

## Kvælstofudvaskning i grovfodersædskifter Kløvergræs – MajsPlus - 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 <sub>2</sub> e/ha
Nudrift 1	Kl.græs – majs – byg	76	232	2.529
Nudrift 2	Kl.græs – byg – majs	70	232	2.529
<b>MajsPlus</b>	<b>Kl-græs – majs – byg</b>	<b>73</b>	<b>233</b>	<b>2.447</b>
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.

"MajsPlus"-sædskiftet tager udgangspunkt i, at den samlede grovfoderration til både malkekøer og opdræt består af 36 pct. kløvergræs og 64 pct. majshelsæd. Foderplanen fremgår af tabel 1.

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

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

Med ovenstående foderplan er der behov for at producere 585.000 FEN i kløvergræs og 1.044.000 FEN i majshelsæd.

## Produktion og anvendelse af husdyrgødning

Med den foderplan, der er vist i tabel 1, vil besætningen producere 55.437 kg total-N og 9.814 kg P i husdyrgødning ab lager. Med et P-loft på 34 kg/ha kan der udbringes i alt 7.480 kg P på bedriftens 220 ha. Det betyder, at 23,8 pct. af den husdyrgødning, som besætningen producerer, skal afsættes gennem gylleaftaler. Med den mængde husdyrgødning, der kan anvendes på bedriften, udbringes der 192 kg total-N pr. ha.

## MajsPlus dyrkningskoncept

Det er velkendt, at der er risiko for en høj kvælstofudvaskning efter omlægning af kløvergræs. Udvasningsrisikoen 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. Udvasningen 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.

Der er derfor udviklet et koncept for dyrkning af majs efter kløvergræs, der skal sikre en god udvikling af efterafgrøden. Dyrkningskonceptet omfatter følgende elementer:

- Der tilføres ingen kvælstof til majs efter kløvergræs, hverken i handels- eller husdyrgødning
- Efterafgrøden etableres senest 4 uger efter såning af majs
- Efterafgrøden etableres ved radsåning med trykhjul
- Der anvendes en tidlig sort og majs høstes tidligt og senest 10. september.

Der findes endnu ikke forsøg eller undersøgelser, der kan dokumentere den udvasningsreducerende effekt af det samlede MajsPlus dyrkningskoncept.

Det er i forbindelse med disse scenarieberegninger antaget, at dyrkningskonceptet kan reducere kvælstofudvaskningen med 25 pct. i forhold til normalt dyrket majs med efterafgrøde efter kløvergræs. I disse scenarieberegninger svarer det til, at udvaskningen reduceres fra 169 kg N pr. ha til 127 kg N pr. ha, dvs. med 42 kg N pr. ha. I praksis kan MajsPlus konceptet dog have større effekt, da der ved traditionel dyrkning er risiko for en utilfredsstillende etablering af efterafgrøder i majs efter kløvergræs.

Det er endvidere antaget, at dyrkningskoncepter reducerer udbyttet med ca. 10 pct. Der er således regnet med 10.000 FEN pr. ha i stedet for 11.200 FEN pr. ha. Da behovet for majsfoder er uændret, så betyder det, at det samlede areal med majselsæd i sædskiftet øges. Stigningen i majsarealet sker på bekostning af arealet med vårbyg. Denne ændring i afgrødesammensætningen øger kvælstofudvaskningen og reducerer dermed nettoeffekten af MajsPlus dyrkningskonceptet.

## Udbytter, arealfordeling og sædskifte

I scenarieberegningerne anvendes udbytter, der afspejler normal god dyrkningspraksis på vandet sandjord. I "MajsPlus"-markplanen indgår tre afgrøder: Kløvergræs, majselsæd og vårbyg til modenhed. Efter kløvergræs dyrkes majselsæd efter MajsPlus konceptet. 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 "MajsPlus"-sædskiftet.

	Udbytte pr. ha	Areal, ha
Kløvergræs udlægsår	8.500 FEN	21,1
Kløvergræs 1. år	10.000 FEN	21,1
Kløvergræs 2. år	9.000 FEN	21,1
MajsPlus	10.000 FEN	21,1
Majshelsæd	11.200 FEN	75,6
Vårbyg	58 hkg	60,0
I alt		220,0

For at producere den nødvendige mængde kløvergræs-ensilage er der behov for 64 ha med kløvergræs. Det udgør kun 29 pct. af bedriftens dyrkede areal på 220 ha. Der er derfor ikke problemer med

at have tilstrækkeligt mange kløverfri år mellem dyrkningen af kløvergræs. Som tommelfingerregel anbefales mindst tre kløverfri 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 "MajsPlus"-sædskiftet.

	<b>Markplan 1</b>
<b>Sædskifte</b>	21,3 ha Kløvergræs u. dæks.
	21,3 ha Kløvergræs 1. år
	21,3 ha Kløvergræs 2. år
	21,3 ha Majshelsæd m efterafgrøde (MajsPlus)
	21,3 ha Majshelsæd m efterafgrøde
	21,3 ha Majshelsæd m efterafgrøde
<b>Delsædskifte</b>	29,3 ha Majshelsæd m efterafgrøde
	60,0 ha Vårbyg m efterafgrøde
<b>Areal i alt</b>	220,0 ha

## Kvælstofudvaskning

Kvælstofudvaskningen fra rodzonen beregnes for hvert sædskifte med udvaskningsmodellen NLES5, dog er den udvaskningsreducerende effekt af MajsPlus dyrkningskonceptet skønnet, da NLES5-modellen ikke kan regne på effekten af dette dyrkningskoncept.

Beregningen tager udgangspunkt i vandet sandjord (JB1) i Sydvestjylland med en gennemsnitlig årsafstrømning på 550 mm ved korndyrkning.

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

	<b>Markplan 1</b>	<b>Kvælstofudvaskning kg N/ha</b>
<b>Sædskifte</b>	21,3 ha Kløvergræs u. dæks.	47
	21,3 ha Kløvergræs 1. år	58
	21,3 ha Kløvergræs 2. år	69
	21,3 ha Majshelsæd m efterafgrøde (MajsPlus)	127
	21,3 ha Majshelsæd m efterafgrøde	96
	21,3 ha Majshelsæd m efterafgrøde	86
<b>Delsædskifte</b>	29,3 ha Majshelsæd m efterafgrøde	93
	63,0 ha Vårbyg m efterafgrøde	48
	<b>Gns. kvælstofudvaskning (220 ha)</b>	<b>73,1</b>

## Klimaaftryk

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

Klimaaftrykkene 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 "MajsPlus"-sædskiftet.

Der er i praksis ingen sikker ændring i kulstoflagringen med MajsPlus sammenholdt med Nudrift. C-inputtet med efterafgrøden er større, når majs dyrkes efter MajsPlus konceptet. Til gengæld reduceres arealet med efterafgrøde efter vårbyg, fordi det samlede areal med majshelsæd øges. Det reducerer C-inputtet, det er antaget, at en efterafgrøde efter vårbyg indlejrer mere C end en efterafgrøde efter normalt dyrket majs.

Tabel 5. Klimaaftryk territorielt med og uden kulstoflagring for "MajsPlus"-sædskiftet, kg CO<sub>2</sub>e pr. ha.

	Udbytte pr. ha	Areal ha	Territorialt klimaaftryk	
			kg CO <sub>2</sub> e/ha (uden C)	kg CO <sub>2</sub> e/ha (med C)
Kløvergræs	9.167 FEN	63,4	2.922	2.274
MajsPlus	10.000 FEN	21,1	1.763	1.883
Majshelsæd	11.200 FEN	75,5	2.317	2.506
Vårbyg	58 hkg	60,0	1.806	2.169
I alt / vægtet gns.		220,0	2.300	2.286

Tabel 6. Klimaaftryk pr. produkt med og uden kulstoflagring for "MajsPlus"-sædskiftet, kg CO<sub>2</sub>e pr. ha.

	Udbytte pr. ha	Areal ha	Klimaaftryk pr. produkt (inkl. hjælpestoffer)	
			kg CO <sub>2</sub> e/ha (uden C)	kg CO <sub>2</sub> e/ha (med C)
Kløvergræs	9.167 FEN	63,4	3.256	2.608
MajsPlus	10.000 FEN	21,1	1.683	1.802
Majshelsæd	11.200 FEN	75,5	2.450	2.638
Vårbyg	58 hkg	60,0	1.904	2.267
I alt / vægtet gns.		220,0	2.461	2.447

Tabel 7. Klimaaftryk pr. produkt med og uden kulstoflagring for "MajsPlus"-sædskiftet, kg CO<sub>2</sub>e pr. kg ts.

	Udbytte pr. ha	Areal ha	Klimaaftryk pr. produkt (inkl. hjælpestoffer)	
			kg CO <sub>2</sub> e/kg ts (uden C)	kg CO <sub>2</sub> e/kg ts (med C)
Kløvergræs	9.167 FEN	63,4	0,296	0,237
MajsPlus	10.000 FEN	21,1	0,144	0,154
Majshelsæd	11.200 FEN	75,5	0,187	0,201
Vårbyg	58 hkg	60,0	0,386	0,460
I alt / vægtet gns.		220,0		