

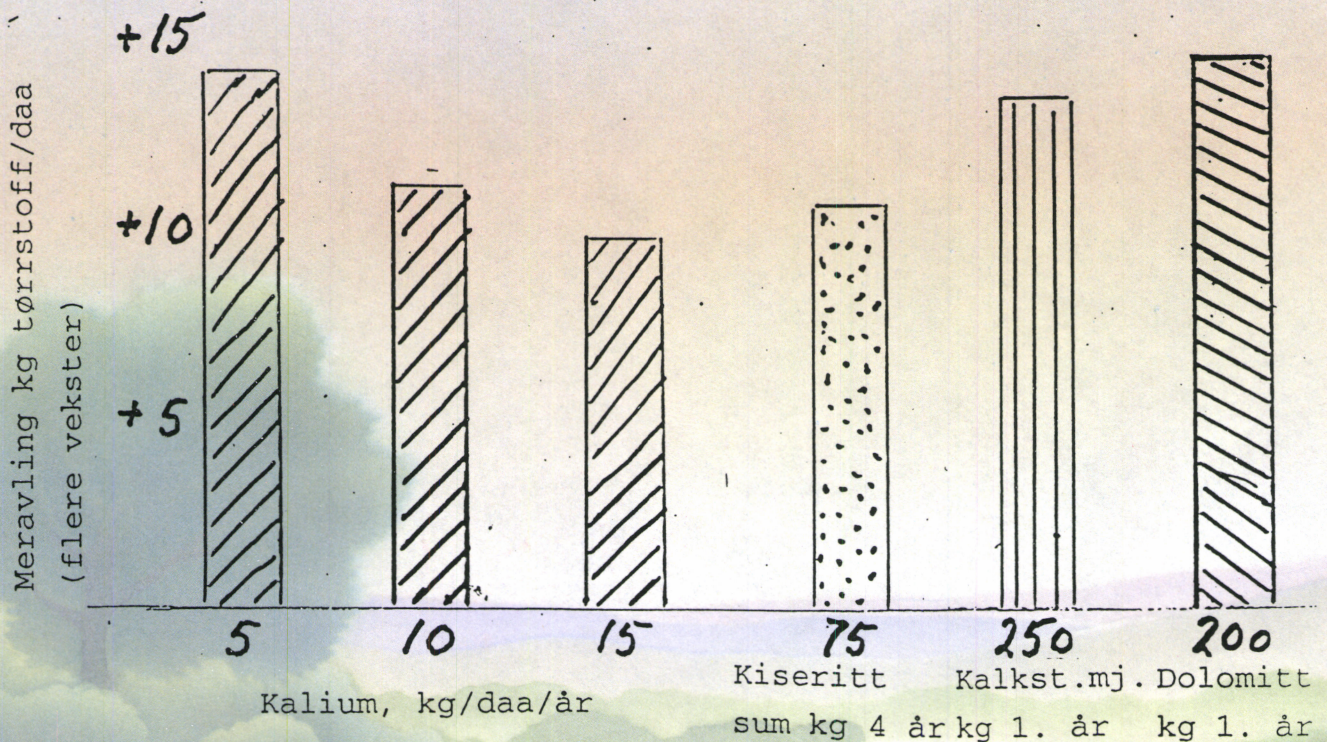


NLH

NORGES LANDBRUKSHØGSKOLE
INSTITUTT FOR JORD- OG VANNFAG

KALIUM-MAGNESIUMFORSØK PÅ ØSTLANDET

Samspilleffekten $K \times Mg$, $K \times CaO$ og $MxCaO$ i avling
av Gotfred Uhlen



Norges landbrukshøgskole
Institutt for jord- og vannfag
Postboks 5028, 1432 ÅS
ISSN 0805-7214

INSTITUTT FOR JORD- OG VANNFAG

Norges Landbrukshøgskole

Postboks 5028, 1432 Ås Telefon: (09) 94 75 00 - Agriuniv. Ås
Telefax: (09) 94 82 11 Rapportarkiv: (09) 98 82 04

ISSN 0805 7214

TITTEL: KALIUM- MAGNESIUMFORSØK PÅ
ØSTLANDET. Samspilleffekter
KxMg, KxCaO og MgxCaO i
avling

FORFATTER: GOTERED UHLEN

Rapport nr: 8/96 (49)

Begrenset distribusjon: Fri

Dato: 01.12.96

Prosjektnummer:

Faggruppe:
Gjødsling

Geografisk område:
Norge

Antall sider (inkl. bilag) 9

Oppdragsgivers ref.:

Oppdragsgiver: Institutt for jord- og vannfag

EKSTRAKT: Samspill KxMg, KxCaO og MgxCaO i avling er undersøkt i 20 flerårige, faktorielle forsøk på Østlandet 1960-1975. (50 felthøstinger av bygg eller havre, 5 av potet og 8 i eng). Jordart: Overveiende sand med lite innhold av Mg og K og dårlig kalktilstand. Det var i middel signifikante positive utslag for Mg, kalk og for 5 kg K, men ikke for 10 og 15 kg pr dekar og år. De største K-mengder (K_2SO_4) reduserte tørrstoffinnholdet i potet. Samspill KxMg og KxCaO ble ikke påvist. Mg i kiseritt ga økt avling, mens effekten av Mg i dolomitt vurdert mot tilsvarende mengde CaO i kalksteinsmjøl var liten. Noen få avlingsanalyser (av havrehalm) antyder større opptak av Mg fra dolomitt enn fra den halve mengde Mg i kiseritt.

Emneord, norske 4

Emneord, engelske

1. Faktorielle forsøk
2. Næringsfattig sand
3. Bygg, havre, potet, eng
4. K-gjødsel, kiseritt, kalk og dolomitt

Prosjektleder:

Gotfred Uhlen

Gotfred Uhlen

For administrasjonen:

Gunnar Abrahamsen

Gunnar Abrahamsen

KALIUM - MAGNESIUMFORSØK PÅ ØSTLANDET

Samspillseffekter K x Mg, K x CaO og Mg x CaO i avling

Gotfred Uhlen

Norges landbrukshøgskole. Inst. for jord- og vannfag,
Postboks 5028, N-1432 ÅS

Det er vel kjent at det foreligger et antagonistisk forhold mellom kalium og magnesium. Ved stor tilgang på kalium og ammonium reduseres plantenes opptak av andre kationer og da i første rekke magnesium og kalsium. Magnesium og kalsium har på den annen side langt mindre, eller ingen, virkning på opptaket av kalium (Barber 1984). Stort innhold av kalium i forhold til magnesium i beitegras og fôrplanter kan ha drastiske virkninger idet lavt innhold av magnesium i blod hos dyra kan medføre krampe, grastetani. Dette er kjent både fra praksis og fra undersøkelser (Hvidsten et al. 1959). K/Mg + Ca forhold $>2,2$ uttrykt i milliekvivalenter pr kg tørrstoff i gras, er etter Kemp og t'Hart (1957) brukt som faregrense. Reduksjon i kaliumtilførsel hadde i karforsøk minst like stor effekt på magnesiuminnholdet i timotei som en stor magnesiumtilførsel (Sorteberg 1974). I en serie kombinert nitrogenkaliumforsøk i eng med 3 høstinger pr år var også innlagt ledd med og uten magnesium (Bærug 1977). Da Mg-tilstanden i jorda på disse feltene jevnt over var god, ble det lite utslag for magnesium. Kaliumgjødsling reduserte Mg-innhold i grastørrstoff, mens store mengder nitrogen i ammoniumnitrat medføre en liten økning.

Kaliumgjødsling utover det som optimalt medfører ofte en viss reduksjon i tørrstoffavling. Dette er ofte satt i forbindelse med redusert opptak av magnesium. I Sverige har en forsøkt å bruke forholdet K-AL/Mg-AL for vurdering av optimal K-gjødsling (Hahlin 1991) i det en forventer at kaliumtilførsel kan virke negativt ved stort K-AL og lite Mg-AL og videre at positive utslag for kalium kan utebli, også ved lavt K-AL, om det samtidig er mangel på Mg. Lave verdier av ombyttbart Mg, og K, er særlig knyttet til leirfattig jord med lavt moldinnhold. På slik jord får en lettere skade av stor tilførsel av lettløselig salter som kalingjødsel, og en negativ effekt kan skyldes andre forhold enn mangel på magnesium. Kombinerte eller såkalt faktorielle KxMg-forsøk er derfor nødvendig for å avgjøre om det er et virkelig samspill i avlingseffekt mellom kalium og magnesium. Slike forsøk ble startet av Institutt for jordkultur i samarbeid med landbrukets forsøksringer i årene 1960 til 1975. Resultatene fra de enkelte forsøk er tidligere referert i forsøksringens årsmeldinger. Denne meldingen tar sikte på en mer samlet fremstilling av resultatene.

Materiale og metoder.

Feltforsøkene ble utført på i alt 21 steder, derav 7 i Midt-Telemark, 4 i Søndre Østfold og 4 i Follo forsøksring. En tok sikte på 4-årige forsøksfelter, men 5 ble avsluttet alt etter ett år. I alt ble høstet 27 avlinger av bygg, 21 av havre, 2 av vårhvete og 5 av potet (Kerrs Pink). 3 felter ble fortsatt med 2-3 årig eng etter ett kornår.

I første rekke tok en sikte på å undersøke samspillet Kx Mg og Kx CaO i avlingsmengde, og en valgte ut steder med lite magnesium i jorda. Dette medførte at den dominerende jordart på feltene har vært sand, siltig sand til siltig lettleire. På 9 av de 21 stedene var Mg-AL mindre enn 2 mg pr 100 g tørr jord og på ytterligere 5 var Mg-AL fra 2 til 3. Også kalium- og kalktilstanden i jorda var dårlig på de fleste felter. Halvparten av feltene hadde pH 5,5 eller lavere, og på 9 felter var K-AL 10 eller mindre, kombinert med vært lite innhold av syreløselig K (20-50 mg K/100 g tørr jord).

Forsøksplan

	I	II	III	IV
Kg K i kaliumgj. 49% pr dekar	0	5	10	15
	a	b	c	d
Kg kiseritt, 17% Mg 1. år	0	30 ^{x)}	0	0
Kg kalksteinsmjøl 1. år	0	0	250	0
Kg dolomittmjøl 13% 1. år	0	0	0	200

^{x)} I 2.-4. år ble gitt 15 kg kiseritt pr dekar. Leddene I-IV er kombinert med leddene a-b i en faktoriell plan. 2 gjentak = 32 ruter pr felt.

Til potet er brukt kaliumsulfat istedet for kaliumklorid. Som grunnjøsling ble gitt 2,5 kg P i superfosfat og 5,5 til 8 kg N i kalksalpeter pr dekar til korn og noe større mengder N til eng og poteter.

Mengden av dolomitt er redusert i forhold til kalksteinsmjøl ut fra det større innhold av beregnet CaO + MgO i første tilfelle. 45-50% i kalksteinsmjøl mot Ca 60% for dolomitt når en korrigerer etter atomvekter.

Magnesiumtilførselen i kiseritt, sum for 4 år, er bare det halve av Mg i dolomitt for 4 års perioden. Forsøksopplegg er derfor ikke helt faktorielt (K x Mg x CaO). Virkningen av Mg i kiseritt og dolomitt kan ikke forventes å være den samme.

I avlingene av korn og halm fra noen felter er bestemt K i leddvise prøver fra I til IV og Mg i tilsvarende prøver fra a til d.

I tillegg til jordanalyse i fellesprøver fra hvert felt ved anlegg er etter 4 år bestemt i leddvise prøver av ledd I til IV K-AL og fra ledd a til d pH og Mg-AL. Samspill K x MG i planteopptak er ikke undersøkt i denne forsøksserien.

Avlingsresultater

I tabell 1 er gjengitt middelavlinger for alle kornfelter, og i tabell 2 det samme for 25 kornavlinger fra 9 felter med Mg-AL mindre enn 2. Avlingene fra 5 felter med poteter og 8 høstear fra eng er gitt i tabell 3 og 4.

På flere enkeltfelter var det i ett eller flere år signifikante meravlinger for kiseritt, kalksteinsmjøl og dolomitt. Minste mengde K har som oftest økt kornavlingene, mens større mengder K har gitt dårlig utbytte.

En variansanalyse basert på avlingene fra 16 leddkombinasjoner viser signifikante utslag for K, Mg og CaO testet mot trefaktorsamspillet. Ved å sammenligne tabell 1 og 2 finner en at de positive utslag for Mg, og i stor grad også for CaO, finnes i den halvpart av forsøksmaterialet som er fra feltene med Mg-AL mindre enn 2. Kaliumutslagene er derimot mer likt fordelt på de to grupperinger eller Mg-AL.

For potetfeltene har en foretatt en variansanalyse basert på enkeltfeltene ($n = 5 \times 16 = 80$). Dette viser signifikante utslag for K og Mg, men ikke for CaO og K x Mg/CaO kombinasjonene. Samspill Mg/CaO x felt, men ikke K x felt, er signifikant testet mot K x Mg/CaO x felt. Selv om avlingene av potettørrstoff er noe variable, er det klart at K-mengder større enn 5 kg pr dekar, har virket klart negativt. Denne effekten skriver seg fra en signifikant reduksjon i prosent tørrstoff i knollene for kaliumsulfat. Det var potet første forsøksår på 3 av 5 felt. I kiseritt ble tilført 3-7 kg S sulfat mot 4-12 kg i K-leddene. $MgSO_4$ har i motsetning til K_2SO_4 ikke senket tørrstoffprosentene. Effekten synes derfor å være knyttet til kalium og ikke til SO_4 ione.

I middel er det ingen sikre utslag i høyavlinger, men på ett felt var det i tredje engår stor økning i avling for 10 kg K pr dekar kombinert med Mg tilført i kiseritt eller dolomitt.

Jord- og planteanalyser

I tillegg til jordprøver ved anlegg av alle felter ble det etter 4 år utført jordanalyse i fellesprøver fra ledd I til IV for K-AL og i ledd a til d for Mg-AL og pH. Resultatene er vist i tabell 5. Analyse av korn og halm er utført i noen få tilfeller, og bare i fellesprøver I-IV for K og a - d for Mg (Tabell 6).

I følge jordanalysene har 10 kg pr dekar og år vært nødvendig for å holde vedlike K-tilstanden, mens det for korn og potet var positiv effekt bare av de første 5 kg K. Innhold av syreløselig K var meget lite for disse feltene. I 8 tidligere forsøk med 0,5, 10 og 15 kg K til 3-årig eng på sandjord fant en at K i jord var redusert etter 3 år også ved bruk av 15 kg K, til tross for negativt avlingsutslag for 15 i forhold til 10 kg K. (Ikke publiserte resultater).

Innhold av K og Mg i korn er lite påvirket av gjødsling, mens det er store utslag på innholdet i halm. Økende mengder K har ellers virket mer positivt på halm enn på kornavlingene. Halmavlingene er ikke vist her.

Diskusjon

Siktemålet med disse forsøkene var i første rekke å undersøke samspillet mellom K og Mg med hensyn på avlingsmengde. Forsøkene ble utført på svært Mg-fattig og K-fattig jord, dvs næringsfattig sandjord. På slik jord gir overoptimale K-tilførsler ofte reduserte tørrstoffavlinger, noe som var særlig markert i potet i denne undersøkelsen.

Resultatene viser klart at hverken Mg-tilførsel eller moderat kalking/dolomitt har kunnet øke K-effekten i positiv retning. I korn er det heller en tendens til negativt samspill, da Mg-effekten i middel er minst ved større K-mengde. I potet og eng er det antydning til utslag i motsatt retning enn for korn, men materialet her omfatter bare noen få enkeltfelter.

Det har vært positive avlingsutslag for kiseritt og for moderat kalking. Effekten av dolomitt har stort sett vært som for kalksteinsmjøl, og med liten ekstra effekt av Mg i dolomitt. I omfattende karforsøk, og også i feltforsøk, fant Sorteberg (1974) at Mg-mangel ble sterkt redusert eller helt eliminert ved moderat kalking, mens det var misvekst uten Mg-tilførsel på sterkt sur jord. Kalking økte opptaket av Mg i karforsøkene. I feltforsøkene behandlet her viser de få analyser som er utført ingen økning i % Mg i korn og halm etter kalking og heller ingen økning i Mg-AL i jorda. Dolomitt har derimot gitt det høyeste innhold av Mg i jord og planter uten at dette har gitt seg utslag i avling. Det kan ikke gis noen full forklaring på hvorfor Mg i dolomitt har hatt mindre avlingseffekt enn Mg i kiseritt i disse forsøkene.

Plantenes opptak og innhold av Mg ved de ulike K-tilførsler er ikke undersøkt i disse forsøkene. Økt K tilgang har som referert foran ofte medført sterk reduksjon i Mg og Ca i plantene. Stort opptak av $\text{NH}_4\text{-N}$ i forhold til $\text{NO}_3\text{-N}$ vil også redusere Mg opptaket, mens nitratopptak har motsatt effekt (bl.a. vist av Sorteberg 1974).

I en serie karforsøk med bl.a. tre K-mengder og tre kalknivåer, fant en ved overkalking (16 t CaO pr dekar) av en sterkt sur siltrik leire stor negativ avlingseffekt i bygg av en stor K-mengde (Uhlen 1974) noe som også ga tydelige Mg-mangelsymptomer. Tilførsel av 10 kg Mg (i $\text{Mg SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) pr dekar hadde likevel ingen positiv virkning på kornavlingene på tross av stor økning i Mg-opptaket i disse karforsøkene.

Konklusjonen av de refererte K-Mg forsøk er at økt Mg-tilførsel neppe vil øke avlingseffektene av K-gjødsling generelt, eller motvirke den skadeeffekt store mengder K-salter kan ha på visse jordarter. Dette selv om økt Mg-innhold i plantene

kan ha stor betydning i fôringssammenheng.

Sammendrag

Flerårige kalium-magnesiumforsøk inkludert også moderat kalking ble utført på sandjorder med lite magnesium og kaliuminnhold i Telemark, Østfold og Akershus. K-tilførsler på 0, 5, 10 og 15 kg K på dekar ble kombinert med Mg (kiseritt), kalk og Mg + kalk som dolomitt i en faktoriell plan. Materialet omfatter 50 felthøstinger i bygg eller havre og et mindre antall i potet og i eng. På enkeltfelter og i middel var det positive og signifikante utslag for Mg, kalk og for minste K-mengde. Større mengder ga liten effekt i korn og reduserte tørrstoffavling av potet der K var gitt i kaliumsulfat. Positivt K x Mg sammenspill ble ikke påvist. Samtidig tilførsel av kiseritt, kalksteinsmjøl eller dolomitt medførte ikke større positiv avlingseffekt av økte K-mengder. Virkningen av kiseritt på avling var klart større enn av dolomitt, målt mot kalksteinsmjøl, på tross av større Mg-tilførsel og større opptak av Mg fra dolomitt enn fra kiseritt. Innhold av Mg i avling ved økende K-tilførsel ble ikke undersøkt i denne forsøksserien.

- Barber, S.A. 1984. Soil Nutrient Bioavailability. John Eiley & Sons Inc US : 398 p.
- Bærug, R. 1977. Nitrogen, kalium, magnesium og svovel til eng på Sør-Østlandet. II Kjemiske analyser av avlingen. Forskn fors i landbr. 28:549-574.
- Hahlin, M. 1991. Kaliumgødslingseffektens beroende av balansen mellom kalium och magnesium II Fältförsök. Rapport 183 Inst. f. markvetenskap Avd f. växtn.-lära :7-28.
- Hvidsten, H., M. Ødelien, R. Bærug and S. Tollersrud 1959. The influence of fertilizer treatment of pastures on the incidence of hypomagnesemia in dairy cows. Acta Agric. Scand. 9 : 261-291.
- Kemp, A. and M.L. t'Hart 1957. Grass tetani in grazing milking cows. Nederl. Jour. Agric. Sci. 5 : 4-17.
- Sorteberg, A. 1974. Virkningen av magnesium på avlingsstørrelse og magnesiuminnhold ved ulike kalking og ulike nitrogenforbindelser. Forskn.fors. i landbr. bd 25 : 537-558.
- Uhlen, G. 1975. The effect of calcium silicate in barley pot experiments. Jour. Sci. Agric. Soc. Finland. Vol 3 : 296-304.

Tabell 1. Kornavlinger. Middel for 50 felthøstinger 1961-73.
(Ca 95% tørrstoff)

Mg/CaO	a				b				c				d			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
K	290	301	298	311	298	307	314	308	304	315	315	316	301	320	309	310
K-effekt		+11	+8	+21		+9	+16	+10		+11	+11	+12		+19	+8	+9
Mg "					+8	+6	+16	-3					(-3	+5	-6	-6)
CaO "									+14	+14	+17	+5	(+3	+13	-5	+2)

Tabell 2. Kornavlinger. Middel for 25 felthøstinger fra steder med
Mg-AL < 2,0 1961-73

Mg/CaO	a				b				c				d			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Avling	295	311	302	323	311	313	328	329	316	326	331	339	320	337	331	332
K-effekt		+16	+7	+28		+2	+17	+18		+10	+15	+23		+17	+11	+12
Mg "					+16	+2	+26	+6					(+4	+11	0	-7)
CaO "									+21	+15	+29	+16	(+9	+24	+3	+3)

F-verdier: K-effekt 8^{**} Mg 6⁺ CaO 26^{***}

HSD 16 ledd = 37 kg

Tabell 3. Potetavlinger. Middel for 5 felter. Kg tørrstoff pr. dekar.

Mg/CaO K	a				b				c				d			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Tørrstoff %	23,7	23,7	22,5	22,5	23,8	23,3	23,3	22,1	24,2	23,5	22,8	22,3	23,6	23,3	23,4	23,1
Kg tørrst.	688	713	640	651	723	735	719	677	719	723	711	659	715	769	685	763
K-efekt		+25	-48	-37		+12	-4	-46		+4	-8	-60		+54	-30	+48
Mg "					+35	+22	+79	+26					(-4	+46	-26	+104)
CaO "					+31	+10	+71	+8	(-8	+34	-34	+86)				

F-verdier tørrstoffprosent: K-efekt 5*
 F-verdier tørrstoffavling: K-efekt 3,6* Mg 9,2** KxMg 1,2
 Felt x CaO/Mg 3** Ca x Mg 3,1

Tabell 4. Høyavlinger. Middel 3 felt, 8 høstinger (95% tørrstoff)

Mg/CaO	a				b				c				d			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
K	714	739	742	706	737	739	747	755	745	735	728	737	705	741	791	729
K-effekt	+25	+28	-8		+2	+10	+18		-10	-17	-8		+36	+86	+24	
Mg-effekt					+23	0	+5	+49					(-40	+6	+63	-8)
CaO									+31	-4	-14	+31	-31	+2	+44	-26
Ingen signifikante utslag																

Tabell 5. Jordanalyseresultater etter 4 år. 10 forsøksfelt

Ledd	K-AL mg/100 g				Mg-AL mg/100 g				pH (i H ₂ O)				
	I	II	III	IV	a	b	c	d	a	b	c	d	
Ved anlegg	11,8				2,5				5,7				
Etter 4 år	6,7	8,8	11,9	13,9	2,2	4,4	2,2	6,5	5,6	5,6	5,8	5,9	

Tabell 6. Prosent K og Mg i korn og halm (95% tørrstoff). Middel 8 avlinger av havre

Ledd	I	II	III	IV	a	b	c	d
	K i korn	0,38	0,39	0,40	0,41			
K i halm	1,20	1,38	1,54	1,75				
Mg i korn					0,11	0,11	0,11	0,12
Mg i halm					0,053	0,068	0,052	0,077