

Tabell 8. Innhold av Ca, % av tørrstoff. For leddene a, b og c er tallene middel for de tre kadmiumledd.

Havregroennfôr 1976. Bygglo 1977. Hele årsavlingen for raigras 1978.

	Base pr. dekar	Ledd						Økning ved sterkere gjødsling		
		a	b	c	d	e	f	d-a	e-b	f-c
1976	500 kg CaCO <sub>3</sub>	0,49	0,50	0,48	0,71	0,48	0,59	0,22	-0,02	0,11
	1000 kg CaCO <sub>3</sub>	0,61	0,54	0,58	0,64	0,64	0,67	0,03	0,10	0,09
	451 kg NaOH				0,16					
1977	500 kg CaCO <sub>3</sub>	0,44	0,37	0,32	0,60	0,33	0,53	0,16	-0,04	0,21
	1000 kg CaCO <sub>3</sub>	0,53	0,55	0,47	0,62	0,59	0,58	0,09	0,04	0,11
	451 kg NaOH	0,11			0,18					
1978	500 kg CaCO <sub>3</sub>	0,91	0,85	0,79	1,47	0,74	0,75	0,56	-0,09	-0,04
	1000 kg CaCO <sub>3</sub>	1,01	0,89	0,89	1,35	1,04	1,29	0,34	0,15	0,40
	451 kg NaOH	0,24			0,39					

Tabell 9. Tørrstoffavling, g pr. kar, og Ca-innhold i ledd med natriumhydroksyd/kalsiumrik gjødsel, og avling i pst. av tilsvarende ledd med 1000 kg CaCO<sub>3</sub> pr. dekar.

Vekst/Ar	Gjødslingsledd	Avling, g			Ca, %			Avling for natriumhydroksyd i pst. av kalk		
		0 Cd	0,2 kg Cd	2 kg Cd	0 Cd	0,2 kg Cd	2 kg Cd	0 Cd	0,2 kg Cd	2 kg Cd
Havre 1976	a		8,3	5,3	0,10	0,13		15	11	
	d		41,2		0,16			68		
Bygg 1977	a	53,9	70,7	49,0	0,12	0,12	0,10	69	100	68
	d		121		0,18			108		
Raigras 1978	1. avling	a	24,4	18,0	0,16	0,15	0,19	96	113	99
		d		30,5			0,33		131	
	2. avling	a	16,8	16,1	0,22	0,24	0,22	104	111	118
		d		18,2			0,38		127	
	3. avling	a	14,2	9,4	0,46	0,31	0,30	124	125	109
		d		8,5			0,62		104	

Norges landbrukshøgskole  
 Institutt for jordkultur. Melding nr. 109  
 Agricultural University of Norway  
 Department of Soil Fertility and Management. Report No. 109

## Virkingen av gjødsel med ulikt kalsiuminnhold på avling og kjemisk innhold i havre, bygg og raigras dyrket i hvitmosetorv

The crop yield of oats, barley and ryegrass grown in sphagnum peat soil, as influenced by fertilizers with different content of calcium,

Av

Asbjørn Sorteberg

Jord og Myr, 3. årgang (6) 1979

Tabell 6. Tørrstoffavling, g. pr. kar, i leddene med kalsiumrik gjødsel i raigras 1978. For ledd a er avlingene middel for de tre kadmiumledd.

Base pr. dekar	1. avling		2. avling		3. avling		Sum avling	
	a	d	a	d	a	d	a	d
500 kg CaCO <sub>3</sub> .....	21,6	21,7	14,4	12,3	10,6	7,5	46,6	41,5
1 000 kg CaCO <sub>3</sub> .....	20,4	23,3	15,0	14,3	10,8	8,2	46,2	45,8
451 kg NaOH .....	21,0	30,5	16,6	18,2	13,0	8,2	50,6	56,9

Tabell 7. Innhold av P i avlingen, % av tørrstoff og mg pr. kar. For leddene a, b og c er tallene middel for de tre kadmiumledd.

Ar	Base pr. dekar	Ledd					
		a	b	c	d	e	f
1976	500 kg CaCO <sub>3</sub>	% mg/kar 0,17 86	% mg/kar 0,21 92	% mg/kar 0,21 103	% mg/kar 0,17 103	% mg/kar 0,17 91	% mg/kar 0,36 193
	1000 kg CaCO <sub>3</sub>	0,18 94	0,18 96	0,16 86	0,12 71	0,16 101	0,26 162
	451 kg NaOH	0,65 34*)			0,25 101		
1977	500 kg CaCO <sub>3</sub>	0,17 119	0,24 127	0,19 122	0,13 130	0,13 119	0,36 281
	1000 kg CaCO <sub>3</sub>	0,16 118	0,21 139	0,13 98	0,10 116	0,14 131	0,19 208
	451 kg NaOH	0,26 153			0,14 174		
1978	500 kg CaCO <sub>3</sub>	0,40 186	0,58 179	0,48 192	0,37 155	0,53 180	0,97 303
	1000 kg CaCO <sub>3</sub>	0,30 137	0,37 163	0,31 146	0,21 94	0,38 179	0,79 324
	451 kg NaOH	0,38 194			0,30 170		
Sum		% av mg/ tilført kar	% av mg/ tilført kar	% av mg/ tilført kar	% av mg/ tilført kar	% av mg/ tilført kar	% av mg/ tilført kar
	500 kg CaCO <sub>3</sub>	89 391	90 398	95 417	88 388	88 390	88 777
	1000 kg CaCO <sub>3</sub>	79 349	90 398	75 330	64 281	93 411	79 694
	451 kg NaOH	86 381			99 438		

\*) Analyse bare for leddet med 2 kg Cd.

Tabell 3. Tørrstoffavling, g pr. kar, og grad av klorose vurdert i veksttiden ved 500 kg Ca CO<sub>3</sub> pr. dekar. For leddene a, b, og c middel for kadmiumledd. Bygg i 1977. Raigras i 1978. Grad for klorose: Meget sterk. Sterk. Tydelig. Svak. Ingen.

Vekst	L e d d						
		a	b	c	d	e	f
Bygg	Avling	68,4	54,0	63,3	101	91,7	56,1
	Klorose	Ingen	Sterk	Tydelig	Ingen	Tydelig	Sterk
Raigras 1. avl.	Avling	21,6	17,2	21,7	21,7	21,3	22,0
	Klorose	Ingen	Tydelig	Svak	Ingen	Ingen	Ingen
Raigras 2. avl.	Avling	14,4	10,2	12,6	12,3	9,5	7,6
	Klorose	Ingen	Tydelig	Svak	Ingen	Tydelig	Sterk
Raigras 3. avl.	Avling	10,6	3,7	5,4	7,5	2,9	1,5
	Klorose	Ingen	Sterk	Tydelig	Svak	Sterk	Meget sterk
Sum avling raigras		46,6	31,1	39,7	41,5	33,7	31,1

Tabell 4. Tørrstoffavling, g pr. kar, for leddene tilført natriumhydroksyd. For leddene a, b og c er avlingene middel for de tre kadmiumledd.

Vekst	L e d d					
	a	b	c	d	e	f
Havre, 1976	5,7	0,8	1,0	41,2	1,1	2,1
Bygg, 1977	57,9	0	0	121	0	3,2

Tabell 5. Tørrstoffavling, g pr. kar, for leddene tilført natriumhydroksyd. Tilført Ca i 1978 (i CaCl<sub>2</sub>) pr. dekar: A<sub>3</sub> b = 0. A<sub>3</sub> c = 10 kg. B<sub>3</sub> b = 20 kg. B<sub>3</sub> c = 70 kg.

Raigras	A <sub>3</sub> b	A <sub>3</sub> c	B <sub>3</sub> b	B <sub>3</sub> c
1. avling	1,4	3,0	4,3	9,7
2. avling	0,2	1,1	2,4	19,2
3. avling	0	0	1,4	8,3
Sum avling	1,6	4,1	8,1	37,2

## Virkingen av gjødsel med ulikt kalsiuminnhold på avling og kjemisk innhold i havre, bygg og raigras dyrket i hvitmosetorv

The crop yield of oats, barley and ryegrass grown in sphagnum peat soil, as influenced by fertilizers with different content of calcium.

Av Asbjørn Sorteberg.

I et karforsøk med hvitmosetorv (fra Åsmyra) ved Institutt for jordkultur, NLH var hovedhensikten å undersøke virkingen av ulike mengder kadmium på avlingens kjemiske sammensetning. Forsøket startet i 1976. Det har vist ikke ubetydelige forskjeller i avlingsstørrelse og til dels i kjemisk innhold i avlingen ved ulik gjødsling og kalking som var kombinert med kadmiummengder. Da disse resultater også kan få praktisk betydning ved dyrking av myrjord, blir det her gjort rede for forsøket til og med 1978. Selv største mengde kadmium som er tilført, har hatt liten virkning på avlingens størrelse og blir ikke nærmere berørt her. Heller ikke virkingen på det kjemiske innhold av kadmium blir omtalt.

Dette forsøk inngår i den forskningsavtale som er inngått mellom Norsk Hydro og Norges landbrukshøgskole, ved Institutt for jordkultur.

### Forsøksplan.

Forsøksplanen for 1976 har vært:

- Kadmium**
- Uten kadmium
  - 0,2 kg Cd (i CdCl<sub>2</sub>) pr. dekar
  - 2,0 kg Cd (i CdCl<sub>2</sub>) pr. dekar
- Base**
- 500 kg CaCO<sub>3</sub> pr. dekar
  - 1000 kg CaCO<sub>3</sub> pr. dekar
  - En mengde NaOH som i forutgående laboratorieforsøk hevet pH til samme nivå som i 2 (451 kg).
- Gjødsel**
- Kalsiumrike kjemikalier
  - Kalsiumfrie kjemikalier
  - Fullgjødsel D 20-5-9+K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Mengder og kjemisk sammensetning av forsøksgjødsla i de tre ledd går fram av tabell 1.

Alle kombinasjoner av kadmium, base og gjødsel har vært med, dvs. 3 x 3 x 3 = 27 ledd. Dertil har det for 0,2 kg kadmium for alle baseledd vært med tre ekstra ledd for *gjødsel*, nemlig

- Som a, men dobbel mengde N i Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> = 47,76 N + 72 kg Ca.
- Som b, men 47,76 kg N i NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>.
- 47,76 kg N (21,5 kg i NO<sub>3</sub> + 26,26 kg i NH<sub>4</sub>) + 11,76 kg P + 5,6 kg Ca, alt pr. dekar. Dertil 24 kg K som i ledd c.

Leddene d og e er i likhet med leddene a og b tilført ca. 10 kg S pr. dekar. Ledd f er tilført knapt 5 kg S og ca. 20 kg Cl.

Alle ledd er tilført B, Cu, Mn og Mo i de mengder som vanlig blir brukt i karforsøk ved dyrking i hvitmosetorv. De to kalkmengder, 500 og 1000 kg CaCO<sub>3</sub>, inneholder etter tur 200 og 400 kg Ca. Kadmium, kalk og mikronæringsstoffer er bare tilført i 1976. Hvert ledd har hatt 3 paralleller.

I 1976 ble det dyrket havre (Titus) i forsøket, i 1977 bygg (Lise) og i 1978 raigras (Vesterwolds Tewera). Havren ble høstet som grønnfôr, bygget ved modning. Raigraset ble høstet 3 ganger, før skyting.

Vårgjødslingen med N, P og K var i 1977 og 1978 som i 1976, med unntak av leddene med natriumhydroksyd. Av dis-

se ble A<sub>3</sub>b, A<sub>3</sub>c, B<sub>3</sub>b og B<sub>3</sub>c omhyggelig blandet med hverandre til 12 nye jordporsjoner som ble delt i 4 nye ledd og gitt samme benevnelse som før, A<sub>3</sub>b, A<sub>3</sub>c, B<sub>3</sub>b og B<sub>3</sub>c. Disse ledd ble ikke gjødslet med N, P og K, men i den nevnte rekkefølge ble de tilført 0, 10, 20 og 70 kg Ca i CaCl<sub>2</sub>. Heller ikke leddene C<sub>3</sub>b og C<sub>3</sub>c med natriumhydrok-syd ble gjødslet med N, P og K om våren, men ledd C<sub>3</sub>b ble tilført 10 kg

Ca i CaCl<sub>2</sub>. Leddene B<sub>3</sub>e og B<sub>3</sub>f ble gjødslet som de tilsvarende ledd med kalk. Ledd B<sub>3</sub>e ble dertil tilført 10 kg Ca i CaCl<sub>2</sub>.

Til raigraset i 1978 ble det til alle ledd gitt 12 kg N i NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> pr. dekar etter 1. og 2. høsting.

Det er utført pH-bestemmelser i jordprøver fra alle ledd etter høsting. I middel for ulike kadmiumledd har pH i leddene a, b og c vært:

	1976		1977				1978			
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	
500 kg CaCO <sub>3</sub> .....	4,88	4,70	4,82	5,13	4,93	5,00	5,23	5,00	5,13	
1000 kg CaCO <sub>3</sub> .....	6,53	6,50	6,50	6,13	6,10	6,10	6,13	5,70	5,67	

For begge kalkmengder er det tendens til litt høyere pH i ledd a (kalksalpeter) enn i de to andre ledd. Økt tilsetning av kadmium har hatt ten-

dens til å senke pH. I middel for de tre gjødslingledd og de tre år har pH-verdiene blitt:

500 kg CaCO <sub>3</sub>			1000 kg CaCO <sub>3</sub>		
0 Cd	0,2 kg Cd	2 kg Cd	0 Cd	0,2 kg Cd	2 kg Cd
5,07	5,08	4,78	6,32	6,17	5,97

#### AVLINGER

Avlingene ved største kadmiumtilførsel (2 kg Cd/dekar) ligger litt lågere i 1976 og i 1978 enn avlingene uten og med 0,2 kg Cd pr. dekar. Det innbyrdes forhold i avlingsstørrelse mellom de ulike gjødslingsledd er likevel i hovedtrekk det samme. I tabell 2 er avlingstallene derfor middel av kadmiumledd. Avlingstallene er sum avling for hvert år, dvs. loavling for 1977 og sum alle høstinger i 1978. Alle ledd med natriumhydrok-syd er sløyfet i tabellen.

I omtalen av de forskjellige år gis også noen kommentarer for de ulike serier for kadmium som altså inngår som middeltall i tabell 2.

I 1976 har leddene a og c, etter tur kalsiumrik gjødsel og fullgjødsel, ved minste kalkmengde gitt signifikant større avling enn ledd b (kalsiumfri gjødsel) de tre ledd for kadmium sett under ett. En oppsplitting av materialet viser likevel at denne signifikans bare

er til stede i serien uten kadmiumtilførsel. Den relativt store forskjell mellom ledd d og leddene e og f ved den sterkere gjødsling og 0,2 kg Cd er heller ikke signifikant. Ingen differanser ved største kalkmengde er signifikante. Avlingen ved største kadmiummengde er signifikant mindre enn ved den mindre kadmiummengde og uten kadmium.

Avlingsforskjellene mellom de ulike ledd for gjødsling ved minste kalkmengde er langt tydeligere i 1977 enn i 1976. Avlingene i ledd b (kalsiumfri) er da signifikant mindre enn i leddene a og c i alle tre serier for kadmium. Avlingen for kalsiumrik gjødsel er signifikant større enn for fullgjødsel uten kadmiumtilførsel og knapt signifikant større ved minste kadmiummengde. Ved disse ledd for kadmium er leddene med kalsiumfri gjødsel (ledd b) også signifikant mindre enn leddene a og c ved den sterkere kalking. De store av-

Tabell 1. Tilført N, P, K og Ca, kg pr. dekar, til de forskjellige ledd.

a = kalsiumrik gjødsel.  
b = kalsiumfri gjødsel.  
c = kalsiumfattig gjødsel.

Ledd	N		P		K		Ca kg
	kg	kjem. forb.	kg	kjem. forb.	kg	kjem. forb.	
a <sup>2)</sup>	23,88	Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	5,88	Ca (H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	24	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	38
b <sup>2)</sup>	21,22	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	5,88	NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	24	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	
c <sup>3)</sup>	2,66 23,88 <sup>1)</sup>	NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> Fullgj. D	5,88	Fullgj. D	10,8 13,2	Fullgj. D K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2,8

1) 10,75 kg NO<sub>3</sub>-N og 13,13 kg NH<sub>4</sub>-N.

2) I forsøksjødsla dertil ca. 10 kg S.

3) I forsøksjødsla dertil ca. 7,5 kg S og ca. 10 kg klorid (Cl).

Tabell 2. Lufttørr avling, g pr. kar, middel av de tre ledd for kadmium, 1976: Grønnfôr. 1977: Bygglo, moden. 1978: Raigras, sum 3 høstinger. Relative tall i parentes. Ledd med natriumhydrok-syd utelatt.

År	Ca CO <sub>3</sub> kg pr. dekar	«Enkel» mengde N, P og K			«Dobbel» mengde N «Enkel» P og K		«Dobbel» mengde N «Enkel» mengde K
		Ca-rik a	Ca-fri b	Fullgj. D c	Ca-rik d	Ca-fri e	Fullgj. D f
1976	500	50,6 (100)	44,7 (88)	49,6 (98)	60,6 (100)	53,4 (88)	53,5 (88)
	1000	52,3 (100)	54,1 (104)	55,1 (105)	60,8 (100)	63,0 (104)	63,3 (104)
1977	500	68,4 (100)	54,0 (79)	63,3 (92)	101 (100)	91,7 (91)	78,2 *) 12,0 **) (56)
	1000	73,6 (100)	64,7 (88)	73,5 (100)	112 (100)	101 (90)	110 (98)
1978	500	46,6 (100)	31,0 (67)	39,7 (85)	41,5 (100)	33,7 (81)	31,1 (75)
	1000	46,2 (100)	44,4 (96)	48,7 (103)	45,8 (100)	47,1 (103)	41,1 (90)
1976-1978	500	(100)	(78)	(92)	(100)	(87)	(73)
	1000	(100)	(96)	(103)	(100)	(99)	(97)

\*) Middell av to paralleller.

\*\*) En parallell.

sikkert om. Slik løseligheten av fosfor er i fullgjødelse, med ca. 80% vannløselighet, er det vanskelig å tro at det kan ha betydning nevneverdig. I det tilfelle burde da fullgjødsledd *c* hatt mindre klorose enn ledd *a*. Utnyttelsen av fosfor i de tre ledd er noenlunde den samme ved svak kalking, men likevel slik at det prosentvis innhold er mindre i ledd *a* enn i leddene *b* og *c* på grunn av større avling i førstnevnte ledd.

pH bestemt i jordprøver uttatt etter høsting har alle år ligget litt høyere i ledd med kalksalpeter enn i de andre gjødselsledd. Ved minste kalkmengde kan det dreie seg om en differanse på et par tiendedels pH-enheter de to siste år. Forskjellen kan ha betydning litt, men det er vanskelig å forstå at denne kan ha gitt de utslag forsøket viser.

Forsøket fortsetter med noen av leddene i 1979 med havre som vekst. Ved høsting av de ulike paralleller til ulik tid vil en bl.a. undersøke om innholdet av kalsium viser større variasjoner ved et tidligere utviklingstrinn hos plantene.

Som en praktisk konsekvens kan det på myrjord, hvor korn og engvekster erfaringsmessig er utsatt for klorose, være aktuelt å bytte ut noe av fullgjødsla mot en gjødselbladning der kalsiumrike gjødselslag inngår, framfor alt kalksalpeter og superfosfat. Ellers må en naturligvis ikke glemme de rådgjerder en har ved tilføring av jernrikt slag i gjenleggsåret og sprøyting av bladverket med en jernsulfatoppløsning.

#### KORT SAMMENDRAG

I et treårig karforsøk med hvitmose-torv der en har sammenlignet kalsiumrik, kalsiumfri og kalsiumfattig (fullgjødelse D) gjødelse til havre (1976), bygg (1977) og raigras (1978) har avlingene ved samtidig svak eller moderat kalking (500 kg CaCO<sub>3</sub> pr. dekar) blitt tydelig redusert for kalsiumfri gjødelse. Også fullgjødelse har ført til en viss avlingsreduksjon. Avlingsreduksjonen har vært kombinert med klorose hos plantene, som i andre forsøk er konstatert å skyldes jernmangel.

I ledd med natriumhydroksyd i stedet for kalsiumkarbonat er det blitt helt misvekst med kalsiumfri og kalsiumfattig gjødelse. Med kalsiumrik gjødelse har avlingen blitt av varierende størrelse. Med et innhold av ca. 0,2 pst.

Ca eller knapt så i tørrstoffet er den blitt normal. Et innhold på bare ca. 0,1 pst. har ført til stor avlingsreduksjon.

#### SUMMARY

In a pot experiment with sphagnum peat soil different fertilizers/nutrient compositions have been compared. The nutrient compositions involved were: a) Chemicals rich in calcium (calcium nitrate + dihydrogen calcium phosphate + potassium sulphate) b) chemicals without calcium (ammonium nitrate + ammonium dihydrogen phosphate + potassium sulphate) and c) complex fertilizer poor in calcium (fullgjødelse D — 20 — 5 — 9). The different nutrient compositions have been combined with two rates of calcium carbonate or sodium hydroxide.

The experiment running for three years had the following crops grown: Oats (1976), barley (1977) and ryegrass (1978). With the lowest rate of lime (5 tons CaCO<sub>3</sub> a hectare), chlorosis appeared in the crops and the crop yield decreased, particularly for the calciumfree chemicals. To a smaller degree also 20—5—9 fertilizer caused yield decrease compared with the calcium rich chemicals. The calcium content in crops was fair in all treatments. Previous pot and field experiments have shown that this kind of chlorosis was due to iron deficiency.

Sodium hydroxide combined with calciumfree chemicals or 20—5—9 fertilizer nearly caused a complete crop failure. On the other hand, sodium hydroxide combined with chemicals rich in calcium resulted in yields of varying size, sometimes equal to the yields gained by adding calcium carbonate. Usually, a content of 0,1 per cent Ca in the dry mater of the crop reduced the yield heavily, while a content of 0,2 per cent secured a normal high yield.

#### LITTERATUR

- Sorteberg, A. 1940. Et tilfelle av sterk biologisk kvelstoffassimilasjon? Ny Jord, 36—39.  
Sorteberg, A. 1947. Melding fra Ny Jords forsøks-gård på Smøla. Ny Jord, 55—113.  
Sorteberg, A. 1961. Kar- og markforsøk med kopper og jern. Forskn.forsøk landbr., 81—139.  
Sorteberg, A. 1970. Kalsiuminnhold i plantene, særlig sett på bakgrunn av gjødsling. Inform.-møte Hurdalsjøen, 26—28.  
Sorteberg, A. 1974. Avlingsstørrelse og opptak av fosfor hos havre dyrket i torv, rik på hvitmose, og utvasking av fosfor fra torv og myrjord. Festskr. til prof. F. Steenbjerg, 179—194.  
Ødelien, M. 1945. Jernmangel på myrjord og kop-persulfatets virkning på plantenes jern- og man-ganforsyning. Tidsskr. n. landbr., 33—41.

lingsdifferanser mellom leddene *d*, *e* og *f* ved den sterkere gjødsling og svak kalking er ikke signifikante, som følge av store variasjoner mellom parallellene i ledd *f*. Ved største kalkmengde er derimot avlingen i ledd *e* (kalsiumfri gjødelse) signifikant underlegen leddene *d* og *f*.

Avlingsstørrelsen i 1978 viser ved svak kalking stort sett samme bilde for raigras som loavling av bygg i 1977 med tydelig mindre avling for den kalsium-fri gjødelse og delvis redusert avling for fullgjødelse sammenlignet med kalsiumrik gjødelse. Avlingsdifferansene ved de ulike gjødselsledd og svak kalking viser tydelig økning fra 1. til 3. høsting. Dette gjelder både ved svak gjødsling (leddene *a*, *b* og *c*) og ved sterk gjødsling (leddene *d*, *e* og *f*). Se tabell 3. Avlingstallene i tabellen er middel for de tre kadmiumledd, men utviklingen i avlingsstørrelse fra 1. til 3. høsting er stort sett den samme for de enkelte kadmiumledd. Også avlingstall for 1977 er oppført i tabellen. Graden av klorose slik den ble vurdert i veksttiden, er oppført for hvert ledd og hver høsting.

Ledd med redusert avling i bygg 1977 og i raigras 1978 hadde alltid en plantebestand med tydelig klorose. I havren første året var klorose bare så vidt merkbar, og den ble ikke vurdert for de enkelte ledd. Havre i 1979 (ennå ikke høstet) har derimot tydelig klorose, særlig i ledd *b*.

Klorosen i bygg og raigras viste seg vanlig som stripeklorose. Så vidt det har vært mulig å bedømme klorosen visuelt, har den vært identisk med den klorose som tidligere er observert i markforsøk på Smøla og i karforsøk med jord fra Smøla (Sorteberg 1947 og 1961). Også i karforsøk med jord fra Åsmyra er klorose på korn/gras iakt-tatt flere ganger. Det mest vanlige er tidligere forsøk har vært at klorosen de første år etter oppdyrking har av-

tatt ved økende kalking og tiltatt med forsøkets alder. At tilførsel av kalsium skulle være gunstig, uten i forbindelse med kalking, har vi derimot ikke regnet med. Et meget enkelt forsøk på Smøla så tidlig som i 1938 (Sorteberg 1940) viste riktignok god virkning av kalksalpeter til gjenveksten i graseng der det var flekkvis sterk klorose. Den gang ble den gode virkning av kalsium-nitrat, kanskje med urette etter hva dette karforsøk tyder på, tolket som en sannsynlig mangel på nitrogen som følge av sterk mikrobiologisk aktivitet etter oppdyrkingen, forsterket ved ujevn og flekkvis sterk kalking.

I serien med natriumhydroksyd ble det de to første år nesten total misvekst i leddene med kalsiumfrie kjemikalier og en svært liten avling i fullgjødsleddene (tabell 4). I denne forbindelse er det av særlig interesse at de små, sterkt forkortede plantene i leddene med stor mengde fullgjødelse hadde klorose som minnet svært om den klorose vi fra før kjenner, som beror på jernmangel. For kalsiumrik gjødelse er avlingen meget sterkt redusert hos havre i 1976 ved minste nitrogenmengde, mens det er knapt 1/3 avling ved største nitrogenmengde sammenlignet med de kalkede ledd. Bygget i 1977 har gitt noe redusert avling ved minste nitrogenmengde, men full avling ved største nitrogenmengde. Natriumhydroksydets større konkurrerende evne ved den sterkere nitrogengjødelse må skyldes den samtidig økte kalsiumtilførsel. Kalsiumets rolle går også klart fram av tabell 5, som viser avlingene for de 4 ledd med stigende kalsiumtilførsel våren 1978.

Grunnen til den sterke avlingsreduksjon hos havre i ledd med natriumhydroksyd, framfor alt ved liten nitrogenmengde, kan naturligvis skyldes at havre har vært følsommere for kalsiummangel enn bygg. Det forhold at raigras i 1978 ga minst like stor avling

ved tilførsel av natriumhydroksyd som av kalk, tyder likevel helst på at tidspunktet for kalsiumtilførselen har vært viktig (tabell 6). Det er således meget mulig at den tilførte Ca-mengde i ledd *a* er blitt for liten første året når den ble tilført så kort tid før såing.

#### Kjemiske avlingsanalyser

Innholdet av tørrstoff, fosfor og kalsium er bestemt i avlingen fra alle ledd alle år. Innholdet av nitrogen ble bestemt i 1976 og 1977 og innholdet av kalium i 1976. Dertil ble innholdet av jern bestemt i et mindre antall prøver av raigras i 1978. Ikke for noen av sistnevnte tre stoffer har den ulike gjødsling/kalking ført til tydelige endringer og blir ikke nærmere kommentert. Alle kjemiske analyser er utført ved Norsk Hydros laboratorium ved Herøya.

Prosentisk innhold av fosfor i tørrstoffet og opptatt fosfor i alt framgår av tabell 7. Opptatt fosfor i alt i treårsperioden viser at tilført fosfor er utnyttet meget godt, med en utnyttelsesprosent på 64–99 for de ulike ledd. Da forsøket mangler ledd uten fosfor, er disse tall for høge m.h.t. opptak av gjødsel-fosfor. Tidligere forsøk med hvitmosetorv har imidlertid vist at dens bidrag til plantenes fosforforsyning er meget liten.

De to første år har den sterkere kalking ikke hatt noen entydig virkning på fosforopptaket sammenlignet med svakere kalking, mens økt kalking i tredje år har redusert fosforopptaket betydelig i leddene *a*, *b*, *c* og *d*. Det prosentiske fosforinnhold er dette året mye mindre ved den sterkere kalking i alle ledd. Tidligere flerårige karforsøk med lignende jord og tilførsel av fosfor i samme form som i ledd *a*, har gitt redusert fosforopptak ved økt kalking (Sorteberg 1974). Heving av pH med natriumhydroksyd har ikke redusert

utnyttelsen av fosfor, snarere det motsatte.

Ved minste kalkmengde er det relativt liten forskjell på utnyttelsen av fosfor i de ulike former for gjødsel/kjemikalier. Ved den sterkere kalking er det særlig i de to siste år derimot opptatt noe mer fosfor i leddene med kalsiumfri gjødsel (leddene *b* og *e*) enn i leddene med kalsiumrik gjødsel og fullgjødsel. (Opptatt fosfor og prosentisk innhold er ellers naturligvis vesentlig større i fullgjødselledd *f* enn i de øvrige ledd som følge av dobbelt mengde tilført fosfor).

Det prosentiske innhold av fosfor i tørrstoffet er ved svak kalking større i leddene *b* og *c* enn i *a*, antakelig i hovedsak på grunn av redusert avling.

Det prosentiske kalsiuminnhold stiger alle år til dels tydelig ved økt kalking. Oftest er innholdet større for kalsiumrik gjødsel enn for kalsiumfri gjødsel og for fullgjødsel (tabell 8). Innholdet stiger til dels også tydelig ved økende gjødsling, mest for kalsiumrik gjødsel, men også for fullgjødsel. Grovt regnet er innholdet dobbelt så høgt i raigras (1978) som i havregrønnfôr (1976) og bygglo (1977).

Prosenttallene i tabell 8 ved minste gjødselmengde er middeltall for kadmiumledd. For raigras inngår alle høstinger i tallene i tabellen. For ledd med natriumhydroksyd, der enkeltavlingene til dels varierer sterkt, kan det være av interesse å se om enkeltavlingene kan gi noen indikasjoner om et nødvendig kalsiuminnhold ved normale avlinger. I tabell 9 finner en det prosentiske innhold av kalsium i tørrstoffet i ledd med natriumhydroksyd som base kombinert med kalsiumrik gjødsel. Avlingenes størrelse er også oppført i prosent av tilsvarende ledd med største kalkmengde, som det er nærmest å sammenligne med. Når relativt mange ledd med natriumhydroksyd har gitt større avling enn de tilsvarende ledd

med kalk i 1978, skyldes dette antakelig i noen monn en større rest av plantenæringsstoffer fra tidligere år i ledd med natriumhydroksyd, særlig som følge av liten avling i 1976. Av tabell 7 vil det dertil fremgå at fosfor har vært lettere tilgjengelig i ledd med natriumhydroksyd enn ved sterkeste kalking.

Tilsatt Ca, kg pr. dekar	0	10	20	70
Avling, g tørrstoff pr. kar	1,6	4,1	6,7	28,9
Innhold, Ca i prosent av tørrstoffet	0,08	0,08	0,08	0,12

Avlingsstørrelser og innhold av kalsium i dette forsøket har gitt sterkt reduserte avlinger når innholdet har vært ca. 0,1% av tørrstoffet og mindre, mens et innhold på 0,2% eller knapt så har gitt avling av normal størrelse. Et innhold mellom disse verdier har dels gitt normal avling, dels større eller mindre avlingsreduksjon. Materialet er ellers for spinkelt til å slutte noe sikkert om det i så henseende er noen forskjell på de to kornarter og raigras. Slik forsøket er utført, må en også anta at kalsiuminnholdet i jorda er økt ved den årlige kalsiumtilførsel.

#### Diskusjon

I dette forsøket har det opptrådt klorose på vekstene ved to forskjellige konstellasjoner for kombinasjonen base x Ca. I det ene tilfellet har det vært moderat kalking kombinert med ingen eller liten tilførsel av kalsium i gjødsel og i det annet tilfelle natriumhydroksyd som base kombinert med liten kalsiumdosering gjennom gjødsel. For lettvinthets skyld kalles de to typer av klorose for etter tur klorose A og klorose B.

Selv om dette forsøket ikke har med ledd for jern, kan det ikke være tvil om at klorose A er samme type klorose (stripeklorose) som tidligere i kar- og markforsøk er forebygget eller helbredet ved tilførsel av jern i ulike forbindelser (t.eks. Ødelien 1945). Denne form for klorose har de første år etter dyrking av slik torv oftest vært mest merkbar ved svak eller moderat kalking. Det nye i dette forsøket er at graden av klorose er blitt meget tydeligere eller faktisk betinget av gjødsel uten eller med lågt kalsiuminn-

I tillegg til disse tall for avling og kalsiuminnhold for ledd med natriumhydroksyd var det følgende tørrstoffavling og prosentisk innhold av kalsium i de fire ledd med raigras i 1978 der stigende mengder kalsium var tilsatt (sum for de to første avlinger):

0	10	20	70
1,6	4,1	6,7	28,9
0,08	0,08	0,08	0,12

hold. Går en ut fra at det er det manglende kalsiuminnhold i gjødsel/kjemikalier som har vært medvirkende til klorosen (ved siden av den moderate kalkmengden), gjenspeiles dette ved et lågere kalsiuminnhold i avlingene for disse ledd. Denne forskjell har ellers vært større i tidligere karforsøk med hvitmosetorv (Sorteberg 1970). Det er likevel klart at hovedårsaken ikke er kalsiummangel, da kalsiuminnholdet i de klorotiske ledd ligger langt over innholdet i avlingen i natriumhydroksydleddene med kalsiummangel (klorose B).

Ellers er det noe overraskende at fullgjødselledd *c* skal plassere seg nærmere ledd *a* enn ledd *b* når det gjelder klorose og avlingsstørrelse, sett på bakgrunn av den langt større forskjell det er i kalsiuminnhold mellom leddene *c* og *a* enn mellom leddene *c* og *b*.

Den andre hovedforskjell mellom gjødselslagene/kjemikalierne er fordelingen mellom nitrogenformene, der ledd *a* har fått alt nitrogen i form av nitrat, mens leddene *b* og *c* har fått mer enn halvparten som ammonium. Fordelingen mellom nitrat-N og ammonium-N i de to siste ledd er ellers temmelig nær den samme. Da utbredelsen av klorose og avlingsreduksjonen var mye tydeligere i ledd *b* enn i *c*, gir tilførsel av ulike mengder av de to nitrogenformer ingen støtte for at ammonium kan ha vært medvirkende til klorosen. En merker seg forøvrig at i raigras var det først i annen og særlig i tredje avling det ble forskjell, etter at alle ledd var overgjødslet med samme mengde ammoniumnitrat.

Den store mengde fosfor i fullgjødselledd *e* har både til bygg og raigras tydelig forsterket klorosen av type A. Om en forskjell i fosforets løselighet har hatt noen merkbar virkning for leddene *a*, *b* og *c* er vanskelig å si noe