmængde på henholdsvis 120 kg 140 kg kvælstof pr. ha i de to forsøgsserier. I de fleste forsøg er kvælstofresponsen relativt lav, og dermed er afprøvningen af delingsstrategierne sket ved kvælstofmængder, som er væsentlig højere end det økonomisk optimale niveau, og der er ikke forskelle på effekten af delingsstrategierne.

I to forsøg er der imidlertid en høj kvælstofrespons, og samtidig er der signifikante forskelle i udbyttet afhængig af delingsstrategien. I ét forsøg på JB 6 i Østjylland resulterer tilførsel af al gødning ved såning i lejesæd. Deling af kvælstofmængden har reduceret lejesæden betydeligt, men til gengæld koster det også udbytte. I et andet forsøg på JB 1 i Sønderjylland giver todeling af kvælstof et signifikant højere kerneudbytte.

Strategi for deling af kvælstof til vinterhvede

Med en økonomisk optimal kvælstofkvote kan det overvejes at tredele kvælstoftilførslen til vinterhvede. Ved en tredeling gemmes typisk 40 til 50 kg kvælstof pr. ha, som tilføres sidst i maj eller først i juni. Derved opnås normalt et lidt højere proteinindhold og fuldt kerneudbytte. Merværdien af afgrøden vil i mange tilfælde kunne betale for en ekstra udbringning. Især er det interessant med en tredeling, hvis man ønsker at graduere kvælstofgødningen i forhold til den faktiske optagelse i afgrøden

TABEL 17. Strategi for deling af kvælstof til vårbyg (N13, N14)

Vårbyg	kg N pr. ha					Kar. for lejesæd ved høst ¹⁾	Procent råprotein i kerne-tørstof	Udbytte kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb. hkg kerne pr. ha	Protein-korrigeret netto-merudb. hkg pr. ha ³⁾
	Ved såning ¹⁾	St. 30	St. 32-33	St. 37-39	I alt					
2018. 6 forsøg med 120 kg N										
4. NS 27-4 tilført ad én gang	120 BR				120	1	12,4	88	53,6	-
7. NS 27-4 tilført ad to gange	80 BR	40			120	0	12,5	89	-0,2	-0,7
8. NS 27-4 tilført ad to gange	80 BR			40	120	0	12,5	91	0,8	0,5
9. NS 27-4 tilført ad to gange	40 BR	80			120	0	12,3	87	-0,6	-1,2
10. NS 27-4 tilført ad én gang		120			120	0	12,5	88	-1,0	-0,9
11. NS 27-4 tilført ad tre gange	40 BR	40		40	120	0	12,4	84	-2,7	-3,8
LSD								ns	ns	
2018. 6 forsøg med 140 kg N										
9. NPK 21-4-10 ⁴⁾	140 PL				140	0	13,2	104	58,8	-
13. NPK 21-4-10 ⁴⁾ ad to gange	100 PL		40		140	0	13,1	104	0,6	-0,1
LSD								ns	ns	

¹⁾ BR = bredspredt, PL = placeret.
²⁾ Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd, 10 = helt i leje.
³⁾ Der er indregnet en værdi af protein på 3,50 kr. pr. hkg pr. procentenhed protein. Der er indregnet en ekstra omkostning til udbringning på 80 kr. pr. ha pr. gang.
⁴⁾ YaraMila 21-4-10, Mg, S, B.

i maj for at kunne tildele mest kvælstof dér, hvor behovet er størst. Til gengæld øges risikoen for en dårlig kvælstof-virkning, hvis gødningen udbringes i en tør periode.

I to forsøgsserier med i alt 11 forsøg i vinterhvede kan en todelt og en tredelt strategi sammenlignes. Se tabel 18. I forsøgene er gødningen i den todelte strategi udbragt midt i marts og midt i april til først i maj. Tredje tildeling er sket enten i stadium 37 eller 45. Tredje udbringning skete således i en relativ tør periode, og der kom heller ikke nedbør i ugerne efter udbringning.

I de fleste af de 11 forsøg er der kun en beskedne udbyttrespons for at tilføre mere end 150 kg kvælstof pr. ha. Derfor kan der generelt kun forventes beskedne forskelle i kerneudbyttet, når sammenligningen sker ved 200 eller 250 kg kvælstof pr. hektar. I to af forsøgene er der imidlertid en betydelig udbyttrespons udover 150 kg kvælstof pr. ha, og i disse forsøg giver en tredeling et statistisk signifikant udbyttetab på 5-14 hkg pr. ha. Resultaterne tyder på, at den sidste tildeling af kvælstof i den tredelte strategi, som i 2018 er udbragt i en meget tør periode, har en relativ dårlig effekt.

TABEL 18. Strategi for deling af kvælstof til vinterhvede (N12, N15)

Vinterhvede	kg N pr. ha					Kar. for lejesæd ved høst ¹⁾	Procent råprotein i kerne-tørstof	Udbytte kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb. hkg kerne pr. ha	Protein-korrigeret netto-merudb hkg pr. ha ²⁾
	Midt i marts	Midt i april	Sidst i april, st. 31	Midt i maj, st. 37	Sidst i maj, st. 45					
2018. 8 forsøg										
5. 200 N i NS 27-4	50	150				0	11,3	138	83,2	-
8. 200 N i NS 27-4	50	100			50	0	10,8	129	-2,5	-4,1
9. 200 N i NS 27-4	80		80		40	0	10,6	129	-1,3	-1,8
LSD								ns	ns	
2018. 3 forsøg										
1. 200 N i NS 27-4	100		100			0	10,7	129	80,5	-
2. 200 N i NS 27-4	100		50	50		0	10,4	122	-1,8	-3,6
3. 250 N i NS 27-4	150		100			0	11,5	138	81,0	-
4. 250 N i NS 27-4	150		50	50		0	11,2	132	-1,9	-3,6
LSD								4,33	ns	

¹⁾ Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd, 10 = helt i leje.
²⁾ Der er indregnet en værdi af protein på 3,50 kr. pr. hkg pr. procentenhed protein. Ved tredelingen er der indregnet en ekstra udbringning med en omkostning på 80 kr.

I 2017, hvor der kom jævnlig nedbør i maj og juni, viste tilsvarende forsøg et lille nettomerudbytte for tredeling. I 2016 gav en tredeling også et fald i udbyttet i en del forsøg. Årsagen til faldet var her formentlig en dårlig effekt af anden tildeling, som skete umiddelbart før en tør periode i starten af maj.

Strategi for deling af kvælstof til vinterbyg

Normalt anbefales det at tildele kvælstof til vinterbyg om foråret ad to eller tre gange. Ved første tildeling i det tidlige forår anbefales det at tilføre 40-50 kg kvælstof pr. ha for bl.a. at reducere risikoen for lejesæd. Engelske forsøg udført af forsknings- og rådgivningsinstitutionen ADAS har imidlertid vist, at det kan være en fordel at øge tilførslen første gang for bl.a. at sikre en tilstrækkelig buskning. I gennemsnit af seks forsøg fandt man en signifikant stigning i udbyttet på ca. 3 hkg pr. ha ved at øge den tidlige tildeling, mens proteinprocenten blev reduceret med ca. 0,4 procentenheder.

For at undersøge effekten af forskellige delingsstrategier under danske forhold, er der i 2018 gennemført fire forsøg, hvor der er tilført i alt 200 kg kvælstof pr. ha ved følgende fire delingsstrategier for tildeling henholdsvis tidligt forår og midt i april: 50+150 kg kvælstof, 100+100 kg kvælstof, 150+50 kg kvælstof og 200+0 kg kvælstof pr. ha. Der er gennemført tre forsøg på sandjord og ét på lerjord. Alle fire forsøg er gennemført i Jylland.

Resultaterne af forsøgene ses i tabel 19.

I tre af de fire forsøg er der nogenlunde normal respons for kvælstof op til 200 kg kvælstof pr. ha. I det fjerde forsøg er der stort set ingen respons for kvælstof. I ét forsøg er der signifikant effekt af delingsstrategierne, idet en tildeling af 150 eller 200 kg kvælstof pr. ha midt i marts gav et signifikant lavere kerneudbytte end ved at tildele 50 eller 100 kg kvælstof pr. ha. I de øvrige forsøg er der ingen forskel mellem delingsstrategierne. I ingen af forsøgene gav delingsstrategierne anledning til forskelle i proteinprocenterne, og kun i ét forsøg er der registreret lejesæd. Her er der registreret mest lejesæd, hvor den største kvælstofmængde blev tilført tidligt.

I starten af maj er biomassen målt som biomasseindekset NDVI målt med en GreenSeeker. Biomassen er stort set ens i de fire forsøgsled, som har fået 200 kg kvælstof pr. ha. I 2018 er det tilsyneladende ikke lykket at stimulere buskningen af vinterbyggen ved at tilføre størstedelen af

TABEL 19. Strategi for deling af kvælstof til vinterbyg (N9)

Vinterbyg	kg N pr. ha		Kar. for lejesæd ved høst ¹⁾	Procent råprotein i kerne-tørstof	Udbytte kg N i kerne pr. ha	Udb. og mer-udb. hkg kerne pr. ha	Protein-korrigeret netto-mer-udb. hkg pr. ha ²⁾
	Midt i marts	Midt i april					

2018. 4 forsøg

5. NS 27-4	50	150	0	14,3	111	58,3	-
6. NS 27-4	100	100	0	13,8	107	0,1	-0,6
7. NS 27-4	150	50	1	14,1	108	-1,1	-1,4
8. NS 27-4	200		1	13,9	108	-0,5	-0,5
LSD					ns	ns	

¹⁾ Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd, 10 = helt i leje.

²⁾ Der er indregnet en værdi af protein på 3,50 kr. pr. hkg pr. procentenhed protein, og der er indregnet en udbringning á 80 kr. mindre i led 8 end i de øvrige led.

kvælstoffet i det tidlige forår. I 2017 blev der gennemført fire forsøg efter stort set samme forsøgsplan, og her var der et signifikant højere udbytte ved at tilføre 150 kg kvælstof pr. ha midt i marts og 50 kg senere end ved blot at tilføre 50 kg kvælstof pr. ha midt i marts og 150 kg senere.

Strategi for deling af kvælstof til vinterrug

I vinterrug bør kvælstoffet deles, blandt andet fordi en tidlig tildeling af en stor kvælstofmængde giver stor risiko for lejesæd. Delingsstrategien vil også have betydning for proteinindholdet i kernerne. I 2017 blev der afsluttet en forsøgsserie, som viste, at vinterrugen gerne skal være færdiggødet i sidste halvdel af april. I 2018 er der påbegyndt en ny serie, som skal vise, hvordan kvælstofet skal tildeles til vinterrug mellem vækststart og 1. maj. I forsøgene er der sammenlignet forskellige delingsstrategier ved en samlet tilførsel på 160 kg kvælstof pr. hektar. Forsøgsplan og resultater fremgår af tabel 20. Der er gennemført fire forsøg på henholdsvis JB 1, 4, 4 og 6.

I gennemsnit af de fire forsøg er der kun små og ikke signifikante forskelle i kerneudbyttet mellem de fire delingsstrategier. I to forsøg skiller forsøgsleddet med tilførsel af 120 kg kvælstof pr. hektar midt i marts sig dog ud. I det ene har biomassen målt som biomasseindekset NDVI målt med en GreenSeeker omkring den 1. maj været relativt svag. I dette forsøg giver tilførsel af en stor mængde kvælstof ved vækststart et signifikant merudbytte på 7,8 hkg pr. ha. I et andet forsøg med en kraftigere biomasse giver en tidlig tilførsel af en stor mængde kvælstof et udbyttetab på 5,5 hkg pr. ha, og der er registreret lidt lejesæd i dette forsøgsled.

TABEL 20. Strategi for deling af kvælstof til vinterrug (N10)

Vinterrug	kg N pr. ha			Kar. for lejesæd ved høst ¹⁾	Procent råprotein i kernetørstof	Udbytte kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb. hkg kerne pr. ha	Proteinkorr. nettomerdub. hkg pr. ha ²⁾
	Midt i marts st. 25	Midt i april st. 30	Ca. 1. maj st. 32					
2018. 4 forsøg								
5. NS 27-4	40	120		1	9,6	104	79,8	
7. NS 27-4	80	80		1	9,3	99	-0,8	-1,5
8. NS 27-4	120	40		2	9,4	101	-0,5	-1,0
9. NS 27-4	40	80	40	1	9,7	106	0,6	0,1
LSD						ns	ns	

¹⁾ Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd, 10 = helt i leje.

²⁾ Der er indregnet en værdi af protein på 3,50 kr. pr. hkg pr. procentenhed protein. Der er indregnet en ekstra udbringning med en omkostning på 80 kr. i led 9.

Strategi for tildeling af kvælstof til vinterraps

Den danske strategi har hidtil været, at cirka halvdelen af forårsmængden af kvælstof til vinterraps tildeles først i marts og resten sidst i marts. Dog tyder engelske forsøg på, at rapsen derved færdiggødskes for tidligt. Korn har generelt en god evne til at omfordele næringsstofferne til kernen fra den øvrige del af planten, mens raps er dårligere til dette. Tidlig tildeling af kvælstof til vinterraps giver en kraftig vegetativ vækst med risiko for lejesæd. Erfaringerne fra blandt andet engelske forsøg tyder på, at det er vigtigt, at der også bliver tilført kvælstof relativt sent, så der er kvælstof til rådighed under frøfyldning. I praksis oplever mange høstbesvær, når rapsen bliver for kraftig. Senere gødskning vil give en mindre plante med en lettere høst til følge.

Forsøg med deling af fast gødning til vinterraps

For at undersøge konsekvensen af at udsætte gødskningen er der gennemført fire forsøg med fast handelsgødning, hvor 200 kg kvælstof pr. ha er tilført efter fem strategier, hvor kvælstofmængde og tilførselstidspunkt gradvist er udskudt til senere end normalt. Forsøgsled 10 er færdiggødet under fuld blomstring med bladgødskning i flydende DanGødning. De øvrige tilførsler er sket i

form af fast NS 26-14. Strategierne er vist i tabel 21. Der er gennemført to forsøg i Nordjylland og to på Djursland på JB 4-7.

Strategier med delt og udskudt kvælstoftilførsel giver ikke højere høstudbytter end en traditionel todeling, hvor gødskningen afsluttes i starten af april. Årsagen kan være, at den tidlige tildeling ikke medfører lejesæd af betydning i nogen af forsøgene. Der er således ikke nogen udbyttereducerende lejesæd i det traditionelt gødede forsøgsled, som en alternativ gødskningsstrategi kan rette op på. I ét forsøg resulterede udskydning af gødskningen i et signifikant fald i frøudbyttet.

Forsøg med deling af flydende gødning til vinterraps

I samarbejde med DanGødning er der gennemført tre forsøg, hvor i alt 170 kg kvælstof pr. ha er tilført til vinterraps ad én, to eller tre gange. Forsøgsplan og resultater fremgår af tabel 22. De tre forsøg er gennemført i Østjylland, på Sjælland og på Lolland – alle på JB 4.

Der er ikke registreret lejesæd i nogen af forsøgene og i gennemsnit er der ikke signifikante forskelle mellem delingsstrategierne. Som i forsøgsserien med fast gødning

TABEL 21. Strategi for deling af kvælstof i fast gødning til vinterraps (N11)

Vinterraps	kg N pr. ha				Kar. for lejesæd i st. 84 ¹⁾	Olie, pct. i tørstof	Udb. og merudb. hkg frø std. kvalitet	Nettomerudb. hkg frø std. kvalitet ²⁾
	Midt i marts NS 26-14	Midt i april NS 26-14	Beg. af maj NS 26-14	St. 65, flyd. N 32				
2018. 4 forsøg								
5. NS 26-14	50	150			0	50	39,7	
7. NS 26-14	50	100	50		0	51	-0,3	-0,6
8. NS 26-14		100	100		0	51	-0,9	-0,9
9. NS 26-14		50	150		0	50	-1,1	-1,1
10. NS 26-14 + N 32	50	50	80	20	0	51	-0,4	-0,9
LSD						ns	ns	

¹⁾ Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd, 10 = helt i leje.

²⁾ I led 7 er der regnet med én ekstra udbringning og i led 10 er der regnet med to ekstra udbringninger à 80 kr. pr. ha.

TABEL 22. Strategi for deling af flydende gødning til vinterraps (N16)

Vinterraps	kg N pr. ha				Kar. for lejesæd i st.84 ¹⁾	Olie, pct. i tørstof	Udb. og merudb. hkg frø std.-kvalitet	Netto-merudb. hkg frø std.-kvalitet ²⁾
	Ca. 1 april	Midt i april	Fuld blomstring først i maj	I alt				
2018. 3 forsøg								
1. DanGødning 24-0-0-6	170			170	0	51,53	43,3	-
2. DanGødning 24-0-0-6	70	100		170	0	50,80	1,8	1,5
3. DanGødning 24-0-0-6	70	70	30	170	0	50,97	0,7	0,1
4. DanGødning 24-0-0-6	140		30	170	0	50,57	-0,9	-1,2
LSD							ns	

¹⁾ Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd, 10 = helt i leje.

²⁾ I led 2 og 4 er der regnet med én ekstra udbringning og i led 3 er der regnet med to ekstra udbringninger à 80 kr. pr. ha.

til vinterraps (tabel 21) resulterede udskydning af gødskningen i et signifikant fald i frøudbyttet i et forsøg.

Gødningstyper og gødskningsstrategier

> **TORKILD BIRKMOSE, NANNA HELLUM KRISTENSEN, ASHLEY MONTCALM, LEIF KNUDSEN OG LEA STAAL, SEGES**

Gødskning af vinterhvede, efterår og forår

I 2018 er der opnået store merudbytter for placering af fosfor om efteråret ved såning af vinterhvede. Der er kun opnået beskedne merudbytter for placering af kvælstof i svovlsur ammoniak. I tidligere års forsøg med efterårsgødskning af vintersæd er der kun i enkelte forsøg opnået signifikante merudbytter. Effekten af placering af fosfor i efteråret 2017 kan hænge sammen med en sen

såning, et koldt og nedbørsrigt efterår kombineret med en meget tør sommer, der øger betydningen af et godt rodnet.

Med diammoniumfosfat tilføres både fosfor og kvælstof på ammoniumform. Ammoniumkvælstof har en forsurende effekt, når det omdannes til nitrat, hvilket forebygger manganmangel. Samme effekt fås ved tilførsel af svovlsur ammoniak. Effekt af efterårsgødning kan derfor udover kvælstof- og fosfor- også skyldes en manganefekt.

I 2016 blev der i to ud af fire forsøg opnået betydelige merudbytter for placering af fosfor ved såning af vinterhvede. I 2017 blev forsøgene gentaget uden, at der blev opnået merudbytter. I efteråret 2017 er anlagt forsøg med placering af fosfor og kvælstof i to forskellige forsøgsserier. Se tabel 23 og 24.

TABEL 23. Gødskning af vinterhvede om efteråret og om foråret (N17)

Vinterhvede	Efterår ved såning			Tidligt forår		kg N pr. ha i alt ift. norm	kg P pr. ha i alt	Råproteint i kerne tørstof procent	Udbytte, kg i kerne pr. ha	Signifikansgruppe	Udbytte og merudb. hkg kerne pr. ha	Signifikansgruppe
	Udbringningsmetode ¹⁾	kg N pr. ha	kg P pr. ha	kg N pr. ha ift. norm	kg P pr. ha							
2018. 4 forsøg												
1. Standard				0		0	0	11,1	103	d	63,1	c
2. TSP ²⁾ - forår				0	22	0	22	11,3	105	bcd	0,3	c
3. TSP ²⁾ - forår m. reduceret norm				-20	22	-20	22	10,7	103	cd	2,6	bc
4. TSP ²⁾ - efterår	Placeret		22	0		0	22	10,9	111	ab	5,7	ab
5. DAP ³⁾ - efterår	Placeret	20	22	-20		0	22	10,5	113	a	9,4	a
6. Svovl. Amm. ⁴⁾ - efterår	Placeret	20		-20	22	0	22	11	106	abcd	3,0	bc
7. YaraMila Raps - efterår	Placeret	20	6	-20	17	0	23	10,9	105	bcd	2,7	bc
8. DAP ³⁾ - efterår	Iblandet udsæd	20	22	-20		0	22	10,8	111	ab	6,2	ab
9. Svovl. Amm. ⁴⁾ - efterår	Iblandet udsæd	20		-20	22	0	22	11,1	110	ab	4,1	bc
10. YaraMila Raps ⁵⁾ - efterår	Iblandet udsæd	20	6	-20	17	0	23	10,9	110	abc	5,6	ab
11. TSP ²⁾ - forår + DAP ³⁾ - efterår	Placeret	20	22	-20	22	0	44	10,7	110	ab	6,7	ab
LSD									6,8		4,2	

¹⁾ Udbringningsmetode om efteråret. Forårsudbringning er bredspredt i alle led.

²⁾ Triplesuperfosfat.

³⁾ Diammoniumfosfat.

⁴⁾ Svovlsur ammoniak.

⁵⁾ Med YaraMila Raps NPK 17-5-10 udbringes 6 kg kvælstof, 20 kg fosfor, 12 kg kalium pr. ha.

Forsøg med gødningstyper og udbringningsmetoder

To forsøg er gennemført i Vendsyssel og to på Sjælland. Forsøgene er sået sidst i september. Fosfor om foråret er tildelt omkring 1. april. Kvælstoftilførslen om foråret er korrigeret for den mængde kvælstof, der tilføres om efteråret så samme mængde kvælstof er tilført i alle forsøgsled. Det er dog undersøgt, hvad en reduktion af kvælstofmængden om foråret med 20 kg pr. ha, svarende til en typisk efterårstilførsel, betyder for udbyttet.

Der er ikke opnået merudbytte for tilførsel af fosfor om foråret. For placering af både tripelsuperfosfat og diammoniumfosfat om efteråret er opnået signifikante merudbytter. Ved placering af 22 kg fosfor pr. ha i diammoniumfosfat tilføres samtidig 20 kg ammoniumkvælstof pr. ha, som også kan have effekt. Der er opnået et ikke signifikant merudbytte for placering af kvælstof i svovlsur ammoniak. Det betydelige merudbytte for placering af diammoniumfosfat skyldes derfor en kombineret effekt af fosfor og kvælstof. Merudbyttet for placering af NPK 17-5-10 er mindre end for diammoniumfosfat, hvilket kan skyldes, at der kun placeres 6 kg fosfor pr. ha.

Samme gødningstyper er afprøvet ved iblanding i udsæden. For diammoniumfosfat har placering af gødningen virket bedre end iblanding i udsæden, mens merudbytterne for svovlsur ammoniak og NPK 17-5-10 stort set er uafhængigt af tilførselsmetoden.

Diammoniumfosfat og svovlsur ammoniak til vinterhvede om efteråret

For at indkredse omfanget af behovet for at tilføre fosfor og kvælstof til vinterhvede om efteråret er der i efteråret 2017 blevet anlagt 15 forsøg. Tre forsøg er udgået. Otte af forsøgene er gennemført i Nord- og Vestjylland, hvor der er størst mistanke om behov for gødskning af vinterhvede om efteråret. Fire forsøg er gennemført i Østjylland og på Sjælland. Forsøgsplan og resultater fremgår af tabel 24.

Alle forsøg er sået sidst i september. Forsøget er behandlet som den omkringliggende mark bortset fra tilførsel af kvælstof og fosfor ved såning. Markerne kan være tilført fosfor om foråret i handelsgødning eller i husdyrgødning. Forsøgene belyser derfor alene effekten af tilførsel af fosfor og kvælstof om efteråret. Om foråret er tildelt kvælstof i forsøgsleddene uden tilførsel af kvælstof, så den samlede kvælstoftilførsel er på samme niveau i alle forsøgsled. Forsøgene er behandlet med mangan om ef-

TABEL 24. Fosfor- og kvælstofgødskning af vinterhvede om efteråret (N18)

Vinterhvede	Efterår		Forår	Udbytte kg N i kerne	Ud- bytte og merud- bytte hkg kerne pr. ha	Signi- fikans- gruppe
	kg N/ ha	kg P/ ha	kg N/ ha			
2018. 12 forsøg						
1. Ingen gødning	0	0	12	126	77,5	b
2. 75 kg DAP ¹⁾	13	15	0	128	3,1	a
3. 64 kg Svovl. Amm. ²⁾	13	0	0	124	1,5	ab
4. 38 kg DAP ¹⁾	7	8	6	129	3,2	a
LSD				ns	1,7	

¹⁾ Diammoniumfosfat.

²⁾ Svovlsur ammoniak.

teråret for at udelukke, at effekten af efterårsgødskningen er en manganeffekt.

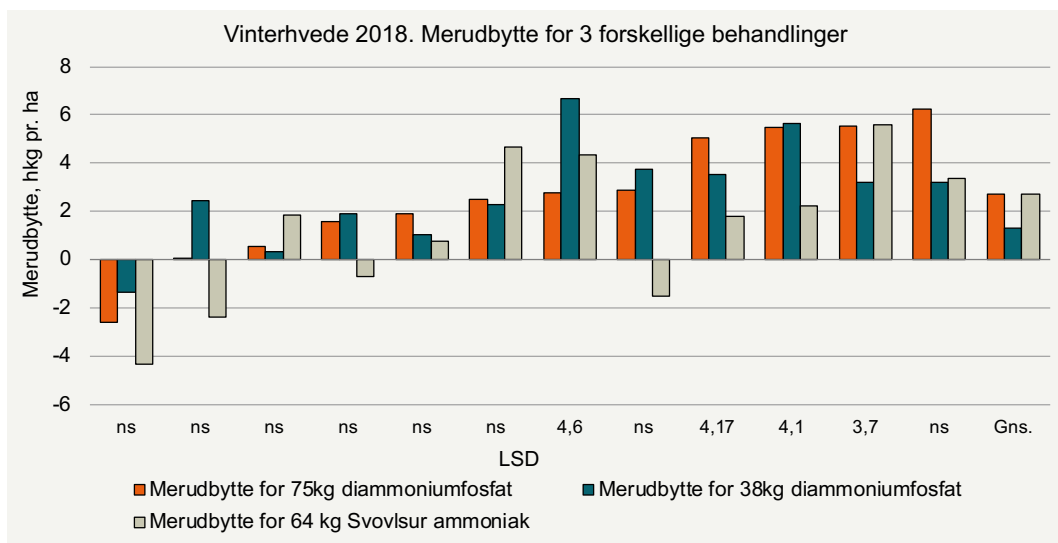
Forsøgsbehandlingerne består af placering af henholdsvis 8 og 15 kg fosfor pr. ha i diammoniumfosfat ved såning af vinterhveden. Tilsvarende er der placeret 13 kg kvælstof pr. ha i svovlsur ammoniak, der svarer til den tilførte kvælstofmængde ved den højeste tilførsel af diammoniumfosfat.

Der er signifikant merudbytte for placering af diammoniumfosfat uanset mængde. Merudbyttet for svovlsur ammoniak er mindre, hvilket tyder på, at en betydelig del af effekten af diammoniumfosfat er en fosforeffekt. Figur 17 viser, at der er opnået merudbytter for diammoniumfosfat i 11 ud af de 12 forsøg, og at merudbytterne er op til 6 hkg pr. ha.

STRATEGI

Behov for tilførsel af diammoniumfosfat til vinterhvede om efteråret:

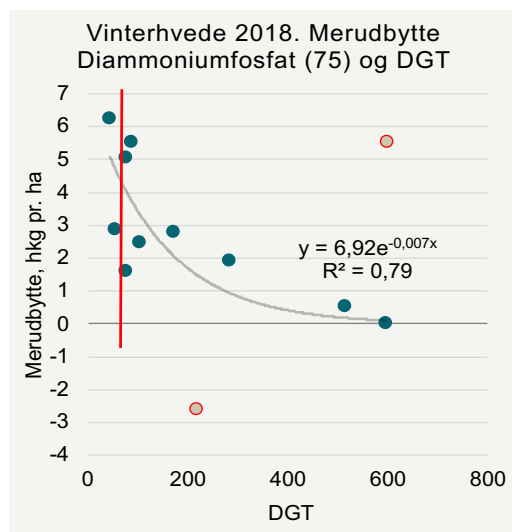
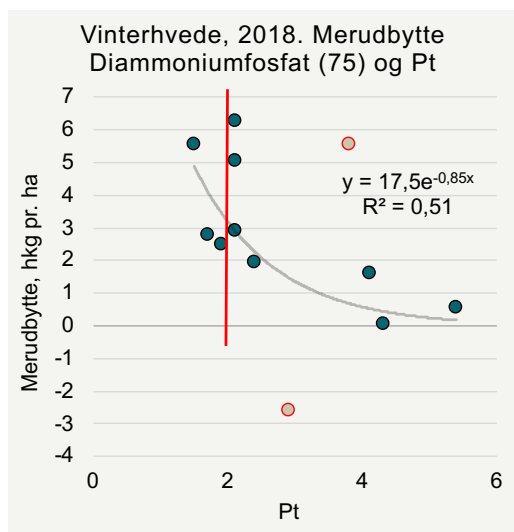
- > Ved tidlig eller normal såtid, godt såbed og fosfortal over 2,5 er der ikke behov.
- > Ved fosfortal under 2,5, sen såning og vanskelige fremspiringsforhold kan placeres 40-50 kg diammoniumfosfat ved såning.
- > Ved nedmuldning af store mængder halm eller meget stor risiko for mangel kan placeres 20-30 kg ammoniumkvælstof. Diammoniumfosfat kan anvendes, hvis der samtidigt er fosforbehov.
- > Tilførsel af fosfor skal ske under hensyntagen til bedriftens fosforloft.



FIGUR 17. Merudbytter for placering af diammoniumfosfat ved såning af vinterhvede i 12 forsøg anlagt efteråret 2017.

Ved anlæg af forsøget er jordens fosforstatus målt ved bestemmelse af fosfortal og DGT-fosfor. Fosfortal bruges som standardmetode i Danmark, mens DGT-fosfor er en ny metode som foreløbigt kun anvendes til forsøgs- og forskningsformål. I figur 18 ses sammenhængen mellem fosfortal og merudbytte for placering af 75 kg diammoniumfosfat. Tilsvarende er vist sammenhængen med DGT-fosfor. I begge figurer er udeladt to observationer.

Den ene, fordi der er opnået et negativt merudbytte for diammoniumfosfat. Den anden fordi, der er opnået et højt merudbytte ved et højt fosfortal og en ekstrem høj DGT-fosfor værdi. Der er god sammenhæng mellem jordens fosforindhold målt med begge metoder og merudbyttet for efterårsgødskning med diammoniumfosfat. Merudbyttet er beskedent ved fosfortal over 2,0 og for DGT-fosfor værdier over 100.



FIGUR 18. Sammenhæng mellem merudbytte for 75 kg diammoniumfosfat og fosfortal eller DGT-fosfor i forsøget. 2 outliere er udeladt (markeret med rødt i figuren). Den ene på grund af negativt merudbytte, den anden på grund af et ekstremt højt DGT-fosfor (1522).

CULTAN-gødskning i vinterhvede

Metoden CULTAN-gødskning (Controlled uptake long term ammonium nutrition) består i punktnedfældet ammoniumgødning, hvor kvælstof tilføres som rent ammonium. Metoden skulle kunne øge udbyttet og reducere nitratudvaskningen, da gødningen frigives langsomt. På arealer med reduceret jordbearbejdning, hvor indholdet af organisk stof i det øverste jordlag typisk er højt, burde punktplaceringen under de øverste 3-5 cm sikre, at der sker mindre immobilisering af kvælstof i forhold til bredspredt gødning.

Forsøg med CULTAN-gødskning blev gennemført i 2015, 2016 og 2017. Se Oversigt over Landsforsøgene i 2015 side 223, i 2016 side 224 og i 2017 side 216. Både i 2015 og 2017 resulterede CULTAN-gødskning i et markant højere indhold af protein i kernen end ved traditionel gødskning. I 2016 var der på grund af svære afdræningsforhold relativt lave udbytter og ingen effekt af behandlingerne. CULTAN-gødskning med ammoniumsulfatopløsning øgede i 2017 både kerneudbytte og proteinindhold.

I 2018 er der gennemført tre forsøg med vinterhvede på arealer på Djursland, hvor et forsøg er udgået på grund af tørke. Forsøgsplan og resultater fra de to forsøg fremgår af tabel 25.

Kerneudbytterne er generelt lave, og ingen af behandlingerne har effekt på udbyttet. De største udbytter opnås med CULTAN-gødskning (forsøgsled 4 og 8). Der er i 2018 således ingen signifikant effekt på kerneudbyttet,



FOTO: TORKILD BIRKMOSE, SECES

Ved udbringning af flydende gødning med CULTAN-udstyr punktnedfældes gødningen i 5-10 cm dybde med ca. 20 cm mellem punkterne.

hverken af gødningstype eller udbringningsmetode. De største udbytter opnås, når der tildeles en stor mængde tidligt, og et ikke signifikant merudbytte på 3,4 hkg pr. ha opnås ved tidlig tildeling (forsøgsled 2 og 9). Den tørre sommer kan have betydet, at specielt effekten af den sene tildeling er lille.

Stigende mængder kvælstof resulterer i stigende kvælstofudbytte. Det højeste kvælstofudbytte opnås med CULTAN-gødskning. CULTAN-metoden med flydende ammoniumgødning giver et signifikant højere kvælstofudbytte sammenlignet med uddribling af samme mængde ammoniumgødning. Dog opnås næsten samme kvælstofudbytte ved bredspredning af NS-gødning som ved CULTAN-metoden med flydende ammoniumgødning (forsøgsled 9 og 4).

TABEL 25. CULTAN-gødskning i vinterhvede (N19)

Vinterhvede	Udbringningsmetode		Udbragt kg N pr. ha i alt	NDVI GreenSeeker ultimo maj	Procent råprotein i kernestof	Udbytte, kg N i kerne		Udbytte hkg kerne pr. ha
	tilførsel i marts	tilførsel i april				kg N i kerne pr. ha	signifikans- gruppe	
2018. 2 forsøg								
1. 60 N i NS 27-4 + 20 N i NS 27-4	Bredspredt	Bredspredt	80	0,62	9,1	64	e	47,7
2. 60 N i NS 27-4 + 80 N i NS 27-4	Bredspredt	Bredspredt	140	0,67	9,9	74	cd	50,2
3. 60 N i NS 27-4 + 140 N i NS 27-4	Bredspredt	Bredspredt	200	0,68	10,4	80	bc	51,5
4. 100 N i amm. ¹⁾ + 40 N i NS 27-4	CULTAN	Bredspredt	140	0,72	9,9	80	bc	54,5
5. 100 N i amm. ¹⁾ + 40 N i NS 27-4	Uddriblet ³⁾	Bredspredt	140	0,66	9,1	69	de	51,1
6. 100 N i amm. ¹⁾ + 100 N i NS 27-4	CULTAN	Bredspredt	200	0,74	10,8	86	ab	53,4
7. 100 N i DanG ²⁾ + 40 N i NS 27-4	CULTAN	Bredspredt	140	0,69	9,8	74	cd	50,8
8. 100 N i DanG ²⁾ + 100 N i NS 27-4	CULTAN	Bredspredt	200	0,72	10,5	85	ab	54,5
9. 100 N i NS 27-4 + 40 N i NS 27-4	Bredspredt	Bredspredt	140	0,71	9,9	79	bc	53,6
10. 100 N i NS 27-4 + 100 N i NS 27-4	Bredspredt	Bredspredt	200	0,72	10,5	82	b	52,7
11. 200 N i amm. ¹⁾	CULTAN	Ingen	200	0,78	11,2	90	a	53,8
LSD						7,0		ns

¹⁾ Ammoniumsulfatopløsning NS 8-9.

²⁾ DanGødning 24-0-0-6 (Amid N 11,9%).

³⁾ I led 5 uddribles flydende gødning med Hardi Qunta stream dyse.

Der er altså ikke tydelig effekt af hverken CULTAN-metoden eller gødningstypen på udbytte og proteinindhold i 2018. Forsøgene over fire år viser, at man i nogle tilfælde vil kunne øge proteinindholdet i vinterhvede på pløjefri arealer ved at udbringe flydende ammoniumgødning med CULTAN-metoden.

Strategi for kvælstof og vækstregulering i vinterhvede

Siden 2017 har det været muligt at tildele den kvælstofmængde, der i gennemsnit svarer til afgrødernes behov. Derved øges risikoen for lejesæd. Det kan derfor være en fordel at dele kvælstoftildelingen eller foretage vækstregulering. I 2017 blev der påbegyndt en forsøgsserie for at undersøge, hvordan en deling af kvælstoftildelingen kan påvirke høstudbyttet og risikoen for lejesæd, og hvordan kvælstofstrategien kan påvirke valg af vækstreguleringsstrategi.

Der er gennemført tre forsøg på JB 4-7 i sorten Benchmark på arealer med et højt udbyttensniveau og god forfrugt. Der er tilført henholdsvis 200 og 250 kg kvælstof pr. ha, hvor tildelingen i begge tilfælde er todelt eller tredelt. Derudover er der tildelt vækstregulering 0,4 l Medax Top + 0,4 l ammoniumsulfat-opløsning nul, en el-

ler to gange i løbet af foråret. Se kvælstofstrategierne og vækstreguleringsstrategierne i tabel 26.

Der er ikke registreret lejesæd på noget tidspunkt i nogen af forsøgene uanset kvælstofniveau og strategi for kvælstofdeling og vækstregulering. Vækstreguleringen har en lille effekt på strå længden, men har ikke påvirket kerneudbyttet. Kvælstoftildeling udover 200 kg kvælstof pr. ha påvirker har ikke kerneudbyttet, men øger proteinindholdet i kernen med 0,7-0,8 procentenheder. En tredelt strategi resulterer i et ikke-signifikant udbyttetab på knap 2 hkg pr. ha i forhold til en todelt strategi.

Strategi for tilførsel af flydende gødning og urea til vinterhvede

Kvælstofvirkningen af urea udbragt på jordoverfladen er normalt lidt dårligere end af ammonium og nitrat, fordi en del af kvælstoffet i urea omdannes til ammoniak, som kan fordampe. Flydende kvælstofgødning er ofte helt eller delvis baseret på urea, og urea udsprøjtet alene vil typisk have en lavere kvælstofvirkning end en traditionel granuleret kvælstofgødning, fordi en del af kvælstoffet kan tabes ved ammoniakfordampning. For at modvirke risikoen for tab tilsættes normalt en ureaseinhibitor, som forsinker omsætningen af urea til am-

TABEL 26. Strategi for kvælstof og vækstregulering i vinterhvede (N15)

Vinterhvede	Kvælstoftilførsel, kg N pr. ha			Kvælstof i alt, kg N pr. ha	Karakter for lejesæd ¹⁾			Råprotein % i tørstof	kg N i kerne pr. ha	Udb., hkg kerne pr. ha	Netto-merudb. med protein-korr., hkg kerne pr. ha ²⁾
	medio marts	st. 31	st. 37		dage efter sidste sprøjtning						
					14 dage	21 dage	ved høst				
2018. 3 forsøg											
1.	100	100	-	200	0	0	0	10,7	129	80,5	-
2.	100	50	50	200	0	0	0	10,4	122	78,7	-3,1
3.	150	100	-	250	0	0	0	11,5	138	81,0	-0,5
4.	150	50	50	250	0	0	0	11,2	132	79,0	-3,6
LSD, kvælstofstrategi									ns	ns	

Vinterhvede	Vækstregulering, l pr. ha		Karakter for lejesæd ¹⁾			Strå- længde midt i juni cm	Råprotein % i tørstof	kg N i kerne pr. ha	Udb., hkg kerne pr. ha	Netto- merudb. med protein- korr., hkg kerne pr. ha ²⁾	
	Medax Top + ammoniumsulfat- opløsning		dage efter sidste sprøjtning								
	st. 32-33	st. 37	14 dage	21 dage	ved høst						
2018. 3 forsøg											
A.	-	-	0	0	0	72	10,9	129	79,2	-	
B.	0,4 + 0,4	-	0	0	0	70	10,9	131	80,3	0,1	
C.	0,4 + 0,4	0,4 + 0,4	0	0	0	69	11,0	131	79,9	-1,2	
LSD, vækstreguleringsstrategi								ns	ns		

¹⁾ Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd.
²⁾ Proteinkorrektionen er foretaget med en pris på protein på 3,50 kr. pr. procentenhed protein pr. hkg.

TABEL 27. Typer af flydende og fast kvælstofgødning til vinterhvede (N20)

Vinterhvede	Gødnings- form	Andel af kvælstof som urea pct.	kg N pr. ha				Kar. for lejesæd ved høst ¹⁾	Procent råprotein i kerne- tørstof	Udbytte kg N i kerne pr. ha	Udbytte hkg kerne pr. ha
			Midt i marts	Midt i april	St. 29-69	I alt				
2018. 4 forsøg										
Sammenligning ved 125 kg N										
- NS 27-4 ²⁾	Fast	0	50	75		125	0	9,1	119	87,7
15. Flex Basis N 24 + Flex Foliar N 22 ³⁾	Flydende	100	50		5 x 15	125	0	8,8	104	79,3
Sammenligning ved 150 kg N										
4. NS 27-4	Fast	0	100	50		150	0	9,9	131	90,5
8. DanGødning 24-0-0-6 m. Agrotain	Flydende	50	100	50		150	0	8,9	112	85,0
10. Urea 46	Fast	100	100	50		150	0	9,6	128	88,4
12. KAN 46 ⁴⁾	Fast	100	100	50		150	0	9,6	127	89,4
16. Flex Foliar, N 22 ³⁾	Flydende	100	50		5 x 20	150	0	9,2	111	81,2
LSD									18,2	7,3
Sammenligning ved 200 kg N										
5. NS 27-4	Fast	0	100	100		200	0	10,6	144	92,5
9. DanGødning 24-0-0-6 m. Agrotain	Flydende	50	100	100		200	0	9,9	133	90,9
11. Urea 46	Fast	100	100	100		200	0	10,8	149	91,3
13. KAN 46 ⁴⁾	Fast	100	100	100		200	0	10,6	144	91,1
LSD									18,2	7,3

¹⁾ Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd, 10 = helt i leje.
²⁾ Proteinprocent og kerneudbytte er beregnet ud fra en tilpasning af et andengradspolynomium til led med stigende kvælstof fra 0-300 kg kvælstof pr. ha.
³⁾ Flex Basis N 24 er udbragt medio marts og Flex Foliar N 22 er tilført som bladgødskning med flyddyse fem gange. Bl.a. på grund af den hurtige vækst i foråret 2018 blev intervallerne mellem udsprøjtningerne kortere end producenten anbefaler.
⁴⁾ KAN 46 = Kock Advanced Nitrogen, som er et handelsnavn for urea coatet med ureaseinhibitor (Agrotain).

monium og ammoniak. Fast gødning af urea kan også behandles med ureaseinhibitor for at reducere ammoniakfordampningen.

For at undersøge kvælstofvirkningen i forskellige strategier for flydende gødninger og fast urea er der i samarbejde med DanGødning og Flex Fertilizer gennemført fire forsøg, hvor strategierne med flydende kvælstofgødninger og urea er sammenlignet med tilsvarende strategier for fast kvælstofgødning i form af ammoniumnitrat. Forsøgsplan og resultater af de fire forsøg kan ses i tabel 27. De fire forsøg er gennemført på henholdsvis JB 3, 6, 6 og 7. Forsøget på JB 3 er vandet.

I to af forsøgene resulterer tilførsel af DanGødning i et signifikant lavere kerneudbytte end en tilsvarende mængde kvælstof i fast NS 27-4. Samtidig er proteinprocenten lavere. Effekten af DanGødning er i 2018 derfor ikke på niveau med effekten af fast gødning, selvom DanGødning var tilsat ureaseinhibitoren Agrotain. Resultatet er i modstrid med tidligere års forsøg, hvor effekten af de to gødningstyper stort set var på samme niveau. De meget tørre vækstbetingelser i 2018 kan være årsagen.

Virkningen af fast Urea 46 uden ureaseinhibitorer er meget svingende i forhold til tilførsel af samme mængde kvælstof i fast NS 27-4 i de fire forsøg.

KAN (Kock Advanced Nitrogen) er urea i fast form coatet med Agrotain, og gødningen er endnu ikke tilgængelig på det danske marked. Virkningen er i gennemsnit af de fire forsøg stort set på niveau med Urea 46, som ikke er coatet med Agrotain.

NS 27-4, DanGødning, Urea 46 og KAN er udbragt i marts og april, inden tørken satte ind, og gødningsvirkningen af disse gødningstyper er således formentlig ikke påvirket af tørken. I forsøgsled 15 og 16 er der udbragt Flex Foliar N22 som er udsprøjtet fem gange i løbet af maj og juni. Fire af de fem udsprøjtninger er sket, efter at tørken satte ind. Det har betydet, at kvælstofmængden udbragt før tørken satte ind, er væsentlig mindre i forsøgsleddene med Flex Foliar N22. I ét forsøg på vandet sandjord er effekten af kvælstof i Flex Foliar N22 på niveau med samme mængde kvælstof i NS 27-4. I et forsøg på JB 6 i Sønderjylland er der stort set opnået samme udbytte ved bladgødskning som ved gødskning med NS 24-7. Dog er udbyttet signifikant lavere ved bladgødskning i

sammenligningen ved 150 kg kvælstof pr. ha. I to forsøg på JB 6-7 på Sjælland og Lolland er der signifikant lavere udbytte ved bladgødskning end ved gødskning med NS 27-4 ved både 125 og 150 kg kvælstof pr. ha. I forsøget på Lolland var intervallerne mellem tre af udbringningerne i maj på kun fem dage, og i forsøget på Sjælland var intervallet mellem de sidste to udbringninger på seks dage. Disse intervaller er kortere end producenten normalt anviser, hvilket måske kan være en del af forklaringen på den lave effekt af bladgødskningen. På trods af de store mængder kvælstof udbragt på bladene med korte intervaller blev der ikke observeret svidninger.

Sen proteingødskning af vinterhvede

I 2018 er der i samarbejde med DanGødning gennemført fire forsøg med sen proteingødskning af vinterhvede. Formålet er at belyse effekten af forskellige gødningstyper, udbringningsmetoder og -tidspunkter på proteinindholdet i hvede.

Forsøgene er gødet efter normen for foderhvede, og er herefter tilført ekstra kvælstof i en sen tildeling i stadium 37 og/eller i stadium 55 med henblik på at opnå brødhvedekvalitet. Forsøgsplan og resultater fremgår af tabel 28.

Der er ikke væsentlige svidningsskader efter nogen af behandlingerne.

TABEL 28. Sen proteingødskning i vinterhvede. Alle forsøgsled er gødet efter normen for foderhvede, og proteingødskningen er tilført som ekstra gødning. (N21)

Vinterhvede	Agro-tain	Udbringningsmetode		Kvælstof i alt, kg N pr. ha	Svidnings-skader ¹⁾		Procent råprotein i kerne-tørstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb. hkg pr. ha	Prote-in-korr. netto-merudb. hkg pr. ha ²⁾
		st. 37	st. 55		st. 39	st. 56				
2018. 4 forsøg										
1. Ingen gødning	-			0	0	0	10,5	124	80,4	
2. 20 kg N, NS 27-4	-	-	Bredspredt	20	0	0	10,8	127	-0,3	-1,3
3. 40 kg N, NS 27-4	-	-	Bredspredt	40	0	0	10,9	129	0,8	-1,0
4. 60 kg N, NS 27-4	-	-	Bredspredt	60	0	0	11,3	133	-0,5	-2,4
5. 40 kg N, Kalksalpeter 15	-	-	Bredspredt	40	0	0	11,0	131	1,2	-0,9
6. 20 kg N, Dan-Gødning 30-0-0-2 + 20 kg N, DAN-gødning. 30-0-0-2	ja	Quintastream ⁴⁾	Quintastream ⁴⁾	40	0,8	0,7	11,0	132	1,1	-0,9
7. 20 kg N, N 18 ³⁾ + 20 kg N, N 18 ³⁾	ja	Quintastream ⁴⁾	Quintastream ⁴⁾	40	1,0	0,8	10,7	127	0,6	-2,0
8. 20 kg N, N 18 ³⁾ + 20 kg N, N 18 ³⁾	-	Quintastream ⁴⁾	Quintastream ⁴⁾	40	0,9	0,8	11,0	128	-0,6	-2,7
9. 40 kg N, NS 27-4	-	Bredspredt	-	40	0	0	11,1	134	1,2	-0,1
10. 20 kg N, NS 27-4 + 20 kg N, NS 27-4	-	Bredspredt	Bredspredt	40	0	0	11,1	131	0,2	-1,7
11. 40 kg N, N 18 ³⁾	ja	-	Quintastream ⁴⁾	40	0	0,7	11,0	131	0,6	-0,9
12. 20 kg N, N 18 ³⁾ + 20 kg N, N 18 ³⁾	ja	Fladsprededyse	Fladsprededyse	40	0,7	0,9	10,9	131	1,5	-0,7
LSD							ns	ns	ns	

¹⁾ Svidningsskader fra 0-10, 0 = ingen skade.

²⁾ Der er indregnet værdi for protein på 3,50 kr. pr hkg pr. procentenhed protein, omkostning til udbringninger på 80 kr., kvælstofpriser på 7,05 kr. pr. kg N i NS 27-4, 8,8 kr. i kalkalpeter, 6,6 kr. i DanGødning 30-0-0-2 og N 18.

³⁾ Amidbaseret DanGødning (18% Amid).

⁴⁾ HARDI ISO QUINTA-STREAM 5-huls. Fem stråler flydende gødning fordeles med forskellig vinkel og mængde.



I 2018 er der ikke stor forskel mellem behandlingerne med sen-gødskning til vinterhvede.

Der er ingen signifikante effekter af behandlingerne på kerneudbyttet. Kvælstofudbytte og proteinprocent stiger med stigende kvælstoftildeling (forsøgsled 1-4). Bredspredning af 40 kg NS 27-4 pr. ha i stadium 37 giver den største kvælstofoptagelse. På trods af tørre forhold har hverken kalkalpeter eller flydende gødning større effekt på proteinindhold og kvælstofudbytte end bredspredning af NS 27-4.

Tilførsel af flydende gødning har i 2018 således samme effekt på proteinudbyttet i vinterhvede som bredspredning af fast gødning.

TABEL 29. Strategi for tilførsel af kvælstof, fosfor og kalium til vårbyg (N22)

Vårbyg	Placeret ved såning			Kar. for leje-sæd ved høst ¹⁾	Procent råpro-tein i kerne-tørstof	Udbytte kg N i kerne pr. ha	Udbytte og merudb. hkg kerne pr. ha
	N	P	K				
2018. 4 forsøg							
1. NS 27-4	120	0	0	0	11,8	82	51,7
2. NPK 26-3-4 ²⁾	120	14	19	0	12,1	87	1,6
3. NPK 21-3-10 ³⁾	120	17	58	0	11,7	86	2,8
4. NPK 21-4-10 ⁴⁾	120	23	58	0	11,7	85	2,2
5. NPK 20-5-10 ⁵⁾	120	31	61	0	11,7	85	2,1
6. NPK 18-5-11 ⁶⁾	120	34	75	0	11,7	83	1,0
LSD						ns	ns

¹⁾ Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd, 10 = helt i leje.

²⁾ YaraMila 26-3-4 m. S, Mg.

³⁾ YaraMila 21-3-10 m. S, Mg, B.

⁴⁾ YaraMila 21-4-10 m. S, B.

⁵⁾ YaraMila 20-5-10 m. S.

⁶⁾ YaraMila STARTER 18-5-11 m. S, Mg, B.

Strategi for tilførsel af fast NPK-gødning til vårbyg

De senere år, hvor kvælstofkvoten har været underoptimal, har det været almindeligt at tilføre al gødning til vårbyg ved såning, og placering af denne gødning bliver mere og mere almindeligt. Ved valg af en NPK-gødning, placeres både kvælstof, fosfor og kalium.

I samarbejde med Yara Danmark er der gennemført fire forsøg, hvor forskellige NPK-gødninger er placeret, så der på den måde er placeret stigende mængder fosfor og kalium ved samme kvælstofmængde. I alle forsøgsled er der tilført 120 kg kvælstof pr. ha. Forsøgsplan og resultater er vist i tabel 29. Forsøgene er gennemført på JB 6-7 i Østjylland, på Sjælland og på Lolland. Fosfortallene har været på 0,8-4,2 og kaliumtallene på 5,0-11,4.

TABEL 30. Fosfor, kalium og svovl i hestebønner (N23)

Hestebønner	Gødskning, kg pr. ha			Fosfor i planten ¹⁾	Kalium i planten ¹⁾	Svovl i planten ¹⁾	Afgrøde-højde ²⁾	Råprotein	Udbytte og merudbytte	Nettomereudbytte ³⁾
	P	K	S	pct. i ts.	pct. i ts.	pct. i ts.	cm	pct. i ts.	hkg pr. ha	hkg pr. ha
2018. 1 forsøg										
1.	0	0	0				72,5	25,1	40,6	-
2.	0	100	30	0,54	2,84	0,09	75,0	24,8	1,0	-3,5
3.	15	100	30				76,0	25,1	1,7	-3,4
4.	30	100	30	0,51	3,39	0,11	73,0	24,3	2,9	-3,8
5.	30	50	30				72,8	25,2	1,2	-3,0
6.	30	0	30	0,45	2,37	0,09	72,3	25,5	0,3	-2,0
7.	30	100	15				73,3	23,8	1,2	-5,8
8.	30	100	0	0,54	2,65	0,08	72,0	24,2	2,4	-4,1
LSD							ns	ns	ns	

¹⁾ Planteklippene er blevet taget 11/6-2018.

²⁾ Afgrødehøjden er blevet målt 12/7-2018.

³⁾ Beregnet med en proteinværdi på 3,5 kr pr. hkg pr. procentenhed protein. Omkostning til gødskning på 80 kr. Omkostning til gødning på henholdsvis 9,7; 5,6 og 2 kr. pr. kg for P, K og S. Pris for hestebønner er 165 kr pr. kg.

I tre af de fire forsøg var der ikke signifikant merudbytte for placering af fosfor og kalium. I ét forsøg, hvor fosfortallet var meget lavt (0,8) gav placering af fosfor og kalium et signifikant merudbytte på op til 10 hkg kerne pr. ha. Dette forsøg er sået relativt sent (18. april), og udbytteteniveauet har været relativt lavt (30-40 hkg pr. ha).

Fosfor, kalium og svovl til hestebønner

Stigende interesse for lokalt produceret protein til svin og kvæg har bevirket, at hestebønner dyrkes i stadig større omfang i Danmark. Det tilstræbes derfor at udvikle bedre dyrkningsmetoder, herunder gødningsstrategier for hestebønner. Kendskabet til hestebønners behov for kalium, fosfor og svovl er dårligt belyst under danske klimatiske forhold. På denne baggrund er der i 2018 anlagt fire forsøg med kombinationer af kalium, svovl og fosfor i hestebønner.

Forsøgene blev ikke vandet og tre af de fire forsøg udgik som følge af sommerens tørke, mens et forsøg på JB7 blev godkendt. Hestebønnerne er blevet sået 18. april og høstet 3. august og anlagt, hvor der ikke har været tilført husdyrgødning i årene forud for forsøget. Der blev tilført stigende mængder af fosfor, kalium og svovl i forskellige kombinationer. Gødningen er blevet placeret ved såning i alle behandlinger, og der blev ikke tilført andre typer gødning under forsøget. Ved forsøgets anlæg havde jorden et reaktionstal på 7,5, et kaliumtal på 10 og et fosfortal på 3,1. Forsøgsplan, gødningsmængder og resultater fremgår af tabel 30.

På grund af tørken har hestebønnerne nedsat vækst og et begrænset udbytte. Vækstbetingelserne bevirker at der ikke er signifikant effekt af gødningstildelingen. Dog

viser resultaterne stigende udbytte med stigende gødningsmængder. Det største merudbytte ses i forsøgsled 4, hvor der er tilført de største mængder af alle tre næringsstoffer.

Det høje merudbytte i behandlingen uden svovl (forsøgsled 8) kan ikke umiddelbart forklares. Bladenes svovlindhold er målt to måneder efter såning; men resultaterne viser, at der ikke er tydelig forskel på bladenes indhold af svovl på tværs af behandlingerne. Det er muligt, at svovloptaget er begrænset af tørken, således at vand og ikke svovl er den begrænsende faktor i behandlingerne med lave svovltilførsler.

Et forsøg i 2018 tyder således på, at man med tildeling af fosfor og kalium kan øge udbyttet, men i 2018 er effekten sandsynligvis hæmmet af tørken.

Kvælstofstrategi i vinterraps om efteråret

Vinterraps responderer visuelt meget på kvælstoftilførsel om efteråret, og vinterraps kan optage meget store mængder kvælstof om efteråret. Det er almindeligt at udbringe en vis mængde kvælstof i gylle eller handelsgødning før eller i forbindelse med såning eller efter afgrødens fremspiring. I praksis anvendes en række forskellige strategier, og ofte diskuteres, hvilken strategi, der er den optimale. I efteråret 2017 blev der iværksat en ny forsøgsserie for at belyse effekten af forskellige kvælstofstrategier. Der er gennemført i alt fire forsøg på JB 4-6. To forsøg er sået den 14. august og to forsøg den 28.-29. august.

I alle forsøg er der samlet set udbragt en kvælstofmængde, som svarer til kvælstofkvoten for jordtypen korrigeret til det forventede udbytte og for eventuel eftervirkning af husdyrgødning mv. I gennemsnit har forsøgene fået tilført 220 kg kvælstof pr. ha, hvoraf 0, 40 eller 80 kg

kvælstof er udbragt om efteråret. Om foråret er anvendt en tredelt strategi, hvor 30 kg kvælstof pr. ha er tilført ved blomstring og resten i henholdsvis marts og april.

Forsøgsplan og resultater kan ses i tabel 31.

I ingen af forsøgene er der et signifikant merudbytte for tilførsel af kvælstof om efteråret. I to forsøg er der signifikant fald i udbyttet (henholdsvis 4,5 og 5,2 hkg frø pr. hektar) ved at tilføre en del af kvælstoffet om efteråret. Om efteråret er der tydelig visuel effekt af gødningen, og tydelig effekt på biomassen målt som NDVI målt med GreenSeeker omkring 1. oktober og midt i november. På trods af den visuelle og målte effekt på biomassen har afgrøden tilsyneladende ikke udnyttet den tilførte kvælstof fuldt ud, og en del af det tilførte kvælstof kan være udvasket i løbet af vinteren. Derfor er der bedre effekt af at tilføre gødningen om foråret.

Svidningsskade ved bladgødskning i vinterraps

Engelske erfaringer viser, at tilførsel af kvælstof til vinterraps under eller efter blomstring ofte giver et rentabelt merudbytte. Kvælstoftilførslen sker ofte som bladgødskning med flydende gødning blandt andet, fordi man ikke ønsker slagskader, som kan forekomme ved anvendelse af fast gødning. I England har man ikke erfaring for, at gødskningen forårsager alvorlige svidningsskader, men ved bladgødskning er der altid en vis risiko for svidninger. Ved korrekt valg af gødningstype, mængde, dysetype og tid på dagen kan risikoen dog reduceres betydeligt.

For at undersøge risikoen ved forskellige kombinationer af kvælstofmængde, gødningstype, dysevalg, iblanding af svampemiddel og vejrforhold er der gennemført fire forsøg med kvælstoftilførsel i blomstringsfasen. I forsøgene er opgjort svidninger på blade og blomster to og

TABEL 31. Kvælstofstrategi i vinterraps om efteråret (N24)

Vinterraps	kg N pr. ha				NDVI m. GreenSeeker		Pct. lejesæd i st. 85 ¹⁾	Olie, pct. i tørstof	Udb. og merudb. hkg frø std. kvalitet	Netto-merudb. hkg frø std. kvalitet ¹⁾
	Ved såning	Først i oktober	I alt i 3-delt forårs-tilførsel	I alt, efterår + forår	Ca. 1. oktober	Medio november				
2018. 4 forsøg										
1. Ingen kvæstof om efteråret			220	220	0,42	0,56	0	51,4	40,1	-
2. 40 kg N ved såning	40		180	220	0,51	0,68	0	51,6	0,5	0,3
3. 80 kg N ved såning	80		140	220	0,58	0,71	0	52,1	-1,7	-2,0
4. 40 kg N ved såning + 40 kg N først i oktober	40	40	140	220	0,53	0,69	0	51,7	-0,9	-1,5
5. 40 kg N først i oktober		40	180	220	0,42	0,63	0	51,4	-0,7	-1,0
LSD								ns	ns	

¹⁾ Der er regnet med en omkostning til udbringning af gødning på 80 kr. pr. ha uanset, om gødningen er placeret eller bredspredt.



På trods af stor visuel effekt af kvælstof i dette forsøg ved Vojens har det reduceret frøudbyttet at tilføre en del af kvælstoffet om efteråret. Størst udbytte har der været ved at tilføre alt kvælstof om foråret. Til venstre: 0 N ved såning, Til højre: 80 kg N pr. ha ved såning. Øverst: 5. oktober. Midt: 27. november. Nederst: 5. april.

syv dage efter udsprøjtning. Forsøgene er ikke høstet forsøgsmæssigt.

I 2018 er der gennemført to forsøg, og i ingen af de to forsøg er der væsentlige svidningsskader. I 2016 til 2018

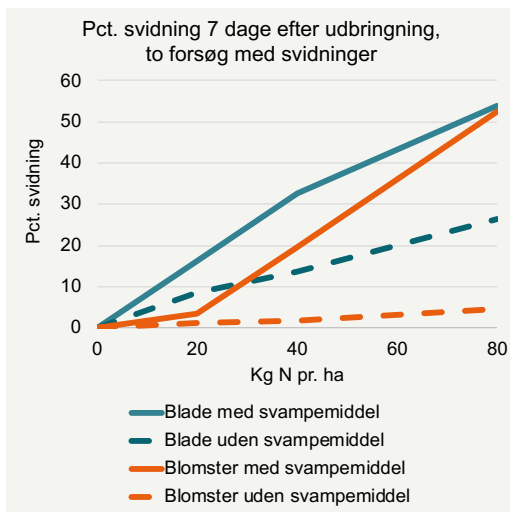
er der i alt gennemført 9 forsøg, og resultaterne er vist i tabel 32. Det har været meget stor forskel i svidningerne i de ni forsøg, og derfor er forsøgene opdelt i to forsøg, hvor der er konstateret kraftige svidningsskade og i syv forsøg, hvor der kun er sket ubetydelig skade. Begge



Kraftige bladsvidninger efter udsprøjtning af 80 kg kvælstof pr. ha tilsat svampemiddel på våde planter med lavdriftsdyse.

forsøg med kraftige svidningsskader blev udført i 2016. I 2017 og 2018 blev der ikke konstateret betydende skader i nogen af forsøgene. Den største svidning ses i ét forsøg, hvor der er brugt lavdriftsdyse, 80 kg kvælstof i N-18 med tilsat svampemiddel udbragt på fugtige blade. Her dækker svidningerne 70 procent af bladene. Se billedet, som er taget syv dage efter behandling.

Kvælstofmængden har stor betydning for svidningen. Ved 20 og 40 kg kvælstof pr. ha uden iblanding af svampemiddel er skaden beskeden. Ved iblanding af svampemiddel øges skaden, og der er kraftig svidning ved 40 og 80 kg kvælstof pr. ha. Der er vekselvirkning mellem kvælstofmængde og svampemiddel, så svidningerne er mere påvirket af kvælstofmængden, når der er tilsat svampemiddel. Se figur 19. Der er ikke umiddelbart forskel på, om der er brugt lavdriftsdyse eller gødningsdyse. Tilsætning af Agrotain ser ikke ud til at øge svidningen.



FIGUR 19. Figuren viser gennemsnittet af de to forsøg med kraftige svidninger. Omfanget af svidninger stiger kraftigt ved stigende kvælstofmængde, når der er tilsat svampemiddel, men omfanget stiger mindre uden tilsætning af svampemiddel. Hvis kvælstof iblandes svampemiddel, bør der ikke tilsættes mere end svarende til 20 til 30 kg kvælstof pr. ha.

To af forsøgene er anlagt i samme mark i 2016, og i det ene er udsprøjtningen sket på våde planter om morgenen og i det andet om eftermiddagen samme dag på tørre planter i skyfrit vejr. Der er en væsentligt mindre svidning, når der er kørt på tørre planter.

Forsøgene afsluttes hermed.

TABEL 32. Svidninger i vinterraps ved sengødsning med flydende gødning (N25)

Vinterraps	Antal sammenligninger ¹⁾	Behandling	Pct. dækning af svidning							
			To forsøg med kraftige svidninger				Syv forsøg med svage svidninger			
			blomster		blade		blomster		blade	
			2 dage efter	7 dage efter	2 dage efter	7 dage efter	2 dage efter	7 dage efter	2 dage efter	7 dage efter
2016-2018. 9 forsøg										
Kvælstofmængden	6	20 kg pr. ha	10	12	15	2	0	0	0	0
		40 kg pr. ha	11	15	21	6	0	1	1	0
		80 kg pr. ha	20	22	31	17	1	1	3	0
Kvælstof type	10	N-18 (urea)	13	19	25	13	0	0	1	0
		NS-27-3 (UAN)	13	16	20	5	0	1	1	0
Svampemiddel	6	Uden	9	10	18	3	0	1	1	0
		Med	20	38	35	25	0	1	1	0
Agrotain	2	Uden	12	17	27	5	0	1	3	0
		Med	12	16	21	4	0	1	3	0
Dysetype	6	Gødningsdyse	13	6	18	1	0	1	2	0
		Lavdriftsdyse	9	10	17	3	0	1	1	0

¹⁾ Gennemsnit taget på tværs af øvrige faktorer. F.eks. er der 6 forsøgled med 20 kg N og forskellig kombination med kvælstoftype, tilsætning af svampemiddel mv., som er sammenlignet med tilsvarende 6 led med henholdsvis 40 og 80 kg N. I tabellen er der således set bort fra vekselvirkninger.

STRATEGI

Sådan reduceres risikoen for svidninger med flydende gødning i vinterraps:

- > Udsprøjtning skal altid ske på tørre planter og ved lav luftfugtighed.
- > Udbring maksimalt 40 til 50 kg kvælstof pr. ha
- > Undlad at tilsætte svampemiddel ved kvælstofmængder over 20 til 30 kg pr. ha.
- > Der kan anvendes ren urea eller en blanding af urea, ammonium og nitrat.

Mikronæringsstoffer

> **METTE LANGGAARD JENSEN OG LEIF KNUDSEN, SEGES**

Kobber til vårbyg

Landsdækkende jordbundsanalyser viser, at en del marker har lave kobbertal under 2. Det har givet anledning til at undersøge, om lave kobbertal i vårbyg er ensbetydende med, at afgrøden mangler kobber. Selv om vårbyg kun optager omkring 50 g kobber pr. ha kan kobbermangel være afgørende for udbyttet. Et forsøg i 2017 på JB 1 gav et signifikant merudbytte på 5,3 hkg, for tilførsel af 10 kg kobbersulfat pr. ha før såning. I 2018 er der gennemført en forsøgsserie, hvor den optimale strategi for gødskning med kobber undersøges på tre lokaliteter (JB 1, JB 4 og JB 11).

I forsøget på JB 1 er der ved anlæg registreret meget lave kobbertal på 0,6, mens kobbertallet i forsøgene på JB 4 og JB 11 ligger lavt på henholdsvis 0,9 og 1,1. Ved kobbertal under 1 kan man normalt forvente merudbytte for at tildele kobber. Forsøgsresultater og behandlinger fremgår af tabel 33. Forud for hver tildeling af kobber er

der udtaget planteprover til analyse for mikronæringsstoffer.

Forsøgene viser ingen signifikante forskelle i udbytte mellem forsøgsleddene. Udbyttetiveauet ligger generelt meget lavt i 2018. Planteanalyserne fra vækststadiet 14 til 31 til 32 viser generelt, at indholdet af kobber i afgrøden stiger, hvor der er tildelt kobber. Forsøgsled 4 tildelt 3 x 1 kg kobbersulfat gennem vækstsæsonen har det højeste indhold af kobber ved skridning.

Storskalaforsøg med mikronæringsstoffer til vårbyg

Teknologisk Institut råder over en forsøgsmejetærsker, der kan måle og registrere udbyttet på punktniveau. Tilsvarende kan jordens ledningsevne (EM 38) og variationen i biomasse måles med en stor opløselighed og omregnes til punktniveau. Denne teknik kan anvendes forsøgsmæssigt i storskalaforsøg på arealer med en stor variation. En eventuel effekt af forsøgsbehandlingen kan herefter relateres til f.eks. jordbundsforhold, aktuel biomasse mv. Denne metode kan måske betyde, at forsøgsresultaterne nemmere kan generaliseres end ud fra parcelforsøg, der netop gennemføres under ensartede jordbundsforhold.

Forsøgsmetodikken er afprøvet i ét forsøg med mikronæringsstoffer til vårbyg. Der indgår to forsøgsbehandlinger med og uden udsprøjtning af 2 l pr. ha af mikronæringsstofblandingen YaraVita Gramitrel, der er et bredspektret mikronæringsstofmiddel med et indhold af 64 g kvælstof, 150 g magnesium, 50 g kobber, 150 g mangan og 80 g zink pr. liter. Forsøget er anlagt i to striber gennem hele agerlængden på godt 300 meter. I hver stribe er skiftevis behandlet og ikke behandlet for hver 30 meter.

TABEL 33. Kobber til vårbyg (N26)

Vårbyg	Tidspunkt for udbringning				Tilført kobber gram pr. ha	Cu i planteanalyser, ppm i tørstof			Procent råprotein i tørstof	Udb. og merudbytte hkg kerne pr. ha
	før såning	st. 14	st. 31-32	st. 51		st. 14	st. 31-32	st. 51		
2018. 3 forsøg										
1. Ubehandlet					0	4,9	4,4	5,7	14,2	32,2
2. Kobbersulfat	10 kg ¹⁾				2.500	5,1	4,8	5,1	14,4	0,0
3. Kobbersulfat		2 kg ¹⁾			482	4,7	5,1	5,2	14,4	0,1
4. Kobbersulfat		1 kg ¹⁾	1 kg ¹⁾	1 kg ¹⁾	723	4,7	6,6	6,3	14,1	1,4
LSD										
ns										

¹⁾ Kobbersulfat indeholder 250 gram pr. kg.

otte ugers periode efter gyllens udbringning. Omvendt ses der tendens til et højere frøudbytte, når der er tilført nitrifikationshæmmer til gylle, der er udbragt i foråret. Dette på trods af, at der i de to forsøg faldt henholdsvis 24 og 31 mm mindre nedbør end normalt i en otte ugers periode efter gyllens udbringning, hvilket betyder, at risikoen for nitratudvaskning har været minimal.

Gødskningen med gylle og tilsætningen af nitrifikationshæmmer til gylle, der er udbragt i efteråret, øger ikke jordens N-min indhold.

Der er signifikant højere frøudbytte ved gødskning med 95 kg ammoniumkvælstof pr. ha i gylle i foråret, end ved tilførsel af tilsvarende kvælstofmængde i handelsgødning.

Tilførsel af en del af den samlede kvælstofmængde i efteråret giver ikke højere frøudbytte.

Gødningsvirkning af afgasset gylle i vinterhvede

Forsøg med forskellige typer afgasset gylle i 2018 viser ikke signifikante forskelle på udbyttet i vinterhvede. Tilsætning af nitrifikationshæmmer til den afgassede gylle fører ikke til signifikant højere kerneudbytte, men tilsætningen giver højere kvælstofoptagelse og tendens til højere kerneudbytte.

Risikoen for ammoniaktab kan være større fra afgasset end fra ikke afgasset gylle, idet afgasset gylle har højere pH og en større andel af kvælstofindholdet på ammoniumform. Risikoen for ammoniaktab kan blive yderligere forstærket, hvis den afgassede gylle er forholdsvis tørstofrig, idet det forsinker hastigheden, hvormed gyllen infiltrerer i jorden. Et eventuelt højere ammoniaktab vil reducere kvælstofudnyttelsen af den afgassede biomasse. Gødningsværdien af afgasset gylle antages at afhænge af, hvilke typer biomasse der indføres i biogasanlægget. Disse forhold undersøges ved at sammenligne gødnings-effekterne af afgasset gylle fra biogasanlæg, der henholdsvis primært er baseret på afgang af kvæggylle, svinegyille eller industrielle biomasser.

Der er i 2018 gennemført tre forsøg, hvor gødnings-effekten af afgasset gylle fra henholdsvis Solrød Biogas, Horsens Bioenergi og Bånlev Biogas er undersøgt i vinterhvede. Forsøgene er gennemført i nærheden af Horsens på JB 5-6 efter vårbyg eller vinterraps.



FOTO: MARTIN NØRREGAARD HANSEN, SEGES

Gyllen bringes ud i forsøgene med den nye forsøgsgyllenvogn.

Den afgassede gylle fra Solrød Biogas er baseret på biomasse fra henholdsvis industrien, landbruget og tang, hvor organiske restprodukter fra CP Kelco, Chr. Hansen og Novozymes udgør omkring 80 procent af den samlede biomasse, mens resten primært udgøres af svinegyille og i mindre omfang tangopskyl fra Køge Bugt.

Biomassen på Horsens Bioenergi består af ca. 75 procent husdyrgødning, hvoraf ca. 80 procent er kvæggylle. Den resterende biomasse udgøres primært af slagteriaffald og en mindre mængde madaffald.

På Bånlev Biogas udgør husdyrgødning ca. 80 procent af biomassen. Heraf er ca. 90 procent svinegyille, mens resten er kvæg- og minkgylle. Den resterende biomasse er primært slagteriaffald, samt andre organiske restprodukter.

De tre biogasanlæg er således baseret på meget forskellige typer af biomasser. Dette kan påvirke tørstofindholdet og næringsstofindholdet i den afgassede gylle og dermed potentialet for ammoniaktab og gyllens gødnings-effekt.

Forsøgene er gennemført ved gødskning med de afgassede gylletyper i vinterhvede henholdsvis med og uden tilsætning af nitrifikationshæmmeren Vizura, som indeholder aktivstoffet 3,4-dimethyl-1H-pyrazole.

Forsøgene er tilstræbt tildelt 100 kg ammoniumkvælstof pr. ha i gylle, men der er udbragt mellem 107 og 123 kg ammoniumkvælstof pr. ha. Gyllen er i forsøgsled 6, 8 og 10 tilsat 2 l Vizura pr. ha. Gyllen er udbragt med slæbeslanger den 7. maj under solrige forhold, svag vind

TABEL 39. Gødningsvirkning af afgasset gylle til vinterhvede (N28)

Vinterhvede	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	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha
2018. 3 forsøg						
1. 0 N		7,3	49	44,4	c	
2. 50 N + 50 N		9,9	99	23,6	b	
3. 50 N + 100 N		10,9	112	25,1	ab	
4. 50 N + 150 N		11,3	117	25,2	ab	
5. 50 N + 107 NH ₄ -N i gylle fra Solrød Biogas		9,8	95	21,3	b	65,7
6. 50 N + 107 NH ₄ -N i gylle fra Solrød Biogas	2 l Vizura	9,4	96	24,2	ab	2,9
7. 50 N + 123 NH ₄ -N i gylle fra Horsens Bioenergi		9,8	94	22,5	b	66,8
8. 50 N + 123 NH ₄ -N i gylle fra Horsens Bioenergi	2 l Vizura	9,5	103	28,2	ab	5,8
9. 50 N + 114 NH ₄ -N i gylle fra Bånlev Biogas		9,8	101	24,9	ab	69,3
10. 50 N + 114 NH ₄ -N i gylle fra Bånlev Biogas	2 l Vizura	10,0	116	33,4	a	8,5
LSD 1			15	9,8		

Gylldata og værdital ¹⁾	Udbragt, ton pr. ha	Tørstof pct.	Total N, kg pr. ton	NH ₄ -N, kg pr. ton	NH ₄ -N, pct. af total-N	pH
5. Afgasset gylle fra Solrød Biogas	34	3,3	3,9	3,2	81	7,8
7. Afgasset gylle fra Horsens Bioenergi	24	10,2	6,7	5,0	75	7,7
9. Afgasset gylle fra Bånlev Biogas	27	4,5	5,6	4,2	76	8,1

¹⁾ Værdital kunne ikke beregnes grundet lav kvælstofrespons af tilført handelsgødning.

og 25 grader. Forsøgsplan og resultater fremgår af tabel 39.

Der er lav respons ved tilførsel af mere end 100 kg kvælstof pr. ha, hvilket vurderes at være en konsekvens af tørkepåvirkningen. Forsøgene viser ingen signifikante forskelle i kerneudbytte ved gødskning med de forskellige gylletyper og ved tilsætning af nitrifikationshæmmer til den udbragte gylle. Resultaterne viser dog tendens til et merudbytte på mellem 2,9 og 8,5 hkg kerne pr. ha ved tilsætning af 2 l Vizura pr. ha. Tilsætningen af nitrifikationshæmmeren til den afgassede gylle fra Bånlev Biogas fører til et signifikant højere kvælstofudbytte i kerne. Den positive effekt af tilsætningen af nitrifikationshæmmeren ses på trods af, at DMI-målinger viste, at der kun faldt 28 mm nedbør mod normalt 101 mm i de første 8 uger efter gyllens udbringning. Den lave nedbørmængde betyder, at risikoen for nitratudvaskning er minimal. Resultaterne indikerer derfor, at tilsætningen af nitrifikationshæmmer til gylle påvirker andre forhold end nitratudvaskning.

Den afgassede gylle fra Horsens Bioenergi har et højere tørstofindhold end normalt. Det skyldes, at den leverede gylle er udtaget fra en udleveringstank, hvor der i en forudgående periode havde været problemer med omrøringen. De markante forskelle i tørstofindholdet i de udbragte gylletyper fører ikke til signifikante forskelle i kvælstof- og kerneudbytte.

Analyser af gyllens næringsstofindhold viser lavere indhold af total- og ammoniumkvælstof i gyllen fra Solrød Biogas end i gyllen fra Horsens og Bånlev anlæggene. Analyserne viser til gengæld at ammoniumindholdet i gyllen fra Solrød Biogas udgør en større andel af gyllens samlede kvælstofindhold.

Strategi ved udbringning af kvæggylle til vårbyg

I 2018 er der gennemført tre forsøg for at belyse udbytteeffekterne ved forskellige strategier ved udbringning af kvæggylle til vårbyg. Gødningseffekten af gyllen er bl.a. afprøvet med og uden tilsætning af nitrifikationshæmmeren Vizura, som indeholder aktivstoffet 3,4-dimethyl-1H-pyrazole.

Forsøgene er tørkepåvirkede med lave udbytter og forøget variation til følge. Der er derfor ikke påvist signifikante effekter af de forskellige behandlinger. Resultaterne viser dog tendens til højere udbytte ved delt kvælstoftildeling, varierende effekter af forsuring contra nedfældning, samt tendens til højere udbytte ved bredspredning af handelsgødning før såning, end ved placering af gødningen ved såningen. Forsøgene viser ikke merudbytte ved tilsætning af nitrifikationshæmmer til den udbragte gylle.

Der er gennemført tre forsøg, hvor de to er anlagt på JB 1 jord ved Varde i Vestjylland, mens det tredje er anlagt

TABEL 40. Strategi ved udbringning af kvæggylle til vårbyg (N29)

Vårbyg	N i gylle, kg NH ₄ -N pr.ha	Tilsat nitrifikationshæmmer, l pr.ha	N i handelsgødning, kg N pr. ha			Tildelt N i alt, kg N pr. ha	Procent råprotein i tørstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb. hkg kerne pr. ha
			bredspredt ved såning	placeret ved såning	bredspredt stadie 32				
2018. 3 forsøg									
1. Ingen N			0			0	9,6	42	32,8
2. 40 N bredspredt			40			40	10,8	65	11,5
3. 80 N bredspredt			80			80	12,4	73	11,0
4. 120 N bredspredt, delt			80		40	120	14,1	80	9,0
5. 120 N bredspredt			120			120	13,9	76	7,2
6. 160 N bredspredt			160			160	14,8	89	11,6
8. Nedfældet gylle + 40 N bredspredt	83		40			123	14,1	86	12,2
7. Nedfældet gylle + 40 N placeret	83			40		123	14,5	84	9,6
11. Nedfældet gylle + 40 N bredsp. i afg.	83				40	123	15,1	94	13,0
14. Nedfældet gylle + 40 N i afgrøde	83	2 l Vizura			40	123	14,7	88	11,1
10. Forsuret gylle + 40 N bredspredt	85		40			125	14,1	92	15,3
13. Forsuret gylle + 40 N bredspredt	85	2 l Vizura	40			125	14,1	85	11,8
9. Forsuret gylle + 40 placeret	85			40		125	14,2	91	15,1
12. Forsuret gylle + 40 N bredsp. i afg	85				40	125	15,2	91	11,4
LSD 1								9	5,7

Gylldata og værdital	Udbragt mængde ton pr. ha	Dosering, kg NH ₄ -N pr. ha	Tørstof, pct.	Total N, kg pr. ton	NH ₄ -N, kg pr. ton	NH ₄ -N pct. af total-N	pH	Syreforbrug, l pr. ton	Værdital
8. Nedfældet gylle + 40 N bredspredt	24,5	83	7,9	5,6	3,4	61	7,3		56
7. Nedfældet gylle + 40 N placeret	24,5	83	7,9	5,6	3,4	61	7,3		52
11. Nedfældet gylle + 40 N bredsp. i afg.	24,5	83	7,9	5,6	3,4	61	7,3		73
14. Nedfældet gylle m Vizura + 40 N i afg.	24,5	83	7,9	5,6	3,4	61	7,3		61
10. Forsuret gylle + 40 N bredspredt	23,5	85	7,2	5,5	3,6	63	6,3	2,2	69
13. Forsuret gylle m Vizura + 40 N bredsp.	23,5	85	7,2	5,5	3,6	63	6,3	2,2	55
9. Forsuret gylle + 40 placeret	23,5	85	7,2	5,5	3,6	63	6,3	2,2	69
12. Forsuret gylle + 40 N bredsp. i afg	23,5	85	7,2	5,5	3,6	63	6,3	2,2	68

på JB 3 ved Byllerup-Bov i Sydjylland. Forfrugten har i alle forsøgene været vårbyg. Ved forsøgene er der udbragt kvæggylle henholdsvis ved nedfældning og ved slæbeslangeudlægning af markforsuret gylle før såning. Gyllen er udbragt henholdsvis med og uden tilsætning af nitrifikationshæmmeren Vizura. Der indgik desuden undersøgelser af udbytteeffekterne ved forskellige strategier for tilførsel af supplerende handelsgødning.

Forsøgsplan og resultater af forsøget ses i tabel 40.

Varierende effekter ved nedfældning kontra slangeudlægning af forsuret gylle

Forsøgene viser ikke signifikant effekt af om gyllen er udbragt ved nedfældning eller ved forsuring og slangeudlægning før såning. Der er dog tendens til, at forsuringstrategien fører til et højere kvælstof- og kerneudbytte, når den supplerende handelsgødning placeres eller bredspredes ved såning, og der ses signifikant højere kvælstofoptagelse ved forsuring af gylle, når den supplerende gødning placeres ved såning. Omvendt er der et ikke signifikant højere kerneudbytte ved nedfældning,

når den supplerende handelsgødning bredspredes i den etablerede afgrøde.

Ingen effekt ved tilsætning af nitrifikationshæmmer til den udbragte gylle

Tilsætning af 2 l Vizura pr. ha. fører ikke til positive udbytteeffekter. Den manglende effekt kan skyldes, at der i perioden efter udbringning faldt mindre nedbør end normalt. Ifølge data fra DMI faldt der mellem 1 og 30 mm mindre nedbør end normalt i de tre forsøgsområder i en otte ugers periode efter gyllens udbringning. Der har således sandsynligvis været lav risiko for kvælstofudvaskning, uanset om der er tilsat nitrifikationshæmmer eller ej.

Placering af handelsgødning og udsættelse af tildelingen fører ikke til merudbytte

Placering af handelsgødning ved såning og udsættelse af tildelingen til stadium 32 fører ikke til merudbytte sammenlignet bredspredning af den samme mængde ved såning. Udsættelse af tilførslen af handelsgødningskvælstof til stadium 32 øger dog i gennemsnit proteinindholdet i kerne med ca. 1 procentpoint.

PP-Dorkel behandling og tilsætning af gylleadditiv til gylle til vinterhvede

I foråret 2018 er svinegylle behandlet med henholdsvis gylleadditivet SeoFoss og PP-Dorkel systemet. Behandlet og ubehandlet gylle er herefter lagret ensartet i en måned, før de blev udbragt med slæbeslanger i vinterhvede. Ingen af de to behandlingstyper giver signifikante merudbytter, men der er tendens til højere kvælstof- og kerneudbytte ved behandling med PP-Dorkel.

Gylleadditivet SeoFoss fra Vitfoss forhandles til tilsætning til gylle i stald og lager. Produktet er fremstillet ud fra lermineraller og angives ifølge producenten at have forskellige effekter, blandt andet at øge gyllens gødningseværdi gennem en binding af positivt ladede ioner, såsom ammonium. Bindingen angives at forhindre omdannelsen til ammoniak, som kan fordampe. Ifølge producenten kan tilsætning af 20 gram SeoFoss pr. ton gylle øge gyllens kvælstofindhold med 1,4 kg kvælstof pr. ton, reducere gyllens lugtgener, samt gøre gyllen mere homogen og dermed lettere at håndtere.

En anden type gyllebehandling er beluftning af gyllebeholderen med PP-Dorkel systemet udviklet af Biotech Innovation ApS. En PP-Dorkel er et apparat til injektion af atmosfærisk luft i vand, gylle eller slam, hvorpå der er monteret en Power Pack. Ifølge producenten er en Power Pack en katalysator og ionbytter. Effekten angives at være reduktion af lugt fra svovlbrinte, en mere homogen



Gyllen blev efter behandlingen lagret en måned under ens forhold før den blev udbragt i forsøgene.

gylle og mere plantetilgængelige næringsstoffer. Den optimale effekt angives at opnås ved behandling i gyllekanalerne i stalden, men der angives også effekt ved behandling i gylletanken.

For at undersøge effekten af de to behandlinger er gylle fra en fortank på en svinebedrift behandlet med PP-Dorkel og SeoFoss en måned før gyllen er udbragt i forsøgene. Til sammenligning er den ubehandlede gylle lagret og udbragt tilsvarende.

I tre forsøg er udbytteeffekterne ved PP-Dorkel behandling og tilsætning af 20 g SeoFoss pr. tons svinegylle un-

TABEL 41. Forsøg med gylleadditiver og behandling af gylle til vinterhvede (N30, N31)

Vinterhvede	Kar. for lejesæd ved høst ¹⁾	Pct. råprotein i tørstof	Udbytte kg N i kerne pr. ha	Udb. og mer-udb. hkg kerne pr. ha	Udb. og mer-udb. hkg kerne pr. ha	Signifikansgrupper
2018. 3 forsøg						
1. 0 N	1	7,5	43	38,9		c
2. 50 N + 50 N	1	8,7	121	54,3		b
3. 50 N + 100 N	1	10,0	153	64,0		a
4. 50 N + 150 N	1	11,8	187	67,3		a
5. 50 N + 95 NH ₄ -N i ubehandlet gylle	1	8,4	117	54,2	93,1	b
6. 50 N + 96 NH ₄ -N i PP-Dorkel beh. gylle	1	8,6	122	55,8	1,6	b
7. 50 N + 94 NH ₄ -N i gylle med Seofoss	1	8,3	114	53,7	-0,5	b
LSD 1			9	5,7		
2016 - 2018. 9 forsøg						
1. 0 N	0,3	8,2	45	37,0		c
2. 50 N + 50 N	0,3	8,8	102	40,8		b
3. 50 N + 100 N	0,3	9,9	125	47,4		a
4. 50 N + 150 N	0,3	11,5	146	47,2		a
5. 50 N + 98 NH ₄ -N i gylle uden PP-Dorkel	0,3	9,3	112	43,9	80,9	ab
6. 50 N + 97 NH ₄ -N i gylle med PP-Dorkel	0,3	9,5	115	44,9	0,9	ab
9. 50 N + 112 NH ₄ -N i gylle uden Seofoss	0,3	9,2	110	44,2	81,2	ab
10. 50 N + 114 NH ₄ -N i gylle med Seofoss	0,3	9,3	113	45,6	1,4	ab

¹⁾ Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd.

TABEL 42. Resultater af gylleanalyser med og uden tilsætning af gylleadditiv og PP-Dorkel behandling. Analyserne er indhentet en måned efter hahandlingerne (N30)

Gylldata og værdital	Udbragt mængde ton pr. ha	Total N kg pr. ton	NH ₄ -N kg pr. ton	NH ₄ -N pct. af total N	pH	Værdital
<i>2018. 3 forsøg</i>						
5. Svinegylle uden behandling	27	5,2	3,5	67	6,8	36
6. Svinegylle behandlet med PP-Dorkel	27	5,4	3,6	66	6,9	38
7. Svinegylle tilsat Seofoos	27	5,4	3,5	64	6,9	32

dersøgt i hvede. Doseringen af ammoniumkvælstof til marken er fastsat ud fra analyser af den ubehandlede gylle, idet et eventuelt merindhold ved behandlingen derved synliggøres som gødningseffekt i marken.

Behandlingernes effekt på gyllens næringsstofindhold
De to behandlinger førte ikke til ændringer i gyllens sammensætning, næringsstofindhold eller værdital. Værditalene angiver effekten af det tilførte kvælstof i husdyrgødning i forhold til effekten af mineralisk kvælstof. Der er lave værdital af alle behandlinger, hvilket kan skyldes at ammoniaktabet fra den udbragte gylle er forøget af varme og tørre forhold i ca. 20 dage efter gyllens udbringning. Resultaterne af gylleanalyserne ses i tabel 41.

Udbytter og udnyttelse af kvælstof i gyllen
Forsøgsplan og -resultater fremgår af tabel 42. De første fire forsøgsled er med stigende tilførsel af kvælstof til beregning af markeffekten, udtrykt ved værditallet. De næste forsøgsled med gylle kan sammenlignes parvis med og uden tilsætning af additivet og PP-Dorkel behandlingen. De tre forsøg er alle beliggende i Vestjylland på JB 4-6 med vinterhvede som forfrugt. Ved udbringning af gylle den 12. april er gyllen blevet doseret i henhold til en forudgående bestemmelse af ammoniumindholdet i den ikke behandlede gylletype. Der er tilstræbt en dosering på 100 kg ammoniumkvælstof i gylle pr. ha.

Forsøgene i 2018 viser, at behandling af svinegylle med PP-Dorkel og tilsætning af gylleadditivet SeoFoss til gylle i lager hverken giver signifikant højere udbytte eller kvælstofoptagelse i kerne. Der er dog et ikke signifikant merudbytte på 1,6 hkg kerne pr. ha. ved behandling med PP-Dorkel systemet.

Tre års forsøg viser ikke signifikante effekter på kerneudbytte.
Forsøgsserien er gennemført i tre år, hvor gylleadditivet de første to år blev tilsat i staldrummet. I ingen af årene har PP-Dorkel behandlingen eller tilsætning af SeoFoss

ført til signifikant højere kerneudbytte. Et gennemsnit af resultaterne for de tre år viser dog en tendens til, at behandlingerne giver et merudbytte på 3 kg kvælstof i kerne og mellem ca. 1 og 1,5 hkg kerne pr. ha. Se tabel 41.

Gylleadditivet Active NS indgik i undersøgelsen i 2016 og 2017. Tilsætning af dette additiv til svinegylle i staldrummet førte heller ikke til signifikante merudbytter.

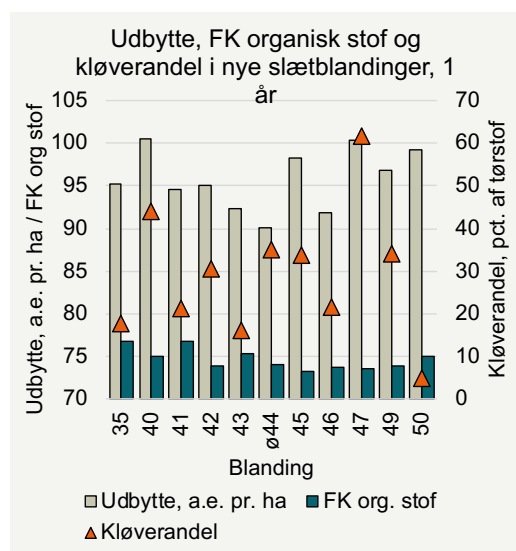
Gødningsvirkning af biochar fra dambrugsslam i vinterhvede

I 2018 er der gennemført to forsøg i vinterhvede for at undersøge gødningsvirkningen af biochar dannet ved pyrolyse af dambrugsslam. Forsøgene viser lavere plantetilgængelighed af fosforindholdet i biochar end af fosfor i handelsgødning.

Økologiske landbrug har også behov for supplerende fosfor for at sikre en bæredygtig planteproduktion. Det kan bl.a. ske ved at tilføre fosforholdigt biochar dannet ved pyrolyse af dambrugsslam. Den dannede biochar har et højt fosforindhold, men plantetilgængeligheden og gødningsværdien kendes endnu ikke.

Gødningsværdien af den producerede biochar er i forsoget bestemt ved at sammenligne gødningsværdien af fosforindholdet i biochar og handelsgødning (Tripelsuperfosfat 20) udbragt i vinterhvede. Der er gennemført to forsøg på JB 3 på forsøgslokaliteter med lave fosfortal henholdsvis i nærheden af Ringsted på Sjælland og Løkken i Nordjylland. Gødning og biochar er udbragt og nedpløjet umiddelbart før såning i efteråret. Forsøgsplan og resultater ses i tabel 43.

Specielt forsøget ved Ringsted har været tørkeramt, hvilket har medført lave udbytter og betydelig variation i resultaterne. Forsøgene viser derfor ikke signifikant effekt af fosfortildelingen. Resultaterne viser dog tendens til stigende kvælstof- og kerneudbytte ved stigende fosfortildeling op til 60 kg fosfor pr. ha.



FIGUR 2. Udbytte af afgrødeenheder, FK organisk stof og kløverandel i slætblandinger, 1. brugsår.

Forsøgene fortsættes.

Gødskning

> **TORBEN S. FRANDSEN**, SEGES

Optimal kaliummængde til gyllegødet kløvergræs

Et forsøg med supplerende tilførsel af kalium til kløvergræs grundgødet med kvæggylle viser, at på trods af lavt

kaliumtal på 2,8 i foråret og grovsandet jord ikke har der ikke været rentable nettomerudbytter for yderligere kaliumtilførsel end grundgødskning med 140 kg kalium pr. ha i husdyrgødning i dette forsøg.

Forsøgene

Der er i 2018 gennemført to forsøg med supplerende mængder kalium i handelsgødning udover tilførsel af kvæggylle til første og andet slæt, men det ene forsøg er kasseret grundet mangelfuld vanding. Forsøget er gennemført i hvidkløvergræs, og forsøgsgødningen er tilført forud for hver slæt. Forsøget er tilført henholdsvis 24 og 28 ton kvæggylle pr. ha til første og anden slæt, svarende til 60 kg ammonium kvælstof pr. ha. Herved er der tilført 65 og 76 kg kalium pr. ha til henholdsvis første og andet slæt. Forsøget er grundgødet med i alt 500 kg NS 26-13, så svovlforsyningen er sikret. Forsøget er anlagt på JB 1, og vandet med i alt 140 mm over 4 gange. Forsøgsplan og resultater fremgår af tabel 15.

Udbytniveauet i forsøget er relativt højt. Der er høstet ca. 90 afgrødeenheder, heraf 44 i første slæt. I første slæt ses små, men signifikante merudbytter i grøntudbyttet for supplerende tilførsel af kalium, men omregnet til tørstof og afgrødeenheder ses intet merudbytte. Ligeledes er der et signifikant merudbytte af grønt for supplerende kaliumtilførsel til første og/eller anden slæt, men omregnet til tørstof og afgrødeenheder er forskellen mellem behandlingerne små. Afgrødens indhold af kalium ved første slæt er tæt korelateret til tilførslen af kalium til første slæt.

TABEL 15. Optimal kaliummængde til gyllegødet kløvergræs. (S19)

Kaliumtilførsel i handelsgødning	Kalium, kg pr. ha tilført i husdyr- og handelsgødning				Gram pr. kg tørstof K	Udb. og merudb. pr. ha, 1. slæt				Sum af slæt								
	1. slæt	2. slæt	3. slæt	4. slæt		hkg grønt	hkg rå-protein	hkg tør-stof	a.e.	Gram pr. kg tørstof			FK org. stof	NEL ²⁰⁰ MJ pr. kg TS	Udb. og merudb. pr. ha			
										rå-protein	suk-ker	NDF			hkg grønt	hkg rå-protein	hkg tør-stof	a.e.
2018. 1 forsøg																		
1. Ingen kalium	65	76			17	249	6,6	51,0	44,0	157	141	458	77,2	6,36	515	16,7	106,3	90,9
2. 50 kg til 1. slæt	115	76			19	9	-0,4	-3,3	-2,4	159	131	460	76,9	6,29	40	0,0	-1,2	-1,9
3. 50 kg til 2. slæt	65	126			16	1	-1,0	-3,6	-4,0	157	139	450	76,3	6,24	35	0,2	0,6	-1,2
4. 50 kg til 3. slæt	65	76	50		15	-4	-0,5	-3,0	-3,0	154	138	461	76,3	6,26	18	-0,5	-0,8	-2,2
5. 100 kg til 1. slæt	165	76			26	35	1,0	-0,1	0,8	167	130	451	78,3	6,41	67	1,2	1,1	1,7
6. 50 kg til 1. & 2. slæt	115	126			21	20	-0,2	-0,4	-0,4	155	134	462	77,2	6,32	60	0,4	4,2	3,0
7. 50 kg til 3. & 4. slæt	65	76	50	50	17	2	-0,9	-1,2	-1,4	153	147	452	77,4	6,36	17	-0,5	-0,9	-0,7
8. 50 kg til 1., 3. & 4. slæt	115	76	50	50	21	18	0,1	-1,0	-0,8	155	131	472	76,4	6,26	70	0,9	7,0	4,5
9. 50 kg til 1., 2., 3. & 4. slæt	115	126	50	50	22	13	0,0	-2,5	-2,1	166	126	455	77	6,29	65	1,7	4,3	2,6
LSD						13									34			

Gødskning

Stigende mængder kvælstof til majs

> LEIF KNUDSEN, SEGES

Der er gennemført to forsøg med stigende mængder kvælstof til majshelsæd på JB 1 i Sønderjylland. I begge forsøg er der tilført væsentlige mængder husdyrgødning i årene forud. I det ene forsøg har forfrugten været 2. års kløvergræs. Forsøgene er således gennemført på arealer med stor eftervirkning af organisk stof. Ved såning er der placeret 23-36 kg kvælstof pr. ha i en NP startgødning. Begge forsøg er vandet 5-6 gange i løbet af vækstsæsonen.

Forsøgsplan og resultater fremgår af tabel 9. I forsøgsled 7 og 8 er der tildelt 50 kg kvælstof pr. ha ved såning og 50 kg udbragt primo juni og i forsøgsled 8 ultimo juni.

I begge forsøg er der opnået et meget højt udbytte. I forsøget med forfrugt vårbyg er der et betydeligt merudbytte for at tilføre kvælstof. Kvælstofbehovet i dette forsøg er beregnet til 171 kg kvælstof pr. ha inklusive kvælstofmængden tilført i startgødning med indregning af værdien af et stigende proteinindhold i afgrøden. I forsøget med forfrugt 2. års kløvergræs er der kun et beskedent udslag for at tilføre ekstra kvælstof ud over startgødning. I dette forsøg er den optimale kvælstofmængde beregnet til 82 kg kvælstof pr. ha.

Proteinindholdet i tørstof er lavt i 2018 i forhold til de foregående år. Det kan skyldes det høje udbyttensniveau. I slutningen af juli er klorofyllindholdet målt med Yara N-Tester for at undersøge, om denne måling kan afdække, om der er behov for tilførsel af ekstra kvælstof. Testeren kan måle forskel på, hvor meget kvælstof der er tildelt tidligere, men det er for få forsøg til at vurdere metodens egnethed til forudsigelse af behovet for supplerende kvælstofgødning.

Kvælstoftilførsel til majs

Kvælstofbehovet afhænger af dyrkningshistorie og udbyttensniveau.

- > I normale kvæbrugssædskifter, hvor der tilføres husdyrgødning og er kløvergræs i sædskiftet, er behovet ved 10-12.000 FEN pr. ha med forfrugt majshelsæd eller korn 110-140 kg kvælstof pr. ha
- > Med kløvergræs som forfrugt er kvælstofbehovet 30-60 kg pr. ha.
- > I sædskifter uden kløvergræs og ved moderate tilførsler af husdyrgødning er kvælstofbehovet 150-180 kg kvælstof pr. ha

På vandet sandjord anbefales det at dele tilførslen af handelsgødning med 50 kg kvælstof pr. ha medio juni

TABEL 9. Stigende mængder kvælstof og delt kvælstof til majshelsæd. (U6)

Majshelsæd	2013-2017				2018			
	Yara N-Tester værdi, ultimo juli	Procent råprotein i tørstof	Udb. og merudb. ¹⁾ pr. ha	Yara N-Tester værdi ultimo juli	Procent råprotein i tørstof	Udbytte, høstet kg N pr. ha	Udb. og merudb. a.e.pr. ha	Netto-merudb., a.e. pr. ha ²⁾
Antal forsøg	12	15	15	2	2	2	2	2
1. Grundgødet ³⁾	421	6,5	92,3	437	5,6	151	141,7	-
2. 50 N ³⁾	477	7,1	12,9	505	6,3	182	6,0	4,1
3. 100 N ³⁾	503	7,4	17,9	539	6,6	198	12,4	7,9
4. 150 N ³⁾	513	7,6	20,1	577	6,5	197	16,0	7,3
5. 200 N ³⁾	527	7,8	20,3	553	6,8	204	12,0	1,1
6. 250 N ³⁾	521	7,9	21,0	561	6,8	207	14,9	0,1
7. 50 N + 50 N juni ³⁾	508	7,4	14,9	541	6,5	193	13,3	8,4
8. 50 N + 50 N juli ³⁾	499	7,2	13,8	529	6,5	193	13,4	8,5
LSD			4,5			19	ns	
					2013-17 24	2018 30		
Gns. N-min i rodzonen, kg N pr. ha					46 (13-100)	56 (23-90)		
Gns. opt. N-mængder, kg N pr. ha ⁴⁾					129 (60-218)	127(82-171)		
Gns. merudb. ved opt., a.e. pr. ha					21,0 (5,4-48,0)	14,2 (4,2-24,1)		

¹⁾ Angivelse af udbytte og beregning af optimum er frem til 2014 baseret på den skandinaviske foderenhed.

²⁾ Der er er regnet med 7,10 kr. pr. kg kvælstof og 97 kr. pr. afgrødeenhed.

³⁾ Hertil skal lægges kvælstof, der er tilført i startgødning. I 2018: 30 og i 2013-2017: 24 kg kvælstof pr. ha.

⁴⁾ Beregning af optimum er foretaget ud fra udbyttet baseret på NorFor foderenheder. Den optimale kvælstofmængde er inkl. kvælstof i startgødning.

Delt gødskning har ved tilførsel af den sidste kvælstof-tilførsel primo juni eller ultimo juli resulteret i samme udbytte som deling af hele kvælstofmængden ved såning. Tildeling af sidste kvælstofmængde ultimo juni har ligeledes resulteret i samme udbytte. I forsøgene fra 2013-17 blev der opnået et lidt lavere udbytte ved delt gødskning i forhold til tilførsel af hele kvælstofmængden før såning.

Typers af startgødninger til majs

> MARTIN MIKKELSEN, SEGES

I årets forsøg har fosfor placeret, 5 cm under frøene og 5 cm ved siden af frøene, fremmet forårsvæksten, men ikke påvirket udbyttet positivt. Det skyldes antageligt, at de større planter har haft et større vandforbrug og har manglet vand på et tidligere tidspunkt i den tørre sommer. Placering af kvælstof alene i en NS-gødning påvirker ikke udbyttet. Placering af 3 kg fosfor i såsporet påvirker hverken forårsvæksten eller udbyttet positivt. Placering af større mængder både fast og flydende startgødning i såsporet reducerer plantetallet og udbyttet markant.

Der er gennemført tre forsøg med placering af forskellige typer af startgødning på JB 1, 4 og 6 med forfrugt korn. Forsøgsarealerne er tilført 145 til 170 kg totalkvælstof i kvæggylle pr. ha. Startgødningen er placeret 5 cm under og 5 cm ved siden af frøene eller placeret direkte i såsporet. Forsøgene er sået fra 3. til 9. maj og høstet 4. til 10. september. Forsøgene er udført i sorterne Ambition eller Atrium. Et forsøg er vandet med 150 mm. Forsøgsplan og resultater fremgår af tabel 10.

Hvor startgødningen er placeret 5 cm under og 5 cm ved siden af frøene, er planterne højest i juni, hvor der er placeret de største fosformængder. Indholdet af fosfor i planteprøver udtaget i juni er højest, hvor der er placeret størst mængde fosfor uanset type af startgødning. Indholdet af bor er højest, hvor startgødningen indeholder bor. Indholdet af mangan er størst, hvor startgødningen har et indhold af kvælstof på mindst samme niveau som fosfor.

Nederst i tabellen er vist resultater fra flere år.

Forsøgene fortsætter.

TABEL 10. Typer af startgødninger i vækstperioden. (U7, U8, U9)

Majs	Kg pr. ha placeret				Juni ¹⁾										Pct. tør- stof	Sti- velse, g pr. kg tør- stof	NEL ²⁰⁾ MJ pr. kg tør- stof	Udb. og merudb. pr. ha		
	N ³⁾	P	K	S	plan- ter pr. m ²	plan- te- høj- de, cm	kar. for plan- te- ud- vik- ling ³⁾	planeanalyse, indhold i tørstof										hkg tørstof	a.e.	netto a.e. ⁴⁾
								N, pct.	P, pct.	K, pct.	S, pct.	B, ppm	Mn ppm	Zn, ppm						
2018. 3 forsøg																				
1. Ingen startgødning					10	94	9	4,5	0,22	3,7	0,12	6,1	61	59	34,3	336	6,14	142,9	118,1	
2. 111 kg NS 27-4	30			4,4	9	94	9	4,8	0,22	3,3	0,13	6,7	77	65	33,7	328	6,10	0,7	0,8	0,8
3. 37,5 kg Triplesuperfosfat 20		7,5		0,7	9	96	9	4,7	0,28	3,7	0,14	6,0	58	63	34,5	340	6,13	-2,5	-0,4	-1,2
4. 75 kg Triplesuperfosfat 20		15		1,4	10	99	10	4,7	0,26	3,7	0,19	5,6	53	43	35,3	331	6,12	-6,0	-3,7	-5,3
5. 150 kg Triplesuperfosfat 20		30		2,7	9	103	10	4,8	0,32	3,4	0,19	5,7	59	47	36,2	344	6,14	-1,6	-2,2	-5,3
6. 38 kg NP 18-20-0 (DAP)	7	7,5		1,1	9	104	10	4,9	0,29	3,2	0,18	5,7	75	48	33,9	303	6,03	-12,4	-12,6	-13,4
7. 75 kg NP 18-20-0 (DAP)	14	15		2,1	9	104	10	5,0	0,33	3,1	0,19	6,5	82	49	35,3	335	6,10	-2,9	-3,3	-4,9
8. 150 kg NP 18-20-0 (DAP)	27	30		4,2	9	105	10	5,3	0,42	2,9	0,18	6,6	87	47	35,3	328	6,11	-5,5	-6,1	-9,2
9. 32,5 kg NP 12-23-0 (MAP)	4	7,5			10	100	10	4,8	0,29	3,3	0,19	6,3	67	51	36,0	354	6,20	-3,0	-0,4	-1,2
10. 65 kg NP 12-23-0 (MAP)	8	15			10	107	10	5,0	0,38	3,3	0,18	6,2	77	51	35,8	325	6,07	-5,1	-6,0	-7,6
11. 93,5 kg NP 19-8-0 m. S	18	7,5		5,3	9	101	10	5,1	0,29	3,1	0,20	18,7	88	56	35,3	341	6,10	-2,9	-3,2	-4,0
12. 187 kg NP 19-8-0 m. S	36	15		11	9	103	10	5,1	0,36	3,1	0,20	29,1	82	59	35,3	338	6,13	1,2	1,3	-0,2
13. 250 kg NPK 13-6-20 m. S	33	15	50	11,5	9	103	10	5,0	0,34	3,9	0,19	7,6	96	65	34,1	333	6,15	1,7	1,6	-3,0
14. 214 kg NP 17-7 m. S ⁵⁾	36	15		5,8	9	103	10	5,2	0,32	3,2	0,20	7,2	85	56	36,5	354	6,15	3,2	3,9	2,4
15. 37,5 kg NP 19-8-0 m. S ⁶⁾	7,5	3		2,0	9	96	9	4,7	0,25	3,2	0,18	13,3	71	49	35,3	345	6,14	-3,4	-2,0	-2,3
16. 93,5 kg NP 19-8-0 m. S ⁶⁾	18	7,5		5,3	7	87	6	5,1	0,33	3,0	0,19	28,0	90	55	34,7	328	6,17	-7,3	-7,2	-8,0
17. 187 kg NP 19-8-0 m. S ⁶⁾	36	15		10,6	6	71	4	5,4	0,42	3,3	0,24	25,2	84	65	33,8	326	6,19	-26,1	-20,6	-22,1
18. 43 kg NP 17-7 m. S ⁵⁾	7	3		1,2	9	96	9	4,8	0,28	3,2	0,19	7,2	87	52	36,0	351	6,19	-1,9	-0,1	-0,5
19. 107 kg NP 17-7 m. S ⁵⁾	18	7		2,9	6	70	5	5,5	0,36	3,4	0,35	6,4	133	112	35,2	348	6,21	-22,4	-15,9	-16,6
20. 214 kg NP 17-7 m. S ⁵⁾	36	15		5,8	1	52	3	5,8	0,44	3,3	0,38	6,7	178	114	34,8	323	6,17	-114,2	-92,5	-94,0
LSD																		24,4	22,0	
																				fortsættes