

Kvælstofudvaskning i grovfodersædskifter

Kløvergræs - Majs – Foderroer - Byg

Kløvergræs - Byg – Foderroer - Majs

Nøgletal for 8 grovfodersædskifter – kvælstofudvaskning, N-forbrug og klimaaftryk

Sædskifte	Afgrødefølge	Kvælstof- udvaskning, kg N/ha	Forbrug af kvælstof, kg N/ha	Klimaaftryk (inkl. C) kg CO ₂ e/ha
Nudrift 1	Kl.græs – majs – byg	76	232	2.529
Nudrift 2	Kl.græs – byg – majs	70	232	2.529
MajsPlus	Kl-græs – majs – byg	73	233	2.447
Grønbyg 1	Kl.græs – grønbyg – majs - byg	76	252	2.707
Grønbyg 2	Kl.græs – grønbyg – byg - majs	75	252	2.707
Græs	Kl.græs – grønbyg – græs	71	331	3.273
Roer 1	Kl.græs – majs – byg - roer	78	261	2.730
Roer 2	Kl.græs – byg – roer - majs	69	261	2.730

De(t) markerede sædskifte er behandlet nærmere i denne rapport.

Søren Kolind Hvid, Torben Spanggaard Frandsen og Martin Mikkelsen
 SEGES Innovation – Planter & Miljø

Henrik Martinussen og Rudolf Thøgersen
 SEGES Innovation – Husdyr

Jacob Krogh
 SEGES Innovation – Virksomhedsøkonomi

Baggrund og formål

I projektet "Lavemissionssædskifter til målrettet kvælstofindsats" skal der udvikles sædskifter og del-sædskifter, der vedvarende kan sikre en lav kvælstofudvaskning fra rodzonen. Lavemissionssædskifter er tænkt som et virkemiddel i den målrettede kvælstofindsats. Man vil opnå størst effekt på kvælstofudledningen til kysten, hvis lavemissionssædskifter målrettes de marker, der har en lav kvælstofretention.

Ændringer i sædskifter vil også betyde ændringer i emissioner af drivhusgasser. Derfor er der også beregnet klimaaftryk fra de forskellige sædskifter.

Scenarieberegningerne tager udgangspunkt i et typisk dansk kvægbrug på vandet sandjord. Beregningerne tager udgangspunkt i et scenarie med en besætning på 300 årskøer af stor race og 300 stk. årsopdræt. Mælkeydelsen er 11.500 kg EKM pr. årsko. Bedriften har 220 ha jord. Bedriften skal overholde kvægundtagelses-reglerne, idet der anvendes mere end 170 kg N pr. ha i husdyrgødning. Der anvendes så meget husdyrgødning på bedriften, som P-loftet giver mulighed for. Der er taget udgangspunkt i et P-loft på 34 kg P pr. ha. Overskydende husdyrgødning afsættes ved gylleaftaler. Der anvendes ikke fosfor i handelsgødning.

Foderplan

Kløvergræs og majshelsæd er de to vigtigste grovfoderafgrøder i kvægbruget. Det er almindeligt, at der i grovfoderrationen til malkekøer indgår 30-40 pct. kløvergræs og 60-65 pct. majshelsæd. Som udgangspunkt for sædskifteberegningerne er der taget udgangspunkt i foderbehovet til en malkekvægbesætning med 300 årskøer af stor race og 300 stk. årsopdræt.

"Roe"-sædskiftet tager udgangspunkt i, at den samlede grovfoderration til både malkekøer og opdræt består af 42 pct. kløvergræs, 35 pct. majshelsæd og 23 pct. foderroer. Der er ingen majs i foderplanen, der dermed adskiller sig markant fra "Nudrift"-foderplanen. Der tildeles kun 1,9 FEN pr. ko pr. dag i byg mod 4,6 FEN pr. ko pr. dag i "Nudrift". Det er således en foderplan med en høj andel grovfoder. Foderplanen fremgår af tabel 1.

Tabel 1. Foderplan for malkekøer og opdræt med "Roe"-sædskiftet.

Foderemne	Foderenheder (FEN) pr. dyr pr. dag	
	Malkekøer	Opdræt
Kløvergræs	6,5	3,0
Majshelsæd	4,4	3,7
Foderroer	5,3	3,8
Vårbyg	1,9	
Raps	4,7	0,2
Sojaskrå		
Halm		
I alt	22,8	6,9

Med ovenstående foderplan er der behov for at producere 853.000 FEN i kløvergræs, 695.000 FEN i majshelsæd og 465.000 FEN i foderroer.

Produktion og anvendelse af husdyrgødning

Med den foderplan, der er vist i tabel 1, vil besætningen producere 56.628 kg total-N og 9.463 kg P i husdyrgødning ab lager. Der er 2 pct. mere N i husdyrgødningen med denne foderplan sammenlignet med foderplanen i "Nudrift"-sædskiftet. Og der er 3,6 pct. mindre fosfor i husdyrgødningen, hvilket betyder, at en større andel af husdyrgødningen kan anvendes på bedriften uden at overskride P-loftet på 34 kg pr. ha.

Med et P-loft på 34 kg/ha kan der udbringes i alt 7.480 kg P på bedriftens 220 ha. Det betyder, at 20,9 pct. af den husdyrgødning, som besætningen producerer, skal afsættes gennem gylleaftaler. Med den mængde husdyrgødning, der kan anvendes på bedriften, udbringes der i gns. 204 kg total-N pr. ha. Der er således 6 pct. mere N i husdyrgødning til rådighed pr. ha end med "Nudrift"-sædskiftet.

Foderroer

Foderroer har en god kvælstofoptagelse relativt sent på året. Derfor er udvaskningen efter foderroer typisk relativt lav sammenlignet med både korn til modenhed (uden efterafgrøde) og majshelsæd. Foderroer kan både fortrænge majs og byg fra foderrationen. I den aktuelle foderplan for "Roe"-sædskiftet er der sket en fortrængning af både majs og byg i malkekøernes foderplan i forhold til foderplanen for "Nudrift"-sædskiftet. Majshelsæd er reduceret fra 8,8 FEN til 4,4 FEN og byg fra 4,6 FEN til 1,9 FEN pr. ko pr. dag.

Foderroer påvirker kvælstofudvaskningen i sædskiftet positivt ved at fortrænge majshelsæd, men til gengæld øger fortrængningen af vårbyg med efterafgrøde kvælstofudvaskningen. Der er ikke regnet med, at roetoppen bliver bjærget. Udvasningen ville blive lavere, hvis roetoppen blev bjærget.

Udbyttet i foderroer (uden top) er vurderet til 15.000 FEN pr. ha. Sammenlignet med andre alternativer til majshelsæd (grønbyg med udlæg og græs uden kløver), så er udbyttet i foderroer meget højt.

Roerne placeres i sædskiftet efter vårbyg til modenhed. Det er ikke ønskeligt med roer efter majshelsæd.

Udbytter, arealfordeling og sædskifte

I scenarieberegningerne anvendes udbytter, der afspejler normal god dyrkningspraksis på vandet sandjord. I "Roe"-markplanen indgår fire afgrøder: Kløvergræs, majshelsæd, vårbyg til modenhed og foderroer.

Tabel 2. Udbytter pr. ha og arealfordeling med "Græs"-sædskiftet.

	Udbytte pr. ha	Areal, ha
Kløvergræs udlægsår	8.500 FEN	31,1
Kløvergræs 1. år	10.000 FEN	31,1
Kløvergræs 2. år	9.000 FEN	31,1
Majshelsæd	11.200 FEN	62,0
Foderroer	15.000 FEN	31,0
Vårbyg	58 hkg	33,7
I alt		220,0

For at producere den nødvendige mængde kløvergræs-ensilage er der behov for 93 ha med kløvergræs. Det udgør 42 pct. af bedriftens dyrkede areal på 220 ha. Som tommelfingerregel anbefales mindst tre kløverbefrie år mellem dyrkning af kløvergræs for at undgå "kløvertræthed". Det er opfyldt.

Der er opstillet et sædskifte, der lever op til den arealfordeling, der fremgår af tabel 2.

I scenarieberegningerne er det forudsat, at der dyrkes efterafgrøder på 100 pct. af det areal, der er ledigt i sædskiftet til dyrkning af efterafgrøder uden sædskifteændringer. I praksis betyder det, at der er en efterafgrøde i alle marker med majs og vårbyg.

Tabel 3. Sædskifter, der opfylder krav til arealfordeling i "Roe"-sædskiftet.

	Markplan 1	Markplan 2
Sædskifte	31,1 ha Kløvergræs u. dæks.	31,1 ha Kløvergræs u. dæks.
	31,1 ha Kløvergræs 1. år	31,1 ha Kløvergræs 1. år
	31,1 ha Kløvergræs 2. år	31,1 ha Kløvergræs 2. år
	31,0 ha Majshelsæd	31,0 ha Vårbyg
	31,0 ha Majshelsæd	31,0 ha Foderroer
	31,0 ha Vårbyg	31,0 ha Majshelsæd
	31,0 ha Foderroer	31,0 ha Majshelsæd
Delsædskifte	2,7 ha Vårbyg m efterafgrøde	2,7 ha Vårbyg m efterafgrøde
Areal i alt	220,0 ha	220,0 ha

Kvælstofudvaskning

Kvælstofudvaskningen fra rodzonen beregnes for hvert sædskifte med udvaskningsmodellen NLES5. Beregningen tager udgangspunkt i vandet sandjord (JB1) i Sydvestjylland med en gennemsnitlig års-afstrømning på 550 mm ved korndyrkning.

Tabel 4. Kvælstofudvaskning med markplan 1 i "Roe"-sædskiftet, kg N pr. ha. Beregnet med NLES5.

	Markplan 1	Kvælstofudvaskning kg N/ha
Sædskifte	31,1 ha Kløvergræs u. dæks.	40
	31,1 ha Kløvergræs 1. år	60
	31,1 ha Kløvergræs 2. år	69
	31,0 ha Majshelsæd m efterafgrøde	169
	31,0 ha Majshelsæd m efterafgrøde	96
	31,0 ha Vårbyg m efterafgrøde	47
	31,0 ha Foderroer	71
Delsædskifte	2,7 ha Vårbyg m efterafgrøde	48
Gns. kvælstofudvaskning (220 ha)		78,4

Tabel 4. Kvælstofudvaskning med markplan 2 i "Roe"-sædskiftet, kg N pr. ha. Beregnet med NLES5.

	Markplan 1	Kvælstofudvaskning kg N/ha
Sædskifte	31,1 ha Kløvergræs u. dæks.	48
	31,1 ha Kløvergræs 1. år	68
	31,1 ha Kløvergræs 2. år	69
	31,0 ha Vårbyg m efterafgrøde	63
	31,0 ha Foderroer	73
	31,0 ha Majshelsæd m efterafgrøde	78
	31,0 ha Majshelsæd m efterafgrøde	96
Delsædskifte	2,7 ha Vårbyg m efterafgrøde	48
Gns. kvælstofudvaskning (220 ha)		69,0

Forskellen mellem markplan 1 og markplan 2 med "Roe"-sædskifte er placeringen af vårbyg med efterafgrøde og foderroer i forhold til kløvergræsset i sædskiftet. NLES5 beregner en meget høj udvaskning, når majshelsæd kommer efter kløvergræs, hvilket kan ses i markplan 1, hvor den beregnede udvaskning er 169 kg N pr. ha, selv om der er en efterafgrøde i majs i markplan 2, hvor der kommer vårbyg med efterafgrøde lige efter kløvergræsset, er den beregnede udvaskning kun 63 kg N pr. ha. Der er ingen tvivl om, at en efterafgrøde efter vårbyg til modenhed normalt vil kunne reducere udvaskningen mere end en efterafgrøde i majs. Det er dog meget usikkert, om forskellen er så stor, at udvaskningen bliver 103 kg N mindre efter vårbyg.

Forskellen i den beregnede udvaskning mellem markplan 1 og 2 er meget markant. En reduktion i udvaskningen på 9-10 kg N pr. ha i gennemsnit for hele sædskiftet er en meget stor effekt. Det skal undersøges nærmere, om effekten kan opnås i praksis.

Klimaafttryk

Der er beregnet klimaafttryk for alle afgrøder i sædskiftet og samlet for hele markbruget. Klimaafttrykket er opgjort dels som et territorielt klimaafttryk dels som et klimaafttryk pr. produkt. I klimaafttrykket pr. produkt indgår klimaafttrykket fra produktion af hjælpstoffer, primært kvælstofgødning, selv om produktionen ikke finder sted i Danmark. Klimaafttrykket pr. produkt er opgjort både pr. ha og pr. kg ts.

Klimaafttrykkene er endvidere opgjort med og uden kulstoflagring. Det er antaget, at "Nudrift"-sædskiftet samlet set er i kulstofbalance (steady state), dvs at der samlet set ikke sker yderligere ændringer i kulstofpuljerne på de 220 ha. Kulstofbalance (steady state) bliver tilnærmelsesvis opnået efter 20-25 år med samme produktion og C-input. "Nudrift"-scenariet er anvendt som reference for beregningen af effekten på kulstoflagringen af "Roe"-sædskiftet, dvs. der er regnet på en situation, hvor der er sket et skifte fra et "Nudrift"-sædskifte til et "Roe"-sædskifte.

Klimaafttrykket opgjort pr. ha inkl. klimaafttryk fra hjælpstoffer (jf. tabel 6) for "Roe"-sædskiftet stiger med 8 pct. i forhold til "Nudrift"-sædskiftet med kulstoflagring. Det hænger sammen med, at forbruget af kvælstof pr. ha stiger. I forhold til "Nudrift"-sædskiftet er der et højere forbrug af kvælstof i både husdyrgødning og handelsgødning. I gennemsnit anvendes der 261 kg N pr. ha i "Roe"-sædskiftet mod 232 kg N pr. ha i "Nudrift"-sædskiftet.

Tabel 5. Klimaafttryk territorielt med og uden kulstoflagring for "Roe"-sædskiftet, kg CO₂e pr. ha.

	Udbytte pr. ha	Areal ha	Territorialt klimaafttryk	
			kg CO ₂ e/ha (uden C)	kg CO ₂ e/ha (med C)
Kløvergræs	9.167 FEN	93,3	2.824	2.290
Majshelsæd	11.200 FEN	62,0	2.317	2.506
Foderroer	15.000 FEN	31,0	2.609	3.195
Vårbyg	58 hkg	33,7	1.799	2.176
I alt / vægtet gns.		220,0	2.493	2.461

Tabel 6. Klimaafttryk pr. produkt med og uden kulstoflagring for "Roe"-sædskiftet, kg CO₂e pr. ha.

	Udbytte pr. ha	Areal ha	Klimaafttryk pr. produkt (inkl. hjælpstoffer)	
			kg CO ₂ e/ha (uden C)	kg CO ₂ e/ha (med C)
Kløvergræs	9.167 FEN	93,3	3.268	2.733
Majshelsæd	11.200 FEN	62,0	2.450	2.638
Foderroer	15.000 FEN	31,0	2.804	3.390
Vårbyg	58 hkg	33,7	1.911	2.288
I alt / vægtet gns.		220,0	2.762	2.730

Tabel 7. Klimaaftryk pr. produkt med og uden kulstoflagring for "Roe"-sædskiftet, kg CO₂e pr. kg ts.

	Udbytte pr. ha	Areal ha	Klimaaftryk pr. produkt (inkl. hjælpestoffer)	
			kg CO ₂ e/kg ts (uden C)	kg CO ₂ e/kg ts (med C)
Kløvergræs	9.167 FEN	93,3	0,297	0,248
Majshelsæd	11.200 FEN	62,0	0,187	0,201
Foderroer	15.000 FEN	31,0	0,182	0,219
Vårbyg	58 hkg	33,7	0,388	0,464
I alt / vægtet gns.		220,0		