



VIDENCENTRET FOR LANDBRUG

Oversigt over **Landsforsøgene 2011**



Den Europæiske Union ved Den Europæiske Fond for
Udvikling af Landdistrikter og Ministeriet for Fødevarer,
Landbrug og Fiskeri har deltaget i finansieringen af projektet.
Se i øvrigt afsnittet om Sponsorer og uvildighed.

*Foto på omslaget:
Erik Skov Nielsen, Dansk Landbrug Sydhavsoerne.*

Gødskning

Stigende mængder kvælstof

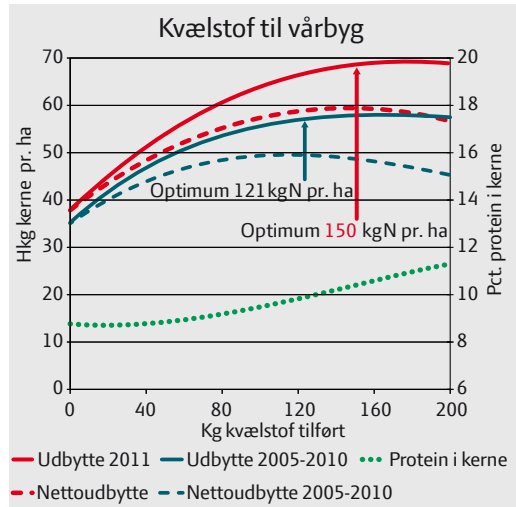
Det er både af økonomiske og miljømæssige årsager vigtigt at kunne bestemme kvælstofbehovet på markniveau så nøjagtigt som muligt. Forsøgene er grundlaget for de kvælstofnormer, der årligt indstilles til NaturErhvervstyrelsen. Forsøgene er ligeledes nyttige til løbende at belyse, hvad de underoptimale kvælstofnormer koster i udbytte. Metoden til at beregne den optimale kvælstofmængde er beskrevet i afsnittet Sorter, priser, midler og udviklingsstadier.

Kvælstofbehovet på den enkelte mark afhænger blandt andet af jordtypen og jordens indhold af organisk stof og kvælstof. Jordfysiske parametre påvirker markens udbyttepotentiale og jordens evne til at frigøre kvælstof og derved kvælstofbehovet. Jordens dyrkningshistorie, herunder forfrugt, tidligere års tilførsel af let omsætteligt organisk stof i form af husdyrgødning og afgrøderester påvirker også kvælstofbehovet. Desuden har klimaet i vækstsæsonen betydning for kvælstofbehovet.

Forsøgene viser en stor variation i kvælstofbehovet mellem markerne. En del af variationen kan skyldes, at bestemmelsen af kvælstofbehovet i enkeltforsøgene er behæftet med en relativt stor usikkerhed. Det kan i nogen grad sløre den systematiske variation som følge af forskelle i forfrugt, eftervirkning af husdyrgødning m.m.

Den store variation i kvælstofbehovet mellem enkeltforsøgene betyder, at man skal være meget forsigtig med at drage konklusioner om en afgrødes normale kvælstofbehov ud fra gennemsnitsresultater af forsøgsserier med mindre end cirka ti forsøg. Sidst i afsnittet er vist en oversigt over resultaterne af de seneste ti års forsøg i forskellige afgrøder, opdelt efter forfrugt og jordtype. Tabel 7 kan bruges som udgangspunkt til at forudsige kvælstofbehovet og udbyttekurven i den enkelte mark.

Alle forsøg med stigende mængder kvælstof i 2011 er etårige. Det vil sige, at forsøgsarealet i årene forud er gødet som den omgivende mark.



Figur 1. Udbytte og nettoudbytte ved stigende mængder kvælstof til vårbyg med forfrugt korn.

Derfor kan resultaterne ikke bruges som udtryk for, hvad det på lang sigt koster at reducere kvælstofmængden.

I 2011 er bytteforholdet mellem korn og kvælstof med de anvendte priser således, at der skal avles 5,7 kg korn for at betale for 1,0 kg kvælstof. Som gennemsnit af årene har bytteforholdet typisk svinget omkring et niveau på 5 kg korn for at betale 1,0 kg kvælstof, og bytteforholdet i 2011 er derfor tæt på gennemsnittet. Men det har svinget meget i de senere år. I 2009 skulle der avles 10 kg korn, mens der i 2010 kun skulle avles 4,3 kg korn for at betale 1,0 kg kvælstof. Bytteforholdet har afgørende indflydelse på den optimale kvælstofmængde. Sidst i afsnittet er vist, hvordan bytteforholdet påvirker den optimale kvælstofmængde.

Kvælstof til vårbyg

Vårbyg med forfrugt korn

Den optimale kvælstofmængde til vårbyg med forfrugt korn er i årets seks forsøg bestemt til 150 kg kvælstof pr. ha, hvilket er 29 kg mere end

Tabel 1. Stigende mængder kvælstof til vårbyg i 2011 og i gennemsnit fra 2006 til 2010. (N1)

Vårbyg	2006-2010			2011				
	Kar. for lejesæd ved høst ¹⁾	Procent råprotein i kernestof	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha	Kar. for lejesæd ved høst ¹⁾	Procent råprotein i kernestof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha	Netto-merudb., hkg kerne pr. ha
<i>Forfrugt korn</i>								
Antal forsøg	48	48	48	6	6	6	6	6
Grundgødet	0,1	10,6	35,4	0,0	8,8	45	37,9	-
40 N	0,2	10,6	11,3	0,0	8,7	61	13,4	10,5
80 N	0,4	11,2	18,4	0,0	9,2	76	22,9	17,7
120 N	1,1	12,1	21,7	0,9	9,9	89	28,6	21,1
160 N	1,7	12,9	22,3	3,6	10,5	98	31,0	21,1
200 N	2,2	13,5	22,2	5,0	11,3	106	31,0	18,9
LSD						7	3,6	
				2006-2010		2011		
<i>Gns. N-min i rodzonen, kg N pr. ha</i>				43 (8-100)		29 (8-44)		
<i>Gns. opt. N-mængder, kg N pr. ha</i>				121 (52-225)		150 (118-228)		
<i>Gns. merudb. ved opt., hkg pr. ha</i>				23,2 (7,4-42,9)		31,6 (26,5-40,4)		
<i>Proteinkorrigeret optimum</i>				125 (55-240)		157 (123-240)		
<i>Forfrugt fabriksroer</i>								
Antal forsøg	9	9	9	3	3	3	3	3
Grundgødet	0,1	9,4	31,6	0,0	10,3	54	38,4	-
40 N	0,0	9,4	14,7	0,3	9,6	73	17,2	14,3
80 N	0,5	10,0	23,4	1,9	9,9	91	29,1	23,9
120 N	2,0	11,0	28,7	3,7	10,9	110	35,5	27,9
160 N	3,1	11,7	29,6	5,6	11,2	115	37,5	27,7
200 N	3,4	12,2	28,6	7,6	11,8	114	32,7	20,5
LSD						13	9	
				2006-2010		2011		
<i>Gns. N-min i rodzonen, kg N pr. ha</i>				42 (26-77)		63 (44-100)		
<i>Gns. opt. N-mængder, kg N pr. ha</i>				126 (82-155)		137 (115-154)		
<i>Gns. merudb. ved opt., hkg pr. ha</i>				29,5 (14,1-43,2)		37,5 (33,1-40,3)		
<i>Proteinkorrigeret optimum</i>				130 (87-160)		141 (121-159)		

¹⁾ Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd.

i årene forud. Indholdet af tilgængeligt kvælstof i jorden (N-min), målt før anlæg af forsøgene, har været 14 kg kvælstof lavere end normalt. Se tabel 1. Forsøgene er ligeligt fordelt på ler- og sandjord.

Udbyttet i det ugødede forsøgsled har været på niveau med de forudgående år, mens merudbyttet for at tilføre kvælstof i 2011 er betydeligt højere. Ved optimum er der i 2011 høstet 69,5 hkg eller 12 hkg pr. ha mere end i årene forud. Proteinindholdet er betydeligt lavere end i de foregående år ved samme kvælstofniveau. Det kan skyldes den lavere kvælstofforsyning fra jorden, kombineret med et højere udbyttensniveau.

Vårbyg med andre forfrugter

Den optimale kvælstofmængde til vårbyg med forfrugt sukkerroer er i tre forsøg på Lolland be-

stemt til 137 kg kvælstof pr. ha, hvilket er 11 kg pr. ha mere end i de foregående år. I to forsøg på forsøgsgården Ytteborg med vårraps og alm. rajgræs som forfrugt er den optimale kvælstofmængde bestemt til henholdsvis 100 og 97 kg kvælstof pr. ha. Udbytteerne i det grundgødede forsøgsled er i begge forsøg meget stort.

Kvælstof til vårhvede

I tre forsøg i vårhvede er den optimale kvælstofmængde bestemt til 145 kg kvælstof pr. ha.

Vårhvede dyrkes normalt til fremstilling af brød. Vårhvede har tidligere typisk være dyrket på lavbundsarealer, men med stigende krav om efterafgrøder, og med det deraf afledte stigende vørsædsareal samt vårhvedens gode kvalitets-egenskaber som brødhvede er der interesse for en øget dyrkning. For at belyse kvælstofbehovet

Tabel 2. Stigende mængder kvælstof til vårhvede. (N2)

Vårhvede	2010			2011				
	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	Nettomerdub., hkg kerne pr. ha
<i>Forfrugt korn</i>								
Antal forsøg	3	3	3	3	3	3	3	3
Grundgødet	0	10,8	34,1	0	10,9	36	22,0	-
50 N v. såning	0	10,9	12,0	0	10,5	52	10,9	9,4
100 N v. såning	0	11,8	19,6	0	11,3	73	21,4	19,0
150 N v. såning	0	13,1	22,8	0	12,5	88	25,4	20,7
200 N v. såning	0	14,2	24,2	1	13,3	95	26,1	18,4
100 N v. såning + 50 N st. 55	0	13,5	21,2	1	13,0	90	24,3	14,4
120 N v. såning + 30 N st. 55	0	13,3	22,6	1	12,7	92	26,2	16,3
150 N v. såning + 30 N st. 55	0	13,8	23,6	1	13,2	97	27,0	15,4
LSD			2,9				8,1	
					2010		2011	
Gns. N-min i rodzonen, kg N pr. ha					58 (35-100)		46 (9-100)	
Gns. opt. N-mængder, kg N pr. ha					139 (109-172)		145 (130-169)	
Gns. merudb. ved opt., hkg pr. ha					23,1 (20,8-26,6)		25,6 (15,3-38,5)	

¹⁾ Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd.

i vårhvede på mineraljord blev der i 2010 påbegyndt en forsøgs serie med stigende mængder kvælstof. I 2011 er der gennemført tre forsøg efter denne forsøgsplan. Kvælstof er tilført før såning, og i de sidste tre forsøgsled er der suppleret med en sengødsning i vækststadium 55. Forsøgsplan og resultater fremgår af tabel 2. To af forsøgene er gennemført på lerjord og et på sandjord. Forfrugten har været korn i to forsøg og vinterraps i ét forsøg.

Udbytniveauet i forsøgene i 2011 er lavt, hvilket skyldes svigtende udbytte i ét af forsøgene. Udbyttet ved den optimale kvælstofmængde er 47,6 hkg pr. ha mod 58,0 hkg pr. ha året før. Nettoudbyttet er stigende til 150 kg kvælstof pr. ha, og den optimale kvælstofmængde er beregnet til 145 kg pr. ha. Ved tilførsel af 150 kg kvælstof pr. ha før såning er der opnået et proteinindhold på 12,5 procent, hvilket er tilstrækkeligt til at opfylde kvalitetskravet til vårhvede til brød på 11,5 procent. Ved at dele kvælstoftilførslen og først tildele 50 eller 30 kg kvælstof pr. ha i vækststadium 55 er der opnået en højere proteinprocent. Jo mere kvælstof der flyttes fra såning til vækststadium 55, jo mere stiger proteinprocenten. Proteinprocenten er dog mere påvirket af den totale kvælstofmængde end af fordelingen af kvælstof. Udbyttet er uafhængigt af fordelingen af kvælstof.

Kvælstof til vinterhvede

I vinterhvedeforsøgene er kvælstoftildelingen i hovedparten af forsøgene sket ad to gange med 50 kg kvælstof pr. ha medio marts og resten fra ultimo april.

Den økonomisk optimale kvælstofmængde er beregnet ved to korrektioner af kornprisen efter proteinindhold, henholdsvis 0,00 og 1,00 kr. pr. hkg pr. procentenhed protein ud fra en kornpris på 135 kr. pr. hkg ved 10,5 procent protein. Der er kun korrigeret for protein op til en proteinprocent på 12,0. Korrektionerne svarer til, at der sælges foderhvede (ingen korrektion for protein), eller at kornet fodres op til svin (1,00 kr. pr. hkg pr. procentenhed protein).

Vinterhvede med forfrugt korn

Den optimale kvælstofmængde til vinterhvede med forfrugt korn er uden korrektion for proteinindhold bestemt til 182 kg kvælstof pr. ha i gennemsnit af otte forsøg i 2011. Det er 5 kg kvælstof mere pr. ha end i årene forud.

Alle forsøg er gennemført på JB 5 til 7. I flere af forsøgene er der tilført betydelige mængder husdyrgødning i årene forud.

Udbyttet i det grundgødede forsøgsled er i 2011 betydeligt mindre end i de foregående år. Merudbyttet for at tilføre kvælstof er betydeligt højere i 2011, men alligevel er udbyttet ved at

Tabel 3. Stigende mængder kvælstof til vinterhvede. (N3)

Vinterhvede	2006-2010			2011			
	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	Nettomerudb., hkg kerne pr. ha
<i>Forfrugt korn</i>							
Antal forsøg	57	62	8	8	8	8	8
Grundgødet	8,6	45,2	0,1	9,3	46	33,2	-
50 N	8,6	18,6	0,2	8,6	71	21,7	18,0
100 N	9,3	33,4	0,2	9,5	98	36,0	29,3
150 N	10,5	40,9	1,1	10,8	124	44,2	34,5
200 N	11,5	43,3	3,6	11,8	143	47,8	35,3
250 N	12,1	44,0	5,5	12,7	153	47,9	32,4
LSD					9	5,0	
				2006-2010	2011		
<i>Gns. N-min i rodzonen, kg N pr. ha</i>				45 (9-100)	38 (30-53)		
<i>Gns. opt. N-mængder, kg N pr. ha</i>				177 (99-238)	182 (142-217)		
<i>Gns. merudb. ved opt., hkg pr. ha</i>				44,4 (11,0-84,1)	47,6 (25,3-61,4)		
<i>Gns. proteinindhold ved optimum</i>				10,9 (9,1-13,2)	11,3 (10,3-12,8)		
<i>Gns. optimal N-mængde korr. for protein</i>				185 (103-300)	185 (148-217)		
<i>Forfrugt vinterraps</i>							
Antal forsøg	20	20	4	4	4	4	4
Grundgødet	8,3	53,2	0	8,8	57	43,4	-
50 N	8,6	18,7	0	8,5	80	19,2	15,4
100 N	9,2	31,7	0	9,5	107	32,1	25,4
150 N	10,0	38,0	1	10,9	129	36,4	26,7
200 N	11,2	40,2	2	11,8	143	37,6	25,1
250 N	11,7	41,7	3	12,7	154	37,9	22,4
LSD					10	5,6	
				2006-2010	2011		
<i>Gns. N-min i rodzonen, kg N pr. ha</i>				45 (21-87)	58 (27-100)		
<i>Gns. opt. N-mængder, kg N pr. ha</i>				169 (72-215)	158 (128-189)		
<i>Gns. merudb. ved opt., hkg pr. ha</i>				40,7 (13,2-60,7)	37,5 (30,3-44,8)		
<i>Gns. proteinindhold ved optimum</i>				10,5 (9,0-12,4)	10,8 (10,4-11,3)		
<i>Gns. optimal N-mængde korr. for protein</i>				179 (78-300)	166 (137-200)		

¹⁾ Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd.

tilføre den optimale kvælstofmængde næsten 9 hkg pr. ha mindre end i de foregående år. Det relativt lille udbytte har medvirket til, at proteinindholdet i kernerne er betydeligt højere i 2011 ved samme kvælstofniveau.

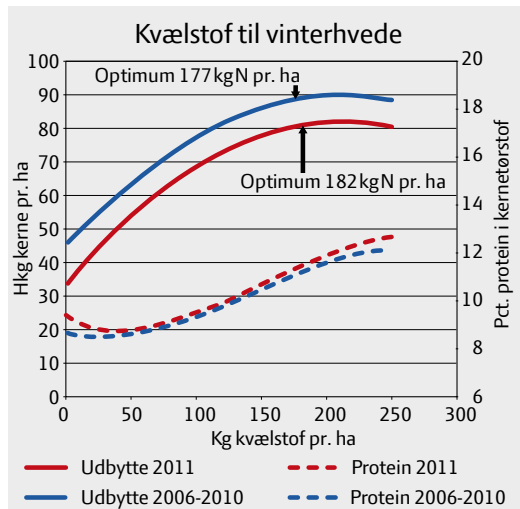
Op til en kvælstoftilførsel på 200 kg kvælstof pr. ha har marginaloptagelsen i kerne i 2011 været 49 procent af det tilførte kvælstof, hvilket er samme niveau som i årene forud.

Med et kvalitetstillæg på 1,00 kr. pr. hkg pr. procentenhed protein op til 12,0 procent protein stiger den optimale kvælstofmængde med 5 kg kvælstof pr. ha.

Vinterhvede med andre forfrugter

I fire forsøg med vinterraps som forfrugt er der i vinterhvede bestemt en optimal kvælstofmængde i 2011 på 158 kg kvælstof pr. ha, hvilket er 11 kg kvælstof pr. ha mindre end i årene forud.

I tabel 3 er vist resultatet af to forsøg med



Figur 2. Udbytte og merudbytte samt proteinindhold i kerne i vinterhvede med forfrugt korn i 2011 og i perioden 2006 til 2010.



◀ Videncentret for Landbrug har i samarbejde med LandboNord og Yara Danmark i perioden 2008 til 2010 afprøvet Yara N-Sensor til styring af kvælstoftilførslen på et stort svinebrug. Projektet viser, at der er et stort potentiale i at forbedre den eksisterende gødskningspraksis. Specielt en mere nøjagtig fastsættelse af indhold og virkning af gylle kan forbedre den økonomiske indtjening. Det har ikke været muligt at påvise et merudbytte eller en forbedret kvælstofudnyttelse i de gennemførte storskalaforsøg. En nærmere dataanalyse viser, at variationen i kvælstoffrigørelsen fra jorden samt variationer i tilført gødning kan forudsiges rimeligt præcis med sensoren. En teoretisk beregning viser, at med den variation, der er på ejendommen, bør gødskning efter sensoren med en optimeret funktion til fordeling af kvælstof kunne øge bruttoudbyttet i korn med 0,5 til 1,0 hkg pr. ha og reducere kvælstofudvaskningen med 1 til 2 kg kvælstof pr. ha. Forskellene er for små til at kunne dokumenteres i storskalaforsøg. Resultaterne er offentliggjort i en særskilt rapport, der kan læses på LandbrugsInfo. Den optimerede teoretiske funktion fremgår af denne rapport.

kvælstof til vinterhvede med kløvergræs og to forsøg med majshelsæd som forfrugt. Tidlig høst af majshelsæd giver mulighed for at etablere vinterhvede efterfølgende. I årets to forsøg med vinterhvede efter majshelsæd på sandjord er der bestemt en optimal kvælstofmængde på 97 kg kvælstof pr. ha. Begge forsøg er gennemført på vandet sandjord. Det relativt lave kvælstofbehov kan skyldes, at begge forsøg er gennemført på arealer med stor tilførsel af husdyrgødning i årene forud, og at der indgår kløvergræs i sædskiftet. Tilsvarende viser to forsøg med vinterhvede efter kløvergræs på JB 4 og 5 kun en gennemsnitlig optimal kvælstofmængde på 75 kg pr. ha. Dette understreger, at nedpløjning af kløvergræs frigiver meget kvælstof.

Kvælstof til vinterbyg

I årets fire forsøg med stigende mængder kvælstof til vinterbyg er bestemt et optimalt kvælstofbehov på 172 kg kvælstof pr. ha. Det er 18 kg kvælstof højere end i årene forud.

Tabel 4. Stigende mængder kvælstof til vinterhvede med forfrugt kløvergræs eller majshelsæd. (N3)

Vinterhvede	Forfrugt kløvergræs				Forfrugt majshelsæd			
	Kar. for lejesæd ved høst ¹⁾	Procent råprotein i kernetørstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	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
Antal forsøg	2	2	2	2	2	2	2	2
Grundgødet	0	10,3	88	57,1	0,0	10,2	70	46,3
50 N	1	10,5	110	12,8	1,0	10,0	88	12,5
100 N	2	12,0	128	14,3	1,5	11,5	125	26,6
150 N	3	12,3	128	12,6	3,0	13,7	131	18,0
200 N	5	12,9	126	8,6	5,0	13,5	131	18,8
250 N	7	13,1	121	4,9	7,4	13,9	123	13,4
LSD			ns	ns			35	ns
				2011				2011
Gns. N-min i rodzonen, kg N pr. ha				69 (53-85)				33 (32-34)
Gns. opt. N-mængder, kg N pr. ha				75 (60-90)				97 (95-98)
Gns. merudb. ved opt., hkg pr. ha				14,6 (10,8-18,3)				22,7 (18,1-27,3)
Gns. proteinindhold ved optimum				11,2 (10,5-12,0)				11,4 (11,0-11,8)
Gns. optimal N-mængde korr. for protein				79 (62-97)				100 (98-102)

¹⁾ Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd.

Tabel 5. Stigende mængder kvælstof til vinterbyg. (N4)

Vinterbyg	2006-2010			2011			
	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	Nettomerdub., hkg kerne pr. ha
<i>Forfrugt korn</i>							
Antal forsøg	11	11	4	4	4	4	4
Grundgødet	9,3	27,7	0,1	10,6	36	24,6	-
50 N	8,9	18,1	1,1	9,8	62	21,8	17,9
100 N	10,0	32,5	1,2	10,5	89	37,9	31,1
150 N	11,8	37,6	2,8	11,7	113	45,9	36,3
200 N	13,3	39,1	4,1	12,6	128	49,9	37,4
LSD					7	3,5	
				2006-2010		2011	
<i>Gns. N-min i rodzonen, kg N pr. ha</i>				36 (14-100)		33 (27-37)	
<i>Gns. opt. N-mængder, kg N pr. ha</i>				154 (107-198)		172 (157-179)	
<i>Gns. merudb. ved opt., hkg pr. ha</i>				39,8 (23,4-57,2)		48,8 (47,1-50,2)	
<i>Gns. proteinindhold ved optimum</i>				10,8 (8,8-13,8)		10,9 (10,3-11,4)	
<i>Gns. optimal N-mængde korr. for protein</i>				164 (113-214)		180 (174-187)	

¹⁾ Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd.

Forsøgene er gennemført på JB 3 til 7, og i tre af forsøgene er der tilført væsentlige mængder husdyrgødning i årene forud. Udbyttene i 2011 er betydeligt højere end de foregående år, hvilket kan skyldes, at en større andel af forsøgene er gennemført på lerjord.

Kvælstof til vinterraps

I tabel 6 er vist resultaterne af 11 forsøg med stigende mængder kvælstof til vinterraps i perioden 2006 til 2011. Ét af forsøgene er gennemført i 2011.

Kvælstofmængden om foråret er udbragt ad to gange, henholdsvis ultimo marts og medio april. I nogle af forsøgene er der tildelt kvælstof i

handelsgødning om efteråret og i enkelte tilfælde kvælstof i husdyrgødning ud over forsøgsbehandlingerne forår.

I 11 forsøg, gennemført i perioden 2007 til 2011, er der bestemt en optimal kvælstofmængde på 191 kg kvælstof pr. ha. Dertil skal lægges den mængde kvælstof, som forsøgene kan være tildelt om efteråret.

Andre forsøg med stigende mængder kvælstof

I kernemajs er der gennemført tre forsøg med stigende mængder kvælstof. Tilsvarende er der gennemført to forsøg i majshelsæd. Resultaterne heraf fremgår af afsnittet om majs.

Oversigt over forsøg med stigende mængder kvælstof

I tabel 7 ses et sammendrag af ti års forsøg med kvælstof til forskellige afgrøder.

Hvor der er tilstrækkeligt mange forsøg, er de 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.

I vårbyg er udbyttet ved såvel den optimale kvælstofmængde som i det grundgødede forsøgsled større på JB 5 og 6 end på JB 1 til 4. Kvælstofbehovet er ikke væsentligt forskelligt på de to jordtyper trods udbytteforskellene, fordi indholdet af N-min ved vækstsæsonens begyndelse er lavest på JB 1 til 4. Det største kvælstofbehov

Tabel 6. Stigende mængder kvælstof til vinterraps. (N5)

Vinterraps	2006-2011		
	Pct. olie i tørstof	Udbytte og merudbytte, hkg frø pr. ha	Nettomerdub., hkg frø pr. ha
<i>Forfrugt korn</i>			
Antal forsøg	11	11	11
Grundgødet	50,1	23,4	-
50 N	50,0	7,9	6,2
100 N	49,1	13,3	10,4
150 N	47,9	17,0	12,8
200 N	47,0	18,8	13,5
250 N	46,2	20,5	13,9
LSD		2,3	
		2006-2011	
<i>Gns. N-min i rodzonen, kg N pr. ha</i>		27 (11-58)	
<i>Gns. opt. N-mængder, kg N pr. ha</i>		191 (59-244)	
<i>Gns. merudb. ved opt., hkg pr. ha</i>		1.954 (337-2.780)	

Tabel 7. Optimale kvælstofmængder uden hensyntagen til proteinindholdet, 2002 til 2011

Afgroede	Forfrugt	JB nr.	Husdyr-gødning i sædskiftet	Antal forsøg	N-min, kg N pr. ha	Udb. og merudb., hkg pr. ha						Økonomisk optimal udbytte, hkg pr. ha	Økonomisk optimal N-tilførsel, kg N pr. ha
						Handelsgødning, kg N pr. ha							
						0	40	80	120	160	200		
Vårbyg	Korn	1-4	Nej	10	17	30,6	12,6	22,1	26,7	27,7		59,6	139
Vårbyg	Korn	1-4	Ja	41	38	33,5	10,1	16,9	19,7	20,4		54,4	120
Vårbyg	Korn	5-6	Nej	16	50	38,8	13,0	19,6	23,8	24,4		64,6	120
Vårbyg	Korn	5-6	Ja	16	68	35,9	11,8	19,1	22,8	23,2		59,1	119
Vårbyg	Korn	7-9	Nej	9	45	34,6	12,8	23,1	26,7	31,3		66,7	158
Vårbyg	Sukkerroer	5-6	Nej	11	54	37,0	12,7	21,0	25,2	26,5		63,2	123
Vårbyg	Sukkerroer	7-9	Nej	6	39	33,3	16,1	27,8	31,6	32,5		65,6	123
Vårbyg	Kartofler	1-4	Nej	7	16	22,3	17,8	26,2	30,0	31,9		56,9	127
Vårbyg	Kløvergræs	1-4	Ja	5	48	55,3	1,5	-0,9	-0,2	-1,4		56,7	13
Havre	Korn	1-4	Ja/nej	6	38	30,0	13,7	19,9	22,3	21,9		52,5	105
Vinterrug ¹⁾	Korn	1-4	Ja/nej	15	23	28,5	14,7	24,6	29,8	32,5		59,7	135
						Handelsgødning, kg N pr. ha							
						0	50	100	150	200	250		
Vinterhvede	Korn	1-4	Nej	3	30	40,5	19,3	30,1	34,0	36,2	35,9	76,7	141
Vinterhvede	Korn	1-4	Ja	19	38	37,3	16,7	27,3	32,2	33,3	33,8	71,6	158
Vinterhvede	Korn	5-6	Nej	39	44	39,8	19,9	36,5	44,8	48,1	49,5	89,3	192
Vinterhvede	Korn	5-6	Ja	22	42	42,4	21,5	36,3	44,0	46,5	46,8	89,8	173
Vinterhvede	Korn	7-9	Nej	27	40	41,3	19,3	35,9	45,2	50,0	51,5	92,5	197
Vinterhvede	Korn	7-9	Ja	7	32	42,1	13,3	26,6	33,3	37,0	38,2	79,6	186
Vinterhvede	Raps	1-4	Ja	6	57	43,8	16,1	25,9	30,1	29,3	30,2	74,5	141
Vinterhvede	Raps	5-9	Ja	11	46	52,7	20,4	31,3	36,6	37,8	37,5	90,8	147
Vinterhvede	Bælgæd	1-4	-	4	55	40,3	25,2	38,9	45,8	46,7	49,7	89,6	168
Vinterhvede	Bælgæd	5-6	-	5	46	57,3	19,4	34,0	39,6	41,1	41,1	101,3	168
Vinterhvede	Kløvergræs mv.	4-9	Ja	15	51	60,5	14,8	23,0	26,7	26,4	24,4	88,5	135
Vinterbyg	Korn	1-4	Ja	13	35	30,5	17,9	30,5	34,8	36,5		67,3	154
Vinterbyg	Korn	5-9	Nej	7	36	30,1	19,0	36,0	42,6	46,5		76,5	178
Triticale	Korn	1-10		25	29	23,2	14,4	23,2	26,3	26,9	28,4	51,7	148
Vinterraps ²⁾		5-9		4	32	21,0	5,9	10,5	12,8	14,8	16,6	36,2	175
Vinterraps ²⁾		1-4		16	27	26,1	7,5	13,2	16,4	18,5	19,3	45,1	193
						Udb. og merudb., kg frø pr. ha							
						0	40	80	120	160	200	Kg frø pr. ha	
Alm. rajgræs ³⁾				10		458	315	558	728	820	823		
						0	20	40	60			Kg frø pr. ha	
Rødsvingel ^{3), 4)}				7		996	106	151	232				
						100	130	160	190			Kg frø pr. ha	
Engragræs ³⁾				8		1.075	90	115	77				
						Udb. og merudb., hkg sukker pr. ha						Hkg sukker pr. ha	
Sukkerroer ³⁾		4-7		12		97,5	23,4	31,9	34,4	33,2		130	92
						Udb. og merudb., hkg knolde pr. ha						Hkg knolde pr. ha	
Kartofler ³⁾				15	30	347	72	121	154	176	191	554	232
						Udbytte og merudb., afgrødeenh. pr. ha						Afgrodeenh. pr. ha	
						0	50	100	150	200	250		
Silomajs ³⁾	-	-	Ja	28	56	119,7	8,5	12,6	13,8	14,3	13,5	134	107

¹⁾ For triticale, vinterrug, frøgræs, kartofler og silomajs og vinterhvede med forfrugt kløvergræs er anvendt forsøg tilbage til 1995.

²⁾ Vinterraps: Efterårstilførsel af kvælstof ikke medregnet.

³⁾ Kopi fra 2010.

⁴⁾ Rødsvingel er tildelt ca. 60 kg kvælstof pr. ha om efteråret.

er bestemt på JB 7 til 9, hvor udbyttet også er størst. Det kan være et udtryk for regionale forskelle i kvælstofbehovet, idet der er en overvægt af forsøg på JB 7 til 9 på Lolland-Falster. Udbyttet i det grundgødede forsøgsled er langt større efter kløvergræs end efter andre forfrugter, og den optimale kvælstofmængde er beregnet til kun 13 kg kvælstof pr. ha. Det skyldes dels eftervirkningen af selve afgrøden, dels af den husdyrgødning, der er afsat under afgræsning af arealet.

I havre er der ved samme udbyttensniveau bestemt et betydeligt mindre kvælstofbehov end i vårbyg.

I vinterhvede er tendensen den samme som i vårbyg. Kvælstofbehovet på JB 1 til 4 og på JB 5 og 6 er på samme niveau, mens behovet er lidt større på JB 7. Ved forfrugt raps er der generelt tildelt husdyrgødning i sædskiftet. Kvælstofbehovet er lavt samtidig med, at udbyttet i det ugødede forsøgsled er stort. Udbyttensniveauet er generelt højere end efter korn. Også i vinterhvede efter kløvergræs (inklusive lucerne til slæt) er der et betydeligt mindre kvælstofbehov end efter korn.

Forsøgene i vinterrug og tritcale er overvejende gennemført på JB 1 til 4. I forhold til udbyttensniveauet er der fundet et stort kvælstofbehov i tritcale.

I tabel 7 er vist resultaterne af alle forsøg med kartofler, sukkerroer, alm. rajgræs og rødsvingel til frø uden opdeling efter forfrugter og husdyrgødning i sædskiftet forud for afgrøden. I kartofler er der fundet et stort kvælstofbehov, mens behovet i sukkerroer har været beskedent. I rødsvingel er der kun målt på forårstilførsel af kvælstof. De fleste forsøg er derudover tildelt cirka 60 kg kvælstof pr. ha om efteråret.

Mange års forsøg med stigende mængder kvælstof har vist, at behovet varierer meget fra mark til mark. De vigtigste faktorer, der skal indgå i fastsættelsen af kvælstofbehovet, er forfrugten, dyrkningshistorien inklusive tilførslen af husdyrgødning i de tidligere år, udbyttensniveauet og jordtypen. En mere præcis fastsættelse af kvælstofbehovet kan ske ud fra en bestemmelse af jordens N-min indhold i det tidlige forår.

Prisrelationernes betydning for den optimale kvælstofmængde

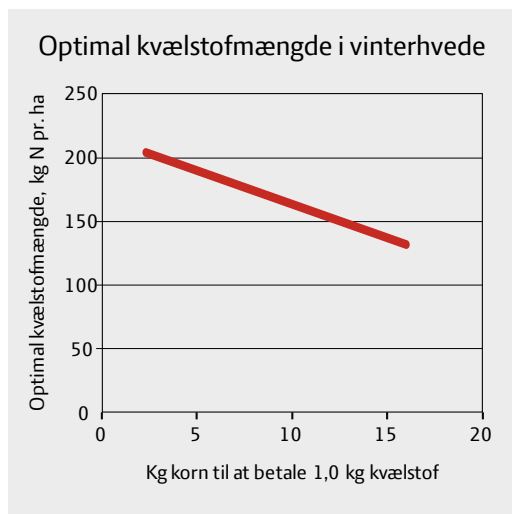
I de senere år har prisen på både kvælstof og korn svinget meget. Forholdet mellem kornpris

Tabel 8. Prisrelationernes betydning for den optimale kvælstofmængde i vinterhvede, 127 forsøg fra 2001 til 2010 med forfrugt korn

Vinterhvede	Kr. pr. hkg				
	75	100	125	150	175
Kr. pr. kg N	Optimal kvælstofmængde, kg kvælstof pr. ha				
4,00	188	195	199	202	205
6,00	173	184	190	195	198
8,00	159	173	182	188	192
10,00	146	163	173	180	185
12,00	132	152	165	173	179

og kvælstofpris påvirker den optimale kvælstofmængde. Med en kornpris på 125 kr. pr. hkg og en kvælstofpris på 5,40 kr. pr. kg kvælstof skal der cirka 4,3 kg korn til at betale 1,0 kg kvælstof. Koster kvælstof derimod 8,00 kr. pr. kg og korn 80 kr. pr. hkg, skal der 10 kg korn til at betale 1,0 kg kvælstof. Dermed bliver den optimale kvælstofmængde lavere. Kvælstofmængden i det enkelte år skal derfor afpasses efter bytteforholdet mellem afgrøde og kvælstof.

I tabel 8 er vist en beregning af den økonomisk optimale kvælstofmængde til vinterhvede



Figur 3. Betydning af bytteforholdet (antal kg korn til at betale 1,0 kg kvælstof) for den optimale kvælstofmængde i vinterhvede. Beregnet ud fra 127 forsøg med forfrugt korn i perioden 2002 til 2011.

ved forskellige priser på korn og kvælstof. Beregningen er foretaget på 127 forsøg i perioden 2001 til 2010 med forfrugt korn.

Den optimale kvælstofmængde kan for eksempel ved en kornpris på 125 kr. pr. hkg og en kvælstofpris på 6,00 kr. pr. kg beregnes til 190 kg kvælstof pr. ha. Hvis kornprisen igen falder til 75 kr. pr. hkg, og kvælstofprisen stiger til 8 kr. pr. kg, falder den optimale kvælstofmængde til 159 kg pr. ha. Kvælstofprisen betyder meget ved lave kornpriser, hvor den optimale kvælstofmængde falder cirka 6 kg pr. ha ved en ændring i kvælstofprisen på 1,00 kr. pr. kg. Kornprisen har tilsvarende størst betydning ved høje kvælstofpriser, hvor den optimale kvælstofmængde ændres med 6 til 8 kg kvælstof ved en ændring i prisen på 20 kr. pr. hkg.

Betydningen af bytteforholdet mellem vinterhvede og kvælstof for den optimale kvælstofmængde kan ses i figur 3.

Kvælstofprognose og kvælstofbehov

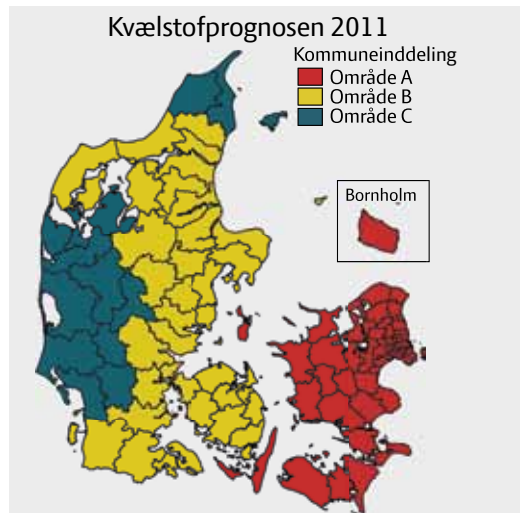
Kvælstofprognosen for 2011 viser et større kvælstofbehov end normalt. På lerjord er kvælstofbehovet 15 kg kvælstof større end normalt i de østlige egne af landet, og på Fyn og i Østjylland er det 5 kg større end normalt. I Vestjylland og i Vendsyssel er kvælstofbehovet normalt.

Det er beregnet, at kvælstofprognosen på landsplan vil resultere i et kvælstofbehov, der er cirka 6.500 ton eller knap 4 kg pr. ha større end normalt.

Kvælstofprognosen er en forudsigelse af forskellen mellem kvælstofbehovet i det aktuelle år og kvælstofbehovet i et normalt år. Kvælstofbehovet kan beregnes på grundlag af kendskab til N-min indholdet i rodzonen om foråret. Kvælstofprognosen beregnes ud fra forskellen mellem N-min indholdet i det aktuelle år og det gennemsnitlige N-min indhold i de forudgående 11 år. Prognosen gælder for korn og forårssæede afgrøder og skal i henhold til lovgivningen anvendes, uanset om der tilføres husdyrgødning til afgrøden eller ej. Prognosen gælder ikke for afgrøder med stor kvælstofoptagelse i vinterhalvåret, fordi N-min indholdet her altid er lavt og forskellene fra år til år derfor ubetydelige.

Kvælstofprognosen for 2011 er beregnet på grundlag af målinger på 150 marker i KVADRATNETTET i februar, suppleret med modelberegninger. Resultaterne af N-min målingerne samt modelberegningerne er sammenholdt med det gennemsnitlige N-min indhold, målt i perioden 2000 til 2010. Grundlaget for modellen er resultaterne af N-min målinger, oplysninger om vejrforhold samt jordtype og dyrkningsforhold i KVADRATNETTET siden 1988.

N-min indholdet i foråret 2011 har været betydeligt lavere end forventet ud fra nedbørstal-



Figur 4. Områdeinddeling til kvælstofprognosen 2011. Opdelingen er baseret på aktuel nedbør i perioden september 2010 til februar 2011, sammenholdt med gennemsnitsnedbøren i perioden for årene 1999/2000 til 2009/2010. Kvælstofprognosen for område A, B og C fremgår af tabel 9.

Tabel 9. Prognosen angiver afvigelser fra det normale behov for tilførsel af kvælstof (kg kvælstof pr. ha). Områdeinddelingen fremgår af figur 4. Prognosen gælder for korn og forårssæede afgrøder

Område	Grovsand JB 1 og 3	Finsand JB 2 og 4	Lerjord JB over 4
A	0	5	15
B	0	0	5
C	0	0	0

lene. Nedbøren har i de tre prognoseområder været fra 20 til 115 mm mindre end normalt. På Sjælland, Lolland-Falster og Bornholm har N-min indholdet været betydeligt lavere end normalt, især på lerjord. I Vestjylland og i Vendsyssel har N-min indholdet været normalt. I den resterende del af Jylland og på Fyn har N-min indholdet været normalt eller lidt mindre end normalt.

På grund af den afvigende sammenhæng mellem nedbør og de målte N-min indhold er der gennemført en udredning af, om den nedbørsperiode, der anvendes ved fastlæggelse af prognoseområderne det enkelte år, er korrekt. Udredningen viser, at sammenhængen mellem nedbør og N-min målt i februar er bedst, når nedbøren i perioden september til februar anvendes. Inddragelse af nedbøren i juli og august fører generelt til dårligere korrelationer. Det samme gælder i endnu højere grad ved kun at anvende nedbøren i perioden fra oktober til februar. Vinteren 2010 til 2011 var en undtagelse, fordi meget store nedbørsmængder i august har reduceret N-min indholdet i februar betydeligt. Inddragelse af nedbøren i august 2010 bidrager væsentligt til forklaringen af de lave N-min indhold, målt i februar 2011. Under alle omstændigheder har valget af nedbørsperiode ingen direkte betydning for prognosens størrelse. Nedbøren anvendes udelukkende til inddeling af landet i områder og i modelberegninger.

Prognosen er udarbejdet af Videntret for Landbrug, Planteproduktion i samarbejde med Aarhus Universitet, som har indstillet kvælstofprognosen til NaturErhvervstyrelsen. NaturErhvervstyrelsens bekendtgørelse om kvælstofprognosen for 2011 er trådt i kraft den 20. marts 2011.

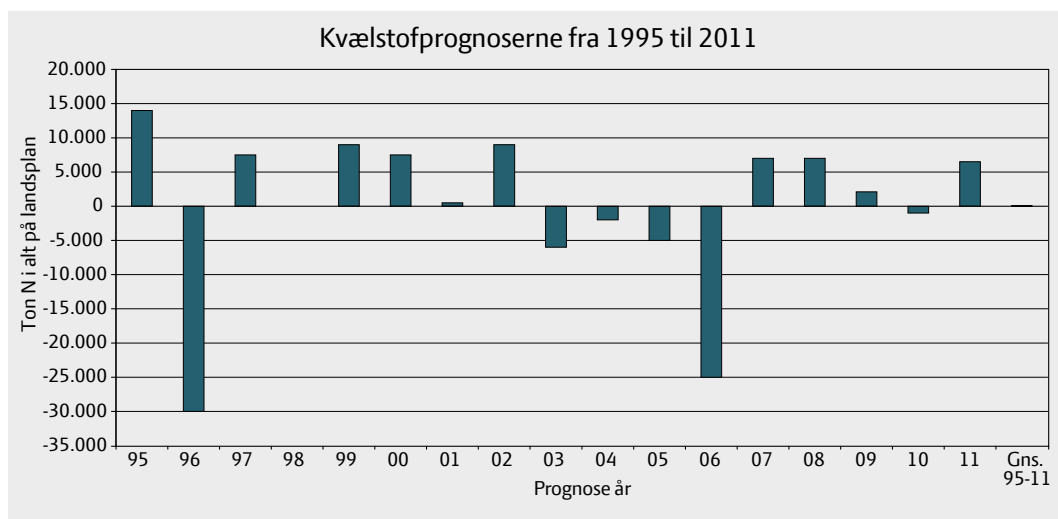
Prognosen er vist for område A, B og C i figur 4 og i tabel 9.

Kvælstofprognoserne fra 1995 til 2011

I figur 5 er vist kvælstofprognoserne fra 1995 til 2011. Det fremgår, at ud af en periode på 17 år er der 11 år med positiv kvælstofprognose (større kvælstofbehov end "normalt") og seks år med negativ prognose (mindre kvælstofbehov end "normalt"). Af figuren fremgår, at kvælstofprognoserne i gennemsnit over årene er meget tæt på 0. I gennemsnit af alle 17 år har prognosen angivet et merbehov på i alt cirka 66 ton kvælstof på i alt 1,9 mio. ha. Som gennemsnit af årene har kvælstofprognosen som forventet ikke påvirket kvælstofbehovet.

Optiske metoder til fastsættelse af kvælstofbehovet

Forsøg i 2010 og 2011 viser, at det er muligt at bestemme optagelsen af kvælstof i vinterhvede i april og maj med optiske målinger. Optagelsen af kvælstof i vinterhvede i april/maj er korreleret



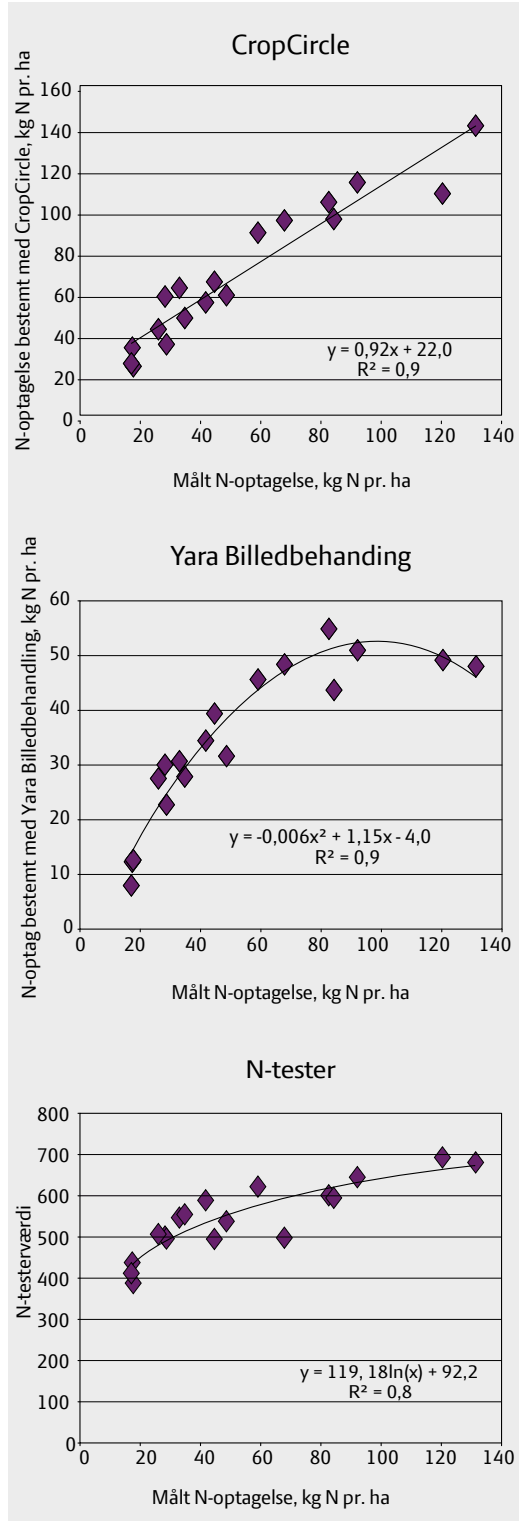
Figur 5. Kvælstofprognoserne fra 1995 til 2011 på landsplan.

med markens behov for at få tilført ekstra kvælstof. Det tyder derfor på, at de optiske metoder kan forbedre fastsættelsen af behovet for tilførsel af kvælstof på markniveau.

Der er i både 2010 og 2011 afprøvet tre metoder, som alle kan give et bud på kvælstofoptagelsen i vinterhvede ud fra optiske målinger. Metoderne kan potentielt anvendes til at fastsætte markens kvælstofbehov og dermed behovet for tildeling af restkvælstof. Denne anvendelse forudsætter, at metoderne kan give retvisende bud på kvælstofoptagelsen, samt at markens kvælstofbehov kan relateres til kvælstofoptagelsen ved måletidspunktet i april/maj. Resultaterne fra 2010 er afrapporteret i Oversigt over Landsforsøgene 2010, side 211. I 2011 er metoderne testet på seks forskellige lokaliteter med vinterhvede. For at få så stor variation i kvælstofbehovet som muligt er der valgt forsøgslokaliteter, hvor kvælstofbehovet forventes at være stort (korn som forfrugt og ingen husdyrgødning i årene forud), og hvor kvælstofbehovet forventes at være lavt (kløvergræs som forfrugt).

De tre afprøvede metoder er CropCircle, Yara Billedbehandling og N-tester. CropCircle er et udstyr, som måler afgrødens RVI (Relative Vegetation Index) via målinger af det lys, der reflekteres fra afgrøden. Udstyret køres henover afgrøden, og ud fra en beskrevet sammenhæng kan RVI-målingerne omsættes til et mål for kvælstofoptagelsen. Ved Yara Billedbehandling-metoden omsættes fotos, taget med mobiltelefon, til et mål for kvælstofoptagelsen i afgrøden. I forsøgene er der taget otte billeder pr. forsøgsled, og Yara har derefter beregnet en kvælstofoptagelse for hvert billede. N-testeren er en hurtig metode til bestemmelse af blades klorofylindhold, som antages at være proportionalt med kvælstofoptagelsen. I forsøgene er der målt på 30 blade pr. forsøgsled, og N-testeren har derudfra givet en relativ værdi for kvælstofoptagelsen. Ud over de tre optiske metoder er kvælstofop-

Figur 6. Sammenhænge mellem kvælstofoptagelsen, målt ved planteklip, og kvælstofoptagelsen, bestemt med tre forskellige optiske metoder. Målingerne er udført i forsøgsled, som har fået tilført 0, 50 og 200 kg kvælstof pr. ha. Målingerne er udført fra 9. til 13. maj.



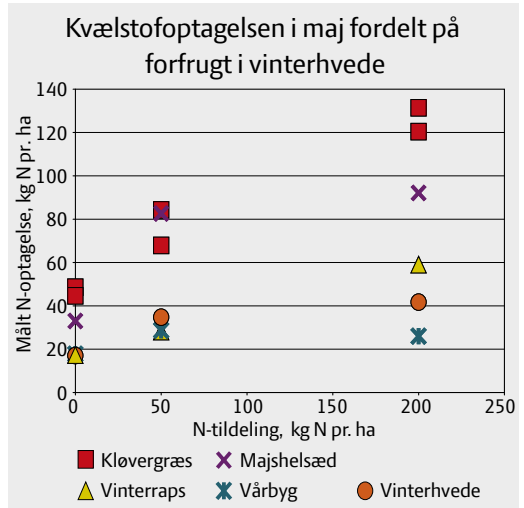
tagelsen desuden bestemt ved analyse af kvælstofindholdet i plantemateriale, afklippet fra 2 m² pr. forsøgsled.

Alle målinger er foretaget i midten af maj i tre forskellige forsøgsled, som forud for målingen har fået tildelt henholdsvis 0, 50 og 200 kg kvælstof. I forsøgsleddet med 50 kg kvælstof er kvælstoftildelingen sket midt i marts, mens der i forsøgsleddet med 200 kg kvælstof er tilført 50 kg kvælstof pr. ha midt i marts og 150 kg kvælstof pr. ha midt i april.

Hvor godt bestemmer metoderne kvælstofoptagelsen ved måletidspunktet?

Figur 6 viser sammenhængen mellem kvælstofoptagelsen, målt ved planteklip, og værdierne, målt med de tre forskellige optiske metoder. Det fremgår, at alle metoderne giver en god korrelation med den målte kvælstofoptagelse. CropCircle giver en lineær sammenhæng, men giver konsekvent for høje estimater for kvælstofoptagelsen (i gennemsnit 18 kg kvælstof pr. ha for højt). Resultaterne fra Yara Billedbehandling udviser en polynomisk sammenhæng til det målte kvælstofoptag. De højeste kvælstofoptagelser underestimeres kraftigt i forhold til de målte optag, således at metoden betyder, at en kvælstofoptagelse på cirka 130 kg pr. ha ligger på samme niveau som en optagelse på cirka 70 kg pr. ha. Ifølge Yara er flere billeder fra især forsøgsleddet med højest kvælstoftildeling præget af, at lysforholdene har fået bladene til at fremstå mere hvide end grønne. Dette kan være årsagen til den kraftige underestimering. I gennemsnit af alle målinger underestimerer Yara Billedbehandling kvælstofoptagelsen med 20 kg kvælstof pr. ha. Hvis forsøgsleddet med højest kvælstoftildeling ikke medtages, estimerer den i gennemsnit kun 12 kg lavere end den målte optagelse. N-testerens relative værdier er i god overensstemmelse med de målte, men ved optagelser over 50 til 60 kg er usikkerheden stor.

Generelt er de afprøvede metoder godt korreleret til den målte kvælstofoptagelse. CropCircle beskriver optagelsen bedst i hele intervallet, mens Yara Billedbehandling og N-tester ikke synes egnede til at måle optagelser over 60 kg kvælstof pr. ha. Resultaterne for CropCircle og Yara Billedbehandling tyder på, at de skal kalibreres.



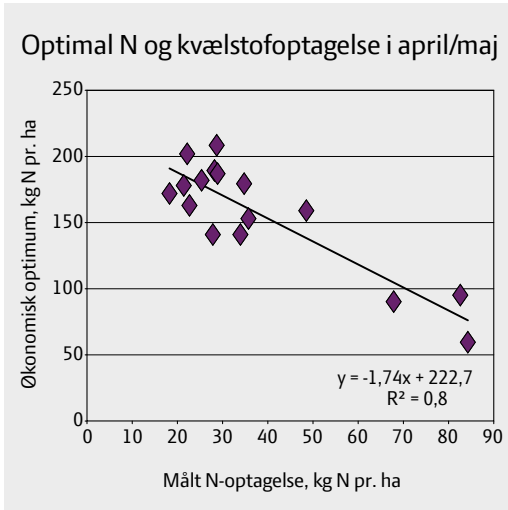
Figur 7. Målt kvælstofoptagelse i maj ved forskellige mængder tildelt kvælstof i marts/april. Kvælstofoptagelsen er målt i vinterhvede med forskellige forfrugter.

Kan kvælstofoptagelsen, målt i maj, sige noget om kvælstoftildelingen i marts/april?

Kvælstofoptagelsen i maj er både påvirket af jordens evne til at frigøre kvælstof og den allerede tilførte kvælstofmængde. I figur 7 ses, at kvælstofoptagelsen i maj er betydeligt større i de to forsøg, hvor kløvergræs er forfrugt, end i forsøgene med korn som forfrugt. Tilførsel af 50 kg kvælstof i marts har i gennemsnit forøget kvælstofoptagelsen med 24 kg, svarende til 48 procent af den tilførte gødning. De ekstra 150 kg kvælstof, tilført i april, har i gennemsnit øget kvælstofoptagelsen med 24 kg, svarende til 16 procent af den tilførte gødning. Forøgelsen af optagelsen er størst i de to forsøg med kløvergræs som forfrugt.

Kan kvælstofoptagelsen, målt i maj, forudsige kvælstofbehovet i marken?

For at undersøge, om den målte kvælstofoptagelse i maj kan anvendes til at forudsige markens kvælstofbehov, er der i figur 8 vist sammenhængen mellem den målte kvælstofoptagelse (ved planteklip) i forsøgsleddet med tilførsel af 50 kg kvælstof pr. ha og den beregnede økonomisk optimale kvælstoftildeling. Data fra både 2010 og 2011 er anvendt. Figuren viser en god



Figur 8. Sammenhæng mellem kvælstofoptagelsen, målt i vinterhvede i april/maj, og den økonomiske optimale kvælstoftildeling. Figuren er baseret på ti forsøg i 2010 og seks forsøg i 2011. Målingerne er udført i forsøgsled, som har fået tilført 50 kg kvælstof pr. ha. I 2010 er målingerne foretaget 19. til 26. april. I 2011 er målingerne foretaget 9. til 13. maj.

lineær sammenhæng mellem det målte optag og det økonomiske optimum ($R^2 = 0,77$). Den gode korrelation hænger sandsynligvis sammen med, at der har indgået forsøg, hvor kløvergræs har været forfrugt, og hvor kvælstofoptagelsen i maj har været høj og optimum lavt. Resultaterne tyder på, at metoder til måling af kvælstofoptagelsen i marken kan bruges ved forudsigelse af kvælstofbehovet.

Hvad betyder en udsættelse af kvælstoftildelingen til vinterhvede?

Forudsætningen for, at de optiske metoders evne til at fastsætte kvælstofbehovet kan anvendes, er, at en udsættelse af kvælstoftilførslen ikke resulterer i en udbyttenedgang. Tildelingen af det resterende kvælstof skal således kunne ske efter det tidspunkt, hvor der kan foretages en rimeligt sikker bestemmelse af kvælstofoptagelsen i afgrøden. For at belyse betydningen af dette er der i forsøgsrækken med stigende mængder kvælstof desuden indgået to forsøgsled, hvor en del af kvælstoftildelingen først er

Tabel 10. Stigende mængder kvælstof til vinterhvede. (N6)

Forsøgsbehandlinger	Kar. for lejesæd ved høst ¹⁾	Procent råprotein i kernetørstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha
<i>2011. 6 forsøg</i>				
Grundgødet	0	9,6	62	43,0
50 N	1	9,4	82	15,4
50 N marts + 50 N april	1	10,2	103	24,9
50 N marts + 100 N april	1	11,3	119	27,7
50 N marts + 150 N april	3	12,2	128	27,5
50 N marts + 200 N april	4	12,7	135	28,3
50 N marts + 100 N st. 32	3	11,1	118	28,6
50 N marts + 100 N april + 50 N st. 32	4	12,3	129	27,2
<i>LSD</i>			18	9,4

¹⁾ Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd.

sket i vækststadium 32. Resultatet af disse forsøg fremgår af tabel 10. Det ses, at udskydelse af tildeling af 50 kg kvælstof pr. ha fra april til vækststadium 32 hverken har resulteret i mindre udbytter eller lavere kvælstofindhold i kernen. Heller ikke udskydelse af tildeling af 100 kg kvælstof pr. ha fra april til vækststadium 32 har resulteret i udbyttenedgang. Forsøgene viser, at tildelingen af restkvælstof godt kan ske, efter der er gennemført optiske målinger. Det må dog bemærkes, at udskydelse af kvælstoftildelingen i begge tilfælde har medført en anelse øget tendens til lejesæd.

Kvælstoftyper, gødningsstrategier og mikronæringsstoffer

Kvælstoftyper i vinterhvede

I tre forsøg i vinterhvede er der målt en dårligere effekt af kvælstof i flydende gødning, amidholdig gødning (DanGødning og i N-32) samt i fast urea end i fast gødning ved ét af de tre tilførselstidspunkter. Tilsætning af ureaseinhibitoren Agrotain har forbedret effekten af såvel flydende gødning som af urea i fast gødning. Resultaterne stemmer godt overens med resultater af 12 forsøg, gennemført fra 2008 til 2010.

I 2008 til 2010 blev der i 12 forsøg målt en dårligere effekt af kvælstof i flydende gødninger og i fast urea end i en fast NS 27-4 gødning. Resultaterne viste tillige, at tilsætning af den såkaldte ureaseinhibitor Agrotain forbedrede effekten af

Tabel 11. Afprøvning af amidholdige gødninger med og uden tilsætning af ureaseinhibitor. (N7)

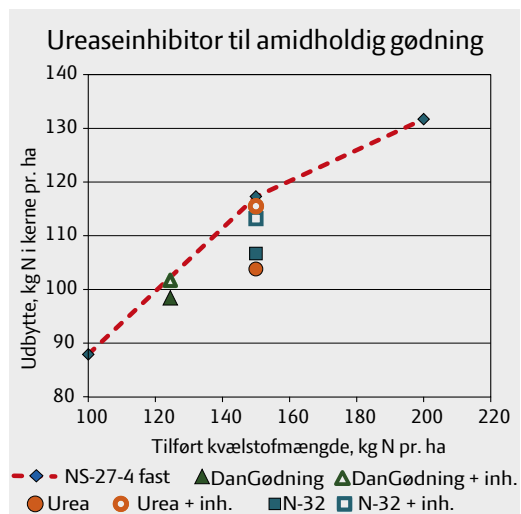
Vinterhvede	Udbragt medio april			Udbragt ultimo april			Udbragt medio maj		
	Pct. råprotein i kernetørstof	Udbytte, kg N pr. ha	Udbytte og merudb., hkg kerne pr. ha	Pct. råprotein i kernetørstof	Udbytte, kg N pr. ha	Udbytte og merudb., hkg kerne pr. ha	Pct. råprotein i kernetørstof	Udbytte, kg N pr. ha	Udbytte og merudb., hkg kerne pr. ha
2011. 3 forsøg									
50 N i NS 27-4	9,9	88	-9,9	10,1	90	-6,8	10,5	94	-5,4
100 N i NS 27-4	11,3	117	69,4	11,4	113	66,3	11,9	116	65,5
150 N i NS 27-4	12,2	132	2,8	12,9	131	2,0	13,1	132	2,1
74 N i DanG	10,6	99	-7,0	10,8	104	-1,7	10,9	102	-2,7
74 N i DanG									
+ Agrotain	10,5	102	-4,5	10,8	103	-2,4	11,1	104	-3,0
100 N i N-32	11,0	107	-4,2	11,3	112	0,1	11,5	116	1,7
100 N i N-32									
+ Agritain	11,3	113	-2,0	11,3	112	0,2	11,5	112	0,0
100 N i urea	10,5	104	-3,2	11,4	114	0,9	11,7	114	-0,3
100 N i urea									
+ Agrotain	11,3	116	-0,6	11,7	116	0,2	11,9	117	0,4
LSD		4	2,2		4	2,2		4	2,2

den flydende gødning N-32. Resultaterne ses i Oversigt over Landsforsøgene 2010, side 213 til 217. Agrotain indeholder forbindelsen nBTPT (N-(n-butyl)-thiophosphoric triamide), der hæmmer omdannelsen fra urea til ammoniak og kuldioxid. På denne måde kan tabet ved ammoniakfordampning reduceres, fordi sandsynligheden øges for, at der kommer nedbør, inden der fordamper ammoniak.

Forsøgene i 2011 er gennemført på lerjord. Hele forsøget er grundgødet med 50 kg kvælstof i svovlsur ammoniak midt i marts. En oversigt over forsøgsbehandlingerne samt resultaterne ses i tabel 11. Agrotain er tilsat de flydende gødninger før udsprøjtning, mens Agrotain er coated på den faste urea i en cementblander. Tilførslen af Agrotain er cirka 9 ml pr. kg amidkvælstof i N-32 og i DanGødning 27-4, mens der er anvendt 6,5 ml pr. kg amidkvælstof i urea. I DanGødning NS 27-4 er der kun tilført 72 kg kvælstof pr. ha, fordi en kemisk analyse af gødningen efter udsprøjtning har vist et kvælstofindhold på kun 22,4 procent. Det skyldes en fejl fra DanGødning ved fremstilling af forsøgsgødningen.

Ved første udbringningstidspunkt er udbyttet med de amidholdige gødninger mindre end med den ammoniunitrat baserede faste NS 27-4 gødning. Ved de to senere udbringningstidspunkter er der ikke signifikante forskelle i udbyttet mellem gødningstyperne. Tilsætning af ureaseinhibitoren Agrotain til de amidholdige gødninger har forbedret effekten ved første udbringnings-

tidspunkt, så effekten af både den flydende N-32 og den faste ureagødning er kommet på niveau med effekten af NS 27-4. I figur 9 vises tillige, at det også er tilfældet for DanGødning NS 27-4. Resultaterne tyder på, at der ved den tidlige udbringning er sket en væsentlig ammoniakfordampning fra de amidholdige gødninger, som er undgået ved tilsætning af Agrotain. Ved de to senere udbringningstidspunkter har ammoniakfordampningen være begrænset. Nor-



Figur 9. Sammenligning af kvælstoftyper til vinterhvede ved udbringning medio april. Gennemsnit af tre forsøg 2011.

Tabel 12. Oversigt over klimaparametre ved de tre udbringningstidspunkter for kvælstofgødning

Udbringning	Nedbør, mm	Gns. temperatur, °C	Maks. temperatur, °C
<i>1. udbringning</i>			
3 dage før	9	9	10
Dagen før	0	8	10
Dagen	0	10	10
Dagen efter	0	10	10
3 dage efter	6	10	11
<i>2. udbringning</i>			
3 dage før	1	12	12
Dagen før	0	11	12
Dagen	0	11	13
Dagen efter	0	11	13
3 dage efter	2	10	13
<i>3. udbringning</i>			
3 dage før	6	12	14
Dagen før	1	13	14
Dagen	3	12	15
Dagen efter	1	12	15
3 dage efter	4	13	15

malt vil man forvente en stigende ammoniakfordampning, jo senere i vækstsæsonen gødningen udbringes, fordi temperaturen stiger. I 2011 har temperaturen næsten været den samme ved alle tre udbringningstidspunkter. Både ved første og andet udbringningstidspunkt har det været tørt i dagene omkring udbringning, mens der ved det sidste udbringningstidspunkt er kommet nedbør omkring udbringning. De vejrmæssige forhold kan ikke umiddelbart forklare, hvorfor ammoniakfordampningen ved anden udbringning tilsyneladende har været beskeden.

Resultaterne af forsøgene i 2011 bekræfter resultaterne af de foregående tre års forsøg. Der kan ske en betydelig ammoniakfordampning ved anvendelse af flydende amidholdige gødninger (N-32 og DanGødning) og af urea under visse klimatiske omstændigheder, og ammoniakfordampningen kan reduceres ved tilsætning af ureaseinhibitoren Agrotain.

Bestemmelse af effekt af urease-inhibitor ved RVI-målinger

I ét forsøg er det undersøgt, om man ved en såkaldt logaritmesprøjtning med stigende dosering af urease-inhibitoren Agrotain via RVI-målinger kan fastlægge den optimale dosering af Agrotain. Resultatet viser, at til trods for en

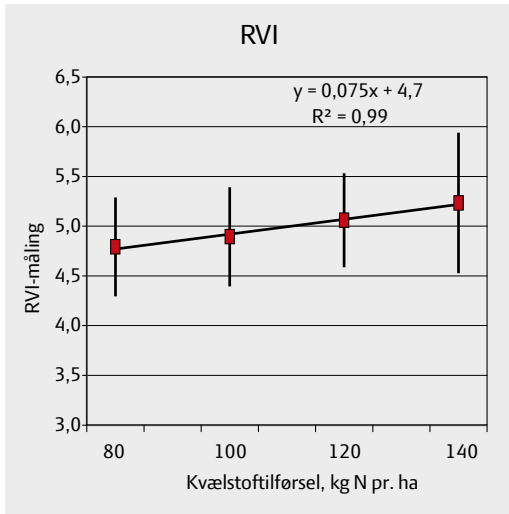
god sammenhæng mellem kvælstoftilførsel og RVI er spredningen på RVI-målingerne for stor til at fastlægge den optimale dosering af Agrotain.

I forsøg med ureaseinhibitoren Agrotain (foregående afsnit) er anvendt den dosering, som firmaet anbefaler. I flydende gødning anvendes 1,5 liter pr. ton N-32. Det svarer til grænseværdien for tilsætning af inhibitoren i EU-lovgivningen. I ét forsøg (07-011-11-11) er der gennemført en logaritmesprøjtning, hvor doseringen af Agrotain er øget fra 0 til 4,5 liter Agrotain pr. ton N-32 gødning. Effekten af kvælstof er forsøgt bestemt ved RVI-målinger (Relativ Vegetation Index), som er godt korreleret med biomassen. For at bestemme sammenhængen mellem RVI-målinger og effekten af kvælstof er der i forsøget indlagt parceller med tilførsel af 80, 100, 120 og 140 kg kvælstof pr. ha i N-32 gødning uden tilsætning af Agrotain.

Af figur 10 fremgår, at der er en god sammenhæng mellem RVI og den tilførte kvælstofmængde i N-32 og ved måling den 18. maj. Ved måling den 18. juni er sammenhængen lidt svagere. Det fremgår imidlertid også, at der er en betydelig spredning i RVI-værdierne ved hvert kvælstofniveau. Denne spredning kan skyldes en vis usikkerhed på målingerne, men også en reel variation i biomasse, der ikke skyldes mængden af tilført kvælstof. I forsøget er ikke målt forskelle i RVI mellem N-32 med og uden tilsætning af ureaseinhibitoren. Spredningen i RVI-målingerne er reelt så stor, at metoden ikke kan anvendes til at fastlægge en mindre forskel i effekten af kvælstof, og det er ikke muligt at fastlægge den optimale dosering af ureaseinhibitoren ved denne metode.

Effekt af ureaseinhibitor og coating af gødning med svovl

I ét forsøg er effekten af tilsætning af ureaseinhibitor til urea og coating af urea med svovl på virkningen af kvælstof undersøgt. Resultatet viser næsten samme effekt af kvælstof i urea som i NS 27-4 og derfor en begrænset effekt af ureaseinhibitoren. Coating af urea med 4 procent svovl har givet et signifikant mindre udbytte. Ren urea har næsten virket på samme niveau som NS 27-4, og der er derfor kun opnået en beskeden effekt af tilsætning af ureaseinhibitoren Agrotain. Se Tabelbilaget, tabel N8.



Figur 10. Sammenhæng mellem kvælstoftilførsel i N-32 og RVI ved måling den 18. maj. Lodret streg angiver spredningen.

Grundgødskning af vinterraps om efteråret

Syv forsøg med grundgødskning af vinterraps om efteråret og med tilførsel af mikronæringsstoffer har vist, at vinterraps kan have behov for tilførsel af kalium og magnesium om efteråret. Der er ikke målt udslag for tilførsel af mikronæringsstofferne mangan, bor og molybdæn.

Vinterraps har en stor næringsstofoptagelse om efteråret. Der er gennemført tre forsøg, hvor virkningen af tilførsel af kalium og magnesium ved såning, udsprøjtning af mangan om efteråret og bor og molybdæn om efteråret og foråret, er afprøvet.

Forsøgene er overvejende gennemført på sandjord i Vestjylland. Ved såning er hele forsøget tilført 30 kg kvælstof og 6 kg fosfor pr. ha i handelsgødning.

Tilførsel af 30 kg kalium før såning har resulteret i et rentabelt, men ikke signifikant merudbytte. Der er ikke opnået merudbytte for kalium ved tilførsel ud over 30 kg kalium pr. ha. Der er ingen sammenhæng mellem kaliumtal, kaliumindhold i afgrøden og det opnåede merudbytte for kalium. Udslaget for kalium skal ses i lyset af, at forsøgene er gennemført på sandjord.

Tilførsel af 30 kg magnesium pr. ha i form af kiserit ved såning i fem forsøg viser et merudbytte på 1,7 hkg frø. I de tre forsøg, hvor mag-

Tabel 13. Grundgødskning af vinterraps. (N9)

Vinterraps	Udbytte og merudbytte, hkg frø pr. ha	Antal forsøg med signifikant positivt udslag	Indhold af plantenæringsstof	
			før sprøjtning efterår	beg. blomstring forår
Kalium, 7 fs.				
1. 0 kg ved såning	39,6			
2. 30 kg ved såning	2,3	0	3,9	1,6
3. 100 kg ved såning	1,3	0		
Magnesium, 5 fs.				
1. 1 kg magnesium ved såning	33,9		0,2	0,3
2. 30 kg magnesium ved såning	1,7	0	0,2	0,2
Mangan, 7 fs.				
1. Ubehandlet	41,9		76,0	73,2
2. 2 x 800 gram mangan efterår	-0,9	0	-	80,2
Bor, 7 fs.				
1. Ubehandlet	41,9		33,9	8,6
2. 1.075 gram efterår	-0,7	0	-	26,2
3. 1.075 gram forår	-0,7	0		
Molybdæn, 7 fs.				
1. Ubehandlet	41,9		1,9	1,5
2. 130 gram efterår	-0,4	1	-	7,8
3. 130 gram forår	-2,2	1	-	-
Mikronæringsstoffer mangan, bor, molybdæn, 7 fs.¹⁾				
1. Ubehandlet	41,9		-	-
2. Tilførsel af mangan, bor, molybdæn	-1,7	1	-	-
EPSO Microtop (magnesium, svovl, bor, mangan), 3 fs.²⁾				
1. Ubehandlet	47,0		-	-
2. 25 kg EPSO Microtop st. 30 og 50	-0,5		-	-

¹⁾ Udsprøjtning af 800 g mangan + 1.075 g bor + 130 g molybdæn 2 gange (efterår og forår).

²⁾ Tilført 2 kg magnesium + 3 kg svovl + 250 gram mangan + 250 gram bor.

nesiumtallet er målt i en jordprøve, udtaget ved anlæg af forsøget, er magnesiumtallet fra et middel til et højt niveau. Indholdet af magnesium i en planteprov, udtaget om efteråret, viser et tilstrækkeligt højt magnesiumindhold til at sikre optimal vækst. Det samme har været tilfældet i en planteprov, udtaget før blomstring om foråret. Tilførsel af magnesium har ikke hævet magnesiumindholdet i afgrøden.

Der er ikke opnået merudbytte for udsprøjtning af mangan, og i ingen af enkeltforsøgene er der opnået et signifikant merudbytte. Det understreger, at vinterraps normalt ikke har behov for tilførsel af mangan. Indholdet af mangan i

planteprovér før sprøjtning er meget varierende, men heller ikke ved det laveste indhold (18 ppm mangan) er der opnået merudbytter for tilførsel af mangan.

Bor er tilført henholdsvis efterår og forår i form af udsprøjtning af 5 kg Solubor pr. ha. Der er ikke opnået merudbytter for udsprøjtning af bor, hverken om foråret eller efteråret. Af planteanalyserne fremgår, at borindholdet om efteråret har været 34 ppm i plantetørstof, hvilket er inden for det optimale område. I ét af de fire forsøg, hvor der er foretaget planteanalyser, er der målt et kritisk lavt indhold af bor (under 15 ppm), men heller ikke her er der opnået merudbytter for tilførsel af bor om efteråret eller om foråret. Tilførsel af bor om efteråret har hævet indholdet af bor om foråret fra 9 til 26 ppm bor i plantetørstof i planteprovér, udtaget før blomstring. Indholdet af bor om foråret er så lavt, at det ifølge de almindelige tolkninger af planteanalyser betragtes som kritisk. Alligevel er der ikke opnået merudbytte for tilførsel af bor.

Molybdæn er udsprøjtet i form af natrium-molybdat om efteråret eller om foråret. Der er målt et udbyttetab ved tilførsel af molybdæn, specielt om foråret. Den negative udbyttepåvirkning skyldes primært ét af de syv forsøg, hvor molybdæn tilsyneladende har været toksisk for planten. Tilførsel af molybdæn givet en betydelig forøgelse af molybdæninholdet i planten. Variationen mellem enkeltforsøgene i det behandlede forsøgsled er betydelig. I alle forsøg har molybdæninholdet, både i planteprovér fra efterår og forår, haft et indhold, der ifølge tolkning af planteanalyser betragtes som tilstrækkeligt (over 0,7 ppm molybdæn).

I ét forsøgsled er der tilført både mangan, bor og molybdæn ved udsprøjtning om efteråret. Mangan er yderligere tilført ved en udsprøjtning tre uger efter første udsprøjtning om efteråret, mens bor og molybdæn også er tilført om foråret. Tilførsel af alle mikronæringsstoffer, både om efteråret og om foråret, har ligesom for enkelte næringsstoffer ikke resulteret i merudbytter.

I tre forsøg i 2011 er der tillige i ét forsøgsled udsprøjtet EPSO Microtop to gange om foråret. EPSO Microtop indeholder ud over magnesium og svovl også 1 procent bor og 1 procent mangan. Tilførsel af EPSO Microtop har ikke resulteret i merudbytte.

Syv forsøg i vinterraps i perioden 2009 til 2011 med grundgødskning med kalium og magnesium om efteråret før såning og med udsprøjtning af mikronæringsstofferne mangan (efterår), bor (efterår og forår) og molybdæn (efterår og forår) viser,

- at der er opnået rentable merudbytter for tilførsel af 30 kg kalium
- at tilførsel af 30 kg magnesium ved såning har givet et merudbytte
- at udsprøjtning af mangan ikke har givet merudbytter
- at udsprøjtning af bor efterår og forår ikke har givet merudbytter, trods lave indhold af bor i plantetørstof i nogle af forsøgene
- at udsprøjtning af molybdæn efterår eller forår ikke har givet merudbytter, og i enkelte forsøg har udsprøjtning resulteret i en udbyttenedgang
- at udsprøjtning af mikronæringsstoffblandinger ikke har givet merudbytter.

Bor til vinterraps

I tre forsøg i 2011 med tilførsel af bor til vinterraps på forskellige tidspunkter om foråret er der opnået et ikke signifikant merudbytte for tilførsel. I ét forsøg på sandjord er opnået et betydeligt og signifikant udbytte for udsprøjtning af bor i april. Merudbytterne for udsprøjtning af bor hænger ikke sammen med indholdet af bor i plantetørstof.

Monitering af indholdet af mikronæringsstoffer i vinterraps viser, at indholdet af specielt bor og magnesium i det seneste fuldt udviklede blad i mange marker er under det niveau, der ifølge litteraturen skal til for at sikre optimalt udbytte i raps. I det tolkningsprogram for planteanalyser, som Videncentret for Landbrug har udviklet, angives, at ved under 15 ppm bor og 0,15 procent magnesium er der stor risiko for udbyttetab. Forsøg i tidligere år viser generelt kun lave merudbytter for tilførsel af bor, og merudbytterne har ikke været korreleret til indholdet af bor i plantetørstof. Manglende merudbytter kan skyldes, at bormangel ikke er afhjulpet i hele vækstsæsonen ved behandlingerne. I 2011 er påbegyndt en ny forsøgsserie, hvor der i tre forsøg er foretaget gentagne udsprøjtninger med Solubor. Forsøgene er gennemført på JB 3 til JB 6. Reaktionstalle-

Tabel 14. Tilførsel af bor til vinterraps. (N10)

Tilførsel af 1.050 gram bor i Solubor				Indhold af bor i planteprøve, ppm				Indhold af olie i tørstof, pct.	Udbytte og merudbytte, hkg frø pr. ha	Nettomerdudbytte, hkg frø ¹⁾ pr. ha
Medio marts	Medio april	Ultimo april	Medio maj	30. april	15. maj	30. maj	15. juni			
				3 fs.	2 fs.	2 fs.	3 fs.	3 fs.	3 fs.	3 fs.
				10	8	16	18	48,3	43,5	-
x				12	11	20	24	48,1	-0,2	-0,6
	x				10	20	29	48,4	0,1	-0,3
	x	x				32		47,7	1,7	0,9
	x	x	x				103	48,7	0,4	-0,8
x	x	x	x		21	101	106	48,4	1,3	-0,3
LSD									ns	

¹⁾ Der er ikke regnet med omkostning til udsprøjtning, fordi der antages at kunne ske iblanding.

ne i alle tre forsøg har været relativt lave i forhold til jordtypen, hvilket resulterer i en lav risiko for bormangel. Bortallene, målt i en jordprøve om foråret før tilførsel af gødning, har derimod været lave i alle tre forsøg.

Behandlingerne og resultaterne af forsøgene fremgår af tabel 14. Alle behandlinger er foretaget ved udsprøjtning af 5 kg Solubor. Tilførsel af bor medio marts vil i praksis typisk ske i en borholdig kvælstofgødning. I forsøgene er der udtaget planteprøver på fire tidspunkter i vækstsæsonen for at undersøge, om indholdet af bor i plantetørstof indikerer problemer med plantens borforsyning, og om udsprøjtning af Solubor har resulteret i et højere borindhold i planten. Resultatet af planteanalyserne med hensyn til bor ses i tabel 14, mens værdier for andre næringsstoffer ses i Tabelbilaget, tabel N10.

Magnesium til vinterraps

I tre forsøg i vinterraps er der ikke opnået udslag for tilførsel af magnesium i kiserit ved såning, men der er opnået et merudbytte for udsprøjtning af 2,5 kg magnesium i EPSO Top midt i maj. Merudbyttet er ikke signifikant.

Behovet for tilførsel af magnesium i vinterraps

er undersøgt ved tilførsel af 50 kg magnesium i kiserit ved såning og 2,5 kg magnesium i EPSO Top, udsprøjet medio april eller medio maj. Forsøgsplanen og resultater fremgår af tabel 15. Der er gennemført ét forsøg på sandjord og to på lerjord. I to af forsøgene har magnesiumtallet i en jordprøve, udtaget ved anlæg, været højt (over 5), mens det i ét forsøg har været lavt. Sammen med magnesium tilføres både i kiserit og i EPSO Top en væsentlig mængde svovl, der kan påvirke forsøgsresultatet. Indholdet af svovl ligger i alle forsøg i alle forsøgsled og på alle måletidspunkter højt, hvilket indikerer, at ekstra tilførsel af svovl ikke har påvirket forsøgsresultatet.

Magnesiumindholdet i plantetørstof er undersøgt på tre tidspunkter i vækstsæsonen. I planteanalysen fra 1. april ligger magnesiumindholdet i det ubehandlede forsøgsled i to af de tre forsøg lidt under 0,2 procent, hvilket betragtes som værende tilstrækkeligt for optimal plantevækst. Ved planteanalyser på de to senere tidspunkter ligger magnesiumindholdet også i det ubehandlede forsøgsled i alle forsøg på det optimale niveau.

Resultaterne af forsøgene tyder på, at vinterraps ikke er specielt følsom over for magnesiummangel. Magnesium bør generelt kun tilføres,

Tabel 15. Magnesium til vinterraps. (N10)

Led	Kg magnesium pr. ha			Indhold af magnesium i planteprøve, procent			Pct. olie i tørstof	Udbytte og merudbytte, hkg frø pr. ha	Nettomerdudbytte, hkg frø pr. ha
	Medio marts	Medio april	Medio maj	30. april	30. maj	15. juni			
7.				0,21	0,36	0,37	48,7	44,3	-
2.	50			0,25	0,48	0,44	48,1	-1,0	-1,3
8.		2,5			0,36	0,38	48,2	-0,2	-0,7
9.			2,5		0,38	0,35	48,3	2,6	2,1
10.		2,5	2,5			0,44	48,7	0,2	-0,3
11.	50	2,5	2,5		0,55	0,56	48,3	-1,9	-2,8
LSD									ns

hvis magnesiumtallene er under 4. Tilførsel af magnesium kan ske i form af husdyrgødning, magnesiumkalk eller i magnesiumholdige gødninger. Udprøvning af magnesium er betydeligt dyrere, men kan foretages, hvis det vurderes, at magnesiumforsyningen ved den foretagne grundgødskning er utilstrækkelig, ved visuelle symptomer på magnesiummangel, eller hvis indholdet af magnesium i en planteanalyse er under 0,2 procent i tørstof.

Magnesium til vinterhvede

Tre forsøg med tilførsel af magnesium til vinterhvede viser et beskedent og ikke signifikant merudbytte til trods for, at magnesiumtal i jorden og magnesiumindholdet i plantetørstof er lavt.

Monitering i vækstsæsonen af næringsstofindhold i vinterhvede har i flere år vist betydeligt lavere magnesiumindhold, end der i litteraturen angives at være tilstrækkeligt til optimal vækst. Alligevel er der ikke i tidligere års forsøg opnået signifikante merudbytter for tilførsel af magnesium til vinterhvede. I 2011 er der gennemført tre forsøg på forsøgsarealer, specifikt udvalgt efter mistanke om magnesiummangel. For at sikre en tilstrækkelig magnesiumforsyning til afgrøden er der i to forsøgsled tilført en stor magnesiummængde ved vækstsæsonens begyndelse om foråret, mens der i andre forsøgsled er udsprøjt magnesium i EPSO Top én eller flere gange. Forsøgsplan og -resultater fremgår af tabel 16. Forsøgene er gennemført på JB 4 til 7, og magnesiumtallet i en jordprøve, udtaget ved anlæg, er godt 3 i alle forsøg.

Magnesiumindholdet er målt i en planteprøve, udtaget fire gange i løbet af vækstsæsonen. Indholdet af magnesium har ved de to første måletidspunkter været kritisk lavt, vurderet på grundlag af litteraturangivelser af tilstrækkeligt

indhold til at sikre optimal vækst. Tilførsel af magnesium i kiserit har ikke hævet magnesiumindholdet i afgrøden. I planteanalyser, udtaget senere, stiger indholdet af magnesium både i ubehandlede og behandlede forsøgsled. Der registreres kun en svag effekt på indholdet ved tilførsel af magnesium. Indholdet af magnesium er generelt meget ens i de tre forsøg.

Der er kun opnået et beskedent og ikke signifikant merudbytte for at tilføre magnesium. Bedst effekt er opnået ved tilførsel af magnesium i kiserit i april.

Resultatet af forsøgene tyder ikke på, at der kan opnås merudbytter ved at øge tilførslen af magnesium til korn i faste eller flydende magnesiumholdige gødninger. Generelt bør der forsæt tilstræbes et magnesiumtal på 4 til 5, og hvis indholdet er lavere, bør magnesium tilføres i form af husdyrgødning, magnesiumkalk eller i magnesiumholdige gødninger. Det er svært at opnå rentable merudbytter for udsprøjtning af magnesium.

Anvendelse af planteanalyser

I 2007, 2008 og 2009 blev der gennemført en systematisk indsamling og analyse af plantemateriale i forsøgene og i Planteavlskonsulenternes Registreringsnet. Dette arbejde er videreført i 2010 og 2011, hvor der også er indsamlet prøver fra praksis.

Principielt kan planteanalyser anvendes til to formål:

- Generel vurdering af afgrødens tilstand. Analysen tager sigte på at beskrive afgrødens tilstand for at kunne justere sammensætningen af de næringsstoffer, der tilføres i indeværende eller kommende sæson.
- Platanalyse med det formål at finde årsagen til dårlig vækst i en større eller mindre del af marken.

Tabel 16. Tilførsel af magnesium til vinterhvede. (N11)

Tilførsel af magnesium, kg pr. ha				Pct. magnesium i planteprøve				Pct. råprotein i kerne	Udb. og merudbytte, hkg pr. ha
Medio april	Ultimo april	Medio maj	Ultimo maj	Ultimo april	Medio maj	Ultimo maj	Medio juni		
				0,07	0,06	0,11	0,13	10,4	72,3
50				0,06	0,07	0,11	0,13	10,4	2,9
	2,5				0,07	0,11	0,13	10,4	0,7
	2,5	2,5				0,12	0,14	10,5	2,2
	2,5	2,5	2,5				0,16	10,4	-0,2
50	2,5	2,5	2,5	0,06	0,07	0,13	0,17	10,5	0,8
LSD									ns

Tabel 17. Oversigt over resultater af planteanalyser 2007 til 2011, udtaget i forsøg, i Planteavl-konsulenternes Registreringsnet og fra praksis. Der er udtaget i det seneste fuldt udviklede blad. I enkelte tilfælde, hvor planterne har været meget små, er der udtaget hele planter. I datagrundlaget kan indgå analyse af planter, som er indsamlet på grund af mangelsymptomer

Planteanalyser	Gen-nem-snit	Spred-ning	Niveau				
			Meget lave	Lave	Mid-del	Høje	Meget høje
<i>Vårbyg, 112 analyser</i>							
<i>Procent</i>							
Kvælstof	4,27	1,50	10	26	25	24	27
Fosfor	0,35	0,11	11	20	50	18	13
Kalium	3,39	1,07	9	6	33	28	36
Magnesium	0,12	0,04	9	75	24	3	0
Calcium	0,62	0,26	0	9	45	51	7
Svovl	0,29	0,08	0	10	35	61	6
<i>ppm ppm</i>							
Jern	151,5	176,2	0	0	3	27	82
Kobber	6,4	2,6	0	31	58	16	7
Zink	36,3	15,6	1	9	71	26	5
Mangan	50,9	78,1	2	33	55	12	10
Bor	4,2	1,8	2	84	20	5	1
Molybdæn	1,2	1,7	0	0	25	24	63

<i>Vinterhvede, 422 analyser</i>							
<i>Procent</i>							
Kvælstof	3,98	0,84	2	116	185	107	12
Fosfor	0,35	0,07	3	101	196	113	9
Kalium	2,58	0,65	4	156	205	44	13
Magnesium	0,10	0,04	37	349	21	7	7
Calcium	0,39	0,17	0	13	355	53	1
Svovl	0,22	0,07	0	72	248	98	4
<i>ppm ppm</i>							
Jern	127,0	65,3	0	0	0	122	300
Kobber	5,9	2,9	2	116	280	15	9
Zink	23,1	18,0	0	52	364	4	2
Mangan	45,1	33,6	4	78	276	38	26
Bor	3,4	1,5	11	368	31	7	5
Molybdæn	1,3	2,2	0	0	28	52	342

<i>Kartofler, 49 analyser</i>							
<i>Procent</i>							
Kvælstof	5,59	0,79	0	0	12	24	13
Fosfor	0,42	0,18	1	11	19	6	12
Kalium	4,08	1,16	6	34	9	0	0
Magnesium	0,52	0,13	0	22	27	0	0
Calcium	1,86	1,03	0	0	12	11	26
Svovl	0,27	0,08	1	9	14	0	8
<i>ppm ppm</i>							
Jern	170,6	55,2	0	0	0	0	49
Kobber	8,4	3,2	0	7	37	5	0
Zink	44,2	21,5	0	2	47	0	0
Mangan	385,4	450,1	0	0	25	12	12
Bor	23,2	7,1	0	38	9	1	0
Molybdæn	0,9	0,5	0	1	24	19	5

Planteanalyser	Gen-nem-snit	Spred-ning	Niveau				
			Meget lave	Lave	Mid-del	Høje	Meget høje
<i>Vinterbyg, 52 analyser</i>							
<i>Procent</i>							
Kvælstof	4,42	0,74	0	6	18	27	1
Fosfor	0,33	0,06	1	12	33	6	0
Kalium	2,88	0,74	0	14	25	9	4
Magnesium	0,09	0,01	1	50	0	0	0
Calcium	0,73	0,29	0	0	19	24	9
Svovl	0,25	0,07	0	5	30	17	0
<i>ppm ppm</i>							
Jern	124,3	50,4	0	0	0	22	30
Kobber	6,2	2,5	0	11	36	3	2
Zink	27,9	10,3	0	0	50	1	1
Mangan	27,7	20,7	0	31	18	2	1
Bor	4,7	1,6	0	34	15	3	0
Molybdæn	1,3	1,2	0	0	1	7	44

<i>Vinterraps, 191 analyser</i>							
<i>Procent</i>							
Kvælstof	4,19	1,12	0	48	73	26	37
Fosfor	0,50	0,17	0	15	43	86	47
Kalium	2,40	0,84	12	129	41	9	0
Magnesium	0,27	0,12	17	59	90	24	1
Calcium	3,14	1,73	10	16	51	22	92
Svovl	1,15	3,96	2	45	69	16	59
<i>ppm ppm</i>							
Jern	182,3	85,1	0	0	17	127	47
Kobber	5,4	1,3	3	17	171	0	0
Zink	61,9	73,0	0	0	75	105	11
Mangan	73,7	42,0	0	10	158	23	0
Bor	25,4	23,9	54	33	84	11	9
Molybdæn	1,9	2,5	4	3	18	58	108

<i>Majs, 185 analyser</i>							
<i>Procent</i>							
Kvælstof	3,97	0,82	0	8	40	34	100
Fosfor	0,37	0,12	0	24	61	60	40
Kalium	2,77	1,06	6	17	48	49	65
Magnesium	0,23	0,11	5	84	63	18	15
Calcium	0,56	0,30	0	4	120	43	18
Svovl	0,19	0,06	58	63	59	5	0
<i>ppm ppm</i>							
Jern	199,1	116,1	0	0	72	89	24
Kobber	9,4	3,1	2	14	141	28	0
Zink	59,8	44,6	0	33	66	45	41
Mangan	85,4	70,6	7	4	134	27	13
Bor	10,1	5,2	0	9	154	19	3
Molybdæn	1,0	1,3	18	11	24	29	103

Tidligere forsøg viser, at det er vanskeligt at opnå merudbytter for at tilføre næringsstoffer i samme sæson, som planteanalysen udtages. Det kan skyldes, at det ofte er for sent at afhjælpe

næringsstofmanglen. Derfor skal planteanalyser i høj grad ses som et led til at fastlægge behovet for tilførsel af næringsstoffer i kommende år.

For at få et bedre grundlag for at vurdere ni-

veauet af næringsstofindholdet i afgrøderne blev der fra 2007 til 2010 gennemført et betydeligt antal planteanalyser i forsøgene og i Plan-teavlskonsulenternes Registreringsnet. I 2011 er datagrundlaget suppleret med analyser fra forsøgene og fra praksis. Resultaterne er efterfølgende fortolket efter grænseværdier, der er fundet i litteraturen og opstillet i samarbejde mellem Københavns Universitet (KU, LIFE) og Videncentret for Landbrug. Disse grænseværdier bliver løbende justeret ud fra ny, tilgængelig viden. Prøverne er udtaget i vårbyg, vinterhvede, vinterbyg, vinterraps og i mindre omfang i græs og majs. Når planteanalyserne skal tolkes, er det afgørende, hvordan prøven er udtaget. Generelt er prøverne udtaget af det seneste fuldt udviklede blad. I enkelte tilfælde, hvor prøven er taget i de tidlige vækststadier, er hele planten afklippet 1 til 2 cm over jordoverfladen. Resultaterne er vist i tabel 17.

Generelt for alle afgrøder, men især for korn, er magnesiumindholdet betydeligt lavere, end hvad der angives som minimum for optimal plantevækst. Det er dog svært at finde forsøgs-mæssig dokumentation for, at det er rentabelt at tilføre afgrøderne mere magnesium. Nogle prøver i vinterhvede viser et lavt indhold af bor, men ud fra et stort antal forsøg, gennemført de senere år, kan man ikke forvente merudbytter for at tilføre bor. For vinterraps gælder, at næringsstofindholdet for de fleste næringsstoffer inklusive svovl vurderes til at være tilfredsstillende. Vinterraps er følsom over for mangel på bor, og tallene tyder på, at mange vinterrapsmarker er utilstrækkeligt forsynet med bor.

Tidlig såning af vintersæd

Kvælstofudvaskningen ved korndyrkning kan reduceres med efterafgrøder. Efterafgrøder blokerer imidlertid for dyrkning af vintersæd, og det vil, specielt på svinebedrifter, resultere i et stort indkomstab, fordi vinterhvede normalt yder 30 procent flere foderenheder pr. ha end vår-sæd. Derfor er der stor fokus på at udvikle dyrkningssystemer i vintersæd, hvor udvaskningen reduceres. Tidlig såning af vintersæd kan øge optagelsen af kvælstof om efteråret og derved reducere kvælstofudvaskningen. Tidlig såning kan imidlertid også øge risikoen for sygdoms-

angreb og udvintring. Der er gennemført én forsøgs- serie med meget tidlig såning af vintersæd, hvor formålet har været at undersøge, om man kan forebygge udvintring ved svampe- og insekt- bekæmpelse om efteråret eller ved afpudsning af afgrøden før vinteren. Desuden er der gennemført en forsøgs- serie, hvor effekten af tidlig såning på udvaskningen er sammenlignet med sen såning kombineret med mellemafgrøder. Sen såning af vinterhvede giver bedre muligheder for at få effekt af mellemafgrøder, fordi de har længere tid at udvikle sig i.

Efterårsbehandling ved meget tidlig såning af vintersæd

To forsøg i vinterhvede, triticale og vinterrug med meget tidlig såning (cirka 20. august) har i vinterhvede resulteret i et større udbytte i forhold til normal såtid. I vinterrug og triticale er udbyttet ikke påvirket af såtidspunktet. Tidlig såning har reduceret N-min indholdet i jorden med 18 kg kvælstof pr. ha i vinterhvede, 11 kg kvælstof pr. ha i triticale og 18 kg kvælstof pr. ha i vinterrug. Meget tidlig såning har i 2011 ikke resulteret i dårligere overvintring, og der har ikke været effekt af svampe- og insektsprøjtninger om efteråret.

Der blev i efteråret 2010 anlagt to forsøg i vinterhvede, triticale og vinterrug, hvor strategien for efterårsbehandling med svampemidler, insektmidler og afpudsning ved meget tidlig såning belyses. I forsøgene med vinterhvede er tilstræbt et plantetal på 325 pr. m² ved normalt såtidspunkt og 200 ved meget tidlig såning. I triticale er der tilsvarende tilstræbt henholdsvis 300 og 175 planter pr. m². I vinterrug er der tilstræbt 250 planter pr. m² ved normal såning og 150 planter pr. m² ved tidlig såning.

Forsøgsbehandlinger og udbytteresultater i gennemsnit af forsøgene er vist i tabel 18. Merudbytterne har været uafhængige af behandlingerne i parcellerne med tidlig såning. Forsøgsresultaterne skal ses i lyset af, at der ikke har været sygdomme af betydning i forsøgene, og at udviklingen af vintersæden selv ved meget tidlig såning har været beskeden på grund af det kølige efterår og den tidlige vinter.

Overvintringen har ikke i nævneværdig grad været påvirket af såtidspunktet.

Af tabel 18 fremgår også, at såtidspunktet har

Tabel 18. Strategi ved tidlig såning af vintersæd. Forsøgsbehandlinger og målte udbytter ved normal såning og ved tidlig såning. Ved den tidlige såning er afprøvet forskellige strategier for at mindske risikoen for angreb af svampe. Forsøget er gennemført ved to kvælstofniveauer. (N12, N13, N14)

Forsøgsbehandling ¹⁾				Udb. og merudb., hkg pr. ha	Udbytte, kg N pr. ha	Udb. og merudb., hkg pr. ha	Udbytte, kg N pr. ha	Udb. og merudb., hkg pr. ha	Udbytte, kg N pr. ha
Såtidspunkt ²⁾	N-tildeling	Sygdomsbekæmpelse	Afpudsning ³⁾	Vinterhvede		Triticale		Vinterrug	
<i>2 forsøg</i>									
Normalt ²⁾	Norm	Ingen	Nej	74,9	127	71,6	108	80,1	-
Tidligt ⁴⁾	Norm	Ingen	Nej	9,0	140	1,6	112	1,5	-
Tidligt ⁴⁾	Norm	Karate, Folicur	Nej	8,8	140	4,8	114	5,5	-
Tidligt ⁴⁾	Norm	Karate	Ja	9,9	143	3,6	112	4,0	-
Normalt ²⁾	Norm-60 N	Ingen	Nej	-3,3	109	-6,7	83	-16,7	-
Tidligt ⁴⁾	Norm-60 N	Ingen	Nej	2,3	118	-6,1	88	-9,3	-
Tidligt ⁴⁾	Norm-60 N	Karate, Folicur	Nej	2,7	117	-3,9	87	-8,4	-
Tidligt ⁴⁾	Norm-60 N	Karate	Ja	2,3	116	-5,7	85	-4,8	-
LSD 1				ns	ns	ns	ns	ns	-
LSD 2				ns	ns	3,8	7,8	3,8	-
LSD 12				ns	ns	ns	ns	ns	-

¹⁾ Vækstregulering, skadedyrs- og svampebekæmpelse er foretaget efter behov i de enkelte led. Ukrudtsbekæmpelse er foretaget efterår.

²⁾ Normalt såtidspunkt: 20. september. Tidligt såtidspunkt: 20. august.

³⁾ I flere af forsøgene er afpudsning ikke foretaget, fordi afgrøden har været for lille.

⁴⁾ 20. august.

påvirket kvælstofbehovet. Merudbyttet for tilførsel af 60 kg kvælstof pr. ha i vinterhvede, sået sidst i september, har været 3,3 hkg pr. ha, mens merudbyttet ved tidlig såning har været mere end 6 hkg pr. ha. Kvælstofbehovet har således været større i den tidligt såede vinterhvede end i den normalt såede. I triticale har forskellene været mindre. Merudbyttet for tilførsel af 60 kg kvælstof pr. ha har været 6,7 hkg pr. ha ved normal såning og mere end 8 hkg pr. ha ved tidlig såning. I vinterrug har merudbyttet for tilførsel af 60 kg kvælstof pr. ha været mere end 16 hkg pr. ha ved normal såning og 11 hkg pr. ha ved tidlig såning. I vinterrug er kvælstofbehovet omvendt vinterhvede reduceret ved den tidlige såning.

Resultaterne af N-min målinger, gennemført midt i november i parceller, sået normalt og

tidligt, er vist i tabel 19. De tidligt såede vintersædsafgrøder har reduceret N-min med 11 til 18 kg kvælstof pr. ha. Af tabellen fremgår også, at reduktionen især er sket i laget 50 til 100 cm.

Forsøgsserien fortsættes.

Såtid for vinterhvede og mellemafgrøder

Såning af vinterhvede i begyndelsen af september 2010 har i tre forsøg ikke reduceret N-min indholdet i november og dermed udvaskningen af kvælstof. Olieræddike, udsået før eller lige efter høst af forfrugten, har udviklet sig dårligt og har ikke reduceret N-min indholdet i vinterhvede i november. Resultaterne er præget af det kølige efterår.

I efteråret 2009 blev der påbegyndt en forsøgsserie med tre såtidspunkter af vinterhvede, to sorter af vinterhvede, to udsædsmængder samt to for-

Tabel 19. Strategi ved tidlig såning af vintersæd. N-min til 1 meters dybde, målt midt i november 2010. (N12, N13, N14)

Forsøgsbehandling			N-min, kg pr. ha					
			0-50 cm		50-100 cm		0-50 cm	
Såtidspunkt	N-tildeling	Vinterhvede		Triticale		Vinterrug		
<i>2 forsøg</i>								
Normalt, 20. september	Norm	24	19	15	16	12	18	
Tidligt, 20. august	Norm	15	10	13	7	8	4	

Tabel 20. Kvælstofoptagelse i mellemafgrøden samt i vinterhveden, målt flere gange i løbet af efteråret 2009 og 2010. Desuden resultater af N-min målinger, gennemført midt i november 2009 og 2010. (E13)

Såtidspunkt for vinterhvede	Udsæds- mængde, kg pr. ha	Mellem- afgrøde (olieræddike), såtidspunkt	Kvælstofoptagelse, kg pr. ha				N-min 0-100, kg pr. ha	Udbytte, hkg pr. ha
			Olieræddike			Vinterhvede		
			Primo sept.	Medio sept.	Primo okt.	Medio nov.		
<i>2011. 3 forsøg</i>								
Tidligt, 5. sept.	200	-	-	2 fs.	2 fs.	3 fs.	2 fs.	3 fs.
Tidligt, 5. sept.	350	-	-	-	-	5	31	82,5
Tidligt, 5. sept.	350	Sået før høst	-	-	-	6	30	85,0
Tidligt, 5. sept.	350	Sået efter høst	-	-	-	6	32	83,7
Middeltidligt, 20. sept.	200	-	-	-	-	-	-	74,4
Middeltidligt, 20. sept.	350	-	-	-	-	4	25	79,0
Middeltidligt, 20. sept.	350	Sået før høst	-	8	-	4	27	78,0
Middeltidligt, 20. sept.	350	Sået efter høst	-	7	-	4	29	78,1
Sent, 10. okt.	350	-	-	-	-	-	-	69,5
Sent, 10. okt.	350	Sået før høst	-	-	13	-	-	68,5
Sent, 10. okt.	350	Sået efter høst	-	-	11	-	-	69,1
LSD								5,8
<i>2010. 3 forsøg</i>								
Tidligt, 5. sept.	200	-	-	-	-	9	42	59,0
Tidligt, 5. sept.	350	-	-	-	-	11	37	66,5
Tidligt, 5. sept.	350	Sået før høst	2	-	-	-	-	66,1
Tidligt, 5. sept.	350	Sået efter høst	3	-	-	11	37	64,2
Middeltidligt, 20. sept.	200	-	-	-	-	-	53	64,5
Middeltidligt, 20. sept.	350	-	-	-	-	3	-	66,1
Middeltidligt, 20. sept.	350	Sået før høst	-	-	-	-	-	63,2
Middeltidligt, 20. sept.	350	Sået efter høst	-	7	-	4	49	69,6
Sent, 10. okt.	200	-	-	-	-	-	45	65,9
Sent, 10. okt.	350	Sået før høst	-	-	12	-	-	70,6
Sent, 10. okt.	350	Sået efter høst	-	-	19	-	34	73,4
LSD								ns

søgsled, hvor olieræddike blev udsået henholdsvis før og efter høst af forfrugten. Resultaterne af såtid, sort og udsædsmængde af vinterhvede er behandlet i afsnit Vinterhvede. I 2010 blev forsøgene gennemført i sorten Audi, mens sorten i 2011 er Mari-boss.

Resultaterne af forsøgsled med måling af kvælstofoptagelse og N-min fremgår af tabel 20 for både høstår 2010 og 2011. Efteråret 2010 var præget af store nedbørsmængder i august, et relativt koldt efterår og en meget tidlig vinter. Olieræddike blev udsået sidst i juli, mens såning efter høst skete fra 13. til 19. august. Vinterhvede blev sået cirka 1. september (første tidspunkt), 21. september til 1. oktober (andet såtidspunkt) og 8. til 14. oktober (tredje såtidspunkt). Ved måling af kvælstofoptagelsen i olieræddike cirka 20. september var der kun optaget 7 til 8 kg kvælstof i olieræddike. Ved det sene såtidspunkt af vinterhvede havde olieræddiken haft cirka 14

dage længere vækstperiode, men optagelsen af kvælstof var kun forøget til 11 til 13 kg kvælstof i efteråret 2010 og til 12 til 19 kg i 2009.

Optagelsen af kvælstof i vinterhvede, målt medio november, var ligeledes beskeden. Ved det tidlige såtidspunkt blev der kun målt en optagelse i efteråret 2010 på 4 til 6 kg kvælstof pr. ha og 9 til 11 kg i 2009. I efteråret 2010 havde tidlig såning stort set ikke forøget optagelsen af kvælstof, mens der i 2009 blev målt en forøget optagelse på 5 til 7 kg kvælstof pr. ha. Den lave optagelse i såvel olieræddike som vinterhvede i efteråret 2010 skyldtes det kolde og våde efterår.

Indholdet af N-min, målt i november, var i efteråret 2009 størst ved det tidlige såtidspunkt. Udsåning af olieræddike havde ikke påvirket N-min indholdet. Når N-min indholdet var størst ved det første såtidspunkt, kan det skyldes, at pløjning i forbindelse med den tidlige etable-

ring af vinterhvede forøgede kvælstoffrigørelsen fra jorden, som planterne på grund af det kolde efterår ikke var i stand til at optage. I efteråret 2009 blev der målt et lavere N-min indhold ved den tidlige såning end ved den middeltidlige såning. Optagelsen af kvælstof i vinterhvede var også større end i efteråret 2010. Heller ikke i efteråret 2009 blev der set en væsentlig påvirkning af olieræddike på indholdet af N-min om efteråret.

I hverken 2010 eller 2011 er kerneudbyttet påvirket af, om der er etableret olieræddike efteråret forud. I 2010 var der ved det sene såtidspunkt en forøgelse af udbyttet i forsøgsledene med olieræddike, men det skyldes alene, at der blev anvendt en større udsædsmængde af vinterhvede. I 2010 var der generelt en tendens til et større udbytte af vinterhvede ved det sene såtidspunkt. I 2011 er der derimod et betydeligt mindre udbytte ved både den middeltidlige og sene såning i forhold til den tidlige såning.

Mellem- og efterafgrøder

Mellemafgrøder mellem vintersædsafgrøder og nitratudvaskning

I 2009 blev anlagt et forsøg ved Jyderup på Sjælland på en lerblandet sandjord (JB 4) med mellemafgrøde af olieræddike og forskellige kvælstofniveauer på et forsøgsareal med keramiske sugeceller, som anvendes til udtagning af prøver af jordvandet i 1 meters dybde. Resultaterne er vist i tabel 21 og 22.

Der er en tydelig effekt af mellemafgrøden på den målte nitratkoncentration og den beregnede nitratudvaskning i vinterhalvårene 2009 til

Tabel 22. Mellemafgrøder og udbytter i fastliggende forsøg. Olieræddiken blev sået efter høst henholdsvis 15. august 2009 og 12. august 2010. Den efterfølgende vintersæd blev sået henholdsvis 24. september 2009 og 27. september 2010. (N15)

Efterafgrødestrategi 2009 og 2010	Kvælstof forår 2009 og 2010	2010		2011	
		Udbytte og merudbytte, hkg kerne pr. ha	Udbytte i kerne, kg N pr. ha	Udbytte og merudbytte, hkg kerne pr. ha	Udbytte i kerne, kg N pr. ha
<i>1 forsøg</i>					
Afgrøde		Vinterbyg		Vinterbyg	
Olieræddike	Norm	56,1	97	60,6	102
Olieræddike	Norm + 30 N	0,1	99	6,1	116
Ingen efterafgrøde	Norm	0,0	92	1,0	100
Ingen efterafgrøde	Norm + 30 N	0,7	102	3,9	109
LSD		ns	-	ns	-

2010 og 2010 til 2011. Nitratudvaskningen er beregnet ud fra den målte nitratkoncentration og afstrømningen beregnet med modellen Evacrop. I vinteren 2009 til 2010 havde mellemafgrøden reduceret udvaskningen med 20 til 25 kg kvælstof pr. ha i forhold til parcellerne uden mellemafgrøde. Det samme har været tilfældet i vinteren 2010 til 2011 i parcellerne, gødsket efter normen.

Afstrømningen har været cirka 250 mm i vinteren 2009 til 2010 og cirka 360 mm i vinteren 2010 til 2011. I vinteren 2009 til 2010 startede afstrømningen først i november og sluttede midt i april. I vinteren 2010 til 2011 startede afstrømningen allerede omkring 1. oktober og sluttede midt i april.

Tabel 21. Mellemafgrøder og kvælstofudvaskning i fastliggende forsøg. Olieræddiken blev sået efter høst henholdsvis 15. august 2009 og 12. august 2010. Den efterfølgende vintersæd blev sået henholdsvis 24. september 2009 og 27. september 2010. (N15)

Efterafgrødestrategi 2009 og 2010	Kvælstof forår 2010 og 2011	Nitratkoncentration i jordvandet, mg nitrat-N pr. l				Udvaskning, kg N pr. ha	
		2009-2010		2010-2011		2009-2010	2010-2011
		Gns. sept. - marts	Gns. april - juni	Gns. sept. - marts	Gns. april - juni	Sept. - marts	
<i>1 forsøg</i>							
Olieræddike	Norm	10,0	18,9	13,2	11,9	25	49
Olieræddike	Norm + 30 N	13,1	20,4	20,3	15,4	33	76
Ingen efterafgrøde	Norm	20,4	17,2	21,6	12,1	51	80
Ingen efterafgrøde	Norm + 30 N	21,4	16,6	19,0	11,4	53	71



Parceller med og uden mellemafgrøde af olieræddike i 2009 og 2010. Billedet til venstre viser bevoksningen i efteråret 2009 og billedet til højre bevoksningen i efteråret 2010. (Fotos: Hans Spelling Østergaard, Videncentret for Landbrug).

Målingerne fortsættes i vinterhalvåret 2011 til 2012, hvor der igen er etableret en mellemafgrøde.

Mellemafgrøden har ikke haft effekt på udbyttet ved høst 2010 og 2011.

Mellemafgrøder efter korn og forud for en vintersædsafgrøde

Resultatet af 44 demonstrationer med mellemafgrøder, sået før høst, 2009 til 2011 viser, at optagelsen af kvælstof i mellemafgrøden før etablering af den efterfølgende vintersædsafgrøde har været 17 kg ved såning to uger før høst og 21 kg kvælstof pr. ha ved såning fire uger før høst af forfrugten. Optagelsen afhænger af høsttidspunktet for forfrugten, og optagelsen har været betydeligt større på JB 1 til 5 end på JB 6 til 9.

Der er i hvert af årene 2009, 2010 og 2011 etableret mellemafgrøder af olieræddike på forskellige tidspunkter efter en kornafgrøde og forud for etablering af en vintersædsafgrøde. Der er hvert år gennemført fem demonstrationer i Nordjylland, fem i Østjylland og fem på Lolland.

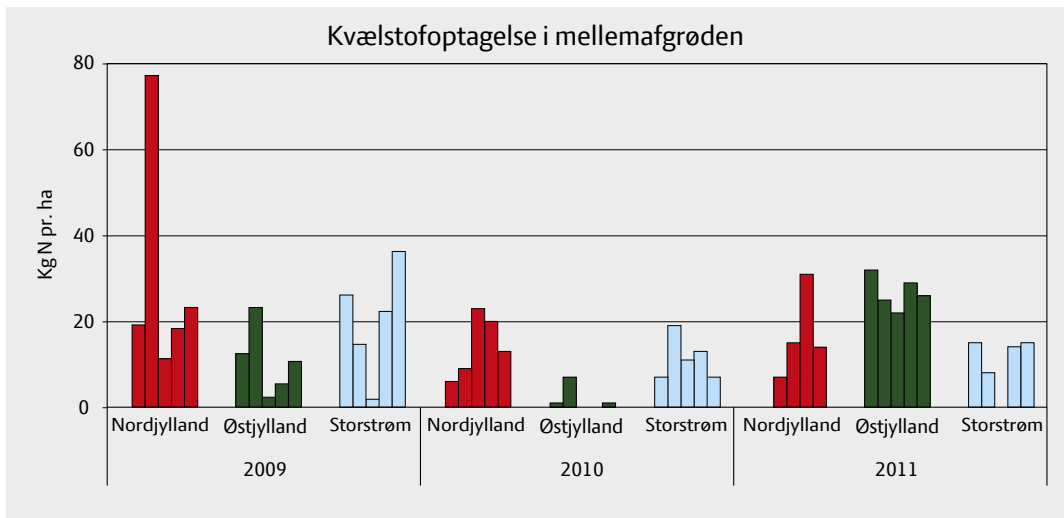
Demonstrationernes gennemførelse

Der har været tre behandlinger: En ubehandlet, en hvor olieræddiken er sået to uger før høst, og en hvor olieræddiken er sået fire uger før høst. De tre behandlinger har været suppleret med en ekstra behandling efter lokale forslag, for eksempel etablering efter høst eller tilførsel af kvælstof til mellemafgrøden. Etableringen af olieræddike før høst af hovedafgrøden er sket

Tabel 23. Resultater af målinger og registreringer på 44 demonstrationsmarker med mellemafgrøder af olieræddike, gennemført i 2009, 2010 og 2011 tre steder i landet. (N16)

År	Høstdato for dæksæd	Antal	Høstdato		Plantebestand, antal pr. m ²		Kvælstofoptagelse, kg pr. ha		N-min 0-100 cm, kg pr. ha ¹⁾		
			dag	måned	Forsøgsled		Forsøgsled		Forsøgsled		
					2	3	2	3	1	2	3
2009, 2010, 2011	Alle	44	18	8	45	48	17	21	45	38	39
2009	Alle	15	16	8	34	41	20	20	56	46	48
2010	Alle	15	20	8	45	46	11	16	34	30	30
2011	Alle	14	17	8	57	57	20	27	-	-	-
2009, 2010, 2011	Alle	18	19	8	39	43	12	13	39	31	30
2009, 2010, 2011	Alle	21	17	8	42	49	22	30	50	44	42
2009, 2010, 2011	Før 10. august	3	6	8	57	55	37	51	59	43	40
2009, 2010, 2011	10.-20. august	30	16	8	48	53	17	23	45	39	37
2009, 2010, 2011	Efter 20. august	10	26	8	33	36	8	11	39	32	35

¹⁾ Kun 2009 og 2010.



Figur 11. Kvælstofoptagelse i olieæddike, sået to uger før høst i 2009, 2010 og 2011. Hver søjle repræsenterer en demonstration.

med en eldrevet centrifugalspreder, monteret på landmandens sprøjte eller tilsvarende. Etablering efter høst af hovedafgrøden er sket så hurtigt som muligt efter høst med en eldrevet centrifugalspreder og udført sammen med en form for stubbearbejdning. Behandlingerne er gennemført i bruttoparceller på mindst 400 meters længde og 24 meters bredde. Udsædsmængden har været 14 kg pr. ha.

I 15 marker er der suppleret med en behandling, hvor der er tilført i gennemsnit 24 kg kvælstof pr. ha til olieæddiken, sået før høst. Kvælstoftilførslen har medført en mindre stigning i afgrødens kvælstofindhold, men har ikke påvirket N-min.

I tabel 23 er vist et udvalg af de opnåede resultater. De optagne kvælstofmængder er illustreret i figur 11.

Af tabellen fremgår, at

- optagelsen af kvælstof i mellemafgrøden ved såning to og fire uger før høst har været 17 henholdsvis 21 kg kvælstof pr. ha
- indholdet af N-min i november i vinterhvede, sået efter mellemafgrøder, er reduceret med 7 til 8 kg kvælstof pr. ha i gennemsnit af 2009 og 2010
- i gennemsnit af alle demonstrationerne er der opnået en plantebestand på cirka 45 planter

pr. m². Plantedækket har været 25 til 30 procent. Udbyttet har varieret fra cirka 5 til 7 kg tørstof pr. ha

- der har været forskelle mellem årene. Således blev den laveste tørstofproduktion og den laveste kvælstofoptagelse målt i 2010. Årsagen er sandsynligvis, at høsten faldt lidt senere i 2010 end i de to øvrige år
- høsttidspunktet af vinterhvede er afgørende for udviklingen af mellemafgrøden. I de få forsøg, hvor høsttidspunktet har ligget før 10. august, er der opnået en kvælstofoptagelse på 37 til 51 kg kvælstof pr. ha ved de to såtidspunkter, og N-min er reduceret med 16 til 19 kg kvælstof pr. ha. Hvor høsttidspunktet har ligget mellem 10. og 20. august, har kvælstofoptagelsen været 17 og 23 kg kvælstof ved de to såtidspunkter, og N-min har været reduceret med 6 til 8 kg kvælstof pr. ha. Hvor høsttidspunktet har ligget senere end den 20. august, har kvælstofoptagelsen kun været mellem 8 og 11 kg pr. ha ved de to såtidspunkter, og N-min er reduceret med 4 til 7 kg pr. ha.
- mellemafgrøder tilsyneladende lykkes bedst på lettere jord. På JB 1 til 5 har optagelsen af kvælstof i gennemsnit været 22 kg kvælstof pr. ha ved såning to uger før høst, mens optagelsen kun er 12 kg kvælstof på JB 7 til 9. For



Såning af mellem- og efterafgrøder før høst byder på store udfordringer, hvis der skal opnås en jævn fremspiring. (Foto: Carsten Kløcher, Djursland Landboforening).



Selv om mellemafgrøder ikke normalt generer høsten, betyder åbne vinterhvedemarker, store nedbørmængder og sen høst, at mellem- eller efterafgrøder, sået før høst, flere steder har generet høsten i 2011. Her er en mellemafgrøde af olieræddike, der gror gennem vinterhveden, som er gået i leje. (Foto: Carsten Kløcher, Djursland Landboforening).

skellen skyldes tilsyneladende ikke forskelle i plantebestanden. Reduktionen i N-min indholdet om efteråret er ens på de to jordtyper. Forskellen skyldes jordtypen eller forskelle i for eksempel kvælstofindholdet i jorden.

Resultaterne af tre års demonstrationer med etablering af olieræddike før såning af vinter-

sæd viser, at olieræddike kan optage betydelige kvælstofmængder og dermed reducere N-min. Resultaterne viser også, at effekten er meget varierende fra mark til mark og mellem årene. Erfaringer fra praksis viser også, at metoden stiller betydelige krav til landmanden, så mellemafgrøden spredes ensartet. Fremspiringen afhænger af nedbøren, og marken skal være fri for ukrudt i bunden. Altafgørende er tidspunktet for dæksædens høst. Ideelt set bør marker, der forventes høstet først, anvendes til isåning af mellemafgrøder. Der er behov for at undersøge, om der findes metoder, som kan forbedre afgrødeetableringen ved såning før høst. Formentlig vil det også i fremtiden være sådan, at vejrmæssige forhold gør, at etableringen i visse år vil være dårlig.

Arter og sorter af korsblomstrede mellem- og efterafgrøder 2010

Ét sortsforsøg med sorter af gul sennep og olieræddike, etableret i efteråret 2010, har vist signifikante sortsforskelle i kvælstofoptagelse mellem sorter, både som mellem- og efterafgrøder.

I samarbejde med Forsøgsvirksomheden Ytteborg og forædlere blev der i efteråret 2010 iværksat en afprøvning af forskellige sorter af olieræddike og gul sennep, anvendt både som mellemafgrøde og efterafgrøde. Afgrøderne er sået 14 dage før høst og umiddelbart efter høst af vinterbyg dæksæden. I forsøgene blev 24 sorter af olieræddike og 11 sorter af gul sennep sammenlignet. I forsøgene blev afgrødens etablering, kvælstofoptagelse og jordens N-min indhold bestemt. I Oversigt over Landsforsøgene 2010 er der på side 230 vist fotos af afgrødens etablering sidst i august og sidst i september.

Sorter af olieræddike og gul sennep anvendt som mellemafgrøde

Mellemafgrødens etablering, kvælstofoptagelse og jordens N-min indhold er bestemt, og resultaterne er vist i tabel 24.

I gennemsnit af sorterne har gul sennep optaget knap 10 kg kvælstof mere i de overjordiske plantedele end olieræddike, men det gennemsnitlige N-min indhold i jorden har været ens. Mellemafgrøderne har i gennemsnit reduceret N-min indholdet med næsten 40 kg kvælstof pr. ha, sammenlignet med en ubevokset jord. Den

Tabel 24. Sorter af olieræddike og gul sennep, anvendt som mellemafgrøde forud for såning af vinterhvede. Dæksæden er vinterbyg, høstet den 27. juli. Mellemafgrøderne er sået den 16. juli. I kolonnen med målt kvælstofoptagelse angiver bogstaverne, hvilke sorter der er signifikant forskellige. Sorter med samme bogstav er ikke signifikant forskellige. (N17)

Afgrøde	Sort	Mellemafgrødens højde før høst af dæksæd 27. juli	Plantebestand 25. august	Hkg tørstof pr. ha	Kvælstofoptagelse i overjordiske plantedele, kg pr. ha	N-min 0-100 cm, 24. september
<i>I forsøg</i>						
Ingen	-	-	-	4,7	4	61
Olieræddike	Adagio	7	35	9,5	28 cd	25
Olieræddike	Arena	6	41	17,7	50 a	22
Olieræddike	Bento	5	51	11,4	32 bc	28
Olieræddike	Brutus	4	38	11,6	34 bc	18
Olieræddike	Colonel	4	47	9,7	30 cd	23
Olieræddike	Corporal	6	35	12,1	35 bc	21
Olieræddike	Dacapo	3	34	9,3	27 cd	23
Olieræddike	Defender	6	46	9,7	29 cd	18
Olieræddike	Guillotine	7	42	11,2	32 bc	22
Olieræddike	Lunetta	5	44	12,8	38 bc	19
Olieræddike	Pegletta	3	36	11,4	30 cd	19
Olieræddike	Resal	6	38	12	31 cd	20
Olieræddike	Reset	6	32	9,1	23 cd	25
Olieræddike	Rimbo	5	47	10,5	30 cd	19
Olieræddike	Rufus	4	47	10,5	31 c	20
Olieræddike	Siletina	5	56	17,5	49 ab	27
Olieræddike	Xcellent	3	43	9,8	27 cd	20
Sennep, gul	Accent	4	48	15,4	46 ab	22
Sennep, gul	Albatros	4	51	14,6	40 b	23
Sennep, gul	Braco	3	61	15,4	43 ab	25
Sennep, gul	Cover	3	44	12,4	34 bc	21
Sennep, gul	Lotus	2	47	11,7	39 bc	28
Sennep, gul	Passion	4	51	18,8	51 a	24
Sennep, gul	Valiant	4	62	14,5	43 ab	22
<i>LSD efterafgrøder</i>				3,2	9	-
<i>Gns. olieræddike (min.-maks.)</i>				12 (9-18)	33 (23-50)	22 (18-28)
<i>Gns. gul sennep (min.-maks.)</i>				15 (12-19)	42 (34-51)	24 (21-28)

store effekt af mellemafgrøderne skal ses i lyset af, at dæksæden er høstet allerede den 27. juli, og at nedbøren er faldet, så frøene har haft gode spiringsbetingelser. Mellemafgrøderne har altså haft gode betingelser for at udvikle sig.

Mellem sorterne af olieræddike har der været forskelle i kvælstofoptagelse på mere end 20 kg pr. ha i de overjordiske plantedele. Forskellene mellem sorterne af gul sennep har været mindre. Ved vurdering af forskellene i kvælstofoptagelse skal man være opmærksom på, at der kun er målt i planternes overjordiske dele. Der kan være forskelle på, hvor meget kvælstof der er bundet i rødderne. Jo større mængde kvælstof, der optages i mellem- eller efterafgrøden, jo større bliver eftervirkningen af kvælstof.

Forskellene i N-min indholdet mellem de forskellige sorter har højest været 10 kg kvælstof pr. ha.



Der er store forskelle i tusindkornvægt mellem gul sennep og olieræddike, men også mellem forskellige sorter inden for samme art. Jo lettere frøene er, jo vanskeligere er det at få en stor spredebredden. Til gengæld bliver omkostningerne til udsæd mindre. Til venstre er vist en sort af gul sennep og til højre er vist to sorter af olieræddike. (Foto: Ghita Cordsen Nielsen, Videncentret for Landbrug).

Sorter af olieræddike og gul sennep anvendt som efterafgrøde

Resultaterne af målingerne med efterafgrøder i forsøget sået før høst er vist i tabel 25.

Den gennemsnitlige kvælstofoptagelse i den overjordiske plantemasse, målt den 3. november, i sorterne af olieræddike har været 57 kg kvælstof pr. ha med en variation fra 40 til 83 kg kvælstof pr. ha. I gennemsnit af sorterne af gul sennep har kvælstofoptagelsen været 63 kg kvælstof pr. ha med en variation fra 49 til 69 kg kvælstof pr. ha. I gennemsnit af sorterne har der været en meroptagelse af kvælstof i de overjordiske plantedele på lidt over 20 kg kvælstof pr. ha fra den første måling i september til den anden måling i november.

N-min indholdet har i gennemsnit været 17 henholdsvis 19 kg kvælstof pr. ha under olieræddike og gul sennep. Variationen har været

beskeden. I gennemsnit af sorterne er N- min indholdet i 1 meters dybde faldet mindre end 5 kg kvælstof pr. ha fra september til november. At ændringen ikke er større skyldes, at N-min indholdet ikke kan blive væsentligt lavere, end der er målt i september. I gennemsnit har efterafgrøderne reduceret N-min indholdet med knap 40 kg kvælstof pr. ha i forhold til en ubevokset jord.

De højeste kvælstofoptagelser er målt i de sorter, som er markeret med bogstavet "a" i kolonnen med kvælstofoptagelse i tabel 25. Der er tre sorter i denne gruppe, hvor kvælstofoptagelsen i gennemsnit har været 76 kg kvælstof pr. ha. De mindste kvælstofoptagelser er målt i de sorter, der er markeret med bogstavet "d" i kolonnen med kvælstofoptagelse i tabel 25. Der er ni sorter i denne gruppe, hvor den gennemsnitlige kvælstofoptagelse har været 49 kg kvælstof pr. ha.

Tabel 25. Sorter af olieræddike og gul sennep, anvendt som efterafgrøde. Dæksæden var vinterbyg, høstet den 27. juli 2010, og efterafgrøderne blev sået den 16. juli 2010. I kolonnen med målt kvælstofoptagelse angiver bogstaverne, hvilke sorter der er signifikant forskellige. Sorter med samme bogstav er ikke signifikant forskellige. (N18)

Afgrøde	Sort	Mellemafgrodens højde før høst af dæksæd 27. juli	Plantebestand 25. august, planter pr. m ²	Hkg tørstof pr. ha, 3. nov.	Kvælstofoptagelse i overjordiske plantedele, 3. nov. kg pr. ha,	N-min 0-100 cm, 3. nov. 0-100 cm,
<i>I forsøg</i>						
Ingen	-	0	0	3,2	2	58
Olieræddike	Adagio	7	35	18,3	41 d	19 bc
Olieræddike	Arena	6	41	34,1	83 a	15 a
Olieræddike	Bento	5	51	22,9	59 bc	18 ab
Olieræddike	Brutus	4	38	21,7	57 bc	15 ab
Olieræddike	Colonel	4	47	22,2	52 cd	-
Olieræddike	Corporal	6	35	21,7	54 cd	15 ab
Olieræddike	Dacapo	3	34	19,1	53 cd	21 bc
Olieræddike	Defender	6	46	20,5	53 cd	19 bc
Olieræddike	Guillotine	7	42	24,4	70 ab	17 ab
Olieræddike	Lunetta	5	44	15,8	40 de	-
Olieræddike	Pegletta	3	36	24,9	55 c	21 bc
Olieræddike	Resal	7	38	24,4	58 bc	15 ab
Olieræddike	Reset	6	32	16,4	48 cd	15 ab
Olieræddike	Rimbo	5	47	18,8	51 cd	15 ab
Olieræddike	Rufus	4	47	24,1	59 bc	15 ab
Olieræddike	Siletina	5	56	31,8	76 ab	20 bc
Olieræddike	Xcellent	3	43	19,9	58 bc	15 ab
Sennep, gul	Accent	4	48	28,9	68 bc	17 ab
Sennep, gul	Albatros	5	51	22,1	49 cd	18 ab
Sennep, gul	Braco	3	61	27,9	63 bc	20 bc
Sennep, gul	Cover	3	44	25,8	58 bc	18 ab
Sennep, gul	Lotus	3	47	26	67 bc	19 b
Sennep, gul	Passion	4	51	31,4	67 bc	20 bc
Sennep, gul	Valiant	4	62	26	69 b	18 ab
<i>LSD efterafgrøder</i>				5,9	14	4
<i>Gns. olieræddike (min.-maks.)</i>				22 (16-34)	57 (40-83)	17 (15-21)
<i>Gns. gul sennep (min.-maks.)</i>				27 (22-31)	63 (49-69)	19 (17-20)

Konklusion

Olieræddike havde i 2010 i gennemsnit af sorterne optaget 33 kg kvælstof pr. ha sidst i september og 57 kg kvælstof pr. ha først i november. I september var der en forskel mellem sorterne fra 23 til 50 kg kvælstof pr. ha og november fra 40 til 83 kg kvælstof pr. ha.

Gul sennep havde i 2010 i gennemsnit af sorterne optaget 42 kg kvælstof pr. ha sidst i september og 63 kg kvælstof pr. ha først i november. I september var der en forskel mellem sorterne fra 34 til 51 kg kvælstof pr. ha og november fra 49 til 69 kg kvælstof pr. ha.

N-min indholdet til 1 meters dybde var både i september og november i alle sorter af olieræddike og gul sennep cirka 20 kg kvælstof pr. ha. I den ubevoksede parcel var N-min indholdet i både september og november cirka 60 kg kvælstof pr. ha.

Ved vurdering af forskellene mellem sorterne skal man være opmærksom på, at der er tale om et års resultater på en enkelt lokalitet. Afprøvningen af sorter er videreført i 2011.

Forsøg med arter og sorter af korsblomstrede mellem- og efterafgrøder 2011

I 2011 er der igangsat tre forsøg med arter og sorter af korsblomstrede mellem- og efterafgrøder. I forsøgene afprøves 15 sorter af olieræddike, fem sorter af gul sennep og to sorter af vinterraps. Afgrøderne er sået 14 dage før høst og umiddelbart efter høst af dæksæden, som har været vinterbyg. I forsøgene bestemmes afgrødens etablering, kvælstofoptagelse og jordens N-min indhold i september og november. Resultaterne af målingerne, gennemført i november, foreligger endnu ikke, men i tabel 26 er vist

Tabel 26. Afgrødens tørstofproduktion og kvælstofoptagelse samt N-min i gennemsnit af de sorter, som er med i et forsøg med forfrugt vinterbyg. Målingerne er gennemført den 19. september 2011, og forsøget er beliggende på en JB 4 ved Holstebro. (N17)

Afgroede	Antal sorter	Hkg ts pr. ha	Kg N pr ha	N-min, kg pr. ha		
				0-50 cm	50-100 cm	0-100 cm
<i>1 forsøg</i>						
Ingen efterafgrøde	1	-	-	31	34	65
Vinterraps	2	6,4	13	15	3	18
Olieræddike	15	21,6	47	14	3	16
Gul sennep	5	8,7	18	12	3	15



Sortsforsøg med mellem- og efterafgrøder, sået før og efter høst. Afprøvning af forskellige sorter af olieræddike, gul sennep og vinterraps, anvendt som mellemafgrøder og efterafgrøder, sået før og efter høst. Efterafgrøderne, sået før høst, er sået den 15. juli 2011 i vinterbyg, som er høstet den 21. juli. Afgrøder, sået efter høst, er sået den 10. august. Billedet viser i baggrunden afgrøder, sået før høst, og i forgrunden afgrøder, sået efter høst. Billedet er taget den 29. august 2011. (Foto: Hans Spelling Østergaard, Videncentret for Landbrug).

afgrødernes kvælstofoptagelse og N-min i gennemsnit for de arter, der er med i et af forsøgene, hvor forfrugten har været vinterbyg. Resultaterne viser meget store forskelle i tørstofproduktion og kvælstofoptagelse mellem arterne, men alle tre arter har været i stand til at reducere N-min meget effektivt, sammenholdt med parcellerne uden afgrøde. Inden for arterne er der en betydelig sortsvariation. Resultaterne af forsøgene vil blive publiceret, når alle målinger foreligger.

Mellem- og efterafgrøder, sammenligning af arter
Der blev i 2010 anlagt tre forsøg, hvor forskellige arter, anvendt som mellem- og efterafgrøder, er sammenlignet. To af de anlagte forsøg blev kasseret på grund af ringe fremspiring af mellemafgrøderne. Anvendelse som mellemafgrøder er belyst ved målinger sidst i september, og anvendelse som efterafgrøder er belyst ved målinger i november. I forsøgene undersøges kvælstofoptagelsen i de forskellige arter og effekten på N-min og udbytte i den efterfølgende afgrøde. Forsøgene blev anlagt i vinterhvede, og der er etableret en forårssået afgrøde til høst 2011. Ved høst 2010 blev plantebestand, plantehøjde og

Tabel 27. Mellem- og efterafgrøder, sammenligning af forskellige arter. Resultater af målinger og registreringer i 2010 og 2011. Forsøget er beliggende på JB 7 på Falster. (N19)

Forsøgsbehandling	Såtidspunkt 2010	Plan-tebe-stand ¹⁾	Plante-højde, cm	Pct. dæk-ning	Kvælstof-optagelse efterår 2010, kg N pr. ha		N-min efterår 2010, kg pr. ha						Udbytte og mer-udbytte i kerne ved høst 2011	
					Sept.	Nov.	September			November				
							Ved høst 2010	0-25 cm	25-100 cm	0-100 cm	0-25 cm	25-100 cm	0-100 cm	hkg pr. ha
<i>1 forsøg</i>														
Ingen efterafgrøde	-	-	-	-	3	9	6	39	45	4	22	26	69,6	106
Alm. rajgræs	Forår	6	10	36	11	12	7	30	37	3	14	17	-1,0	-7
8 kg cikorie	Forår	0	0	0	4	6	11	32	43	4	20	24	0,7	0
15 kg olieræddike	4 uger før høst	1	2,5	1	11	67	6	34	40	3	10	13	-0,1	-2
10 kg gul sennep	4 uger før høst	1	4	1	11	59	6	32	38	6	8	13	-0,3	-5
100 kg vinterrug	Lige efter høst	0	0	0	6	9	11	39	50	3	13	16	-2,2	-12
100 kg havre	Lige efter høst	0	0	0	7	14	8	51	59	5	13	18	0,2	-5
50 kg havre														
+ 8 kg olieræddike	Lige efter høst	0	0	0	9	35	12	43	55	4	10	14	0,4	-3

¹⁾ Skala 0-10, hvor 0 = ingen plantebestand.

procent dækning bestemt. Resultaterne fremgår af tabel 27, side 228 i Oversigt over Landsforsøgene 2010 og viser, at forårsudlagt rajgræs har opnået den bedste udvikling ved høst af vinterhvede, hvorimod den forårsudlagte cikorie kun har nået en svag udvikling.

I tabel 27 er vist resultaterne af målinger og registreringer, gennemført i et enkelt af de tre forsøg. I de to andre forsøg blev målingerne ikke gennemført på grund af den store nedbørsmængde i efteråret 2010.

I september er målt en kvælstofoptagelse i afgrøderne på 4 til 12 kg pr. ha. Resultaterne af N-min målingerne på samme tidspunkt viser, at de forårsudlagte afgrøder samt olieræddike og gul sennep har reduceret N-min mest. Etablering af kornarterne efter høst har medført en stigning i N-min i forhold til parcellen uden efterafgrøde. I november har de korsblomstrede efterafgrø-

der optaget de største kvælstofmængder i den overjordiske biomasse, og det er også her, N-min indholdet er lavest. Den betydelige reduktion i N-min indholdet, også i parcellen uden efterafgrøde fra september til november, skyldes formentlig udvaskning forårsaget af meget store nedbørsmængder i juli og august eller en stor denitrifikation. N-min i parcellerne med cikorie er på niveau med indholdet i parcellerne uden efterafgrøde.

Udsædsmængder i olieræddike som mellemafgrøde og efterafgrøde

I forsøg med udsædsmængder af mellem- og efterafgrøder har stigende udsædsmængder kun haft beskednen indflydelse på kvælstofoptagelse og N-min indhold i jorden, målt i november.

I tre forsøg i 2010 og 2011 er betydningen af udsædsmængden for miljøeffekten af olieræddike

Tabel 28. Udsædsmængder i olieræddike, sået to uger før høst i 2011. (N20)

Udsædsmængde	Efterafgrøde	Efter høst ca. 1. september									Ca. 25. september			N-min i november, kg pr. ha		
		Plantebestand, planter pr. m ²			Plante højde			Plantedække, pct. dækning			Kvælstof i olieræddike, kg N pr. ha			0-25 cm	25-100 cm	0-100 cm
		2010	2011	gns.	2010	2011	gns.	2010	2011	gns.	2010	2011	gns.	2010		
<i>Antal forsøg</i>																
-	Ingen efterafgrøde	3	3	6	3	3	6	3	3	6	3	3	6	3	3	6
8 kg	Olieræddike ¹⁾	23	65	44	9	18	13	15	39	27	13	24	18	4	19	24
12 kg	Olieræddike ¹⁾	25	76	51	9	18	14	21	44	32	12	24	18	7	10	17
16 kg	Olieræddike ¹⁾	31	84	57	10	18	15	29	49	39	15	22	19	8	8	16
20 kg	Olieræddike ¹⁾	32	98	65	10	18	15	29	55	42	18	22	20	7	9	15
8 kg	Gul sennep ²⁾	31	58	44	10	15	14	26	33	28	16	15	16	6	10	16

¹⁾ 2010: Rufus. 2011: Siletina.

²⁾ 2010: Valiant. 2011: Passion.

som mellemafgrøde og efterafgrøde undersøgt. Forsøgene er anlagt i efteråret 2010 og 2011, og de opnåede resultater er vist i tabel 28.

Resultaterne i tabellen viser udviklingen af afgrøderne på tidspunktet for etablering af en vintersædsafgrøde. Effekten som efterafgrøde vurderes ved målinger af N-min og afgrødens kvælstofoptagelse i november. N-min målinger i efteråret 2011 er endnu ikke gennemført.

Betingelserne for afgrøderne i forsøgene har været betydeligt bedre i 2011 end i 2010, hvilket afspejles i plantebestanden og kvælstofoptagelsen. I 2010 har plantebestanden varieret meget mellem landsdelene på grund af den vanskelige og sene høst, specielt i Østjylland og på Lolland. Udsædsmængderne har varieret fra 8 til 20 kg pr. ha, og plantebestanden og plantedækket har i alle forsøg været større med stigende udsædsmængde, mens kvælstofoptagelsen i olieræddiken har været upåvirket af udsædsmængden. Der er en tendens til, at den mindste udsædsmængde ikke har reduceret N-min så effektivt som de øvrige udsædsmængder i 2010, hvilket især skyldes et enkelt forsøg. Målingerne i november 2011 skal vise, om tendensen bekræftes.

Forsøget videreføres i 2012.

Typen af efterafgrøder i vårsæd med måling af eftervirkning

Tre års forsøg med etablering af sildig rajgræs og olieræddike i vårbyg viser, at efterafgrøderne ikke har haft indflydelse på udbyttet af dæksæden. Både rajgræs og olieræddike som efterafgrøde har reduceret N-min indholdet i november betydeligt. Ved målinger af eftervirkningen på den efterfølgende vårbygafgrøde blev der i 2010 kon-

stateret en positiv indflydelse på udbyttet af især olieræddike. I 2011 er der ikke målt nogen indflydelse af efterafgrøden i efteråret 2010.

Græsefterafgrøden er sået lige efter såning af korn i foråret 2009, 2010 og 2011. Olieræddike, etableret før høst, er sået med hånd, mens olieræddiken, etableret efter høst, er sået med radsåmaskine efter to harvninger. Efterafgrøderne er blevet nedmuldet sent efterår på lerjord og i marts på sandjord.

Eftervirkning af efterafgrøderne

I 2010 og 2011 er eftervirkningen målt i vårbyg, og der blev gennemført N-min målinger og målinger af kvælstofoptagelsen i efterafgrøden i november 2009 og 2010.

Resultaterne af målingerne, gennemført i efteråret 2009 og ved høst 2010, er vist i tabel 28 på side 228 i Oversigt over Landsforsøgene 2010. I gennemsnit af forsøgene blev den største kvælstofmængde i den overjordiske biomasse på 64 kg pr. ha, optaget i olieræddike, sået før høst. Kvælstofoptagelsen i olieræddike, sået efter høst, har i gennemsnit været cirka 16 kg kvælstof større end i græsefterafgrøden, som har været på niveau med spildkorn.

Der blev i 2010 opnået et merudbytte på cirka 3 hkg pr. ha i gennemsnit af forsøgene, hvor der har været en efterafgrøde af olieræddike, og merudbyttet har været cirka 2 hkg pr. ha, hvor efterafgrøden har været alm. rajgræs. Merudbytterne har kun været signifikante for olieræddike og ikke for rajgræs. Merudbytterne har været positive i alle forsøgene.

Resultaterne af målingerne, gennemført i efteråret 2010 og i 2011, er vist i tabel 30.

Tabel 29. Typen af efterafgrøder i vårsæd. Udbytte i dæksæd til høst 2009, 2010 og 2011. (N21)

Efterafgrødestrategi 2009, 2010 og 2011	2009		2010		2011	
	Udb. og merudb. i kerne, hkg pr. ha	Udbytte i kerne, kg N pr. ha	Udb. og merudb. i kerne, hkg pr. ha	Udbytte i kerne, kg N pr. ha	Udb. og merudb. i kerne, hkg pr. ha	Udbytte i kerne, kg N pr. ha
Antal forsøg	5	5	4	4	3	3
A. Ingen efterafgrøde	61,7	90	65,5	93	68,0	102
B. Rajgræs ¹⁾	0,5	90	-0,5	92	-0,3	101
C. Olieræddike sået 14 dage før høst ²⁾	-0,3	89	-0,8	94	0,9	103
D. Olieræddike sået efter høst ²⁾	-0,6	91	1,2	96	-0,5	102
LSD	ns	ns	ns	ns	ns	ns

¹⁾ Udsædsmængde: 8 kg pr. ha.

²⁾ Udsædsmængde: 13 kg pr. ha.

Tabel 30. Typer af efterafgrøder i vårsæd med måling af eftervirkning. N-min i efterafgrøden efterår 2010 samt udbytter i vårbyg ved høst 2011. (N21)

Efterafgrødestrategi 2009	Kvælstof forår 2010	Kvælstofoptagelse i november 2009, kg pr. ha	N-min i november 2009, 0-100 cm, kg pr. ha	Udbytte ved høst 2010, hkg kerne pr. ha	Udbytte i kerne, høst 2010, kg N pr. ha
<i>Antal forsøg</i>		3	3	5	5
Ingen efterafgrøde	60 N 120 N	18	29	46,4 50,8	65 77
Alm. sildig rajgræs sået forår	60 N 120 N	26	22	48,0 53,3	66 80
Olieræddike sået 2 uger før høst	60 N 120 N	64	16	49,1 53,6	71 85
Olieræddike sået lige efter høst	60 N 120 N	34	17	49,9 53,7	73 83
<i>LSD, kvælstof forår</i>				1,4	3,9
<i>LSD, efterafgrødestrategi</i>				2,0	5,5
<i>LSD, vekselvirkning</i>				ns	ns

Efterafgrødestrategi 2010	Kvælstof forår 2011	Kvælstofoptagelse i november 2010, kg pr. ha	N-min i november 2010, 0-100 cm, kg pr. ha	Udbytte ved høst 2011, hkg kerne pr. ha	Udbytte i kerne, høst 2011, kg N pr. ha
<i>Antal forsøg</i>			4	4	4
Ingen efterafgrøde	60 N 120 N	-	29	59,8 68,3	91 102
Alm. sildig rajgræs sået forår	60 N 120 N	-	19	59,2 69,6	77 104
Olieræddike sået 2 uger før høst	60 N 120 N	-	18	60,4 68,8	78 104
Olieræddike sået lige efter høst	60 N 120 N	-	19	57,5 67,6	74 102
<i>LSD, kvælstof forår</i>				1,7	7,6
<i>LSD, efterafgrødestrategi</i>				ns	ns
<i>LSD, vekselvirkning</i>				ns	ns

Resultaterne af N-min målingerne viser, at efterafgrøderne har været lige effektive til at reducere jordens N-min indhold. I alle tilfælde er N-min reduceret med 10 kg kvælstof pr. ha. Der er i 2011 ikke opnået merudbytter for efterafgrøder af hverken rajgræs eller olieræddike. Der er målt et ikke-signifikant mindreudbytte ved såning efter høst, ligesom de kvælstofmængder, der blev optaget i vårbyggen, tilført 60 kg kvælstof pr. ha, året efter er mindre, hvor der har været en efterafgrøde.

Eftervirkningen af efterafgrøderne måles igen ved høst 2012.

Efterafgrøder til biogas

Efterafgrøder dyrkes i stigende omfang og primært for at reducere udvaskningen af næringsstoffer til vandmiljøet. Det er også interessant, om den producerede biomasse i efterafgrøder-

ne kan udnyttes til biogasproduktion. I 2010 blev en række arter af efterafgrøder screenet for biomasseudbytte i to forsøg. Se Oversigt over Landsforsøgene 2010, side 190 og 191. I 2011 er der gennemført to forsøg med fokus på arterne italiensk rajgræs og olieræddike og effekten af gødskning af efterafgrøderne.

Forsøgene er gennemført på JB 5 ved henholdsvis Holstebro og Haderslev. I begge forsøg er der sået vårbyg som hovedafgrøde henholdsvis 11. april og 4. april 2011. I forsøget ved Holstebro er vårbyggen gødsket med 22 ton svinegylle pr. ha (cirka 100 kg totalkvælstof) i handelsgødning den 28. marts og 15 ton svinegylle pr. ha (cirka 70 kg totalkvælstof) den 7. juni. Forsøget ved Haderslev er gødsket med 130 kg kvælstof i handelsgødning pr. ha den 28. marts.

I forsøget indgår ti forsøgsled. Se tabel 31. I tre forsøgsled er der sået 15 kg italiensk rajgræs

Tabel 31. Udbytte i efterafgrøder til biogasproduktion. (N22)

Led nr.	Forsøgsbehandling			Tørstof, pct.	Aske, pct. i tørstof	Total-N, pct. i tørstof	Udbytte, hkg tørstof pr. ha			Udbytte, hkg org. tørstof pr. ha	Udbytte, kg N pr. ha
	Efterafgrøde	Såtidspunkt	Gødskning, kg N pr. ha				Holstebro	Haderslev	Gennemsnit		
<i>2011. 2 forsøg</i>											
1.	Ingen	-	0	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.	Italiensk rajgræs	Udlagt forår	0	25,1	10,3	2,3	4,0	20,7	12,3	11,1	21,6
3.	Italiensk rajgræs	Udlagt forår	50	22,3	13,4	2,8	9,0	40,9	25,2	21,5	54,8
4.	Italiensk rajgræs	Udlagt forår	100	21,0	10,7	2,5	17,9	48,2	33,1	29,6	77,5
5.	Olieræddike	14 dage før høst	0	19,6	12,9	3,0	11,0	17,2	14,1	12,3	40,8
6.	Olieræddike	14 dage før høst	50	14,6	18,2	2,5	16,5	29,0	22,8	18,5	54,4
7.	Olieræddike	14 dage før høst	100	13,2	16,5	2,8	23,6	42,9	33,3	27,9	91,0
8.	Olieræddike	Lige efter høst	0	16,9	16,6	3,3	3,1	18,2	10,6	8,9	29,8
9.	Olieræddike	Lige efter høst	50	18,7	16,0	1,8	14,0	59,9 ¹⁾	22,7 ²⁾	19,1 ²⁾	43,7 ²⁾
10.	Olieræddike	Lige efter høst	100	11,0	18,3	3,0	18,1	25,5	21,8	17,8	68,9
<i>LSD</i>				5,2	4,8	<i>ns</i>	2,3	6,6	18,2	16,0	39,1
Gns. led 2-4	Italiensk rajgræs	Udlagt forår	0-100	22,8	11,5	2,5	9,8	36,6	23,5	20,7	51,3
Gns. led 5-7	Olieræddike	Sået 14 dage før høst	0-100	15,8	15,8	2,8	17,0	29,7	23,4	19,6	62,1
Gns. led 8-10	Olieræddike	Sået lige efter høst	0-100	15,5	16,9	2,7	11,7	21,8 ²⁾	17,4 ²⁾	14,4 ²⁾	48,3 ²⁾
<i>LSD</i>				4,3	3,0	<i>ns</i>	5,6	10,4	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>

¹⁾ Uforklarligt høj værdi.

²⁾ LS-means-værdi uden indregning af led 9 i forsøget ved Haderslev.

pr. ha som udlæg i vårbyggen henholdsvis 9. maj og 8. april i de to forsøg. Der er anvendt sorten Dasas. I tre forsøgsled er der sået olieræddike før høst af vårbyggen, og der er sået henholdsvis 19. juli og 18. juli i de to forsøg. Vårbyggen er høstet henholdsvis 13. august og 4. august, og halmen er fjernet samme dag. Efter harvning er der i tre forsøgsled sået olieræddike henholdsvis 15. august og 7. august i de to forsøg. Olieræddike er i alle seks forsøgsled af sorten Siletina og med en udsædsmængde på 12 kg frø pr. ha. Efter høst af vårbyg og såning af de sidste parceller af olieræddike er parcellerne gødsket med enten 0, 50 eller 100 kg kvælstof pr. ha i form af NS 27-4, og gødningen er udbragt henholdsvis 17. august og 15. august i de to forsøg. Der er ikke bekæmpet spildkorn i forsøgene, men der er i forsøget ved Holstebro bekæmpet snegle med Ferramol fire gange i løbet af august. Der er målt udbytte i forsøgene henholdsvis 24. oktober og 25. oktober, og der har generelt været en god plantebestand.

Tørstofprocenten i biomassen har været signifikant højere i italiensk rajgræs end i olieræddike, og den lave tørstofprocent i olieræddike, specielt ved en høj gødningsmængde, kan være problematisk i forhold til lagring af biomassen uden risiko for saftafløb. Askeindholdet har været signifikant højere i olieræddike end i italiensk rajgræs, og da det kun er organisk tørstof, som bidrager til biogaspotentiallet, er det vigtigt at

tage højde for, at aske udgør i størrelsesordenen 15 procent i olieræddike. Der har været en ikke signifikant variation i kvælstofindholdet fra 1,8 til 3,3 procent totalkvælstof i tørstof mellem forsøgsleddene, og der er heller ikke signifikant forskel på italiensk rajgræs og olieræddike. Det gennemsnitlige kvælstofindhold har været 2,7 procent totalkvælstof i tørstof.

Udbytteneiveauet er væsentligt højere i forsøget ved Haderslev end ved Holstebro. Forsøgsled med italiensk rajgræs er sået cirka en måned tidligere ved Haderslev end ved Holstebro, hvilket kan have medvirket til et større udbytte. I begge forsøgene er der signifikant forskel i tørstofudbytte mellem behandlingerne, og der er klart stigende udbytte med øget kvælstoftilførsel i både italiensk rajgræs og olieræddike. En undtagelse fra dette mønster er i forsøget ved Haderslev, hvor der er målt et uforklarligt stort tørstofudbytte i parceller med olieræddike, sået efter høst og gødsket med 50 kg kvælstof pr. ha. Udbyttet i dette forsøgsled er derfor ikke medregnet i gennemsnitsberegningerne. De to arter har reageret forskelligt i de to forsøg, idet olieræddike giver størst udbytte i forsøget ved Holstebro, mens italiensk rajgræs giver størst udbytte i forsøget ved Haderslev. Der er en tendens til, at olieræddike, sået cirka 14 dage før høst, giver større udbytte end olieræddike sået efter høst. Der er ingen sikker forskel mellem arterne med hensyn til mer-

udbytte af tørstof pr. kg tilført kvælstof, men for både italiensk rajgræs og olieræddike er tendensen et højere merudbytte pr. kg tilført kvælstof ved gødskning med 50 kg kvælstof pr. ha end ved gødskning med 100 kg kvælstof pr. ha.

Mængden af kvælstof, høstet med efterafgrøden, stiger med stigende mængder kvælstofgødning. I forsøgsled uden gødskning er der fjernet 12 til 31 kg kvælstof pr. ha med italiensk rajgræs og cirka 41 kg kvælstof pr. ha med olieræddike, sået før høst, hvilket illustrerer olieræddikens større evne til at opsamle kvælstof. I forsøget ved Haderslev er der både ved gødskning med 50 og 100 kg kvælstof pr. ha fjernet mindst lige så meget kvælstof som tilført. I forsøget ved Holstebro er der derimod fjernet mindre end den tilførte mængde kvælstof ved begge gødningsniveauer. Resultaterne understreger, at udbyttet af efterafgrøder kan være relativt lille uden tilførsel af gødning, og at udbyttet kan øges væsentligt ved gødskning med kvælstof. De to forsøg viser også, at væksten er meget varierende fra lokalitet til lokalitet. En fornuftig miljømæssig anvendelse af gødskning i efterafgrøder for at øge biomasseproduktionen forudsætter derfor, at efterafgrøder kan dyrkes med betydelig dyrkningssikkerhed. Hvis der kan etableres en efterafgrøde med stort udbytte, synes det til gengæld muligt at høste den tilførte mængde næringsstoffer i den overjordiske del af afgrøden. Hertil kom-

mer, at stub og rødder på efterafgrøder vil binde en mængde næringsstoffer indtil mineralisering og udnyttelse i en efterfølgende afgrøde.

Der vil i november 2011 blive foretaget N-min målinger i forsøgene for at belyse effekten af efterafgrøderne og gødskningen på mængden af mineralisk kvælstof i jorden. Der vil endvidere blive analyseret biogaspotentiale i den høstede biomasse.

Reduktion af udvaskning fra vinterhvede efter vinterraps

I to forsøg i 2011 og i tre forsøg i 2010 forøger jordbearbejdning efter høst af vinterraps og før såning af vinterhvede N-min indholdet i jorden i november og dermed risikoen for udvaskning af kvælstof.

Vinterraps har en stor kvælstofoptagelse om efteråret og vil derfor reducere udvaskningen af kvælstof på linje med andre efterafgrøder. Denne miljømæssige gevinst sættes let over styr året efter, fordi udvaskningen kan være stor fra vinterhvede, etableret efter vinterraps. Det kan skyldes, at vinterrapsen høstes tidligt og har et stort tab af let omsættelige blade i forsommeren. Dermed kan frigørelsen af kvælstof fra jorden blive større end den kvælstofmængde, vinterhveden er i stand til at optage om efteråret.

Med det formål at belyse, om udvaskningen

Tabel 32. Jordbearbejdning ved etablering af vinterhvede efter vinterraps. Første harvning er gennemført først i august, anden harvning sidst i august og tredje harvning først i september. (N23)

Forsøgsbehandling efterår		Primo september			Ultimo november		Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udbytte, hkg pr. ha
Halm	Jordbearbejdning	Kvælstof-optagelse, kg pr. ha	N-min, 0-25 cm, kg pr. ha	N-min, 25-100 cm, kg pr. ha	N-min, 0-25 cm, kg pr. ha	N-min, 25-100 cm, kg pr. ha		
<i>Høst 2011</i>		1 fs.	2 fs.	2 fs.	2 fs.	2 fs.	2 fs.	2 fs.
Fjernet	3 stubharvninger	-	39 ¹⁾	58 ¹⁾	6 ¹⁾	4 ¹⁾	134 ¹⁾	96 ¹⁾
Snittet	3 stubharvninger	-	31	46	7	23	129	91,7
Snittet	1 harvning	5	28	38	7	19	134	95,8
Snittet	Ingen	9	36	38	7	18	129	91,1
Snittet	Roundup	-	37	38	5	21	139	96,5
<i>LSD 1</i>							ns	ns
<i>3 forsøg, høst 2010</i>								
Fjernet	3 stubharvninger	-	35	30	9	39	109	75,6
Snittet	3 stubharvninger	-	19	26	9	35	111	76,1
Snittet	1 harvning	23	18	17	10	33	111	76,5
Snittet	Ingen	32	13	13	8	27	112	75,8
Snittet	Roundup	-	19	21	9	34	112	75,9
<i>LSD 1</i>							ns	ns

¹⁾ Værdien i det ene forsøg er beregnet.

fra vinterhvede med forfrugt vinterraps kan reduceres ved at undlade stubbearbejdning mellem høst af vinterraps og såning af vinterhvede, er der gennemført tre forsøg i 2009 til 2010 og to forsøg i 2010 til 2011. Forsøgsplan og resultater fremgår af tabel 32.

Nedmuldning af rapshalm kan give en reduktion i udvaskningen ved, at kvælstof fra jorden immobiliseres i den kulstofrige halm. Undladelse af jordbearbejdning kan have to effekter på kvælstofudvaskningen. Jordbearbejdning giver i sig selv en større kvælstofmineralisering. Jordbearbejdning kan også ødelægge spildraps, der ellers vil optage kvælstof fra jorden og derved reducere udvaskningen.

Før såning af vinterhvede er optagelsen af kvælstof i spildraps og ukrudt målt til henholdsvis 5 og 9 kg kvælstof pr. ha ved én og ingen harvninger. Det er betydeligt lavere end i året før. Indholdet af N-min i jorden er målt i to dybder, både før såning af vinterhvede og midt i november. Nedmuldning af snittet halm har reduceret N-min indholdet i jorden om efteråret. Det tyder på, at der sker en immobilisering. Specielt i efteråret 2009 var der desuden en tendens til, at N-min indholdet i jorden og dermed risikoen for kvælstofudvaskning faldt ved undladelse af harvninger.

Fastliggende forsøg med reduceret jordbearbejdning ved Aarhus Universitet

Af seniorforsker Elly Møller Hansen, lektor Bo Melander, seniorforskere Lars J. Munkholm og Lise Nistrup Jørgensen, Aarhus Universitet

Forsøg med reduceret jordbearbejdning i to fastliggende forsøg ved Flakkebjerg og Foulum blev påbegyndt i efteråret 2002. Fire år efter anlæg af forsøgene, i efteråret 2006, blev den hidtil benyttede skiveskærssåmaskine udskiftet med en tandkærssåmaskine. Desuden blev en forsøgsbehandling med harvning i 3 til 4 cm dybde ændret til harvning i 18 til 20 cm dybde. Alle forsøgsbehandlinger med reduceret jordbearbejdning er siden 2006 sået med tandkærssåmaskine, mens de pløjede parceller er sået med en almindelig såmaskine. I 2011 er det således femte år, der høstes efter reduceret jordbearbejdning med tandkærssåmaskine. Alle udbytter for 2011 er vist i tabel 33.

Tabel 33. Værkstedsarealer med pløjefri dyrkning, 2011

Udbytter 2011	Udb. og merudb., hkg pr. ha	
	Flakkebjerg	Foulum
Afgrøde	Havre ¹⁾	Vårbyg ²⁾
Forfrugt	Vinterhvede	Vårbyg
Sædskifte	R1, halm efterladt	R5, halm efterladt
Pløjning (P)	46,0 c	38,4
Harvning 8-10 cm, (H8-10)	8,0 a	- 4,3
Harvning 18-20 cm, (H18-20)	2,5 bc	- 3,8
Direkte såning (D)	5,2 ab	- 3,1
LSD	-	ns
Afgrøde	Vinterbyg ³⁾	Vinterbyg
Forfrugt	Vinterhvede	Vårbyg
Sædskifte	R2, halm efterladt	R2, halm efterladt
Pløjning (P)	59,3	41,8 a
Harvning 8-10 cm, (H8-10)	- 1,5	- 7,8 b
Harvning 18-20 cm, (H18-20)	- 0,7	- 10,5 b
Direkte såning (D)	- 4,4	- 2,0 a
LSD	ns	5,56
Afgrøde	Vårbyg	Vårbyg ³⁾
Forfrugt	Vinterhvede	Vinterhvede
Sædskifte	R3, halm fjernet	R3, halm fjernet
Pløjning (P)	53,4 a	49,8
Harvning 8-10 cm, (H8-10)	3,3 a	- 0,3
Harvning 18-20 cm, (H18-20)	2,0 a	- 2,9
Direkte såning (D)	- 10,7 b	0,1
LSD	8,94	ns
Afgrøde	Vårbyg	Vårbyg
Forfrugt	Vinterhvede	Vinterhvede
Sædskifte	R4, halm efterladt	R4, halm efterladt
Pløjning (P)	56,9	47,8
Harvning 8-10 cm, (H8-10)	- 3,6	0,8
Harvning 18-20 cm, (H18-20)	- 2,4	- 1,8
Direkte såning (D)	- 9,5	- 1,7
LSD	ns	ns

abc: Værdier efterfulgt af samme bogstav inden for hver gruppering er ikke signifikant forskellige.

¹⁾ Udeladt en pløjet parcel på grund af ødelagte dræn.

²⁾ Signifikant på 8 pct. niveau.

³⁾ Vårbyg i parceller med direkte såning som erstatning for vinterskadet vinterbyg.

Sædskifter

I forsøget er fire forskellige jordbearbejdninger placeret i fire sædskifter: R1 til R4 på Flakkebjerg og R2 til R5 på Foulum (efterafgrøde i parentes, rajgræs: alm. sildig rajgræs sået som udlæg, olieræddike: udspredd 14 dage før forventet høst):

- R1. Vinterhvede hvert år fra 2003 til 2010, havre i 2011.
- R2. Vinterbyg, vinterraps (i 2008 erstattet af havre på Flakkebjerg), vinterhvede, vinterhvede (i 2010 erstattet af vårbyg på Foulum).
- R3 og R4. Vinterhvede (rajgræs), vårbyg (rajgræs), ærter, vinterhvede, vinterhvede, vin-



I forgrunden en stor bestand af væselhale i vårbyg ved Flakkebjerg og i baggrunden enkelte vindakstoppe. (Foto: Eugene Driessen, Aarhus Universitet).

terbyg (olieræddike), havre, vinterhvede (olieræddike), vårbyg (olieræddike).

- R5. Vårbyg (rajgræs), ærter, vinterhvede, vinterhvede (rajgræs), derefter hvert år (2007 til 2010) vårbyg (olieræddike).

I efteråret 2010 blev der sået vinterbyg i sædskifte R2. Den tidlige og kolde vinter 2010 til 2011 har betydet, at vinterbyggen har overvintret dårligt, især på Flakkebjerg, hvor der praktisk taget ikke har været overvintrende vinterbygplanter i direkte såede parceller. Derfor er vinterbyggen i R2 erstattet med direkte sået vårbyg.

I alle sædskifter med undtagelse af R3 snittes halmen og efterlades på marken. Afgrøderne tilføres 100 kg ammoniumkvælstof i gylle, mens den resterende del af kvælstofnormen tilføres som handelsgødning.

Udbytter, Flakkebjerg

Som det fremgår af sædskifteoversigten, er der i 2011 sået havre i sædskifte R1 på Flakkebjerg for at bryde det ensidige vinterhvedesædskifte. Til trods for, at havren har set lovende ud i alle jordbearbejdningsparceller, er der signifikant mindre udbytte ved pløjning end ved alle former for reduceret jordbearbejdning. Se tabel 33. To år før (se eventuelt Oversigt over Landsforsøgene 2009, side 236 til 240) indgik der ligeledes havre i forsøget på Flakkebjerg. Dette år var der ikke signifikante forskelle på udbytterne ved de

forskellige jordbearbejdninger, men en generel tendens til mindre udbytter ved reduceret jordbearbejdning. Umiddelbart er det ikke muligt at give en forklaring på de to års modstridende resultater. Muligvis kan der i 2011 være tale om en kvælstofeftervirkning fra 2010, hvor der var store udbyttetab ved reduceret jordbearbejdning. Udbyttetabene var begrundet i massive problemer med hovedsageligt græsukrudt, som formentlig har optaget en væsentlig del af gødningskvælstoffet. En del af dette kvælstof kan efterfølgende være mineraliseret og kommet havren til gode i 2011.

Vinterbyggen i R2, Flakkebjerg, har overvintret dårligt og er blevet erstattet med vårbyg i parceller med direkte såning. Se tabel 33. I vinterbyggen er der ikke signifikant forskel mellem jordbearbejdninger, men tendens til lidt mindre udbytte i parceller med harvning (H8-10 og H18-20) end ved pløjning. Vårbyggen i R2, direkte sået, viser tendens til mindre udbytte end vinterbyggen i de øvrige jordbearbejdninger.

I R3 er der ikke signifikant forskel på udbyttet af vårbyg ved harvning (H8-10 og H18-20) og pløjning. Der er dog tendens til merudbytte i H8-10 og H18-20 i forhold til pløjning, mens udbyttet ved direkte såning er signifikant mindre end ved alle øvrige jordbearbejdninger. I R4 er der ikke signifikante forskelle, men en tendens til mindre udbytte ved alle reducerede jordbearbejdninger, især ved direkte såning, hvilket stemmer overens med resultatet for direkte såning i R3. De små udbytter i vårbyg ved direkte såning i R3 og R4 skyldes primært en nedsat effekt over for især væselhale af glyphosat-sprøjtningen før såning, hvilket har betydet, at væselhale har kunnet fortsætte væksten i byggen. Effekten af at inddrage en forårssået afgrøde i sædskiftet med henblik på at nedbringe et græsukrudtsproblem er således udeblevet ved direkte såning.

Som gennemsnit over jordbearbejdninger er der ikke signifikant forskel på udbytterne i vårbyg i R3: 52,0 og R4: 53,0 hkg pr. ha, som er henholdsvis uden og med halm efterladt på marken. Der er således ikke signifikant effekt af halmhåndteringen til trods for, at halmen siden forsøgets påbegyndelse i 2002 er blevet fjernet i R3 og efterladt i R4.

Som gennemsnit over sædskifter er der signifikant mindre udbytte ved direkte såning (D:



Vårbyg ved Foulum med tidlige angreb af bladpletsygdomme, som har udviklet sig kraftigt i sædskifte R5 med vårbyg efter vårbyg i modsætning til sygdomsudviklingen i to mere alsidige sædskifter, R3 og R4. (Foto: David Croft, Aarhus Universitet).

49,0 hkg pr. ha), mens der ikke er signifikant forskel på harvning (H8-10: 55,4 og H18-20: 54,3 hkg pr. ha) og pløjning (P: 53,9 hkg pr. ha).

Udbytter, Foulum

I sædskifte R5 med vårbyg er der ikke en signifikant forskel på de fire jordbearbejdningsmetoder, men dog en tendens til, at pløjning giver større udbytter end de reducerede jordbearbejdningsmetoder. Se tabel 33.

I sædskifte R2 med vinterbyg er udbyttet ved pløjning (P) ikke signifikant forskelligt fra udbyttet ved direkte såning (D), mens udbyttet i de to harvede forsøgsbehandlinger (H8-10 og H18-20) er signifikant mindre end i P og D. Se tabel 33.

Det gennemsnitlige udbytte i vinterbyggen i R2 er lille (36,7 hkg pr. ha). I efteråret 2010 varierede plantetallet i de forskellige jordbearbejdningsmetoder i R2 mellem 287 og 331 planter pr. m². Efter vinteren 2010 til 2011 er plantebestanden vurderet til mellem 85 og 95 procent af fuld bestand. Der er således ikke tale om egentlig udvintring af

vinterbyggen. Den tidlige vinter har betydet, at vinterbyggen ikke har nået at buske sig i efteråret. Buskningen har ligeledes været meget begrænset i foråret, hvorfor vinterbyggen har været tynd.

I R3 og R4, hvor halmen er henholdsvis fjernet eller efterladt, er der generelt ringe forskel på udbytterne af vårbyg ved de forskellige jordbearbejdningsmetoder. Se tabel 33. Dog er der i R3 en tendens til mindst udbytte i parceller med harvning i 18 til 20 cm. De gennemsnitlige udbytter i R3: 49,0 kg pr. ha og R4: 47,2 hkg pr. ha er ikke signifikant forskellige. Der er således, som på Flakkebjerg, heller ikke signifikant effekt af halmhåndteringen på Foulum.

De gennemsnitlige udbytter af vårbyg i R3 og R4 er signifikant forskellige fra det gennemsnitlige udbytte af vårbyg i R5. I R5 er vårbyg blevet dyrket hvert år siden 2007, mens forfrugterne i R3 og R4 har været vinterhvede i 2010 og havre i 2009. Dette kan være en del af forklaringen på udbytteforskellene i de tre sædskifter. En stærkt medvirkende årsag til de små udbytter i R5 synes at være angreb af bladpletsvampe. Der er registreret 80 procent angrebne planter i R5 mod mindre end 20 procent angrebne planter i R3 og R4. Ved bedømmelserne har der ikke været skelnet mellem, om det har været bygbladplet, *Bipolaris* eller *Ramularia*, som har forårsaget angrebene. Sorten Simba er anvendt i alle tre sædskifter. Formentlig har det ensidige sædskifte med vårbyg efter vårbyg i R5 betydet, at risikoen for angreb er blevet øget, eller at vårbyggen har været mere modtagelig over for bladsvampe end i de mere alsidige sædskifter i R3 og R4. Tilsyneladende har fjernelse af halmen i R3 ikke haft indflydelse på angrebet af bladpletsvampe i forhold til efterladelse af halmen i R4.

Som gennemsnit over sædskifterne er der ikke signifikant forskel på udbytterne ved pløjning og direkte såning (P: 44,4 og D: 42,8 hkg pr. ha). De mindste gennemsnitlige udbytter er målt i parceller med harvning (H8-10: 41,6 og H18-20: 39,7 hkg pr. ha).

Mellemafgrødeforsøg 2010 til 2011

I de pløjede parceller i sædskifte R2 på Flakkebjerg og Foulum blev der i 2009 anlagt et forsøg med olieræddike som mellemafgrøde, med og uden halmnedmuldning samt med og uden stubbearbejdning inden såning af den efterføl-

Tabel 34. N-min i mellemafgrødeforsøget, R2 i efteråret 2010

Forsøgsbehandlinger	Uorganisk kvælstof i jord ¹⁾					
	kg N-min pr. ha					
	29. marts 2010			3. november 2010		
	0-25 cm	25-100 cm	0-100 cm	0-25 cm	25-100 cm	0-100 cm
Halm (H)	18	23	41	17	36 b	53 b
Halm og olieræddike (HO)	20	26	46	18	37 b	55 b
Stubbearbejdning (S)	19	29	48	19	51 a	70 a
Stubbearbejdning og halm (SH)	18	25	43	18	38 b	56 b
LSD	ns	ns	ns	ns	9,8	9,6

¹⁾ Jordprøver, udtaget på Flakkebjerg i efteråret 2010, mangler at blive analyseret for N-min.

gende vinterhvede (forsøgsbehandlinger nævnt i tabel 34). På hverken Flakkebjerg eller Foulum var der signifikant forskel på N-min indholdet ved de forskellige forsøgsbehandlinger i november og december 2009. Se Oversigt over Landsforsøgene 2010, side 237. Der var heller ikke en signifikant forskel i N-min indholdet på Foulum den 29. marts 2010. Se tabel 34. Arealet på Flakkebjerg var blevet gødet, inden jordprøveprøveudtagningen havde fundet sted. Det betød, at jordprøverne fra de øverste 0 til 25 cm dybde ikke kunne benyttes til at vurdere forskelle mellem forsøgsbehandlinger. Jordprøver fra 25 til 100 cm dybde varierede mellem 32 og 37 kg kvælstof pr. ha og udviste ikke signifikante forskelle mellem forsøgsbehandlinger.

Mellemafgrødeforsøget blev gentaget i 2010. To uger før forventet høst blev der udstrøet olieræddike som mellemafgrøde i udvalgte delparceller. Olieræddiken blev sået på Flakkebjerg den 2. august 2010, og målinger viser, at der i gennemsnit kun blev nedmuldet 250 kg tørstof pr. ha i overjordisk plantemateriale af olieræddike og ukrudt. Dette er betydeligt mindre end i samme forsøgsbehandling i 2009. Formentlig var sen høst af vinterhveden (den 31. august 2010) en medvirkende årsag til olieræddikens ringe udvikling. På Foulum blev olieræddiken sået den 28. juli 2010. Umiddelbart før nedmuldning var den overjordiske planteproduktion af samme størrelsesorden som på Flakkebjerg. Sen høst af hovedafgrøden den 27. august 2010 var sandsynligvis også her en medvirkende årsag til olieræddikens lave produktion.

Sidst på efteråret 2010 blev der udtaget jordprøver til N-min bestemmelse. Se tabel 34. På Foulum var der ikke signifikant forskel på N-min i parceller med nedmuldet olieræddike (HO) i

forhold til parceller uden olieræddike (H). Derimod var der et signifikant større N-min indhold ved stubbearbejdning, hvor halmen var blevet fjernet (S) end ved de andre forsøgsbehandlinger. Der kunne således ikke konstateres effekt af olieræddike som mellemafgrøde på N-min indholdet i efteråret (HO), men derimod en signifikant effekt af to stubbearbejdninger, foretaget med Bomford Dyna Drive 3. og 24. september 2010 (S). I forsøgsbehandlingen med stubbearbejdning og halm efterladt på marken (SH) var N-min indholdet ikke signifikant forskelligt fra forsøgsbehandlingen, hvor halmen blev efterladt uden stubbearbejdning (H). Sammenholdt med en større N-min i S viser resultaterne, at halm, efterladt på jordoverfladen og stubbearbejdet, har bundet kvælstof, mens halm, efterladt på jordoverfladen uden stubbearbejdning, ikke har bundet signifikante mængder kvælstof. Det understreges, at der blot er tale om et enkelt års resultat, og en lignende effekt kunne ikke konstateres året før. Se Oversigt over Landsforsøgene 2010, side 237.

Udbytterne i 2011 (året efter forsøgsbehandlingerne i efteråret 2010) er ikke signifikant forskellige ved hverken Flakkebjerg eller Foulum. Se tabel 35.

Tabel 35. Kerneudbytter i mellemafgrødeforsøget i R2, 2011

Forsøgsbehandlinger	Udb. og merudb., hkg pr. ha	
	Flakkebjerg	Foulum
Afgrøde	Vinterbyg	Vinterbyg
Halm (H)	59,3	41,8
Halm og olieræddike (HO)	4,7	-0,9
Stubbearbejdning (S)	2,5	1,2
Stubbearbejdning og halm (SH)	6,2	3,6
LSD	ns	ns

Husdyrgødning og andre organiske gødninger

Værditallet er et mål for kvælstofeffekten i organisk gødning. Værditallet defineres som det antal kg kvælstof i handelsgødning, som 100 kg totalkvælstof i organisk gødning kan erstatte. For at kunne beregne værditallet anlægges der tre til seks led med stigende mængder kvælstof som reference. Værditallet beregnes ved at sammenligne kvælstofoptagelsen i kerne i leddet med organisk gødning med kvælstofoptagelsen i referenceleddene.

I forsøgene med gylle er mængden afpasset efter en tilstræbt mængde ammoniumkvælstof, tilført med gylle. Umiddelbart før udbringning er gyllens indhold af ammoniumkvælstof målt med en Agros-kvælstofmåler. Ud fra indholdet af ammoniumkvælstof er det nødvendige antal ton pr. ha beregnet.

I forbindelse med udbringning af organisk gødning udtages en prøve, som analyseres på et laboratorium for blandt andet indhold af totalkvælstof. Værditallet beregnes ud fra den reelt tilførte mængde gødning og laboratoriets analyse af totalkvælstof.

Kvælstofvirkning af kød- og benmel til vårbyg

Fra 2011 er det under visse betingelser blevet tilladt at anvende kød- og benmel som gødningsprodukt i landbruget. En af betingelserne er, at produktet behandles, så det hindrer en fejlagtig anvendelse som foder. Kød- og benmel fra DAKA har i forsøg vist en højere kvælstofvirkning, end der tidligere er refereret i international litteratur.

DAKA fremstiller et kød- og benmel, der er godkendt som gødningsprodukt i Danmark. Produktet kan leveres som mel eller piller og indeholder 10 procent kvælstof, 3 procent fosfor og 1 procent kalium. Produktet er tilsat 5 til 10 procent kalk for at hindre anvendelse som foder. Se foto. Langt hovedparten af kvælstoffet i kød- og benmel er organisk bundet i proteiner. Der skal således ske en mikrobiel nedbrydning af proteinerne, før kvælstoffet bliver plantetilgængeligt. Det er derfor vanskeligt at forudsige kvælstofvirkningen i produktet.

I 2011 er produktet på melform afprøvet i seks forsøg i vårbyg. Formålet med forsøgene har været at fastslå kvælstofvirkningen af produktet. Kød- og benmel indeholder også en betydelig mængde fosfor. Derfor er der grundgødet med

Tabel 36. Kvælstofvirkning af kød- og benmel til vårbyg. (N24)

Vårbyg	Kar. for lejesæd ved høst ¹⁾	Pct. råprotein i tørstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udb. og merudb., hkg kerne pr. ha
<i>2011. 6 forsøg</i>				
1. Grundgødet	0	8,9	57	46,8
2. 40 N	0	9,2	72	10,8
3. 80 N	0	9,7	86	18,7
4. 120 N	2	10,5	101	23,8
5. 160 N	4	11,1	107	23,8
6. 200 N	6	12,3	116	22,8
7. 40 N + 120 total-N i kød- og benmel	2	10,9	104	23,1
LSD			7	5,1
<i>Gns. N-min i rodzonen, kg N pr. ha</i>			28 (8-69)	
<i>Gns. opt. N-mængder, kg N pr. ha</i>			137 (97-227)	
<i>Gns. merudb. ved opt., hkg pr. ha</i>			25,6 (14,1-36,5)	

Kød- og benmel, mængde, indhold og værdital	Udbragt mængde, ton pr. ha	Total-N, kg pr. ton	P, kg pr. ton	K, kg pr. ton	Værdital
<i>2011. 6 forsøg</i>					
7. Kød- og benmel	1,2	100	30	10	87

¹⁾ Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd.



Kød- og benmel er godkendt som gødning i Danmark. Produktet, som er afprøvet i forsøgene i 2011, har indeholdt 10 procent kvælstof, 3 procent fosfor og 1 procent kalium. Produktet tilsættes 5 til 10 procent kalk for at hindre fejlagtig anvendelse som foder. Kalken ses som hvide korn i melet. (Foto: Torkild Birkmose, Agro Tech).

fosfor i handelsgødning for at eliminere en eventuel gødningseffekt af fosfor i kød- og benmelet. Der er gennemført tre forsøg på sandjord og tre på lerjord. Forsøgsplan og resultater ses i tabel 36.

I alle forsøg har der været en god respons for kvælstof, og der er høstet store udbytter. Selv på JB 1 har udbyttet været på 60 til 70 hkg kerne pr. ha. Især på lerjord har forsøgene været præget af betydelig lejesæd ved høst, og det er gået ud over udbyttet ved de højeste kvælstofmængder.

I alle forsøgene har der været en meget høj kvælstofvirkning af kød- og benmel, og i gennemsnit har kerneudbyttet ved at gødske med 40 kg kvælstof i handelsgødning + 120 kg talkvælstof i kød- og benmel pr. ha været næ-

sten lige så stort som ved at gødske med 160 kg kvælstof i handelsgødning pr. ha. Værditallet er beregnet til 87, hvilket indikerer, at kvælstofeffekten af kød- og benmel har været næsten på højde med kvælstof i handelsgødning.

Kvælstofvirkningen af kød- og benmel har i forsøgene været højere end forventet. Årsagen kan være, at de fugtige forhold i sommeren 2011 har været gunstige for den mikrobielle omsætning af proteinerne i kød- og benmel.

SyreN-behandlet svinegylle til vinterhvede

Firmaet Biocover har udviklet et system, som kan tilsætte koncentreret svovlsyre til gylle under udbringning. Systemet kaldes SyreN. Syretilsætningen nedsætter gyllens pH, og det reducerer ammoniakfordampningen efter udbringning. Ved forsuring kan der umiddelbart peges på to faktorer, som kan forklare et eventuelt merudbytte, nemlig en bedre kvælstofeffekt og en effekt af tilført svovl i svovlsyren. Systemet er bygget op omkring en frontmonteret palletank på traktoren, hvorfra syre pumpes til gyllevognen, og syren blandes med gyllen, lige inden den pumpes ind i fordeleren.

I 2011 er der gennemført fire forsøg, hvor effekten af SyreN-behandlet svinegylle er sammenlignet med ikke-forsuret gylle. To forsøg er gennemført ved Vejen og to ved Vrå. Alle forsøg er udført med kommercielt udbringningsudstyr fra maskinstationer. Gyllen er forsuret ved at tilsætte cirka 2 liter svovlsyre pr. ton gylle, og der er udbragt 28 til 33 ton gylle pr. ha midt i april. Med den forsurede gylle er der tilført cirka 30 kg plantetilgængeligt sulfatsvovl pr. ha. Det har været 10 til 15 kg mere end planternes behov. De følgende to uger efter udbringning af gylle har vejret været varmt og solrigt uden nedbør. I en sådan periode kan der normalt forventes en høj ammoniakfordampning fra udbragt gylle, og dermed kan der forventes en god effekt af forsuring.

Resultaterne af forsøgene ses i tabel 37. I gennemsnit af de fire forsøg har tilsætning af svovlsyre til gyllen øget udbyttet med 5 hkg pr. ha i forhold til den ubehandlede gylle. Der har imidlertid været stor forskel på de fire forsøg. I de to forsøg ved Vejen har forsuring resulteret i et signifikant merudbytte på 9 til 10 hkg pr. ha. I

Tabel 37. Kvælstofvirkning af syrebehandlet svinegylle (SyreN) til vinterhvede. (N25)

Vinterhvede	Kar. for lejesæd ved høst ¹⁾	Pct. råprotein i tørstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udbytte, hkg kerne pr. ha
2011. 4 forsøg				
1. 50 + 100 N	0	10,9	125	76,9
2. 50 N + 100 NH ₄ -N i svinegylle	0	10,0	108	72,5
3. 50 N + 100 NH ₄ -N i svinegylle tilsat svovlsyre (SyreN)	0	10,5	121	77,5
LSD			12	ns

Gødning, mængde, indhold og værdital	Udbragt mængde, ton pr. ha	Total-N, kg pr. ton	NH ₄ -N, kg pr. ton	pH	NH ₄ -N, pct. af total-N
2011. 4 forsøg					
2. Svinegylle	30,5	3,90	3,14	7,4	80
3. Svinegylle tilsat svovlsyre (SyreN)	30,5	3,90	3,14	5,9	80

¹⁾ Skala 0-10, 0 = ingen lejesæd.

de to forsøg ved Vrå har forsuring derimod ikke resulteret i et merudbytte.

Udbyttet i de forsuredede forsøgsled i de to forsøg ved Vejen har været overraskende stort og umiddelbart væsentligt mere, end forsuringen kan forklare. Effekten af svovl kan i netop disse forsøg reelt udelukkes, da der som grundgødskning er tilført hele 35 kg svovl med handelsgødning i marts. Kvælstofeffekten vurderes til at kunne forklare et merudbytte på højst 1 hkg pr. ha i disse forsøg og kun i meget ekstreme tilfælde op til 4 til 5 hkg pr. ha. Et merudbytte på 9 til 10 hkg pr. ha ved forsuring er således uforklarligt højt.

Nedfældning af gylle i vinterhvede

Ét forsøg med 128 gentagelser viser statistisk sikkert, at mekaniske skader fra nedfælderaggregaterne har reduceret udbyttet med 4 til 5 hkg pr. ha. Proteinprocenten er steget cirka 0,5 procentenhed ved nedfældning.

Nedfældning er en effektiv måde at reducere ammoniakfordampning og lugtgener fra gylle, udbragt i vintersæd. Tidligere forsøg har antydget, at den mekaniske skade efter nedfælderaggregaterne reducerer udbyttet, og det er derfor tvivlsomt, om nedfældning øger kerneudbyttet, på trods af, at man får en bedre kvælstofudnyttelse, fordi nedfældningen effektivt begrænser ammoniakfordampningen. De målte og forventede forskelle i udbyttet er imidlertid så små, at de i traditionelle landsforsøg langt overstiges af den statistiske usikkerhed, fordi antallet af gentagelser i forsøgene er for få.

I 2011 er der i samarbejde med Aarhus Uni-

versitet gennemført et omfattende forsøg på én lokalitet ved Foulum. I forsøget er effekten af slangeudlægning af svinegylle sammenlignet med effekten af to metoder til nedfældning af gylle: Et traditionelt skiveskær og en nyudviklet metode, hvor skiveskær kombineres med en nedfældertand. Se foto. Den ny metode er udviklet i samarbejde med blandt andet Aarhus Universitet og Samson Agro.

I forsøget er fokus lagt på at reducere den statistiske usikkerhed, således det er muligt at fastslå, om selv relativt små forskelle er statistisk sikre. Den primære metode til at øge den statistiske sikkerhed har været at øge antallet af gentagelser fra de normale fire til fem til 128 gentagelser. Alle forsøgsparceller har været placeret i marken ved hjælp af GIS-værktøjer, og forsøgsbehandlinger og høst er foregået med autostyrede redskaber. Forsøget har således været anlagt helt uden brug af markeringsstokke. Som supplement til forsøget har der været anlagt yderligere to forsøg efter samme model, men med færre gentagelser: Et forsøg til at fastslå den mekaniske skade efter nedfælderaggregater og et forsøg til at fastslå kvælstofudnyttelsen i gyllen. I alt er der gennemført tre forsøg på samme lokalitet:

1. Et udbytteforsøg, hvor effekten af slangeudlagt gylle sammenlignes med nedfældet gylle (128 gentagelser).
2. Et afgrødeskadeforsøg, hvor den mekaniske skade efter nedfælderaggregater undersøges (77 gentagelser).
3. Et forsøg, hvor kvælstofeffekten af den anvendte svinegylle bestemmes (14 gentagelser).

Tabel 38. Nedfældning af svinegylle til vinterhvede. (N26, N27, N28)

Vinterhvede	Pct. råprotein i tørstof	Udbytte, kg N i kerne pr. ha	Udbytte, hkg kerne pr. ha
<i>2011. 1 forsøg</i>			
<i>Udbytteforsøg, 50 kg N pr. ha i handelsgødning + 85 kg NH₄-N pr. ha i svinegylle</i>			
1. Nedfældning, skiveskær	9,5	109	77,1
2. Nedfældning, skiveskær + tand	9,6	111	77,5
3. Slangeudlægning	9,0	109	81,5
LSD	0,1		0,7
<i>Afgrødeskadeforsøg, 135 kg N pr. ha i handelsgødning, ingen gylle</i>			
1. Nedfældning, skiveskær + tand, høj hastighed	10,5	117	75,1
2. Nedfældning, skiveskær + tand, lav hastighed	10,6	118	74,9
3. Ingen nedfældning	10,2	119	78,7
LSD	0,1		0,9
<i>Kvælstofudnyttelse, slangeudlagt svinegylle</i>			
1. 100 N i handelsgødning	7,6	83	73,0
2. 135 N i handelsgødning	8,8	105	79,9
3. 170 N i handelsgødning	10,2	125	82,6
4. 50 N i handelsgødning + 85 NH ₄ -N i svinegylle	9,2	108	79,0
LSD	0,2		3,4
Svinegylle, mængde, indhold og værdital	Ton pr. ha	Total-N, kg pr. ton	Værdital
<i>2011. 1 forsøg</i>			
4. Slangeudlagt svinegylle	34	3,9	68

Forsøgsplaner og resultater af de tre forsøg fremgår af tabel 38.

Det fremgår af øverste del af tabel 38, at nedfældning af svinegylle i forsøget har resulteret i et høstudbytte, som er godt 4 hkg pr. ha mindre end ved slangeudlægning. Nedfældning har imidlertid resulteret i et indhold af råprotein i kernen, som er cirka 0,5 proteinenhed højere end ved slangeudlægning. Kvælstofoptagelsen i kerner har derfor været stort set ens ved nedfældning og ved slangeudlægning. Forskellene i kerneudbytter og proteinindhold er statistisk sikre. Der har derimod ikke været statistisk sikker forskel mellem de to nedfældningsmetoder.

Af tabellens anden del fremgår det, at den mekaniske skade efter nedfælderaggregaterne har resulteret i et udbyttetab på knap 4 hkg pr. ha. Disse resultater er alene et udtryk for den mekaniske skade, idet der ikke er udbragt gylle, og alle forsøgsled er gødsket med samme mængde handelsgødning. Påvirkning af afgrøden med nedfælderaggregaterne har imidlertid øget proteinprocenten med cirka 0,4 procentenheder.

Påvirkningen af nedfældning på udbytte og proteinprocent har været stort set ens, uanset om der er udbragt gylle eller ej. Den mekaniske påvirkning af afgrøden har således betydet mere

for udbyttet og proteinprocenten, end den ændrede gødningsvirkning har.

Den nederste del af tabellen viser, hvordan kvælstofvirkningen har været i handelsgødning, og hvordan udnyttelsen af svinegylle har været i forhold til handelsgødning. Der har været en



I samarbejde med blandt andet Aarhus Universitet og Samson Agro er der udviklet en ny metode til nedfældning i for eksempel vintersæd. Det nye aggregat består af et dobbelt skiveskær, hvor der bagved er monteret en buet nedfældertand. Tandene, som går cirka 2 til 3 cm dybere end skæret, gør nedfælderens jordsøgende. (Foto: Torkild Birkmose, AgroTech).



Forsøget med nedfældning af gylle til vinterhvede er gennemført i et nyudviklet forsøgsdesign med 128 gentagelser af hver behandling. Al forsøgsbehandling og høst er sket med autostyrede redskaber. Derfor har det været muligt at gennemføre forsøget uden én eneste markeringsstok. (Foto: Jens Bonderup Kjeldsen, Aarhus Universitet).

marginaloptagelse af kvælstof i handelsgødning på 61 procent, hvilket er relativt højt. Der har også været en god effekt af svinegylle, og værditallet er beregnet til 68.

Svinegylle til vinterraps før såning

Otte forsøg i 2009 til 2011 viser en tendens til, at kvælstofeffekten af svinegylle, udbragt før såning af vinterraps, er lidt mindre end i samme mængde uorganisk kvælstof, udbragt i handelsgødning om foråret. Ud fra et udbytte- og mil-

jømæssigt synspunkt er det dog forsvarligt at tilføre en vis mængde gylle om efteråret.

Især på mange svinebrug er det almindeligt at udbringe gylle forud for såning af vinterraps i august. Udbringningen sker dels for at sikre vinterrapsens vækst om efteråret, dels for at nedbringe gyllemængden i gyllebeholderen inden vinteren og dermed sikre en tilstrækkelig opbevaringskapacitet. Imidlertid er det relativt dårligt forsøgs-mæssigt belyst, i hvor stort et omfang raps "kvitterer" for gylletilførsel før såning, når kvælstofmængden om foråret reduceres med en tilsvarende mængde.

I 2009 blev der iværksat en forsøgsserie for at belyse udbyttet ved at tilføre gylle om efteråret. I 2011 er der gennemført to forsøg, og i alt er der gennemført otte forsøg. Forsøgene er udført med henholdsvis stigende mængder gylle før såning og stigende mængder kvælstof i handelsgødning om foråret. Gyllen er nedfældet umiddelbart inden såning. De samlede resultater af de otte forsøg ses i tabel 39. Resultaterne af de to forsøg fra 2011 kan studeres i Tabelbilaget, tabel N30.

Der er høstet et lidt mindre udbytte ved at udbringe 57 kg ammoniumkvælstof i svinegylle pr. ha før såning og 125 kg kvælstof i handelsgødning pr. ha om foråret, end ved at udbringe 175 kg kvælstof i handelsgødning pr. ha om foråret. Endnu mindre udbytte er høstet ved at udbrin-

Tabel 39. Kvælstofvirkning af svinegylle til vinterraps før såning. (N29, N30)

Vinterraps	Ca. 1. december				Udbytte, hkg frø af standardkvalitet pr. ha		
	Planteprøve, udbytte			N-min, kg N pr. ha	Handelsgødning, kg N pr. ha, forår		
	tørstof, ton pr. ha	kvælstof kg pr. ha	svovl kg pr. ha		75	125	175
2009-2011. Antal forsøg	6	6	6	7	8	8	8
1. Ingen gylle	0,8	27	3	22	35,3	39,9	43,8
2. 57 kg NH ₄ -N pr. ha i gylle før såning	1,6	55	7	20	39,1	42,9	45,2
3. 112 kg NH ₄ -N pr. ha i gylle før såning	2,0	86	10	31	40,9	45,0	45,5
LSD gyllemængde							1,5
LSD handelsgødning							1,5
LSD vekselvirkning							ns

Gødning, mængde og indhold	Udbragt mængde, ton pr. ha	Total-N, kg pr. ton	NH ₄ -N, kg pr. ton	NH ₄ -N, andel
2009-2011. 8 forsøg				
2. 57 kg NH ₄ -N pr. ha i gylle før såning	21,4	4,00	3,19	80
3. 112 kg NH ₄ -N pr. ha i gylle før såning	41,9	4,00	3,19	80

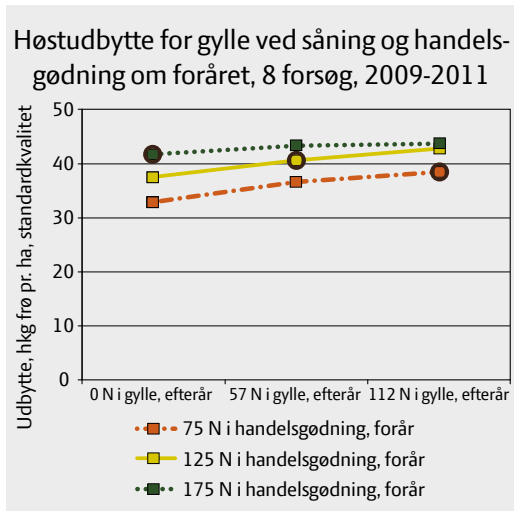
ge 112 kg ammoniumkvælstof i gylle pr. ha før såning og 75 kg kvælstof i handelsgødning pr. ha. Se figur 12. Forskellene er ikke signifikante. Udbyttet har stort set været uafhængigt af, om kvælstoffet er tilført i form af gylle om efteråret eller som handelsgødning om foråret. Det gennemsnitlige økonomisk optimale kvælstofniveau i de otte forsøg (summen af gylle og handelsgødning) er beregnet til 244 kg kvælstof pr. ha. Se figur 13.

Først i december hvert år er der udtaget planteprover og jordprover til N-min analyser i de to forsøgsled, som fik svinegylle ved såning, samt i ét forsøgsled uden gylletilførsel. Resultaterne er vist i figur 14. Optagelsen af kvælstof i de overjordiske plantedele er øget med henholdsvis 28 og 59 kg pr. ha ved at udbringe 57 og 112 kg ammoniumkvælstof pr. ha i gylle før såning. Cirka halvdelen af den udbragte mængde uorganisk kvælstof er således genfundet i de overjordiske plantedele.

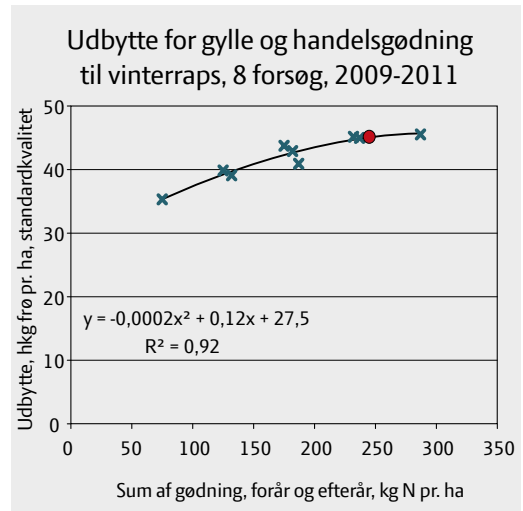
Først i december blev der også målt N-min indhold i jorden til 1 meters dybde. N-min indholdet har været påvirket af en lav gylletilførsel. En høj gylletilførsel har resulteret i en stigning i N-min indholdet på 9 kg kvælstof pr. ha i gennemsnit.

På baggrund af de tre års forsøg kan det konkluderes, at

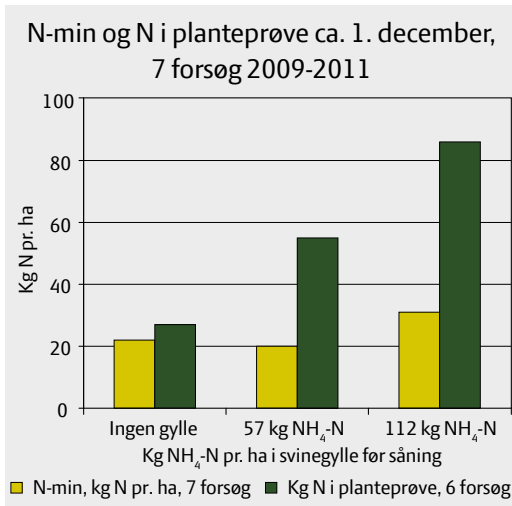
- det både udbytte- og miljømæssigt er forsvarligt at tildele en vis mængde gylle til vinterraps om efteråret
- efterårsgødskning med gylle har en marginalt dårligere virkning end en forårsgødskning med handelsgødning
- ud fra et ønske om sikker etablering og god konkurrenceevne over for ukrudt om efteråret kan det være en fordel at tilføre 30 til 50 kg ammoniumkvælstof i gylle om efteråret
- selv en ugødet rapsafgrøde, som udviser symptomer på kvælstofmangel om efteråret, kan gø-



Figur 12. Høstudbytte ved stigende mængder svinegylle før såning og stigende mængder kvælstof i handelsgødning om foråret. De tre behandlinger med ring har alle modtaget cirka 175 kg uorganisk kvælstof pr. ha i handelsgødning eller handelsgødning og gylle. Resultaterne viser, at der er en tendens til et mindre udbytte, jo større andel af kvælstoffet som tilføres med gylle før såning.



Figur 13. Udbytte for ammoniumkvælstof i gylle om efteråret og kvælstof i handelsgødning om foråret. Figuren viser, at udbyttet stort set er uafhængigt af, om kvælstof er tilført i form af gylle om efteråret eller som handelsgødning om foråret. Den røde prik angiver det økonomisk optimale kvælstofniveau, som er beregnet til 244 kg kvælstof pr. ha som summen af efterårs- og forårsgødning.



Figur 14. Resultater af N-min analyser og planteanalyser i vinterraps fra prøver, udtaget i begyndelsen af december i forsøgsled med tilførsel af svinegylle før såning og i forsøgsled uden tilførsel af gylle. Resultaterne viser, at der er optaget cirka halvdelen af den tilførte mængde uorganisk kvælstof i gylle i de overjordiske plantedele. N-min indholdet i jorden har været næsten uafhængigt af gylletilførsel, hvilket viser, at risikoen for nitratudvaskning ikke stiger væsentligt efter udbringning af moderate mængder gylle om efteråret.

des op til et normalt udbytte om foråret. Ofte overvurderes den synlige forskel om efteråret

- en rapsafgrøde kan optage over 100 kg kvælstof pr. ha og 15 til 20 kg svovl pr. ha i de overjordiske dele om efteråret
- N-min indholdet i jorden i december (og dermed potentialet for kvælstofudvaskning om vinteren) kun er marginalt påvirket af tilførslen af op til 30 til 50 kg ammoniumkvælstof i svinegylle pr. ha ved såning.

Kvælstofgødning til vinterraps om efteråret

Der er ofte stor, synlig effekt af at tilføre kvælstofgødning til vinterraps om efteråret. Nye danske forsøg tyder imidlertid på, at jo større andel af rapsens kvælstofkvote, som tilføres om efteråret, jo mindre bliver høstudbyttet.

Det diskuteres jævnligt, hvorvidt vinterraps har et behov for kvælstofgødning om efteråret, hvor stor denne kvælstoftilførsel i givet fald skal være, og hvor store konsekvenserne af at undlade gødskningen er. Derfor blev der i efteråret 2010 iværksat en forsøgsserie for at belyse den optimale gødskningsstrategi for vinterraps om efteråret. Der er gennemført tre forsøg i forsøgsserien. I forsøgene er afprøvet forskellige strategier for at dele gødningen mellem efterår og forår og



Der er stor, synlig effekt af at tilføre husdyrgødning til vinterraps om efteråret, men det har væsentligt mindre effekt på høstudbyttet, end man kunne tro. På billedet til venstre er der ikke tilført gylle, i midten er der tilført 47 kg ammoniumkvælstof pr. ha i svinegylle før såning, og til højre er der tilført 104 kg ammoniumkvælstof pr. ha. (Fotos: Torkild Birkmose, AgroTech).

for at kombinere handelsgødning og husdyrgødning. På grund af de våde forhold i august 2010 blev forsøgene sået relativt sent (26. august til 1. september). Forsøgsplan og resultater kan ses i tabel 40.

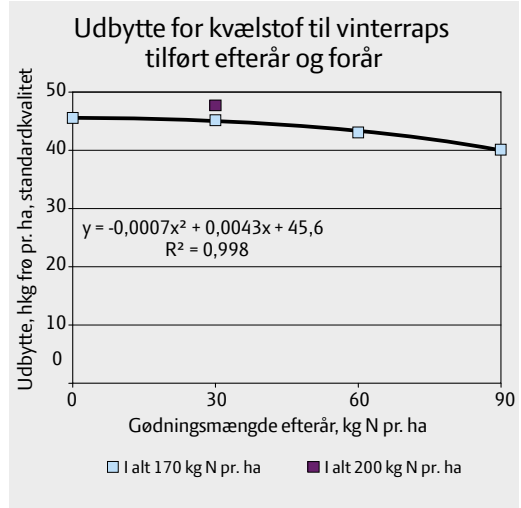
Der blev tilført fra 0 til 90 kg kvælstof pr. ha om efteråret, og forårstilførslen er reduceret tilsvarende, således at alle forsøgsled har fået tilført i alt 170 kg kvælstof pr. ha. Ét forsøgsled (2) er tilført 30 kg kvælstof pr. ha ekstra, således at der i alt er tilført 200 kg kvælstof pr. ha.

Jo større andel af kvælstofmængden, der har været anvendt om efteråret, jo mindre er høst-udbyttet. I praksis har der kun været beskeden forskel på at anvende 30 kg kvælstof pr. ha om efteråret og hele kvælstofmængden om foråret. I forsøgsled 2 er der tilført 30 kg kvælstof pr. ha om efteråret og 170 kg kvælstof pr. ha om foråret for at undersøge, om der har været respons for efterårsgødskning. I forhold til forsøgsled 1, hvor der ikke er tilført gødning om efteråret, er der høstet et merudbytte på 2,2 hkg frø, svarende til godt 7 kg frø pr. kg kvælstof. Der har således været god effekt af gødning, tilført om efteråret. Se figur 15.

Tabel 40. Kvælstofgødning til vinterraps om efteråret. (N31)

Vinterraps	Kvælstoftilførsel			Pct. olie i tørstof	Udbytte, hkg frø af standardkvalitet pr. ha
	Gylle	Handelsgødning			
	kg NH ₄ -N pr. ha,	kg N pr. ha,			
	efterår	ved såning	forår		
2011. 3 forsøg					
1. Bredspredt handelsgødning		170	49,3	45,5	
2. Bredspredt handelsgødning	30	170	49,3	47,7	
3. Bredspredt handelsgødning	30	140	49,9	45,2	
4. Bredspredt handelsgødning	60	110	49,8	43,1	
5. Bredspredt handelsgødning	90	80	49,5	40,2	
6. Nedfældet ved såning	59	110	49,6	43,3	
7. Slangeudlagt i sept.	65	110	50,0	43,3	
LSD				2,3	

Gylle, mængde og indhold	Udbragt mængde, ton pr. ha	Total-N, kg pr. ton	NH ₄ -N, kg pr. ton	NH ₄ -N, andel
2011. 3 forsøg				
6. Nedfældet ved såning	20,3	3,77	3,04	81
7. Slangeudlagt i sept.	18,7	5,28	3,58	68



Figur 15. Høstudbyttet for at tilføre 170 kg kvælstof pr. ha til vinterraps med varierende fordeling mellem efterårs- og forårstilfødning (blå dotter). Figuren viser, at jo større andel af kvælstofgødningen, der tilføres om efteråret, jo mindre bliver udbyttet. Figuren viser også, at der har været god effekt af at tilføre gødning om efteråret (rød dot), men effekten skyldes, at de 30 kg kvælstof pr. ha er tilført som ekstra gødning ud over de 170 kg kvælstof.

I forsøgsled 6 og 7 er der tilført cirka 60 kg ammoniumkvælstof pr. ha i svinegylle henholdsvis for såning og cirka fire uger efter såning. Effekten af ammoniumkvælstof i gylle har været på samme niveau som kvælstof i handelsgødning, og effekten af gyllen har været ens, uanset udbringningstidspunktet.

Resultaterne tyder på, at det er udbyttømæssigt forsvarligt at anvende en lille del af kvælstofkvoten til vinterraps om efteråret for at sikre etableringen og konkurrenceevnen over for ukrudt. Den udbyttømæssige konsekvens af at undlade efterårsgødskningen og i stedet tilføre alt kvælstof om foråret er dog beskeden i de fleste tilfælde.

Effekten af Humic Substances til vinterhvede
Humic Substances er en del af den humus, som findes i jorden. Humic Substances kan imidlertid også fremstilles industrielt ud fra organisk materiale, som for eksempel spildevandsslam eller

gylle. Firmaet BioNorden forhandler et anlæg, som kan producere Humic Substances. Udsprøjtning af produktet i koncentreret form på planter har ifølge firmaet effekt på planternes evne til at optage næringsstoffer.

I 2011 er produktet afprøvet i et enkelt forsøg i vinterhvede. Forsøget er gennemført på JB 5 ved Koldkærgård i Skejby. I forsøget er 3 liter Humic Substances pr. ha udsprøjtet tre gange i vækststadiet 18, 26 og 61, og udsprøjtningen er blevet sammenlignet med tilsvarende forsøgsled, som ikke har fået Humic Substances. Sammenligningen er sket ved tre kvælstofniveauer (130, 155 og 180 kg kvælstof pr. ha, hvoraf de 130 kg kvælstof er tilført som ammoniumkvælstof i svinegylle).

Den 11. maj (vækststadium 31) er der udtaget planteprøver, som er vejede og analyseret for tørstof og en lang række næringsstoffer. Resultaterne viser, at udsprøjtning af Humic Substances ikke har påvirket hverken tørstofudbyttet i planteprøven eller indholdet af næringsstoffer. Udsprøjtningen har heller ikke givet signifikante påvirkninger af hverken udbytte eller proteinindhold i kernen ved høst. Derimod er der signifikant effekt af tilførsel af kvælstof i handelsgødning. Resultaterne af forsøget kan studeres i Tabelbilaget, tabel N32.

Jordbundsanalyser

Antallet af kemiske jordbundsanalyser fra 1. august 2010 til 31. juli 2011 fremgår af tabel 41. Tabellen omfatter analyser, udført af OK Laboratorium for Jordbrug og det tyske laboratorium Agrolab, hvorimod tabellen ikke omfatter de få analyser, der er udført af Eurofins, Steins. Antallet af jordbundsanalyser er steget svagt i forhold til sæsonen 2009 til 2010.

Tabel 41. Antal jordbundsanalyser fra 1. august 2010 til 31. juli 2011

Lokalitet	Rt	Pt	Kt	Mgt	Cut	Total-N
Bornholm	1.296	1.296	1.296	1.297	0	0
Sjælland	7.596	7.569	7.569	7.578	731	111
Fyn	6.575	6.574	6.573	6.612	95	62
Østjylland	16.186	15.904	15.886	16.295	2.551	387
Nordjylland	19.145	19.142	19.124	19.255	1.595	1.455
Vestjylland	24.454	23.363	23.062	23.060	2.879	4.020
Hele landet	75.252	73.848	73.510	74.097	7.851	6.035

Regelmæssige jordbundsanalyser er fortsat vigtige, når der skal gødskes optimalt. Det er vigtigt, at der bruges den rigtige strategi for udtagning. Udtages hver jordprøve som et gennemsnit af et stort, uensartet areal, er resultaternes informationsværdi tvivlsom. Modsætningen hertil er positionsbestemt udtagne jordprøver, hvor hver prøve stedbestemmes med en geografisk koordinat ved hjælp af GPS. Hver jordprøve udtages ofte her som en punktprøve som gennemsnit af 16 stik inden for en cirkel med en radius på 5 til 10 meter. Alt andet lige vil det give en større variation i analyseresultatet end mellem prøver, der er udtaget som en gennemsnitsprøve af flere ha.

Næringsstofanalyserne stammer overvejende fra systematiske jordbundsanalyser af hele ejendomme og anses derfor for at være nogenlunde repræsentative for landbrugsjorden.

Den procentiske fordeling af gødningstallene i de enkelte landsdele kan derfor give et indtryk af gødningstilstandene. Se tabel 42.

Den procentiske fordeling af reaktionstallene i de enkelte landsdele er nogenlunde konstant fra år til år. Op igennem 1980'erne faldt andelen af meget lave reaktionstal. For de fleste jorde er der et relativt stort interval, hvor reaktionstallet kan betragtes som optimalt. Når reaktionstallet er over 5,5 til 6,0, er det ikke reaktionstallets størrelse, der er interessant, men udviklingen. Et acceptabelt reaktionstal kan normalt oprettholdes ved en kalktilførsel på 1,5 til 2,0 ton kalk pr. ha hvert tredje eller fjerde år. 25 procent af analyserne har værdier under 6. 50 procent ligger mellem 6 og 7, og 25 procent ligger over 7.

Hvis jorden er meget leret, kan der være behov for kalkning for at forbedre eller fastholde jordstrukturen. Hvis der dyrkes afgrøder med et specielt stort krav til reaktionstallet, kan der også være behov for at tilføre mere kalk end anført ovenfor.

Fosfortallet (Pt) angiver den let tilgængelige fosformængde i jorden. Fosfortallet anses for lavt ved værdier under 2. Kun 13 procent af analyserne for hele landet viser lave fosfortal, mens 34 procent af fosfortallene er over 4,0. I gruppen med høje fosfortal kan jordprøver, udtaget i haver, være overrepræsenteret. 53 procent af analyseværdierne ligger mellem 2 og 4.

Kaliumtallets (Kt) størrelse varierer mellem landsdelene. Niveauforskellen skyldes først og

Tabel 42. Resultater af jordbundsanalyser fra 1. august 2010 til 31. juli 2011. Procentvis fordeling. Ved vurdering af tallene skal man være opmærksom på antallet af gennemførte analyser, som fremgår af tabel 41

Jordbundsanalyser	Bornholm	Sjælland	Fyn	Østjylland	Nordjylland	Vestjylland
<i>Reaktionstal, Rt</i>						
0,0 - 5,4	1	1	2	6	8	11
5,5 - 5,9	6	3	6	20	30	44
6,0 - 6,4	28	9	15	36	38	33
6,5 - 6,9	48	18	31	26	16	10
7,0 - 7,5	16	41	34	10	6	3
> 7,5	1	29	12	2	4	0
<i>Fosfortal, Pt</i>						
0,0 - 0,9	0	1	1	1	1	0
1,0 - 1,9	14	19	19	8	7	4
2,0 - 2,9	26	39	34	29	19	16
3,0 - 3,9	26	24	24	30	27	24
4,0 - 4,9	16	10	12	18	22	23
5,0 - 5,9	9	4	5	8	13	16
6,0 - 6,9	4	2	2	3	6	9
7,0 - 7,9	2	0	1	1	3	4
8,0 - 8,9	1	0	0	0	1	2
9,0 - 10,0	0	0	0	0	1	1
> 10,0	0	0	0	0	1	1
<i>Kaliumtal, Kt</i>						
0,0 - 1,9	0	0	0	0	0	0
2,0 - 3,9	0	1	2	3	2	12
4,0 - 5,9	0	6	7	7	7	25
6,0 - 7,9	3	20	21	11	13	21
8,0 - 9,9	9	29	25	16	14	16
10,0 - 11,9	16	22	18	17	14	11
12,0 - 13,9	14	11	11	14	12	6
14,0 - 15,9	14	5	6	10	10	3
16,0 - 17,9	11	3	3	8	7	2
18,0 - 20,0	8	1	2	5	5	1
> 20,0	25	3	4	9	14	3

fortsættes

Jordbundsanalyser	Bornholm	Sjælland	Fyn	Østjylland	Nordjylland	Vestjylland
<i>Magnesiumtal, Mgt</i>						
0,0 - 0,9	0	0	1	3	1	0
1,0 - 1,9	0	1	1	1	1	2
2,0 - 2,9	2	5	5	5	4	10
3,0 - 3,9	6	15	13	11	10	17
4,0 - 4,9	12	19	16	15	14	17
5,0 - 5,9	13	21	18	16	14	16
6,0 - 6,9	13	15	13	14	13	11
7,0 - 7,9	14	9	10	11	10	8
8,0 - 8,9	11	5	7	8	7	5
9,0 - 10,0	9	3	5	5	5	3
> 10,0	21	6	11	10	20	10
<i>Kobbertal, Cut</i>						
0,0 - 0,9	0	1	4	0	0	1
1,0 - 1,9	0	23	37	28	19	31
2,0 - 2,9	0	36	21	32	26	41
3,0 - 3,9	0	23	6	19	24	19
4,0 - 4,9	0	8	6	10	12	4
5,0 - 5,9	0	5	5	4	6	2
6,0 - 6,9	0	2	4	2	5	0
7,0 - 7,9	0	1	3	1	4	1
8,0 - 8,9	0	1	3	1	2	0
9,0 - 10,0	0	0	2	0	1	0
> 10,0	0	0	7	1	1	0
<i>Total-N</i>						
0,0 - 0,09	0	5	5	3	5	10
0,10 - 0,11	0	9	5	2	15	7
0,12 - 0,13	0	11	15	3	27	13
0,14 - 0,16	0	18	28	7	27	17
0,17 - 0,20	0	20	21	14	11	20
> 0,20	0	37	25	71	15	33

fremmest jordtypeforskelle. Her skiller Vestjylland sig klart ud, idet 58 procent af prøverne viser analysetal under 8. Det tilsvarende tal i Østjylland er 21 procent.

Et magnesiumtal på over 4 betragtes som tilfredsstillende. I gennemsnit for hele landet ligger 81 procent af magnesiumtallene under dette niveau. Magnesiumtallet har været stigende igennem de seneste ti år, og andelen af magnesiumtal under 4 er aftaget meget. Udbyttet og kvaliteten afhænger af tilgængeligheden af magnesium, og derfor er det vigtigt at tilføre tilstrækkeligt, enten i magnesiumkalk eller i magnesiumholdige gødninger.

Der er kun analyseret få prøver for kobber. De er derfor ikke repræsentative for fordelingen af kobbertal. Kobbertal under 2 angiver risiko for kobbermangel på visse jorde som for eksem-

pel lavbundsjerde. Der er en relativt stor andel af prøverne med et lavt kobbertal, hvilket kan hænge sammen med, at der ofte analyseres for kobber på jorde, hvor man har mistanke om risiko for kobbermangel. Ved meget høje kobbertal kan der opstå skader på afgrøden ved kobberforgiftning. De høje kobbertal kan afhjælpes ved at afpasse kobbertilførslen efter planternes behov. I gennemsnit af alle analyser ligger 29 procent under 2, og 14 procent ligger over 5.

Indholdet af totalkvælstof i jord kan anvendes til at fastsætte eftervirkningen af kvælstof i stedet for at korrigere ud fra dyrkningshistorien. Ud fra forsøg med stigende mængder kvælstof er det beregnet, hvordan kvælstofbehovet kan korrigeres på grundlag af en bestemmelse af totalkvælstof i den enkelte mark i forhold til et gennemsnitsindhold af totalkvælstof i jord. Hvis

indholdet af totalkvælstof er under 0,13 procent, korrigeres kvælstofbehovet op i forhold til normen. Er indholdet over 0,20 procent, korrigeres behovet ned i forhold til normen. Mellem 2 og 27 procent af prøverne har værdier lavere end 0,13 procent, mens 15 til 71 procent af prøverne har værdier over 0,20 procent. Antallet

af totalkvælstofanalyser er dog lavt, specielt på Sjælland. Langt hovedparten af prøverne er udtaget på kvægbrug i forbindelse med undtagelsesbestemmelserne for at have mere end 1,7 dyreenhed pr. ha. Derfor må det viste indhold af totalkvælstof i jord formodes at være betydeligt over gennemsnittet for dansk landbrugsjord.