

Kvælstofudvaskning i grovfodersædskifter

Kløvergræs - Grønbyg – Majs - Byg

Kløvergræs - Grønbyg – Byg - 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.

"Grønbyg"-sædskiftet tager udgangspunkt i, at den samlede grovfoderration til både malkekøer og opdræt består af 32 pct. kløvergræs, 9 pct. grønbyg/udlæg og 59 pct. majshelsæd. Foderplanen fremgår af tabel 1.

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

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

Med ovenstående foderplan er der behov for at producere 550.000 FEN i kløvergræs, 160.000 FEN i Grønbyg/udlæg og 1.008.000 FEN i majshelsæd.

Produktion og anvendelse af husdyrgødning

Med den foderplan, der er vist i tabel 1, vil besætningen producere 53.729 kg total-N og 9.310 kg P i husdyrgødning ab lager. Der er 3 pct. mindre N i husdyrgødningen med denne foderplan sammenlignet med foderplanen i "Nudrift"-sædskiftet. Og der er 5 pct. mindre fosfor i husdyrgødningen, hvilket betyder, at en større andel af husdyrgødningen kan anvendes på bedriften.

Med et P-loft på 34 kg/ha kan der udbringes i alt 7.480 kg P på bedriftens 220 ha. Det betyder, at 19,7 pct. af den husdyrgødning, som besætningen producerer, skal afsættes gennem gylleaftaler. Med den mængde husdyrgødning, der kan anvendes på bedriften, udbringes der 196 kg total-N pr. ha.

Grønbyg med udlæg af rajgræs

Det er velkendt, at der er risiko for en høj kvælstofudvaskning efter omlægning af kløvergræs. Udvaskningsrisikoen er især stor, hvis den efterfølgende afgrøde ikke er effektiv til at opsamle kvælstof hele året. Derfor kan udvaskningen være stor ved dyrkning af majs efter kløvergræs. Udvaskningen kan være stor selv om der dyrkes en efterafgrøde efter majs, fordi efterafgrøden ofte ikke udvikler til tilstrækkeligt. Det hænger i nogle tilfælde sammen med, at majs efter kløvergræs på grund af det høje kvælstofniveau udvikler meget kraftige blade, der skygger kraftigt for græsudlægget i majs.

I "Grønbyg"-sædskiftet dyrkes grønbyg med udlæg af italiensk rajgræs efter kløvergræs. Grønbyg med udlæg af italiensk rajgræs er meget effektiv til at opsamle kvælstof og kan derfor effektivt begrænse kvælstoftabet efter ompløjning af kløvergræs.

Udbyttet i grønbyg med udlæg af italiensk rajgræs er vurderet til 8.000 FEN og dermed 28 pct. lavere end i majshelsæd. Dertil kommer, at grønbyg er et dårligere foder til malkekøer. Grønbyggen anvendes derfor til kvierne. Det lavere udbytte i grønbyg/udlæg betyder, at det samlede areal med grovfoder øges.

Udbytter, arealfordeling og sædskifte

I scenarieberegningerne anvendes udbytter, der afspejler normal god dyrkningspraksis på vandet sandjord. I "Grønbyg"-markplanen indgår fire afgrøder: Kløvergræs, Grønbyg med udlæg af italiensk rajgræs, majshelsæd og vårbyg til modenhed. Efter kløvergræs dyrkes grønbyg med udlæg af italiensk rajgræs. Kløvergræs udlægges om foråret i renbestand. Ud over udlægsåret har kløvergræsmarkerne yderligere to brugsår. I gennemsnit over tre år er der regnet med et udbytte på 9.167 FEN pr. ha i kløvergræs.

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

	Udbytte pr. ha	Areal, ha
Kløvergræs udlægsår	8.500 FEN	20,0
Kløvergræs 1. år	10.000 FEN	20,0
Kløvergræs 2. år	9.000 FEN	20,0
Grønbyg m udlæg	8.000 FEN	20,0
Majshelsæd	11.200 FEN	90,0
Vårbyg	58 hkg	50,0
I alt		220,0

For at producere den nødvendige mængde kløvergræs-ensilage er der behov for 60 ha med kløvergræs. Det udgør kun 27 pct. af bedriftens dyrkede areal på 220 ha. Der er derfor ikke problemer med at have tilstrækkeligt mange kløverbefrie år mellem dyrkningen af kløvergræs. Som tommelfingerregel anbefales mindst tre kløverbefrie år mellem dyrkning af kløvergræs for at undgå "kløvertræthed".

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 "Grønbyg"-sædskiftet.

	Markplan 1	Markplan 2
Sædskifte	20,0 ha Kløvergræs u. dæks.	20,0 ha Kløvergræs u. dæks.
	20,0 ha Kløvergræs 1. år	20,0 ha Kløvergræs 1. år
	20,0 ha Kløvergræs 2. år	20,0 ha Kløvergræs 2. år
	20,0 ha Grønbyg m ital. rajgræs	20,0 ha Grønbyg m ital. rajgræs
	20,0 ha Majshelsæd m efterafgrøde	20,0 ha Vårbyg m efterafgrøde
	20,0 ha Majshelsæd m efterafgrøde	20,0 ha Majshelsæd m efterafgrøde
	20,0 ha Majshelsæd m efterafgrøde	20,0 ha Majshelsæd m efterafgrøde
Delsædskifte	30,0 ha Majshelsæd m efterafgrøde	50,0 ha Majshelsæd m efterafgrøde
	50,0 ha Vårbyg m efterafgrøde	30,0 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 "Grønbyg", kg N pr. ha. Beregnet med NLES5.

	Markplan 1	Kvælstofudvaskning kg N/ha
Sædskifte	20,0 ha Kløvergræs u. dæks.	47
	20,0 ha Kløvergræs 1. år	58
	20,0 ha Kløvergræs 2. år	69
	20,0 ha Grønbyg m ital. rajgræs	95
	20,0 ha Majshelsæd m efterafgrøde	120
	20,0 ha Majshelsæd m efterafgrøde	100
	20,0 ha Majshelsæd m efterafgrøde	94
Delsædskifte	30,0 ha Majshelsæd m efterafgrøde	92
	50,0 ha Vårbyg m efterafgrøde	48
Gns. kvælstofudvaskning (220 ha)		76,4

I "Grønbyg"-sædskiftet (markplan 1) er den beregnede udvaskning i majshelsæd efter kløvergræs 167 kg N pr. ha. I forhold hertil har grønbyg m udlæg reduceret den beregnede udvaskning betydeligt til 95 kg N pr. ha. Det er dog stadig et højt udvaskningsniveau. Det er usikkert, om NLES5-beregningen afspejler den udvaskningsreduktion, der vil være i virkeligheden.

Grønbyg med udlæg udløser en relativ høj beregnet udvaskning i den efterfølgende majshelsæd på 120 kg N/ha.

Der er opstillet en alternativ markplan, hvor grønbyg m udlæg efterfølges af vårbyg m efterafgrøde, jf tabel 4. NLES5 beregner udvaskningen i vårbyg efter grønbyg/udlæg til 73 kg N pr. ha eller 47 kg N pr. ha lavere end ved dyrkning af majshelsæd samme sted i sædskiftet.

Tabel 5. Kvælstofudvaskning med markplan 2 i "Grønbyg", kg N pr. ha. Beregnet med NLES5.

	Markplan 1	Kvælstofudvaskning kg N/ha
Sædskefte	20,0 ha Kløvergræs u. dæks.	47
	20,0 ha Kløvergræs 1. år	58
	20,0 ha Kløvergræs 2. år	69
	20,0 ha Grønbyg m ital. rajgræs	95
	20,0 ha Vårbyg m efterafgrøde	73
	20,0 ha Majshelsæd m efterafgrøde	98
	20,0 ha Majshelsæd m efterafgrøde	92
Delsædskefte	50,0 ha Majshelsæd m efterafgrøde	92
	30,0 ha Vårbyg m efterafgrøde	48
Gns. kvælstofudvaskning (220 ha)		75,8

Klimaafttryk

Der er beregnet klimaafttryk for alle afgrøder i sædskeftet 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 hjælpepestoffer, 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"-sædskeftet 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 "Grønbyg"-sædskeftet, dvs. beregningen tage udgangspunkt i en situation, hvor der skiftes fra "Nudrift"-sædskeftet til "Grønbyg"-sædskeftet.

Klimaafttrykket opgjort pr. ha inkl. klimaafttryk fra hjælpepestoffer (jf. tabel 7) for "Grønbyg"-sædskeftet stiger med 7 pct. i forhold til "Nudrift"-sædskeftet med kulstoflagring. Og klimaafttrykket stiger med 6 pct. uden kulstoflagring. Det hænger sammen med, at forbruget af kvælstof stiger. I forhold til "Nudrift"-sædskeftet er der et højere forbrug af kvælstof i både husdyrgødning og handelsgødning. I gennemsnit anvendes der 252 kg N pr. ha i "Grønbyg"-sædskeftet mod 232 kg N pr. ha i "Nudrift"-sædskeftet.

Tabel 6. Klimaafttryk territorielt med og uden kulstoflagring for "Grønbyg"-sædskeftet, 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	60,0	2.922	2.274
Grønbyg/udlæg	8.000 FEN	20,0	3.209	3.600
Majshelsæd	11.200 FEN	90,0	2.317	2.506
Vårbyg	58 hkg	50,0	1.799	2.176
I alt / vægtet gns.		220,0	2.446	2.467

Tabel 7. Klimaafttryk pr. produkt med og uden kulstoflagring for "Grønbyg"-sædskeftet, kg CO₂e pr. ha.

	Udbytte pr. ha	Areal ha	Klimaafttryk pr. produkt (inkl. hjælpestoffer)	
			kg CO ₂ e/ha (uden C)	kg CO ₂ e/ha (med C)
Kløvergræs	9.167 FEN	60,0	3.256	2.608
Grønbyg/udlæg	8.000 FEN	20,0	3.966	4.357
Majshelsæd	11.200 FEN	90,0	2.450	2.638
Vårbyg	58 hkg	50,0	1.911	2.288
I alt / vægtet gns.		220,0	2.685	2.707

Tabel 8. Klimaafttryk pr. produkt med og uden kulstoflagring for "Grønbyg"-sædskiftet, kg CO₂e pr. kg ts.

	Udbytte pr. ha	Areal ha	Klimaafttryk pr. produkt (inkl. hjælpestoffer)	
			kg CO ₂ e/kg ts (uden C)	kg CO ₂ e/kg ts (med C)
Kløvergræs	9.167 FEN	60,0	0,296	0,237
Grønbyg/udlæg	8.000 FEN	20,0	0,413	0,454
Majshelsæd	11.200 FEN	90,0	0,187	0,201
Vårbyg	58 hkg	50,0	0,388	0,464
I alt / vægtet gns.		220,0		