

Godfred Uhlen



NLH

NORGES LANDBRUKSHØGSKOLE
INSTITUTT FOR JORD- OG VANNFAG

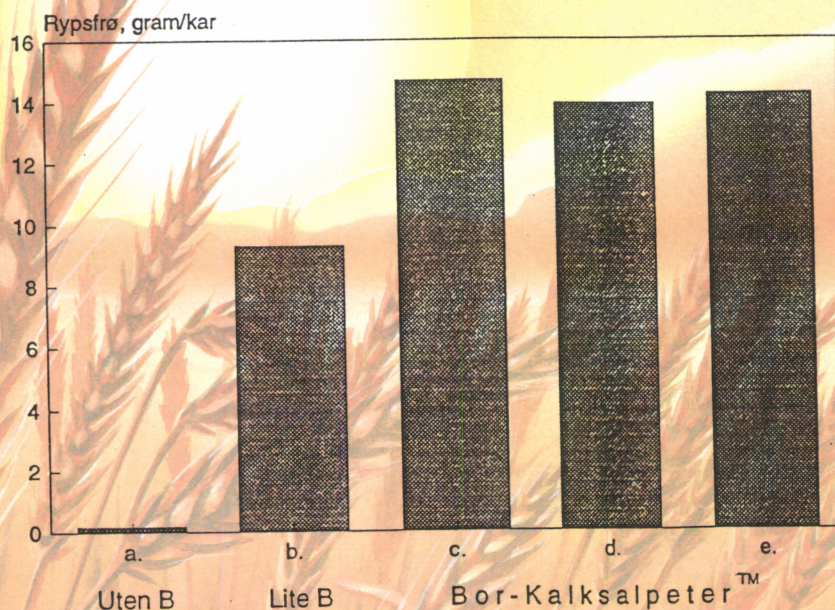
FORSØKSRAPPORT

1995

Samarbeidsprosjektet
IJVF - Norsk Hydro ASA

Effekt av gjødsling på avlingsmengde og mineralinnhold

Leif Ruud



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

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

Rapportens tittel og forfatter(e):

FORSØKSRAPPORT 1995

Samarbeidsprosjekt

IJVF - NORSK HYDRO ASA

Leif Ruud

Rapport nr: 5/1996 (46)

Begrenset distribusjon: Fri

Dato:

20. oktober 1996

Prosjektnummer:

Faggruppe:

JORDKULTUR

Geografisk område:

Norge

Antall sider (inkl. bilag)

97

Oppdragsgivers ref.:

Oppdragsgiver: Norsk Hydro ASA.

Sammendrag:

I rapporten presenteres resultater fra et forsøksprogram som utføres av Institutt for jord- og vannfag, Norges Landbrukshøgskole, i samarbeid med Norsk Hydro ASA. Forsøkene er utført i veksthus, i modellforsøksanlegg og i felt.

Rapporten omfatter 10 forsøksserier hvor ulike gjødseltyper og råstoffer blir testet med hensyn til effekt på avlingsmengde og innhold av næringsstoffer i ulike vekster.

4. Emneord, norske

1. Handlungjødsel.
2. Råstoffer.
3. Avling.
4. Næringsinnhold og opptak.

Prosjektleder:



4. Emneord, engelske

1. Commercial fertilizers
2. Raw Materials
3. Crop Field
4. Mineral concentr. and uptake

For administrasjonen:





NLH

NORGES LANDBRUKSHØGSKOLE
INSTITUTT FOR JORD- OG VANNFAG

FORSØKSRAPPORT

1995

Samarbeidsprosjektet IJVF - Norsk Hydro ASA

Effekt av gjødsling på avlingsmengde og mineralinnhold

Prosjektleder: Leif Ruud

Teknisk stab: Kurt Johansen
Anne-Grethe Kolnes
Torill Trædal

Institusjoner som har deltatt i forsøksarbeidet:

Forskningssenterene Apelsvoll, Kvithamar, Særheim,
Fureneset fagsenter og Vågønes forskningsstasjon.

Forsøksringene: Søndre Østfold, Solør-Odal, Nedre Telemark, Midt-Agder, Jæren,
Rauma & Vestnes, Midt-Helgeland, Sør-Salten, Lofoten og Vesterålen.

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

INNHOOLD

FORORD	
SAMMENDRAG	1
SUMMARY	11
1. EFFEKTEN AV NitraSel™ PÅ SELENINNHALDET I HVETE	19
Feltforsøk i vårhvete	19
Feltforsøk i høsthvete	24
Dosering av selèn i hvete	25
Utvasking av selèn fra lysimetre	28
2. EFFEKTEN AV MAKRO- OG MIKRONÆRINGSSTOFFER I LANGVARIGE FORSØK VED ULIKE DYRKINGSFORHOLD	31
Forsøksopplegg	31
Avlinger	33
Innhold av næringsstoffer	34
3. FOSFORBEHOV PÅ MEGET FOSFORRIK JORD	38
Forsøksopplegg	38
Avlinger	39
Innhold og opptak av fosfor	47
4. EFFEKTEN AV ULIKE SVOVELKILDER INNBLANDET I Kalksalpeter™ TIL RAIGRAS OG BYGG	46
Serie I: Forsøksgjødsla blandet inn i jorda	46
Serie II: Forsøksgjødsla tilført på overflaten	51
5. NITROGENGJØDSEL MED SVOVEL TIL RAIGRAS	59
Forsøksopplegg	59
Avlinger	60
Avlingsanalyser	61
6. EFFEKTEN AV BRUCITT SOM MAGNESIUMKILDE I SALAT	63
Forsøksopplegg	63
Avlinger	64
Innhold og opptak av Mg, Ca og K	64

FORORD

Denne rapporten presenterer resultatene fra forsøk som er utført innenfor et samarbeidsprosjekt mellom Institutt for jord- og vannfag og Norsk Hydro ASA. Rapporten omfatter 10 forsøksprosjekter hvor det er utført en rekke forsøksserier i veksthus, i modellforsøksanlegg og under feltforhold. Felteforsøkene er i hovedsak utført i samarbeid med Planteforsk og Landbrukets forsøksringer.

Forsøksprosjektene i 1995 omfattet disse hovedområdene: Gjødsling med selèn, plantetilgjengelig fosfor på fosforrik jord, effekten av makro- og mikronæringsstoffer i langvarige forsøk, effekten av svovelkilder og svovelholdig nitrogen-gjødsel, bruk av brucitt som magnesiumkilde, mangan inngranulert i NPK-gjødsel, gjødsling med kobolt, bor til oljevekster.

Takk til alle samarbeidspartnere for vel utført arbeid.

Leif Ruud

SAMMENDRAG

Rapporten for 1995 omhandler 10 forsøksprosjekter hvor en rekke forsøksspørsmål er testet i kar- og markforsøk og i modellforsøksanlegg. Et kort sammendrag av forsøksresultatene følger nedenfor.

1. EFFEKTEN AV NitraSel™ PÅ SELENINNHOLDET I HVETE

Norske planteprodukter har lavt selènninnhold. I dette forsøksprosjektet undersøkes effekten av selèngjødsling på innholdet av selèn i mathvete og i avrenningsvann.

Feltforsøk i vårhvete

Tidligere er utført en 3-årig karforsøksserie i veksthus og 24 årsefelter i vårhvete fordelt på 7 ulike lokaliteter. Forsøkene har vist at Se-innholdet i hvete lett kan økes ved gjødsling med NitraSel, men effekten varierer med jordtype og klima.

To av forsøksfeltene har vært fastliggende, og disse ble videreført i 1995. Resultatene fra tidligere forsøk ble bekreftet. Normal Se-mengde ga tilnærmet ønsket Se-innhold i kornet, men det var relativ stor forskjell mellom feltene. Effekten av NitraSel reduseres under dårlige vekstvilkår.

Feltforsøk i høsthvete

Forsøkene ble startet opp i 1994 med 5 ett-årige felt i samarbeid med Apelsvoll forskingssenter og fortsatte med 5 nye felt i 1995. Se tilføres i 2 ulike mengder ved stråstrekning alternativt ved skyting og ved begge disse utviklingsstadiene.

De 2 forsøksårene har gitt svært forskjellige resultater. I 1995 var Se-innholdet i kornet uten Se-gjødsling ca 10 ganger høyere enn det vanligvis er i Norge. Se-gjødsling ved stråstrekning hadde heller ingen effekt, men Se-gjødsling ved skyting ga tilsvarende utslag på Se-innholdet som tidligere.

På kornfeltene hadde avlingene noe lavere innhold av et eller flere næringsstoffer når disse ikke var tilført. På begge engfeltene var det meget godt samsvar mellom gjødsling og innholdet av næringsstoffer i avlingene. Spesielt var innholdet av K og S meget lavt uten tilførsel.

3. FOSFORBEHOV PÅ MEGET FOSFORRIK JORD

Forsøksserien ble startet i 1989 for å bedømme plantenes behov for P-gjødsling på meget P-rik jord. Forsøkene har vært utført på fastliggende felt i korn og eng. Resultatene så langt er oppsummert nedenfor.

I korn har superfosfat ofte gitt små positive avlingsutslag, og i enkelte år har det vært sikre meravlinger. Kornfeltene har ofte gitt sikker meravling for økt N-gjødsling opp til største mengde.

I forsøksperioden har innholdet og opptaket av P som regel vært lite påvirket av gjødslingen med superfosfat i korn, mens økt N-gjødsling ofte har fremmet P-opptaket så vel som N-opptaket.

Engfeltene har ofte gitt små positive avlingsutslag for tilførsel av superfosfat, men sikre meravlinger har det bare vært på enkelte felt. Midlere N-mengde har ofte gitt positive avlingsutslag i eng, men på enkelte felter har det ikke blitt avlingsøkning ut over minste N-mengde.

Som regel har P-innholdet og P-opptaket i engavlingene økt noe etter gjødsling med superfosfat. Økt N-gjødsling har ofte ført til økt innhold og opptak av P så vel som av N.

Det har vært lav utnyttelse av tilført P både i korn og eng.

5. NITROGENGJØDSEL MED SVOVEL TIL RAIGRAS

I 1994 ble det startet opp både kar- og markforsøk for å se nærmere på effekten av Kalksalpeter tilsatt kieseritt. Bare karforsøkene med raigras som forsøksvekst, er beskrevet i denne rapporten.

Det var sikre meravlinger for S-gjødsling i hver slått og ingen forskjell i sum avling mellom de S-holdige N-gjødseltypene.

S-holdig N-gjødsel økte avlingens innhold og opptak av S, Ca og Mg i samsvar med tilførselen av disse næringstoffene i de respektive typene. Kalksalpeter med kieseritt ga tydelig større innhold og opptak av Ca og Mg enn HYDRO SVOVELPLUSSTTM 27N + 7S.

Kalksalpeter med kieseritt tilsvarende 2,6% S ga stor avling med tilfredsstillende innhold av S, Ca og Mg.

6. EFFEKTE AV BRUCITT SOM MAGNESIUMKILDE I SALAT

Brucitt består av 95% $Mg(OH)_2$ og har høyere vannløslighet enn dolomitt. I tidligere karforsøk har brucitt vist omtrent samme Mg-effekt som kieseritt i raigras og bygg. Forsøket i salat utføres for å teste Mg-effekten til vekster med lite rotsystem og kort vekstperiode.

Gjennom 2 forsøksår har både kieseritt og brucitt vært gode Mg-kilder ved dyrking av salat og gitt like store avlinger. Kieseritt har gitt det største Mg-opptaket i avlingene.

Dolomitt ga ingen avlingsøkning det 1. forsøksåret, men hadde noe Mg-effekt det 2. året.

8. EFFEKTEEN AV FULLGJØDSEL^R MED KOBOLT PÅ INNEHOLDET AV KOBOLT I GRAS

Sjukdom og trivselsproblemer hos lam som har sin bakgrunn i Co-mangel, har vært observert i en del tilfeller på Sør-vestlandet og Vestlandet. Effekten av Co-holdig Fullgjødning på Co-innholdet i gras er testet i våre forsøk siden 1991. Konklusjoner fra forsøkene er gjengitt nedenfor.

Uten Co-gjødsling har Co-innholdet i graset vært lavere enn behovet på nesten alle feltene.

Co-innholdet i graset har økt i samsvar med Co-gjødslingen i både kar- og feltforsøk.

Co-innholdet i graset reduseres vanligvis med økende pH og moldinnhold i jorda.

Co-gjødsling om våren har ofte gitt god effekt på Co-innholdet i graset hele vekstsesongen.

I feltforsøkene har det ofte vært lavt Cu-innhold i graset også ved høyeste Cu-mengde tilført.

Cu-innholdet i graset har ofte vært noe høyere ved laveste pH og ved 2. og 3.slått.

Forsøkene har vist at Co-innholdet i graset kan økes til ønsket nivå ved bruk av Co-holdig Fullgjødning, men Co-innholdet blir også påvirket av jordas egenskaper og trolig også av klimaforhold.

Co-innholdet har blitt betydelig redusert på det høyeste pH-nivået.

Både Co-holdig Kalksalpeter og Co-holdig Fullgjødsel økte Co-innholdet i avlingene effektivt.

Effekten av Co-gjødsling var vedvarende og sterk hele vekstsesongen på Furenesetfeltet i 1995, mens effekten avtok raskt på Særheimfeltet der 2 ganger gjødsling med vanlig Co-mengde viste seg nødvendig.

10. BOR-KALKSALPETER™ TIL OLJEVEKSTER

Da korsblomstrede vekster har stort borbbehov, kan det være aktuelt å tilføre disse vekstene mer bor enn det som tilføres gjennom Fullgjødsel^R. Bor vaskes dessuten lett ut av jorda. Ved å tilleggs gjødsle med Bor-kalksalpeter en tid etter oppspiring deles samtidig nitrogengjødslingen.

Våren 1995 ble det startet opp forsøk med bor til oljevekster både i kar og på felt for å bedømme behov og gjødslingsstrategi. I denne rapporten omtales opplegg og resultater fra karforsøket som ble utført i veksthuset ved IJVF.

Rypsen satte ikke frø og ga ingen frøavling uten B-gjødsling.

Fullgjødsel ved såing ga brukbar, men sterkt redusert frøavling på den B-fattige jorda.

Ekstra B-gjødsling gjennom Bor-Kalksalpeter på 5-bladstadiet ga stor meravling av frø, råfett og protein. Ytterligere B-tilførsel allerede ved såing i tillegg til Fullgjødsel hadde ingen effekt.

SUMMARY

The research report 1995 is describing 10 research projects carried out in pot and field experiments at Department of Soil and Water Sciences as well as at other collaborating research institutions in Norway. A brief summary of the results from the experiments is presented here.

1. EFFECT OF SELENIUM-ENRICHED CALCIUM NITRATE ON THE SELENIUM CONCENTRATION IN WHEAT

There is a low content of Se in norwegian plant products. In this research project the effect of Se-enriched Calcium Nitrate (CN) on the content of Se in wheat and in leaching water are tested.

Field Experiments in Spring Wheat

In average of 24 test fields in wheat through 1990-94 concentration of Se in grain increased by many times when Se-enriched fertilizers were applied.

25 mg Se kg⁻¹ CN top-dressed at heading (26 kg daa⁻¹) was found to increase Se concentration in wheat grain to desired level in all test locations.

There was variation in Se concentration in wheat grain from site to site and from year to year at all treatments probably caused by different climates and soils. The Se-effect of Se-enriched CN is reduced if bad growth conditions occur.

Two of the long term fields were continued in 1995. The results from the former tests have been confirmed.

Experiments in Winter Wheat

Top-dressed Se-enriched CN increased Se concentration in winter wheat grain by many times in all field trials 1994.

There has been significantly reduction in grain yield in absence of P and K at one site and in grass yield in absence of K and S at two sites. Grass crops have responded to S at Vågønes site every year since the fields were laid out and to K at Særheim site except in 1994.

Concentration of one or more nutrients are generally lower in grain crops when these are missing in the fertilizers applied. In the grass fields concentration of all nutrients are corresponding well with the nutrients added and if K is missing in the fertilizer concentration of Mg as well as S, P and N are going to be increased .

3. PHOSPHORUS SUPPLYING CAPACITY OF PREVIOUSLY HEAVILY FERTILIZED SOILS AT INCREASING RATE OF N APPLICATION

Grain yields have increased significantly by application of superphosphate at all sites, but only for one or two years of the research period. Generally, N rates up to the highest level have resulted in significant increase in grain yield at all sites.

P concentration and uptake have not been affected by application of superphosphate in cereals, but higher rates of N resulted in higher P uptake as well as higher uptake and concentration of N.

Positive yield response by application of superphosphate has been observed in grasses at most of the sites, but significantly response has only been observed at some sites.

Generally, there has been positive response to the medium N rate in grasses at most of the sites, but at some sites no response to increased N rates has been found.

Uptake of S in ryegrass was highest when kieserite and gypsum were incorporated in the fertilizer.

S application resulted in a strong reduction in concentration of nitrate in dry matter yield of ryegrass as well as barley.

N/S ratio expressed in g kg^{-1} dry matter was very high without and with only little S applied being reduced to normal level by application of S to ryegrass as well as barley.

S uptake from S added was very high.

5. EFFECT OF SULPHUR-ENRICHED NITROGEN FERTILIZERS ON CROP YIELD AND NUTRIENT CONCENTRATION IN RYEGRASS

Pot and field experiments were started up in 1994 to test further the S effect of Calcium Nitrate with kieserite incorporated. Results from the pot experiments in 1995 in ryegrass only is reported here.

All S-enriched N-fertilizers resulted in higher yields in each cut with no difference between them in total crop yield.

Concentration of Mg, Ca and S in crop yield were increased in relation to application of these nutrients through the treatments. S-enriched CN resulted in higher concentration and uptake of Ca and Mg than S-enriched CAN.

6. EFFECT OF BRUCITE AS A MAGNESIUM-SOURCE IN LETTUCE

The Mg-effect of brucite has been quite as good as for kieserite when tested in pot experiments with ryegrass and barley. This experiment in lettuce is carried out to test the Mg-effect of brucite to crops with small roots and a short growth season.

8. EFFECT OF COBALT-ENRICHED NPK ON COBALT CONCENTRATION IN MEADOW GRASSES

Co concentration in plants in the control plots has been below the level considered adequate for animal fodder at most of the sites.

Co concentration in plants has been increased in accordance with the rate of Co in the fertilizer applied.

Co concentration in plants is reduced by increased soil pH and by increased content of organic matter in soil.

Co concentration in plants is often increased by Co application in spring during the whole growth season.

Cu concentration in plants has been low and often below normal level at most of the sites.

As a rule Cu concentration in plants has been slightly higher at the lowest soil pH level and at 2. and 3. cut.

These studies show that Co-enriched NPK is an effective source for increasing Co concentration in grass to a desired level but the concentration is also controlled by soil properties.

9. EFFECT OF COBALT-ENRICHED CALSIUM NITRATE ON COBALT CONCENTRATION IN MEADOW GRASSES

Pot Experiments

Co concentration and uptake in ryegrass were increased by application of Co through CN as well as NPK.

In comparing with Co-enriched CN added one time Co concentration and uptake increased by two applications and decreased when Co rate was reduced to the half.

1. EFFEKTEEN AV NitraSel™ PÅ SELENINNHOLDET I HVETE.

Selèn (Se) er et essensielt næringsstoff for mennesker og dyr, men det er ikke nødvendig for planter. Planteprodukter dyrket i Skandinavia har et meget lavt innhold av Se fordi jorda er Se-fattig. Derfor har kraftfóret vært tilsatt Se i mange år for å dekke opp husdyras behov. Se-forsyningen kan likevel bli et problem for dyr uten eller med lite kraftfór i fórrasjonen. Økt selvforsyning av hvete vil bety redusert Se-inntak også i menneskenes ernæring.

Effekten av Se-holdig gjødsel på Se-innholdet i planter har vært utprøvd i Norge i mange år. Først ble Se-holdig Fullgjødsel^R utprøvd med godt resultat i korn og gras. Se-holdig Kalksalpeter[™] er senere blitt utprøvd som et alternativ fordi den brukes ved delgjødsling i mange vekster. En stor del av Se-behovet kan derfor bli dekket inn ved hjelp av en gjødselstype. Se-holdig Kalksalpeter er nå tillatt brukt i mathvete og markedsføres under navnet NitraSel[™].

FELTFORSØK I VÅRHVETE

Se-holdig Kalksalpeter ble først utprøvd i karforsøk hvor en fant at Se-innholdet i hvete økte i takt med Se-mengden i gjødsla både ved tidlig og ved sein delgjødsling. Felteforsøk med Se-holdig Kalksalpeter har vært utført hovedsaklig i vårhvete siden 1990. Bortsett fra to fastliggende felt i Ås har feltene vært ett-årige og de har representert sju lokaliteter med ulikheter i jord og klima. Forsøkene har vist at Se-holdig Kalksalpeter kan nyttes til å øke Se-innholdet i hvete til ønsket nivå.

Fastliggende felt, forsøk i 1995

De to fastliggende feltene i Ås ble videreført i 1995. Jorda på de to feltene er Se-fattig, men er ellers i normalt god næringstilstand. Feltene er anlagt som blokkforsøk med 4 gjentak. Rutestørrelsen er 24 m² (3x8) med 12 m² høsterute.

Havre har ofte høyere Se-innhold enn hvete, men forskjellene er vanligvis relativt små.

Tabell 1.2. Effekten av Se-holdig Kalksalpeter på Se-innholdet i korn, mg Se/kg.

	a	b	c	d
Ås I (havre)	0,021	0,35	0,70	0,32
Ås II (hvete)	0,012	0,083	0,22	0,35

Dobbel Se-mengde (ledd c) resulterte i økt Se-innhold i kornet på begge feltene, og innholdet ble unødvendig høyt på havrefeltet. Se tilført gjennom Fullgjødsel ved såing (ledd d) ga omtrent samme innhold av Se i kornet på begge feltene. På havrefeltet var Se-effekten av de to tilførselsmåtene (ledd b og d) omtrent lik, mens effekten var betydelig sterkere av Se-holdig Fullgjødsel på hvetefeltet. Dette har trolig sammenheng med det lave avlingsnivået og sterkere tørkeproblemer på hvetefeltet.

Det totale Se-opptaket i kornavlingene er vist i figur 1.2.

Konklusjon, fastliggende felt i vårkorn

Se-gjødsling mangedoblet Se-innholdet i kornet på begge feltene.

Dobling av normal Se-mengde ga unødvendig høyt Se-innhold i kornet.

Ved normal avling i havre hadde de to Se-holdige gjødseltypene samme effekt på Se-innholdet, mens Se-holdig Fullgjødsel ga det beste resultatet ved det lave avlingsnivået i hvete.

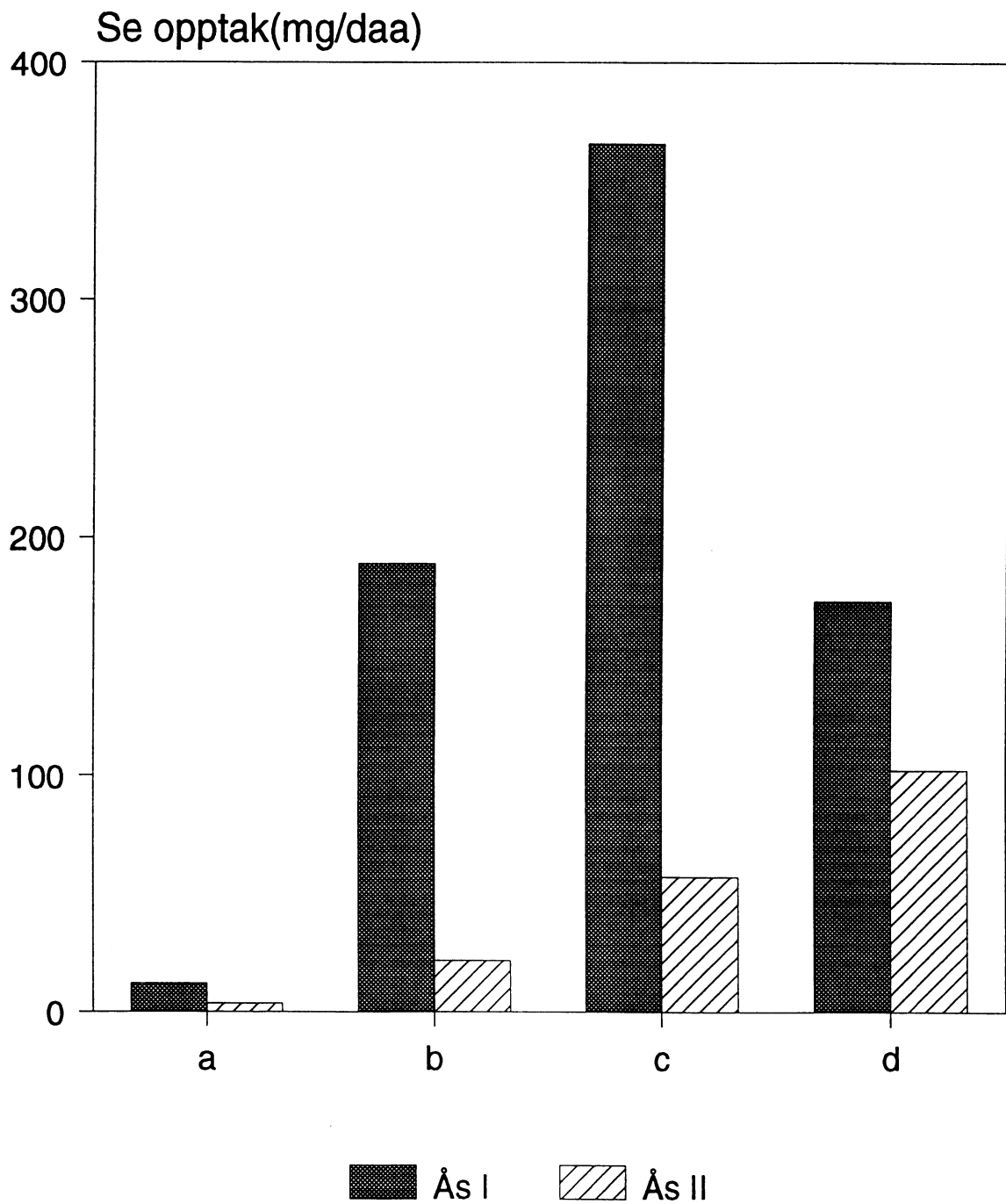


Fig 1.2 Effekten av Nitra SelTM på Se-opptaket i korn

Tabell 1.3. Effekten av Se-holdig Kalksalpeter på Se-innholdet i høsthvete, mg Se/kg korn

	S.Østfold	Follo	Buskerud	Romerike	Hedmark	Middel
a.	0,27	0,25	0,22	0,22	0,13	0,22
b.	0,36	0,15	0,18	0,22	0,14	0,21
c.	0,36	0,35	0,41	0,39	0,25	0,35
d.	0,33	0,32	0,38	0,40	0,24	0,33
e.	0,41	0,25	0,31	0,32	0,17	0,29
f.	0,41	0,33	0,36	0,34	0,18	0,32
g.	0,45	0,22	0,24	0,24	0,18	0,27

Den kalde, våte forsommeren må imidlertid være årsaken til at det ikke ble effekt av den tidlige Se-gjødslingen ved stråstrekning (ledd b, d og e). Vanlig Se-dosering ved skyting derimot ga tilnærmet normal økning i kornets Se-innhold. Effekten av halv Se-dosering ved skyting ble som forventet omtrent halvert.

Konklusjon, feltforsøk i høsthvete

Uvanlig høyt Se-innhold i kornet uten Se-gjødsling.

Se-gjødsling ved stråstrekning hadde ingen effekt.

Se-gjødsling ved skyting ga normal økning av Se-innholdet.

DOSERING AV SELEN I HVETE

Det kan ofte være aktuelt å delgjødsle to ganger med Kalksalpeter™ i høsthvete. En kan da bruke Se-holdig Kalksalpeter bare en eller begge gangene; noe som vil være bestemmende for doseringen av Se i Kalksalpeter. Tidspunktet for spredning kan også ha betydning for opptaket av tilført Se, men her er trolig vekstvilkårene etter spredning avgjørende. Hvordan vil jordtypen innvirke på disse forholdene?

2. EFFEKTEN AV MAKRO- OG MIKRONÆRINGSSTOFFER I LANGVARIGE FORSØK VED ULIKE DYRKINGSFORHOLD

Hensikten med forsøkene som ble startet opp i 1990, er å teste hva som skjer med avlingene når et av næringsstoffene utelates fra gjødsla. Vilken betydning har klimavariasjonen fra år til år, og hva betyr tidsfaktoren før behovet for de enkelte næringsstoffene viser seg på de forskjellige feltene? Mangel på et næringsstoff kan vise seg direkte ved redusert avling eller ved at ubalanse i næringsopptaket går ut over produktkvaliteten. Forsøkene følges opp med registrering av avlingsmengde og kjemiske analyser av både jord og avling.

Denne serien omfatter 7 felter anlagt i ulike landsdeler i samarbeid med forsøksringer og forskningsstasjoner (Tabell 2.2). Jorda på disse feltene har overveiende middels næringsinnhold. Unntaket er et meget lavt innhold av K og B samt et meget høyt innhold av P i jorda på Vågønesfeltet. K-innholdet i jorda på Kvithamarfeltet er også noe lavt. Resultater fra kjemisk analyse av forsøksjorda på feltene er presentert i årsrapportene for 1990, 92 og 94.

Uten N-gjødsling ble avlingene fram til 1994 i middel halvert både i gras og korn. Avlingsreduksjonen for de andre næringsstoffene har variert mellom felt og år, men utslagene har vært sterkest for S på Vågønes og for K på Særheim. Uten tilførsel er avlingenes innhold av de respektive næringsstoffene ofte blitt redusert, særlig i gras.

Forsøksopplegg

Forsøksplan:

- a. Gjødsel med N, P, K, Ca, Mg, S og B
- b. Som a, men uten N
- c. Som a, men uten P
- d. Som a, men uten K
- e. Som a, men uten Mg
- f. Som a, men uten S
- g. Som a, men uten B
- h. Som a, men uten Mg, S og B
- i. Uten gjødsling

Særheim og Vågønes. Feltet i Nedre Telemark forsøksring ble anlagt, men ikke høstet.

Avlinger

Fullgjødse^R 17-5-13 har gitt stor meravling i forhold til ugjødslet på alle feltene (Tabell 2.2.). Dette har i hovedsak vært en N-effekt på kornfeltene i Ås, Apelsvoll og Kvithamar, men i Solør-Odal var det også sikker avlingsnedgang uten K-gjødsling. På engfeltene var det foruten stor og sikker avlingsnedgang uten N-gjødsling, sikre negative avlingsutslag når K og S ikke ble tilført. På Særheim kom disse utslagene først i 2. slått. Uten N-gjødsling ble avlingene i middel redusert med 60% på kornfeltene og noe over 50% på engfeltene.

Tabell 2.2. Avlingseffekt av de ulike gjødslingsleddene i korn og gras, kg tørrstoff pr daa.

Ledd	Ås Hvete	Apelsvoll Bygg	Kvithamar Bygg	Solør-Odal Havre
a	262a	388abc	334a	503a
b(-N)	123b	129d	172b	165c
c(-P)	260a	373bc	333a	476ab
d(-K)	253a	357c	344a	456b
e(-Mg)	251a	393abc	355a	491ab
f(-S)	252a	389abc	348a	488ab
g(-B)	288a	421a	346a	474ab
h(-Mg, S, B)	264a	398ab	364a	491ab
i(Kontroll)	119b	105d	163b	162c

Avlingen på kornfeltet i Nedre Telemark FSR ikke registrert.

Ledd	Vågønes			Særheim		
	1.slått	2.slått	Total	1.slått	2.slått	Total
a	539a	162ab	701a	748a	376a	1124a
b(-N)	371c	111b	482c	299b	108c	407b
c(-P)	542a	136ab	679a	680a	365ab	1045a
d(-K)	418bc	123ab	541bc	715a	326b	1041a
e(-Mg)	485ab	173a	658ab	731a	390a	1121a
f(-S)	468ab	112b	580abc	731a	327b	1058a
g(-B)	540a	145ab	685a	726a	384a	1109a
h(-Mg, S, B)	525a	128ab	653ab	759a	352ab	1111a
i(Kontroll)	286d	58c	344d	293b	85c	379b

Tabell 2.3 Gjødslingens betydning for innholdet av næringsstoffer i kornavlingene i 1995.

Leidd	N	P	K %	Mg	S	B mg kg ⁻¹

(Hvete)	----- Ås -----					
a	1,75	0,33	0,44	0,11	0,12	0,29
b(÷N)	1,78	0,39	0,45	0,13	0,13	0,41
c(÷P)	1,78	0,34	0,44	0,11	0,12	0,60
d(÷K)	1,73	0,34	0,42	0,11	0,13	0,68
e(÷Mg)	1,72	0,34	0,44	0,10	0,12	0,29
f(÷S)	1,76	0,34	0,46	0,11	0,12	0,21
g(÷B)	1,91	0,34	0,45	0,11	0,12	<0,10
h(÷Mg, S &B)	1,87	0,34	0,44	0,11	0,12	0,10
i(Kontroll)	1,85	0,40	0,45	0,13	0,14	0,10

(Bygg)	----- Apelsvoll -----					
a	1,37	0,36	0,50	0,12	0,11	<0,10
b(÷N)	1,36	0,40	0,50	0,12	0,11	<0,10
c(÷P)	1,40	0,35	0,48	0,11	0,12	<0,10
d(÷K)	1,37	0,37	0,49	0,12	0,12	0,68
e(÷Mg)	1,38	0,37	0,50	0,12	0,11	0,57
f(÷S)	1,47	0,37	0,50	0,12	0,11	0,45
g(÷B)	1,42	0,38	0,50	0,12	0,11	0,47
h(÷Mg, S &B)	1,42	0,38	0,49	0,12	0,11	0,57
i(Kontroll)	1,40	0,42	0,50	0,12	0,12	0,73

(Bygg)	----- Kvithamar -----					
a	1,38	0,40	0,60	0,11	0,10	0,26
b(÷N)	1,45	0,41	0,60	0,11	0,11	0,50
c(÷P)	1,37	0,39	0,60	0,11	0,11	0,48
d(÷K)	1,46	0,40	0,60	0,11	0,11	1,8
e(÷Mg)	1,36	0,40	0,60	0,11	0,10	2,0
f(÷S)	1,45	0,42	0,61	0,11	0,10	1,6
g(÷B)	1,48	0,42	0,63	0,11	0,11	1,5
h(÷Mg, S &B)	1,43	0,42	0,60	0,11	0,10	1,6
i(Kontroll)	1,45	0,43	0,63	0,11	0,11	1,2

(Havre)	----- Solør-Odal -----					
a	1,75	0,42	0,46	0,12	0,17	0,86
b(÷N)	1,49	0,41	0,47	0,13	0,15	0,73
c(÷P)	1,42	0,36	0,41	0,11	0,14	0,99
d(÷K)	1,51	0,41	0,46	0,12	0,15	0,63
e(÷Mg)	1,64	0,43	0,49	0,12	0,16	0,49
f(÷S)	1,54	0,41	0,46	0,12	0,15	0,52
g(÷B)	1,54	0,38	0,44	0,11	0,15	0,43
h(÷Mg, S &B)	1,56	0,40	0,45	0,11	0,15	0,29
i(Kontroll)	1,53	0,40	0,47	0,12	0,15	0,26

Konklusjon:

Fullgjødning^R 17-5-13 ga stor meravling i forhold til uggjødning på alle feltene. Dette var en effekt av manglende N-tilførsel på alle feltene, men det var også sikker avlingsnedgang uten tilførsel av K på et av kornfeltene samt for både K og S på begge engfeltene. Uten N-gjødsling ble avlingsnedgangen i middel 60% på kornfeltene og noe over 50% på engfeltene.

På kornfeltene hadde avlingene noe lavere innhold av et eller flere næringsstoffer når disse ikke var tilført. På begge engfeltene var det meget godt samsvar mellom gjødsling og innholdet av næringsstoffer i avlingene. Spesielt var innholdet av K og S meget lavt uten tilførsel.

P-mengder: 0 - 1 - 3 kg daa⁻¹ som vårgjødsling
N-mengder i korn: 6 - 10 - 14 kg daa⁻¹ som vårgjødsling
N-mengder i eng: 8 - 12 - 16 kg daa⁻¹ som vårgjødsling +
4 - 8 - 12 kg daa⁻¹ etter 1. slått.

N blir tilført på storrutene og P på smårutene etter en split plot plan. Smårutene er 20 m² (2,5 x 8 m) for både korn og gras med et høsteareal på 9,75 m² (1,5 x 6,5 m). Feltene har 3 gjentak. Kaliumgjødslingen har vært 8 og 15 kg daa⁻¹ i henholdsvis korn og eng gitt om våren. Næringsstoffene er tilført i form av KalksalpeterTM, superfosfat og kaliumklorid.

Enga høstes ved skyting 2 ganger i sesongen, mens kornet høstes ved modning. Både korn- og engavlingene blir registrert og analysert for innhold av P og N.

Avlinger

Siden starten er det funnet positiv avlingsrespons for tilført superfosfat på de fleste feltene, men på flere felter bare i et og annet år. I fjorårets forsøk derimot ga hele 4 av 6 engfelt signifikante meravlinger for superfosfat. På 2 av disse feltene har det også i to år tidligere vært signifikante meravlinger for superfosfat. Responsen i 1994 har helst sammenheng med den kalde forsommeren med liten friggjøring av P og S, men det kan også skyldes at P reservene er bundet sterkere etter hvert. Jordanalysene viser imidlertid at feltene fortsatt har høye P-AL verdier selv om de generelt sett er noe redusert.

I 1995 var det sikkert avlingsutslag for superfosfat tilsvarende 1 kg P og for midlere N-mengde i korn i Rauma & Vestnes FSR. På kornfeltet i S. Østfold FSR var det positivt avlingsutslag for superfosfat på alle N-trinn, men avlingsnedgang for økende N-mengder (Tabell 3.1).

I løpet av forsøksperioden har superfosfat ofte gitt små positive avlingsutslag i korn (Tabell 3.2), men sikker økning

har det bare vært i enkelte år. N-gjødsling opp til 14 og 10 kg pr daa henholdsvis i S. Østfold og Rauma & Vestnes FSR har ofte gitt sikker meravling.

I 1995 ga engfeltene i Jæren, Lofoten og Midt-Helgeland FSR sikre avlingsutslag for superfosfat tilsvarende 1 kg P i 2. slått, mens det var små utslag i 1. slått. På feltet i Midt-Agder FSR var det også positive utslag for superfosfat, men avlingsnedgang for stigende N-mengder (Tabell 3.3). Av de tre førstnevnte feltene var det bare i Midt-Helgeland FSR det ble sikker økning i totalavling opp til midlere N-mengde, men i Lofoten FSR ga 2. slått sikker meravling for største N-mengde.

Tabell 3.3. Effekt av N- og P-gjødsling på engavlingen 1995, kg tørrstoff pr daa

	N8+4	N12+8	N16+12	Middel

S122.09 Jæren FSR. P-AL: 67, pH: 6.5, Org.C: 6% (1989)	-----			
P0	663	640	593	632b
P1	700	669	666	678a
P3	705	700	713	706a
Middel	689a	670a	657a	

S122.13 Lofoten FSR. P-AL: 14, pH: 5.5, Org.C: 6% (1989)	-----			
P0	441	368	478	429a
P1	482	474	450	469a
P3	434	446	512	464a
Middel	452a	429a	480a	

S122.14 M.-Agder. P-AL: 51, pH: 5.9, Org.C: 3% (1989)	-----			
P0	388	345	305	346a
P1	403	353	343	366a
P3	418	403	336	386a
Middel	403a	367ab	328b	

S122.16 Midt-Helgeland FSR. P-AL: 51, pH: 6,8, Org.C: 28% (1989)	-----			
P0	572	610	631	604a
P1	525	679	675	626a
P3	564	613	709	629a
Middel	553b	634a	672a	

Tabell 3.4. Effekt av N- og P-gjødsling på engavlingene fra anleggsåret til 1995, kg tørrstoff pr daa

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995

S12209	PER GJESDAL, JÆREN FSR						
	1 sl.	3 sl.	2 sl.	2 sl.	2 sl.	2 sl.	2 sl.

N 8(+4)	529a	1120a	854b	629b	444a	665b	689a
N12(+8)	509a	1148a	948a	693a	459a	734a	670a
N16(+12)	547a	1179a	919a	657ab	447a	721a	657a

P 0	521a	1104a	875b	621b	439a	668b	632b
P 1	534a	1167a	901ab	671a	457a	723a	678a
P 3	530a	1175a	944a	687a	454a	729a	706a

S12213	JOHN HANSEN, LOFOTEN FSR						
		2 sl.	2 sl.	2 sl.	2 sl.	2 sl.	2 sl.

N 8+4		1045a	861a	605a	662a	696ab	452a
N12+8		1045a	848a	626a	752a	627b	429a
N16+12		1046a	858a	593a	717a	793a	480a

P 0		997a	838a	590a	695a	614b	429a
P 1		1065a	849a	588a	709a	750a	469a
P 3		1074a	881a	645a	726a	752a	464a

S12214	MIKAL GODTFREDSSEN, MIDT-AGDER FSR						
	2 sl.	2 sl.	2 sl.	2 sl.	2 sl.	2 sl.	2 sl.

N 8+4	989	1033a	749a	607ab	820a	710a	403a
N12+8	995	997a	730a	625a	861a	687a	367ab
N16+12	975	1005a	729a	578b	851a	687a	328b

P 0	1000	1002a	722a	598a	816a	656b	346a
P 1	974	1010a	738a	602a	854a	709ab	366a
P 3	985	1023a	747a	610a	862a	719a	386a

S12216	BRIT OG ROLF LUNDEVANG, MIDT-HELGELAND FSR						
	1 sl.	2 sl.	2 sl.	2 sl.	2 sl.	-	2 sl.

N8(+4)	148b	1003a	825a	789b	1063a	-	553b
N12(+8)	168a	1037a	880a	827a	1082a	-	634a
N16(+12)	179a	1033a	892a	824ab	1055a	-	672a

P 0	159a	1042a	877a	835a	1072a	-	604a
P 1	171a	1016a	873a	807a	1092a	-	626a
P 3	164a	1016a	846a	799a	1036a	-	629a

Konklusjon

I korn har superfosfat ofte gitt små positive avlingsutslag, og i enkelte år har det vært sikre meravlinger. Kornfeltene har ofte gitt sikker meravling for økt N-gjødsling opp til største mengde.

I forsøksperioden har innholdet og opptaket av P som regel vært lite påvirket av gjødslingen med superfosfat i korn, mens økt N-gjødsling ofte har fremmet P-opptaket så vel som N-opptaket.

Engfeltene har ofte gitt små positive avlingsutslag for tilførsel av superfosfat, men sikre meravlinger har det bare vært på enkelte felt. Midlere N-mengde har ofte gitt positive avlingsutslag i eng, men på enkelte felter har det ikke blitt avlingsøkning ut over minste N-mengde.

Som regel har P-innholdet og P-opptaket i engavlingene økt noe etter gjødsling med superfosfat. Økt N-gjødsling har ofte ført til økt innhold og opptak av P så vel som av N.

Det har vært lav utnyttelse av tilført P både i korn og eng.

Forsøksledd:

- a. Kalksalpeter™ uten svovel
- b. KS¹⁸(*) med kieseritt innblandet
- c. KS¹⁸ med gips innblandet
- d. KS¹⁸ med elementært S innblandet
- e. KS¹⁸ + kieseritt gitt separat
- f. KS¹⁸ + gips gitt separat
- g. KS¹⁸ + elementært S gitt separat

(*) = Forsøksgjødning med ca 18 % nitrogen

Tilførselen av N og S gjennom forsøksgjødning tilsvarte henholdsvis 18,8 og 3 kg/daa.

Forsøket hadde jevn og grønn plantebestand, men kontrollleddet ble raskt lys grønn og var helt uten vekst de to siste avlingene.

Avling

Alle S-kildene viste meget god effekt på avlingsutbyttet også i 3. forsøksår (Tabell 4.1). Effekten var igjen noe bedre når gips og kieseritt var innblandet i gjødning i forhold til gitt separat. Det samme var i år tilfelle for elementært S. Aller best avlingseffekt ga gips innblandet i gjødning.

Tabell 4.1. Effekt på tørrstoffavling av raigras av ulike S-kilder tilført før såing 3. forsøksår, g/kar

Forsøksledd	1.slått	2.slått	3.slått	4.slått	Total
a. (Kalksalp. uten S)	6,2	3,1	0,0	0,0	9,3f
b. (m/kieseritt innbl)	21,7	23,6	22,5	14,0	81,9bc
c. (m/gips innblandet)	22,1	23,2	24,1	15,9	85,3a
d. (m/element S innbl)	24,3	23,9	22,9	12,7	83,8ab
e. (+kieseritt separat)	19,3	22,5	23,4	13,5	78,7d
f. (+gips separat)	21,7	22,3	22,8	13,3	80,0cd
g. (+element S separat)	15,5	22,0	23,6	13,9	75,0e

Avlingsresultatene i middel for 3 år er vist i tabell 4.2. De viser at alle S-kildene har økt avlingen effektivt. Både kieseritt og gips har gitt best resultat ved innblanding i kalksalpeter. Gips har vist seg som en like god S-kilde som kieseritt, mens elementært S har vært noe dårligere. Under-

mindre ved separat S-tilførsel enn ved innblanding og ved bruk av elementært S i forhold til de to andre S-kildene.

I middel for de 3 forsøksårene har alle S-kildene økt S-opptaket i avlingene sterkt (Figur 4.1). Kieseritt og gips som ga større S-opptak enn elementært S, var mest effektivt innblandet i Kalksalpeter. S-opptaket fra disse to kildene i høstet avling var da ca 85% av den tilførte S-mengden.

Serie II: Forsøksgjødsla tilført på overflaten av jorda 1 uke etter oppspiring.

Forsøket har vært utført i 2 vekster; 1-årig raigras og bygg.

Før såing ble jorda i hvert kar oppgjødslet med $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)$ og KCl tilsvarende 4,5 kg P og 15 kg K pr daa samt mikronæring som i serie I. Karene ble også tilført Fullgjødssel 17-5-13 tilsvarende 40 kg/daa for å sikre plantene en viss forsyning av S og Mg før forsøksgjødsla ble tilført. Ledd uten tilførsel av kieseritt gjennom forsøksgjødsla ble tilført Mg i form av MgCl slik at alle ledd fikk samme Mg-mengde. Forsøket ble utført med 3 gjentak i 6,7 liters kar.

Forsøksledd:

- a. Kalksalpeter™ uten svovel
- b. Kalksalpeter +kieseritt separat
- c. $\text{KS}^{18}(\ast)$ +kieseritt separat
- d. KS^{18} med kieseritt innblandet
- e. KS^{18} med gips innblandet
- f. KS^{18} med elementært S innblandet

(*) = Forsøksgjødssel med ca 18 % nitrogen

Tilførselen av N og S gjennom forsøksgjødsla tilsvarte henholdsvis 18,8 og 3 kg/daa.

Raigraset ble høstet 4 ganger og ble tilleggsgjødslet med Kalksalpeter og kaliumklorid etter 1., 2. og 3. slått på samme måte som i serie I. Bygget som ble høstet ved gulmodning, ble ikke tilleggsgjødslet.

Bestanden av raigras virket noe ujevn med svidde bladspisser på alle ledd med S tilført, kanskje mest på leddet med elementært S. pH etter siste slått var betydelig høyere på kontrollleddet (6,9) enn på S-leddene og spesielt leddet med elementært S (6,2). De svidde bladspissene kan derfor skyldes at tilgangen på bl.a Zn, Mn eller B har blitt i største laget. Veksten i kontrollleddet var bra i 1. avling da S-behovet ble

Tabell 4.5. Effekt på tørrstoffavling av raigras av ulike S-kilder tilført på overflaten i middel av 3 forsøksår, g/kar

Forsøksledd	1.slått	2.slått	3.slått	4.slått	Total
a. (Kalksalp. uten S)	24,0	7,3	10,3	9,6	51,1d
b. (KS+kies. separat)	29,0	28,7	21,9	13,0	92,6a
c. (KS ¹⁸ +kies. sep.)	25,5	22,5	21,7	13,6	83,2c
d. (KS ¹⁸ m/kies innbl)	29,0	30,7	22,7	14,0	94,2a
e. (KS ¹⁸ m/gips innbl)	25,6	28,3	22,4	13,8	90,0ab
f. (KS ¹⁸ m/elem S innbl)	26,6	25,0	21,7	13,3	86,7bc

Kjemiske avlingsanalyser

Tilleggsgjødsling med S førte til sterk økning i innholdet og opptaket av S i avlingen, mens innholdet og opptaket av nitrat N ble redusert (Tabell 4.6). Uten ekstra S-tilførsel ble N/S-forholdet 28:1, mens forholdet sank til 10:1 eller lavere på S-leddene. Da det var liten forskjell mellom de ulike S-leddene mht hvordan de påvirket innhold og opptak av total S samt nitrat N og Kjeldahl N, gir analysene ingen forklaring på forskjellene i avling.

Tabell 4.6. Effekt av ulike S-kilder på innhold (%) og opptak (mg/kar) av Kjeldahl N, nitrat N og total S i raigras 1995. Henholdsvis middel og sum av 4 høstinger for innhold og opptak

	Kjeldahl N		Nitrat N		Total S	
	Innhold	Opptak	Innhold	Opptak	Innhold	Opptak
a.	2,84	1101	0,053	20,8	0,10	38
b.	1,32	1228	0,010	9,5	0,15	140
c.	1,43	1250	0,006	4,8	0,15	129
d.	1,33	1245	0,006	5,1	0,15	143
e.	1,41	1255	0,006	4,9	0,16	139
f.	1,40	1255	0,006	4,9	0,16	141

I middel av 3 forsøksår ga alle S-leddene også i denne delen av forsøket sterk økning i avlingens S-opptak (Figur 4.2). Da det ble tilført S gjennom Fullgjødsel ved såing til alle ledd, ble utnyttelsen av ekstra S tilført etter oppspiring ca 70% målt som opptak i høstet avling. Det var liten forskjell mellom S-kildene, men separat tilførsel av kieseritt ga noe mindre opptak enn innblandet i Kalksalpeter.

Forsøksresultater i bygg

Avling

S-kildene har gitt god effekt på korn- og halmavlingene i bygg (Tabell 4.7). Det 3. forsøksåret var det ingen forskjell i kornavling mellom S-leddene, men halmavlingene var noe større når S var innblandet i Kalksalpeter.

I middel for 3 forsøksår har det vært liten forskjell i avlingsutslag mellom S-leddene, men gips innblandet ga den minste meravlingen. I bygg har kieseritt gitt separat i tillegg til KS^{18} og elementært S innblandet i Kalksalpeter gitt minst like stor avling som de andre S-behandlingene.

Kjemiske avlingsanalyser

Alle S-kildene økte innhold og opptak av total S både i korn og halm (Tabell 4.8). Dette medførte høyere innhold og opptak av Kjeldahl N i korn, men lavere i halm. I halmen ga kontrollleddet høyere innhold og opptak av nitrat N, mens leddet med elementært S ga noe mindre innhold og opptak av total S enn de andre S-leddene.

Tabell 4.7. Effekten av ulike S-kilder på korn- og halmavlingene i bygg ved tilførsel på overflaten, g/kar

Forsøksledd	3.forsøksår		Middel 3 år	
	Korn	Halm	Korn	Halm
a. (Kalksalp. uten S)	18,0b	19,1c	21,6c	21,1c
b. (KS+kies. separat)	24,4a	21,5b	34,6ab	27,7ab
c. (KS^{18} +kies. sep.)	22,6a	21,1b	36,7a	29,3a
d. (KS^{18} m/kies innbl)	23,7a	22,7a	34,9ab	28,2a
e. (KS^{18} m/gips innbl)	23,2a	22,2ab	32,1b	26,0b
f. (KS^{18} m/elem S innbl)	23,7a	22,7a	35,5ab	29,0a

H 5/93 Serie II
Middel for 3 år

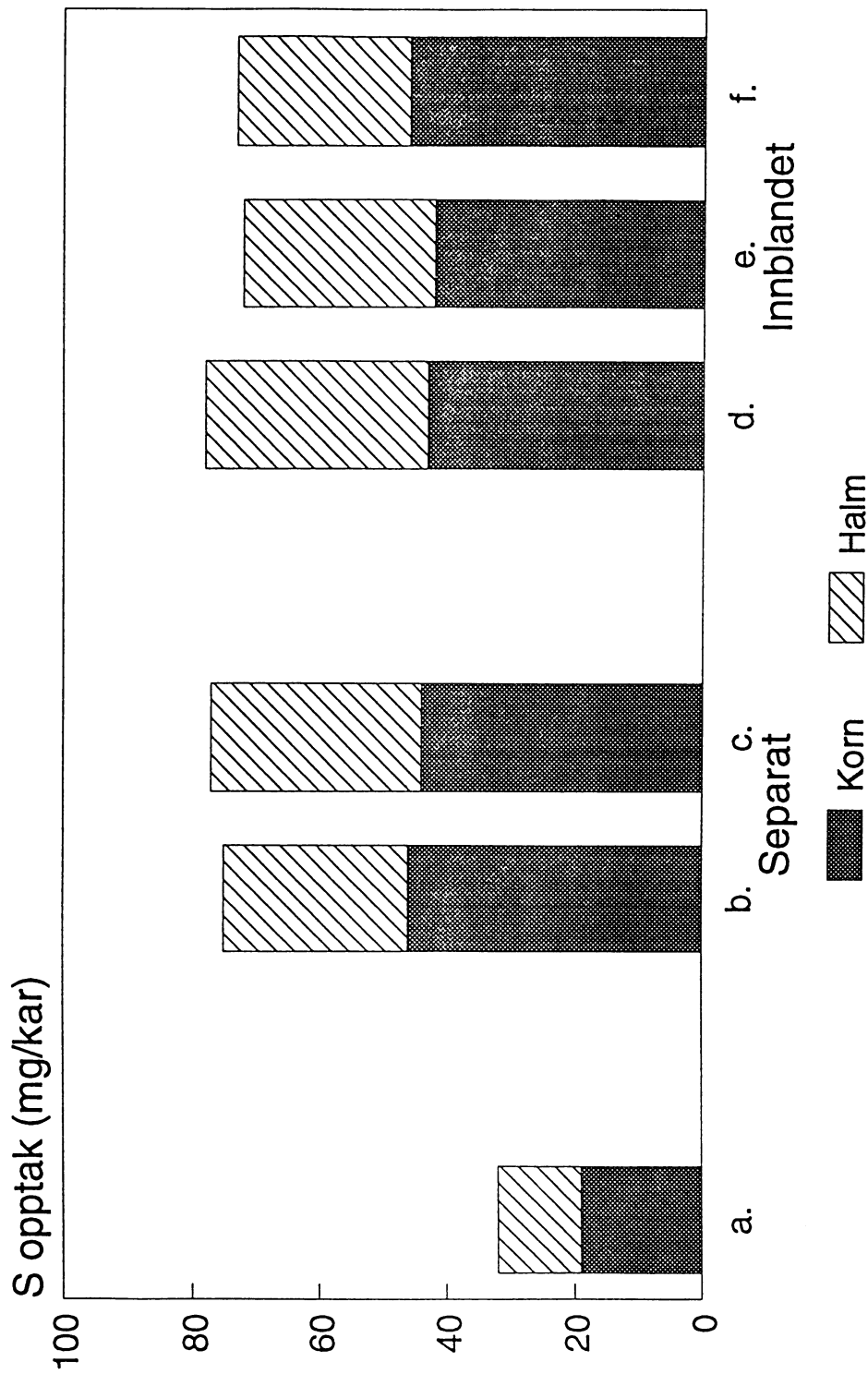


Fig 4.3 Svovelopptak i bygg

5. NITROGENGJØDSEL MED SVOVEL TIL RAIGRAS

Det er ofte aktuelt å kombinere husdyrgjødsel med nitrogen-gjødsel eller en nitrogenrik Fullgjødseltype til eng. Da lite av engas svovelbehov dekkes gjennom husdyrgjødsel, bør det anvendes svovelholdig mineralgjødsel i områder som er utsatt for svovelmangel. Det økte svovelbehovet i landbruket har gjort at Fullgjødseltypene er tilsatt mer svovel og at det leveres en svovelrik nitrogen-gjødseltype, Hydro Svovelpluss™. Mange ønsker likevel en svovelholdig Kalksalpeter™ pga innholdet av nitratnitrogen og lettløslig kalsium som bl.a kan ha positive effekter på fórkvaliteten.

I 1994 ble det derfor startet opp både kar- og feltforsøk med Kalksalpeter tilsatt kieseritt i sammenligning med andre nitrogen-gjødselslag. Feltforsøkene blir utført i kombinasjon med husdyrgjødsel, mens karforsøkene blir brukt til å teste effektforskjeller under kontrollerte betingelser. Denne rapporten beskriver bare karforsøket som er utført i 1995.

Forsøksopplegg

I 1994 ble det kun brukt en meget humus- og næringsfattig sandjord fra Elverum som forsøksjord. Da denne jorda er meget Ca-fattig og har liten bufferkapasitet mot pH-endringer, var det gjødseltypenes ulike innhold av nitrat-N og Ca som bestemte avlingsresultatet. Ny jord, men samme jordtype ble derfor blandet med 20 volumprosent vasket hvitmosetorv i 1995 slik at det ble mulig å teste eventuelle forskjeller mellom gjødseltypene også i svoveleffekt.

Den nye jordblandingen ble tilsatt 8 gram CaCO_3 pr 7 liters kar i motsetning til 0,5 gram i forrige års forsøk. Fullgjødsel^R 17-5-13 tilsvarende 40 kg/daa ble også blandet inn for å få etablert en bra plantebestand. Dessuten ble det supplert med Ca-fosfat og K-klorid tilsvarende henholdsvis 4,5 kg P/daa og 15 kg K/daa og en blanding av mikronæringsstoffene Fe, Mn, Cu,

Avlingsnivået var ca 8 % høyere ved største N-mengde i forhold til minste N-mengde.

Tabell 5.2. Avlingseffekten i raigras av S-holdig N-gjødsel i middel av 2 N-nivå, g/kar

Forsøksledd	1.slått	2.slått	3.slått	4.slått	Total
a. Kalksalpeter TM (KS)	24,9c	6,7b	2,9b	2,0c	36,5b
b. HYDRO-KAS TM	25,2c	6,0c	2,6c	1,9c	35,8b
c. KS m/kieseritt innbl	27,4a	16,7a	13,1a	12,7a	69,9a
d. KS m/kies.innbl.+sep	27,3a	16,9a	13,2a	12,4b	69,9a
e. HYDRO SVOVELPLUSS TM	26,3b	16,7a	13,1a	13,3a	69,4a

Det ble ikke meravling for økt S-innhold i Kalksalpeter utover minste mengde (leddene c og d). HYDRO SVOVELPLUSS ga like stor avling som leddene med S-holdig Kalksalpeter. Det var ikke forskjell i sum avling mellom Kalksalpeter og HYDRO-KAS.

Gjødseltypenes ulikheter når det gjelder N-form og Ca-innhold ga seg dermed ikke utslag i avlingsmengde dette forsøksåret slik som i 1994.

Avlingsanalyser

S-holdig N-gjødsel økte S-innholdet i plantene og reduserte N- og P-innholdet som følge av høyere avlingsnivå (Tabell 5.3). K-innholdet i avlingene var generelt lavt. På S-leddene var det godt samsvar mellom tilførsel og avlingsinnhold av Ca og Mg. Kalksalpeter med kieseritt (leddene c og d) førte derfor til en lavere K/Ca+Mg-kvotient enn HYDRO SVOVELPLUSS. Uten S-gjødsling ble N/S-kvotienten mye høyere enn ønskelig.

Tabell 5.3. Effekten av ulike N-gjødselslag på innhold (%) av Kjeldahl N, total S, K, P, Ca og Mg i raigras. Middel av 4 høstinger og 2 N-nivå.

	Kjeldahl N	Total S	K	P	Ca	Mg
a.	2,06a	0,07c	1,75a	0,18a	1,00a	0,18b
b.	2,05a	0,08c	1,74a	0,19a	0,85b	0,18b
c.	1,26b	0,15b	1,63a	0,09b	0,85b	0,18b
d.	1,27b	0,20a	1,69a	0,09b	0,82b	0,21a
e.	1,27b	0,17b	1,63a	0,10b	0,75c	0,15c

6. EFFEKTEN AV BRUCITT SOM MAGNESIUMKILDE I SALAT

I karforsøk med raigras og havre har brucitt tidligere vist seg å være på høyde med kieseritt som Mg-kilde. Hensikten med dette forsøket i salat som ble startet opp i 1994, er å finne ut om effekten av brucitt er like god til vekster med lite rotsystem og kort vekstperiode.

Forsøksopplegg

I forsøket ble næringsfattig sandjord fra Elverum med lav ombyttingskapasitet brukt som vekstmedium (Tabell 6.1). Som i 1994 ble jorda tilført 0,5 og 1,5 gram CaCO₃ pr 7 liters kar for å regulere pH til henholdsvis 6 og 7.

Tabell 6.1. Analyseresultater fra forsøksjorda

Glødetap	P-AL	K-AL	Mg-AL	Ca-AL	Tot-S	Mn	B

	- - - - mg/100gram					- - - mg/kg	
0,3	2,3	<1,0	1,1	8,4	8,4	0,2	0,1

Forsøksledd:

- NP-gjødsel uten Mg
- " - med 1,2% Mg som brucitt inngranulert
- " - med 1,2% Mg som dolomitt inngranulert
- " - med 1,2% Mg som kieseritt inngranulert

Nitrogennivå: 24 kg/daa ved bruk av NP-gjødsel med og uten Mg.

Forsøksgjødsla samt K-sulfat tilsvarende 24 kg K og 20 kg S pr daa og mikronæringsstoffer ble blandet inn i jorda i hvert kar før såing. Det ble brukt 7 liters kar med 3 gjentak. Forsøket ble vannet på vanlig måte med avionisert vann. Plantebestanden ble tynnet til 3 planter pr kar. I veksttida ble det observert store positive avlingsutslag for Mg-gjødsling og at kieseritt og brucitt stod bedre enn dolomitt. Etter høsting av det første holdet, ble karene tilsådd på nytt. Denne avlingen ble kun tilført Ca(NO₃)₂ tilsvarende 18 kg N/daa.

nivå, men opptaket av både Mg og Ca og i noen grad K var høyest ved høyeste pH.

Tabell 6.4. Mg-kildenes effekt på innhold (%) og opptak (mg/kar) av Mg, Ca og K i salatavlingene 1995 i middel av pH

	Mg		Ca		K	
	Innh.	Opptak	Innh.	Opptak	Innh.	Opptak
NP uten Mg	0,08	4,6	1,08	65	6,11	349
NP m/brucitt	0,22	24,0	1,01	115	5,97	654
NP m/dolomitt	0,12	11,0	1,09	106	6,34	568
NP m/kieseritt	0,27	30,0	1,02	117	5,66	630

Avlingenes prosentvise Mg-innhold og det totale Mg-opptaket har vært høyest ved bruk av kieseritt gjennom hele forsøket (Tabell 6.5.). Den relativt lave utnyttelsesgraden av tilført Mg skyldes at det bare er høstet én brukbar avling pr år og at K-gjødslingen har vært unødvendig sterk.

Tabell 6.5. Mg-opptak i sum av 2 forsøksår (mg/kar) og i % av tilført Mg for de 3 Mg-kildene. Middel av 2 pH-nivå

	Uten Mg	m/brucitt	m/dolomitt	m/kieseritt
Tot. Mg-opptak	9,2	38,5	16,0	50,5
% av tilført	-	33	8	46

Konklusjon

Kieseritt og brucitt har vært effektive Mg-kilder ved dyrking av salat og gitt like store avlinger begge år. Kieseritt ga det største Mg-opptaket i avlingene.

Dolomitt ga ingen avlingsøkning det 1. forsøksåret, men hadde noe Mg-effekt det 2.året.

Forsøksledd:

- a. NPK 22-2-12 med 4% S uten Mn
- b. - - - " - - - med 0,6% Mn i Mn-sulfat inngranulert
- c. - - - " - - - med 1,2% Mn - - - " - - -
- d. Som ledd a, men med 0,6% Mn i Mn-sulfat tilført separat
- e. - - - " - - - med 1,2% Mn - - - " - - -

Nitrogen-nivå: 24 kg/daa

Gjødslingsmetode:

- A. Blandet inn i jorda
- B. Radgjødsling i ring 2-3 cm dypere enn såfrøet

I hvert kar ble blandet inn mikronæringsstoffene Fe, Cu, B, Zn og Mo samt en ekstra mengde P, K, Mg og S tilsvarende henholdsvis 3 - 9 - 1 og 1,5 kg/daa. Etter at gjødsla var tilført ble det sådd havre som i det 1. forsøksåret. Forsøket hadde 3 gjentak.

I veksttida ble forsøket vannet optimalt med avionisert vann. Forsøket hadde grønn, jevn og fin plantebestand. Under stråstrekning ble det påvist symptomer på Mn-mangel på enkeltplanter på kontrolleddet ved høg pH der det var radgjødslet. Det ble tatt ut prøver for Mn-analyse når flaggbladet begynte å komme til syne. Havreavlingen ble høstet ved modning, og prøver av korn og halm ble sendt for analyse av Mn.

Avling

Avlingsnivået i forsøket var generelt meget høyt, men det ble likevel sikker meravling i korn for å senke pH i jorda til normalt nivå (Tabell 7.2). Forøvrig ga ingen av forsøksfaktorene sikre avlingsutslag hverken i korn eller i halm (Tabellene 7.2 og 7.3). Effekten av de ulike forsøksfaktorene var også liten på hvert av de 2 pH-nivåene. Jorda har derfor hatt Mn-reserver nok til å frembringe en stor havreavling. Heller ikke kontrolleddet med påvist Mn-mangel på enkeltplanter ga seg negative utslag i avlingsmengde.

pH-trinn. pH-prøver ved avslutning av forsøket viste omtrent samme verdier som ved anlegg.

Radgjødsling ga også sikker økning av Mn-innholdet i avlingen i forhold til jevn innblanding i jorda (Tabell 7.4 og 7.6). Inngranulering av Mn-kilden i gjødsla hadde positiv effekt på Mn-innholdet i forhold til separat tilførsel særlig på flaggbladstadiet. Det var også positivt utslag for dobling av tilført Mn-mengde.

Da det var ubetydelige avlingsforskjeller, fikk de ulike forsøksfaktorene samme betydning for det totale Mn-opptaket som for det prosentvise Mn-innholdet. Det eneste unntaket var den negative effekten av høy pH som ble forsterket. Utnyttelsen av tilført Mn var liten og ble ytterligere redusert ved dobling av Mn-mengden. Radgjødsling ga bedre utnyttelse enn når gjødsla ble blandet inn i jorda og inngranulering av Mn-kilden var bedre enn separat tilførsel.

Tabell 7.4. Effekten av Mn-holdig NPK på innhold av Mn i havreplanter på flaggbladstadiet, mg/kg

Ledd	Innblandet		Radgjødslet		Middel
	pH 6,5	pH 7,7	pH 6,5	pH 7,7	
a.	79	24	102	22	57ab
b.	103	27	107	40	69a
c.	88	39	99	36	66ab
d.	74	23	94	29	55b
e.	82	33	105	34	63ab
Gj.-metode:	57b		67a		
Middel av pH:	93a(pH 6,5);		31b(pH 7,7)		
Inngran/separat:	68a(inngran.);		59a(separat)		
Mengder:	62a(0,6% Mn);		65a(1,2% Mn)		

Konklusjon

Til tross for Mn-fattig jord ble det ikke avlingsutslag for Mn-gjødsling i forsøket.

Innhold og opptak av Mn i avlingen økte etter Mn-gjødsling ved begge pH-nivå i jorda og uavhengig av gjødslingsmetode. Effekten var best når Mn var inngranulert i gjødsla.

Både med og uten Mn-tilførsel ble innhold og opptak av Mn i avlingen signifikant høyere ved radgjødsling enn når gjødsla ble blandet jevnt inn i jorda.

Det høye pH-nivået ga sterkt redusert innhold og opptak av Mn på alle ledd.

Forsøket har vist at plantenes Mn-forsyning kan bedres ved radgjødsling av granulert Mn-holdig gjødsel, men pH-nivået i jorda er avgjørende for totalforsyningen.

Feltet i Vesterålen er anlagt på alkalisk jord som fra naturens side har et høyt innhold av skjellsand. Ved anlegg var pH 7,6. Feltet har tre forsøksledd i tillegg til de fire som er vist tidligere:

- e. Fullgj. 15-4-12 uten Co, men med 0.23% Cu +0.06% Co separat
- f. Fullgj. 15-4-12 uten Co, men med 0.23% Cu +0.09% Co separat
- g. Fullgj. 15-4-12 uten Co, men med 0.23% Cu +4 g Co daa⁻¹ som
bladgjødsling

Feltene blir kun forsøksbehandlet om våren. Det tilføres da Fullgjødsel i en mengde tilsvarende 12 kg N, ca 3,2 kg P og ca 9,6 kg K pr daa. Det blir tilleggs gjødslet med annen gjødsel til 2.slått. Co-sulfat er brukt som Co-kilde både ved inngranulering i Fullgjødsel, ved separat tilførsel og ved bladgjødsling.

Avling

Det ble høstet 2 avlinger på alle forsøksfeltene. Tilførsel av Co hadde ingen sikker innvirkning på avlingsmengden verken ved 1. eller 2.slått eller i sum avling (Tabell 8.1). pH-nivået hadde heller ingen sikker påvirkning på avlingsmengden på feltene i Sør-Salten og på Fureneset.

Tabell 8.1. Betydningen av Co-tilførsel (og pH-nivå) for grasavlingen, kg tørrstoff pr daa.

	a	b	c	d	pH I	pH II	
Fureneset	1047a	969a	967a	989a	969a	1017a	
Sør-Salten	420a	415a	438a	381a	414a	413a	
	a	b	c	d	e	f	g
Vesterålen	654a	635a	635a	612a	639a	624a	648a

Innhold av kobolt og kobber

Co-innholdet i beitegraset bør være > 0,1 mg kg⁻¹ tørrstoff for å dekke Co-behovet til lam. På Fureneset og i Vesterålen var Co-innholdet i graset stort sett mindre enn dette uten Co-gjødsling (Tabell 8.2). I Sør-Salten var graset Co-innhold

Tabell 8.2. Effekten av Co-tilførsel på innholdet av Co i grasavlingene, mg/kg.

	1.slått		2.slått	
	pH 5	pH 6	pH 5	pH 6
FURENESET				
a.	0,05	0,05	0,07	0,12
b.	0,18	0,15	0,15	0,16
c.	0,12	0,12	0,14	0,13
d.	0,51	0,41	0,35	0,19
Sør-Salten				
a.	0,19	0,24	0,10	0,11
b.	0,32	0,31	0,13	0,19
c.	0,30	0,41	0,18	0,11
d.	0,68	0,35	0,32	0,21
Vesterålen (pH 7,6)				
a.	0,04		0,06	
b.	0,16		0,24	
c.	0,13		0,21	
d.	0,58		0,65	
e.	1,1		1,0	
f.	0,9		0,4	
g.	0,4		0,18	

Tabell 8.3. Effekten av Co- og Cu-tilførsel på innholdet av Cu i grasavlingene, mg/kg.

	1.slått		2.slått	
	pH 5	pH 6	pH 5	pH 6
FURENESET				
a.	6,1	5,2	6,2	5,5
b.	6,9	4,8	6,1	5,6
c.	5,5	5,9	6,4	5,5
d.	6,4	5,2	5,5	5,3
Sør-Salten				
a.	5,5	6,9	5,5	6,8
b.	7,3	7,3	6,1	7,2
c.	6,7	6,4	6,2	6,3
d.	5,9	6,3	6,0	7,0
Vesterålen (pH 7,6)				
a.	4,4		6,5	
b.	3,6		5,8	
c.	5,5		7,4	
d.	3,9		4,9	
e.	5,6		6,3	
f.	4,7		5,5	
g.	5,0		6,6	

9. EFFEKTEN AV KALKSALPETERTM MED KOBOLT PÅ INNHOLDET AV KOBOLT I GRAS

Bakgrunnen for forsøkene med Co er gitt i avsnitt 8 som omhandler Fullgjødning^R med Co. Selv om det er oppnådd gode resultater med Fullgjødning tilsatt Co, er det interesse for å bruke Kalksalpeter som bærer av Co av flere årsaker. Forsøkene med Co-holdig Kalksalpeter utføres både i veksthus og ute i felt.

KARFORSØK

Det første karforsøket ble utført i 1993 med raigras dyrket i Elverumsand. Koboltinnholdet i avlingen økte sterkt og i samsvar med behandlingene. Det samme var tilfelle i et nytt karforsøk som ble startet opp i 1994 med sandjord fra Særheim (Forsøk I). Dette forsøket ble ført videre i 1995 med samme plan og forsøksjord. I tillegg ble det startet opp et mindre forsøk i samme jordtype for å teste effekten av Co-sulfat utsprøytet like etter gjødsling med Kalksalpeter (Forsøk II). Jordanalyser er gjengitt i tabell 9.1.

Tabell 9.1. Analyse av sandjord fra Særheim brukt i begge karforsøkene

pH	Glødetap	P-AL	K-AL	Mg-AL	Ca-AL	Na-AL	Cu	Co
5,6	5,0	2,0	10,0	5,0	40	3,0	0,5	0,04

KARFORSØK I

Forsøket blir utført i 2 serier; (I) ukalket jord, pH 5,6 og (II) jord kalket med 17 gram CaCO₃ pr kar, pH 6,5. Da pH var redusert noe etter den første vekstsesongen, ble begge seriene tilført en liten mengde CaCO₃ før starten av 2. forsøksår i 1995. Jorda blir hver vår grunngjødning med Fullgjødning 15-4-12 tilsvarende 16 kg N pr daa og en blanding av mikronæringsstoffene Fe, Mn og Mo. I forsøket dyrkes raigras i 6,7 liters kar med 3 gjentak. Forsøksbehandlingen blir startet opp på etablert grasdekke etter 1.slått (Tabell 9.2.)

nivåene i jorda ca 5,4 uten kalk og ca 6,3 med kalk. Ledd e med bruk av Fullgjødning 15-4-12 m/Co etter 1.slått lå ca 0,1 pH-enhet lavere.

Tabell 9.4. Co-innholdet i raigras etter Co-gjødsling, mg/kg.

Ledd	1.slått		2.slått		3.slått		4.slått	
	pH I	II	pH I	II	pH I	II	pH I	II
a.	0,06	0,04	0,11	0,06	0,13	0,05	0,23	0,05
b.	0,07	0,04	0,22	0,12	0,24	0,09	0,48	0,16
c.	0,11	0,05	0,21	0,14	0,36	0,15	0,69	0,36
d.	0,07	0,05	0,17	0,10	0,24	0,10	0,53	0,16
e.	0,08	0,05	0,29	0,13	0,35	0,10	0,66	0,22
Middel	0,08	0,05	0,20	0,11	0,26	0,10	0,52	0,19

Tabell 9.5. Effekten av Co-holdig Kalksalpeter på innholdet av K, Ca, Mg og Co i raigras, middel av 4 slåtter.

Ledd	K, %		Ca, %		Mg, %		Co, mg kg ⁻¹	
	pH I	II	pH I	II	pH I	II	pH I	II
a.	2,63	2,30	0,52	0,64	0,21	0,19	0,12	0,05
b.	2,63	2,31	0,50	0,69	0,20	0,19	0,23	0,09
c.	2,63	2,37	0,51	0,67	0,21	0,19	0,31	0,16
d.	2,53	2,32	0,50	0,67	0,21	0,19	0,23	0,10
e.	2,62	2,36	0,45	0,60	0,21	0,18	0,31	0,11
Middel	2,61a	2,33b	0,50b	0,65a	0,21a	0,19b	0,24a	0,10b

Både mengde og fordeling av Co i vekstsesongen viste seg tydelig gjennom Co-innholdet i avlingene. Ved Co-gjødsling også etter 2.slått (ledd c) økte Co-innholdet i 3. og 4. slått mye sammenlignet med en gangs Co-tilførsel (ledd b). Deling av Co-mengden på 2 gjødslinger (ledd d) resulterte i samme midlere Co-innhold i avlingen som tilførsel en gang (ledd b), men Co-innholdet var noe lavere i 2.slått. Co-holdig Fullgjødning (ledd e) ga høyest Co-innhold ved alle høstinger på begge pH-nivå sammenlignet med ledd b. Det noe lavere pH-nivået på dette leddet har trolig vært en medvirkende årsak.

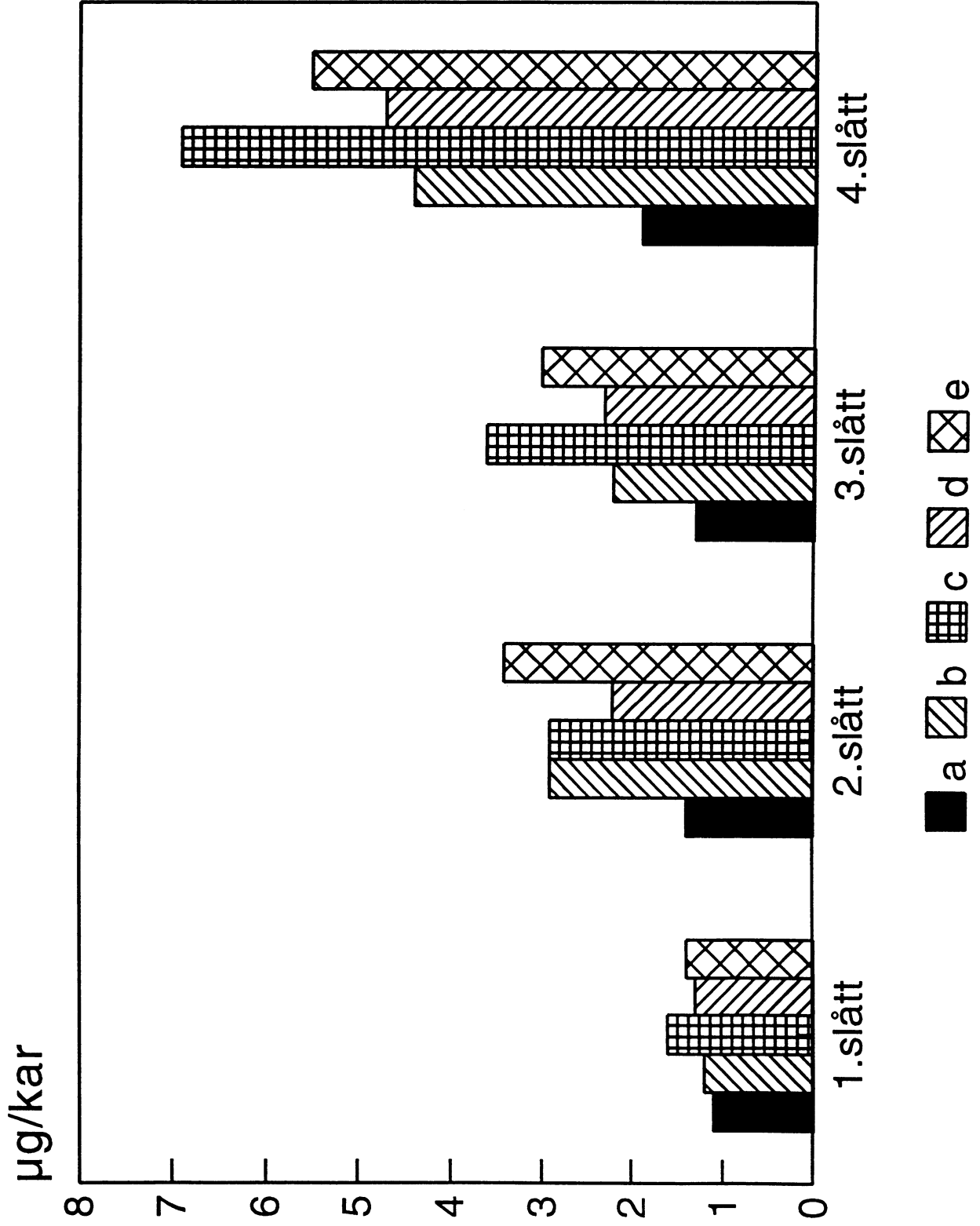


Fig 9.1 Effekt av Co-holdig kalksalpeter på Co-opptaket i raigras. Middell av 2 pH-nivå.

når Co var innblandet i Kalksalpeter. Effekten av nedbør etter Co-utsprøyting kan testes dersom forsøket utvides med en serie hvor vanningen blir utført ved utspredning over plantene.

Co-gjødslingen hadde ingen innvirkning på innholdet av K-, Ca- eller Mg-innholdet i avlingen, mens kalking ga høyere Ca-innhold og lavere innhold av K og Mg.

Tabell 9.7. Innhold av Co i raigras ved bruk av Co-holdig Kalksalpeter hhv. Co utsprøytet separat, mg/kg

Ledd	1.slått		2.slått		3.slått		4.slått	
	pH I	II	pH I	II	pH I	II	pH I	II
a.	0,04	0,04	0,20	0,13	0,49	0,11	0,49	0,15
b.	0,09	0,06	0,31	0,17	0,81	0,59	0,88	0,60
c.	0,11	0,04	5,46	5,75	0,64	0,21	0,76	0,47
Middel	0,08	0,05	1,99	2,02	0,65	0,30	0,71	0,41

Tabell 9.8. Innholdet av K, Ca, Mg og Co i raigras ved bruk av Co-holdig Kalksalpeter(b) hhv. Co utsprøytet separat(c), middel av 4 slåtter.

Ledd	K, %		Ca, %		Mg, %		Co, mg kg ⁻¹	
	pH I	II	pH I	II	pH I	II	pH I	II
a.	3,12	2,90	0,55	0,63	0,23	0,20	0,25	0,10
b.	2,95	2,88	0,52	0,59	0,21	0,20	0,44	0,30
c.	3,03	2,79	0,56	0,59	0,22	0,19	1,63	1,53
Middel	3,04	2,86	0,55	0,60	0,22	0,20	0,77	0,64

Opptaket av Co som er vist i figur 9.2, gir omtrent de samme relasjonene mellom behandlingene som er beskrevet vedrørende innholdet i plantene.

Konklusjoner fra karforsøk II

Utsprøytet Co-sulfat økte Co-innholdet i den behandlede avlingen enormt, mens Co-innholdet i de to påfølgende avlingene var noe mindre enn etter bruk av Co-holdig Kalksalpeter.

Begge tilførselsmåter for Co økte innholdet og opptaket av Co i de tre påfølgende avlingene i vekstsesongen.

Kalking økte avlingen, men reduserte Co-innholdet.

Forsøket bør utvides med en serie hvor vanningen etter Co-utsprøytingen skjer ved utspredding over plantene.

FELTFORSØK

I 1994 ble forsøkene med Co-holdig Kalksalpeter utvidet med 2 feltforsøk anlagt på Planteforsk Særheim og på Fureneset forsøksstasjon. Noen analyser av jorda på Særheim er ført opp i tabell 9.9. Denne jorda har høyere innhold av både organisk materiale og næringsstoffer enn Særheimjorda som blir brukt i karforsøket, men Co-innholdet er like lavt.

Tabell 9.9. Jordanalyser fra forsøksfeltet på Særheim.

pH	Glødetap	P-AL	K-AL	Mg-AL	Ca-AL	Na-AL	Cu	Co
5,9	15,9	17,0	13,0	19,0	173	5,0	6,9	0,06

Forsøksopplegg

Forsøket er lagt ut som et randomisert blokkforsøk med 3 gjentak. Rutestørrelsen er 12 m² med et høstet areal på 9,75 m² og 7,5 m² henholdsvis på Særheim og Fureneset. Feltet på Særheim er anlagt i et gammelt beite med ca 40% engrapp og flerårig raigras, 15-20% revehale, 15-20% kveke og resten tunrapp, løvetann og annet ugras. Feltet på Fureneset ble

innhold også på Furenesetfeltet (Tabell 9.12). Co-innholdet var generelt betydelig lavere etter kalking på begge feltene.

Både Co-holdig Kalksalpeter tilført på ulike måter og Co-holdig Fullgjødning økte Co-innholdet i avlingen effektivt. Halv Co-mengde gitt 2 ganger ga lavere innhold i 1.slått enn vanlig Co-mengde gitt én gang, mens innholdet i 2. og 3.slått var omtrent det samme.

Co-innholdet i avlingen økte sterkt og vedvarende utover i vekstsesongen og var høyere enn nødvendig på Furenesetfeltet etter samtlige Co-behandlinger. På Særheimfeltet var effekten god i 1.slått, men avtok raskt utover i vekstsesongen. Ved høyeste pH-nivå ga bare vanlig Co-mengde tilført både til 1. og 2.slått (ledd c) tilstrekkelig Co-innhold i 2.slått. Denne behandlingen var også tilstrekkelig ved lav pH i 3.slått, men ikke i den kalka serien.

Tabell 9.12. Effekten av Co-gjødsling på Co-innholdet i eng, mg/kg.

Ledd	1.slått		2.slått		3.slått	
	pH I	II	pH I	II	pH I	II
----- Særheim -----						
a.	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,03
b.	0,26	0,24	0,09	0,10	0,06	0,04
c.	0,41	0,27	0,26	0,13	0,13	0,05
d.	0,19	0,12	0,12	0,07	0,05	0,10
e.	0,20	0,10	0,12	0,07	0,09	0,03
Middel	0,22	0,15	0,12	0,08	0,08	0,05
----- Fureneset -----						
a.	0,07	0,05	0,11	0,06	0,06	0,12
b.	0,74	0,37	0,77	0,42	0,53	0,57
c.	0,75	0,35	1,17	0,74	1,06	0,97
d.	0,36	0,22	0,88	0,39	0,53	0,40
e.	0,59	0,28	0,78	0,46	0,65	0,72
Middel	0,50	0,25	0,74	0,42	0,57	0,55

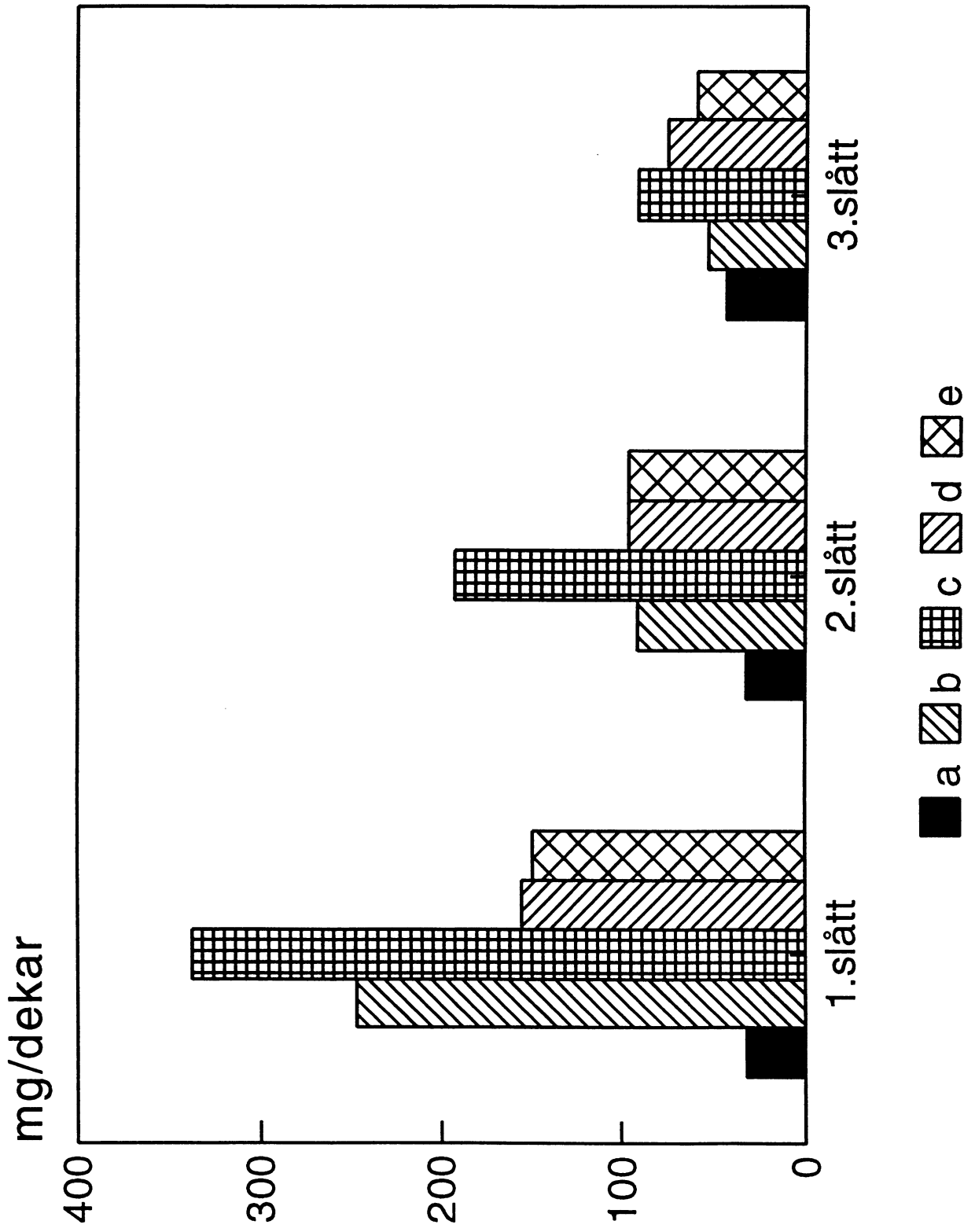


Fig 9.3 Co-opptak i eng etter Co-gjødsling. Middell av 2 pH-nivå. Særheim

Konklusjoner fra feltforsøkene

Det var meget lavt Co-innhold i avlingene uten Co-gjødsling.

Co-innholdet var betydelig redusert på det høyeste pH-nivået.

Både Co-holdig Kalksalpeter og Co-holdig Fullgjødsel økte Co-innhold og opptak i avlingene effektivt.

Effekten av Co-gjødsling var vedvarende og sterk hele vekstsesongen på Furenesetfeltet, mens effekten avtok raskt på Sørheimfeltet hvor 2 ganger gjødsling med vanlig Co-mengde var nødvendig.

Forsøksbehandling:

Ved såing	På 5-bladstadiet
a. PK 7-18 + Ammoniumnitrat	Kalksalpeter
b. Fullgjødning 17-5-13	Kalksalpeter
c. Fullgjødning 17-5-13	Bor-kalksalpeter
d. Fullgjødning 17-5-13 +boraks	Bor-kalksalpeter
e* Fullgjødning 17-5-13 +PK 7-18 +Bor-kalksalpeter	Bor-kalksalpeter
Kg N/daa: 18	8

* 12 + 6 kg N i hhv Fullgjødning og Bor-kalksalpeter ved såing

Tabell 10.1. Næringsstoffer tilført gjennom forsøksgjødsla ved såing, kg/daa

	N	P	K	Mg	Ca	S	B
	-	-	-	kg	-	-	gram
a.	18,0	6,0	15,3	2,0	5,8	4,6	-
b.	18,0	6,0	16,0	1,4	2,7	4,8	24
c.	18,0	6,0	16,0	1,4	2,7	4,8	24
d.	18,0	6,0	16,0	1,4	2,7	4,8	133
e.	18,0	6,0	15,8	1,6	10,9	4,7	133

Tilførselen av næringsstoffer på 5-bladstadiet tilsvarte 8 kg N og 9,6 kg Ca pr ledd beregnet pr daa. Dessuten ble leddene c, d og e tilført 155 gram bor.

Observasjoner i veksttida

Førsøket var jevnt med fin vekst fram mot tilleggsgjødsling på 5-bladstadiet. Det var ingen forskjell mellom ledd eller pH-nivå. Vel 2 uker senere ved begynnende blomstring viste kontrollleddet abnorm vekst ved begge pH-nivå. På dette leddet var internodiene tydelig forkortet og blomstringen var forsinket; noe som kan tyde på bormangel. Ledd b med noe bor tilført gjennom Fullgjødning ved såing stod langt bedre, men rypsplantene på dette leddet var likevel tydelig lavere og hadde litt utsatt blomstring i forhold til leddene med større bortilførsel. Kontrollleddet lå hele tiden etter i utvikling ved begge pH-nivå og dannet etter hvert bitte små skulper nesten uten frø.

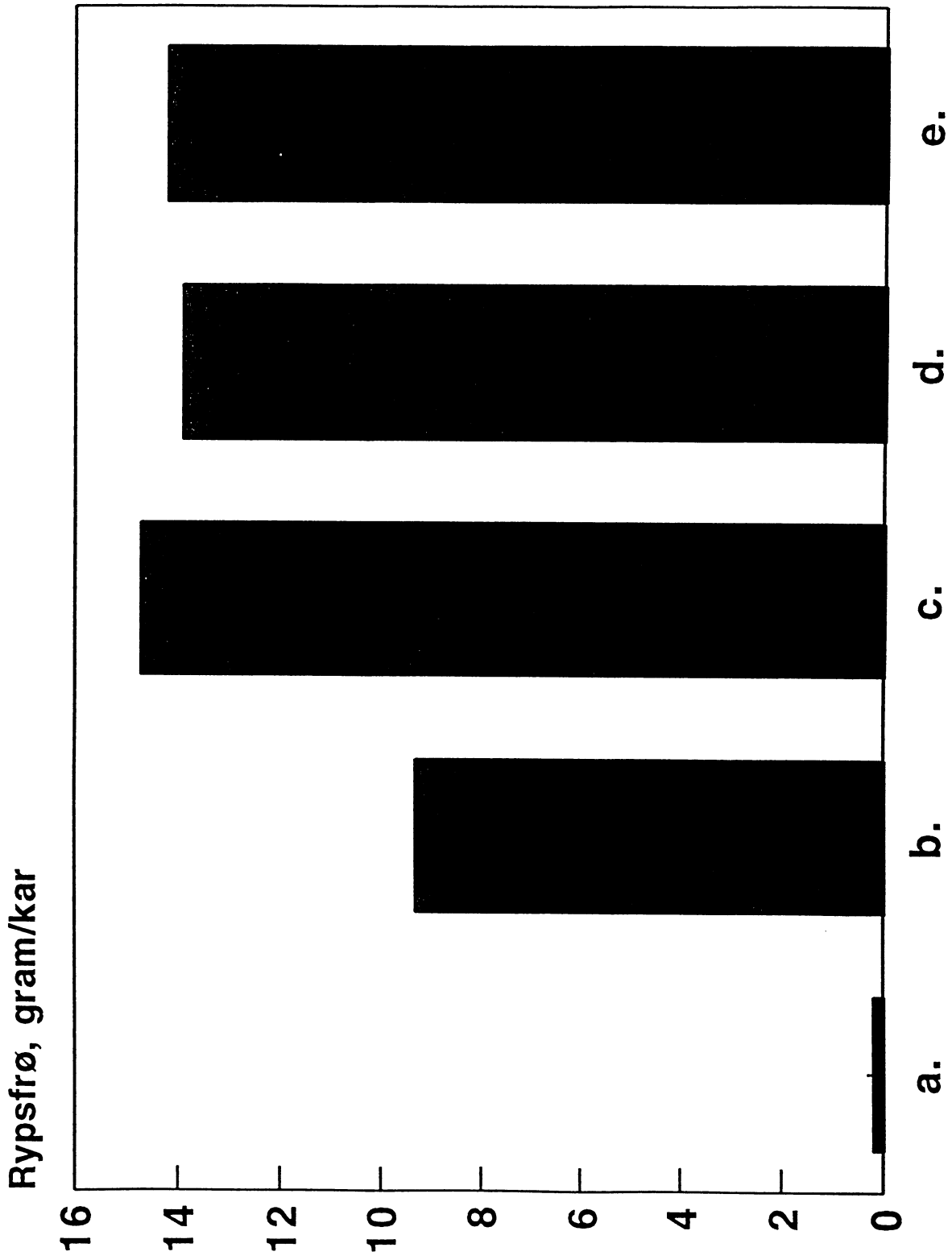


Fig 10.1 Effekt av borgjødsling på frøavling av rygs.

Resultatene tyder på at en stor del av bortilførselen kan utsettes til 5-bladstadiet ved å kombinere Fullgjødning og Bor-kalksalpeter. Dette gir også mulighet for delt N-gjødning hvor f.eks. 30 % av N-gjødslingen gis som Bor-kalksalpeter litt ut i vekstsesongen. Den positive effekten av delgjødning med Bor-kalksalpeter i ryps er også i noen grad blitt bekreftet av resultater fra feltforsøk med bor i 1995.

Konklusjon

Rypsen satte ikke frø og ga ingen frøavling uten B-gjødning.

Fullgjødning ved såing ga brukbar, men sterkt redusert frøavling på den B-fattige jorda.

Ekstra B-gjødning gjennom Bor-Kalksalpeter på 5-bladstadiet ga stor meravling av frø, råfett og protein. Ytterligere B-tilførsel ved såing i tillegg til Fullgjødning hadde ingen effekt.

Forsøket tyder på at delt gjødning med fordel kan praktiseres i oljevekster med bruk av Fullgjødning ved såing og Bor-Kalksalpeter på 5-bladstadiet.