

Kvælstofforsyningen på økologiske planteavlsbedrifter

Med udfasning af import af konventionel husdyrgødning bliver det nødvendigt med et større fokus på kvælstoffikserende afgrøder i økologiske planteavlssædskifter.



Professor Jørgen E. Olesen
Aarhus Universitet, Institut for Agroøkologi
jorgene.olesen@agrsci.dk

Forsøg med økologiske sædskifter

Der er ved Aarhus Universitet (AU) siden 1997 gennemført forsøg med økologiske sædskifter til planteproduktion. I forsøget indgår tre faktorer med to gentagelser: sædskifte (med og uden grøngødning), efterafgrøde (med og uden) og husdyrgødning (med og uden). I 2005 blev en del af de økologiske behandlinger omlagt til en konventionel behandling, således at der i perioden 2005-2008 kunne sammenlignes forskellige konventionelle og økologiske plantedyrkningsystemer (tabel 1). I den ugødede behandling i O2 blev kløvergræsset efterladt på marken, mens det blev fjernet i de gødede behandlinger. De økologiske behandlinger blev gødet med gylle, mens de konventionelle behandlinger blev gødet med handelsgødning.

Der er i forsøget målt udbytter i både tørstof og kvælstof. Desuden blev den total mængde kvælstof optaget i den overjordiske biomasse i afgrøder og

efterafgrøder bestemt. Det giver grundlag for at beregne en samlet kvælstofbalance, som også omfatter den biologiske kvælstoffiksering. Samtidigt kan mængden af kvælstof (N), der tilbageføres jorden i planterester, bestemmes.

Kilder til kvælstof

Der er tre hovedkilder til kvælstof i planteavlen. Det mindste input stammer fra deposition af kvælstof fra luften. Sammen med det endnu mindre input fra udsæd udgør det omtrent 20 kg N/ha (tabel 2). I nogle økologiske planteavlssystemer udgør den biologiske N-fiksering den største post. Denne fiksering finder sted i marker med kløvergræs eller lucerne, i bælg-sæd samt i N-fikserende efterafgrø-

der. I sædskifteforsøgene var kvælstoffikseringen størst i kløvergræsmarkerne i sædskifte O2, hvor den i gennemsnit var på knap 300 kg N/ha, hvilket dog kun giver ca. 70 kg N/ha pr. mark i 4-marks sædskiftet. Der var ikke forskel på fikseringen afhængigt af, om kløvergræsset blev efterladt på marken (i den ugødede behandling), eller om det blev fjernet.

Fikseringen i hestebønne var 30-50% lavere end i kløvergræsset. Den laveste fiksering i hestebønne blev fundet i den ugødede behandling, hvilket kan hænge sammen med, at jordens fosfortal i denne behandling over tid faldt til et noget lavere niveau end for de gødede behandlinger. I hestebønne blev der opnået større udbytte og og-

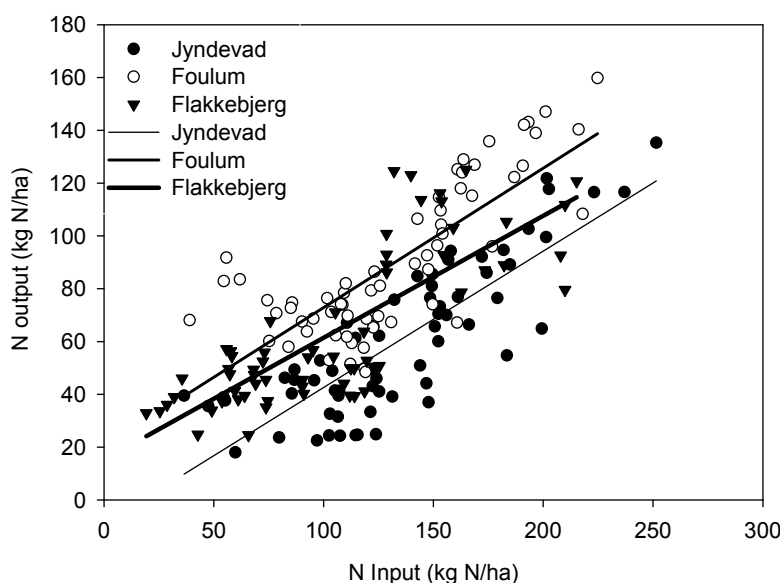
Tabel 1. De økologiske sædskifter med angivelse af tilstræbte gødningsmængder (G) og brug af efterafgrøder (E).

O2			O4			C4		
Afgrøde	G	E	Afgrøde	G	E	Afgrøde	G	E
Vårbyg:udl.	60		Vårbyg	60	+	Vårbyg	130	+
Kløvergræs	0		Hestebønner	0	+	Hestebønner	0	+
Kartofler	110		Kartofler	110		Kartofler	140	
Vinterhvede	110	+	Vinterhvede	110	+	Vinterhvede	165	+

Tabel 2. Gennemsnitligt kvælstofinput og -output (kg N/ha) for de forskellige sædskiftekompositioner ved Jyndevad, Foulum og Flakkebjerg i 2005-2008.

Sædskifte	Efterafgrøde	Gødning	Deposition og udsæd	Fiksering Afgrøder	Fiksering Efterafg.	Gødning	Input	Output
O2	-	+	20	78	0	0*	98	52
	+	-	20	67	10	0	97	39
	+	+	20	65	9	0*	94	55
O4	-	+	22	41	0	70	135	70
	+	-	22	30	17	0	70	53
	+	+	22	38	13	70	145	76
C4	-	+	22	47	0	104	174	109
	+	+	22	48	0	103	173	114

*I sædskifte O2 er der tilført en gødningsmængde på 70 kg total-N/ha i gødede sædskifter svarende til den mængde kløvergræs, der er høstet i sædskiftet.



Figur 1. Sammenhæng mellem høstet N-mængde i korn, bælgssæd og kartofler (N output) og tilført N-mængde i udsæd, deposition, biologisk N fiksering og husdyrgødning (N input) for parceller med forskellige økologiske planteavls-sædskifter.

så større N-fiksering i den konventionelle dyrkning.

Kvælstoffikseringen i efterafgrøderne var i mange tilfælde på et lavt niveau, dog med stor variation mellem forsøgssteder og år afhængig af, hvor tidligt og godt det lykkedes at etablere disse. Den laveste fiksering blev opnået ved såning af efterafgrøden efter høst af hovedafgrøden.

I de gødede økologiske behandlinger blev der tilført 70 kg total-N/ha. I sædskifte O2 svarede denne gødning stort set til den mængde kvælstof, der blev

høstet i kløvergræsset, og disse systemer var dermed selvforsynende med gødning. I sædskifte O4 blev der anvendt importeret konventionel svinegylle.

Effekt på udbytte

Med stigende tilførsel af kvælstof er der generelt opnået højere udbytter (figur 1). Der er dog forskel mellem lokaliteterne med de højeste udbytter ved Foulum og de laveste udbytter ved Jyndevad. Det hænger sammen med et større indhold af organisk stof i jorden på Foulum, hvilket giver en større

grundlæggende frugtbarhed og N-forsyning på denne jord. På sandjorden på Jyndevad blev en større del af kvælstoffet tabt ved kvælstofudvaskning, og der var også en lavere mængde tilgængelig N i jordens organiske stofpulje.

De høstede N-mængder i vinterhvede og vårbyg viste en god sammenhæng med den tilgængelige N-mængde i jord, gødning og planterester (tabel 3). For både vinterhvede og vårbyg var der en sammenhæng mellem total N i jorden og den høstede N-mængde, således at 1 ton N/ha bidrager med knap 4 kg N/ha i kerne. Da mere en 1% af jorden organiske stof mineraliseres årligt, svarer det til at kun ca. en tredjedel af den mineraliserede N-mængde høstes i kerne. Resten tabes eller indbygges igen i jordens organiske stofpulje gennem tilførsel af planterester.

Tilførslen af N i planterester i sædskiftet bidrager også til udbyttet med ca. 20% af det tilførte N, og resten tabes eller indbygges i jordens organiske stofpulje på længere sigt. For den mineralske N i husdyrgødning er udnyttelsen knap 50%, når den nedfældes som i vårbyg, mens den i nogle tilfælde

Tabel 3. Effekt af kvælstofkilder og ukrudt på høstet N i kerne af vinterhvede og vårbyg.

Betydende faktor	Vinterhvede	Vårbyg
Total N i jorden (0-25 cm)	0,0036	0,0038
Gns. årlig N tilførsel i sædskiftet	0,19	0,20
N i efterafgrøder	-	0,37
Husdyrgødning, Ammonium-N (Jyndevad)	0,18	0,56
Husdyrgødning, Ammonium-N (Foulum)	0,56	0,46
Husdyrgødning, Ammonium-N (Flakkebjerg)	0,40	0,45
Ukrudt	-0,53	-1,06

Responsen på kvælstof er vist som kg N i udbytte pr. kg N i input.
 Responsen på ukrudt er vist som kg N i udbytte pr. procent ukrudt ved blomstring.

Tabel 4. Beregnede effekter af forskellige kvælstofkilder og ukrudt på udbytte af vinterhvede og vårbyg i de langvarige sædskifteforsøg baseret på gennemsnitlige forhold for alle tre lokaliteter.

	Vinterhvede		Vårbyg	
	Input	Udbytte (t/ha)	Input	Udbytte (t/ha)
Total N i jord (kg N/ha)	4700	1,10	4700	1,25
Sædskifte N input (kg N/ha)	130	1,61	130	1,73
Efterafgrøde N (kg N/ha)			13	0,34
Husdyrgødning (kg N/ha)	55	1,43	30	0,95
Ukrudt (%)	10	-0,34	4	-0,30
I alt		3,79		3,96

kan være betydeligt lavere ved slangeudlægning i vinterhvede, hvor ammoniakfordampningen kan være betydelig.

Som det fremgår af tabel 3 spiller ukrudtet også en betydende rolle for udbyttet, idet der hvor hver procent ukrudt i andel af biomasse ved blomstring i kornet blev tabt kerneudbytte svarende til 0,5 til 1,1 kg N/ha.

Samlet effekt af kvælstof og ukrudt

Den samlede beregnede effekt af forskellige kvælstofkilder i de langvarige forsøg med økologisk planteavl er vist i tabel 3. Det fremgår her, at der er næsten lige store bidrag til udbyttet af jordens oprindelige kvælstofindhold, af kvælstof tilført i plantesterer (især grøngødning og efterafgrøder) i løbet af sædskiftet og af tilført husdyrgødning. For vårbyg er der yderligere et lille

bidrag fra nedmuldning af efterafgrøder i foråret. For både vinterhvede og vårbyg spiller ukrudtet generelt en mindre rolle for udbyttet i disse forsøg.

Konklusion

I økologiske planteavlssystemer stammer en stor del af kvælstofforsyningen fra kvælstoffiksering. Denne kan øges ved dyrkning af kløvergræs eller kvælstoffikserende efterafgrøder, som dog for begges vedkommende ofte indebærer kompromis i forhold til dyrkning af salgsafgrøder eller ukrudtsbekæmpelse. Der er dog også muligheder for at øge udnyttelse af den opsamlede kvælstofmængde, hvis det kan konverteres til mineralsk N i gødning, som kan tildeles på rette tid og måde i foråret. Her vil biogas være en oplagt mulighed. ■

