



NORGES
LANDBRUKSHØGSKOLE

FORSØKSRAPPORT 1997

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
ISSN 0805-7214

INSTITUTT FOR JORD- OG VANNFAG

Norges Landbrukshøgskole

Postboks 5028, 1432 Ås Telefon: 64 94 75 00 - Agriuniv. Ås

Telefax: 64 94 82 11 Rapportarkiv: 64 98 82 04

ISSN 0805 - 7214

Rapportens tittel og forfatter(e):

FORSØKRAPPORT 1997

Samarbeidsprosjekt
IJVF - NORSK HYDRO ASA

Leif Ruud

Rapport nr : 8/1998 (70)

Begrenset distribusjon: Fri

Dato:
08. oktober 1998

Prosjektnummer:

Faggruppe:
JORDKULTUR

Geografisk område: Norge

Antall sider (inkl. bilag)
81

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 klimaanlegg og i felt.

Rapporten omfatter 9 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. Mineralgjødsel
2. Råstoffer
3. Avling
4. Næringsinnhold og opptak

Prosjektleder:


Leif Ruud

4. Emneord, engelske

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

For administrasjonen:


Gunnar Abrahamsen



NORGES
LANDBRUKSHØGSKOLE

FORSØKSRAPPORT

1997

Samarbeidsprosjektet
IJVF - Norsk Hydro ASA

Effekt av gjødsling på avlingsmengde og mineralinnhold

Prosjektleder: Leif Ruud
Teknisk stab: Kurt Johansen
Anne-Grethe Kolnes
Torill Trædal

Samarbeidspartnere i forsøksarbeidet:

Planteforsk Apelsvoll, Kvithamar, Særheim, Vågønes

Landbrukets forsøksringer: Søndre Østfold, Follo, Solør-Odal, Vestfold, Nedre Telemark, Øvre Telemark, Jæren, Nordfjord, Indre Nordmøre, Orklaringen, Stjørdal og omegn, Namdal

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

INNHOOLD

FORORD		
SAMMENDRAG	4
SUMMARY	12
1.	FORSØK MED SELÉN I KORN OG GRAS	19
	Feltforsøk i vårhvete	19
	Dosering av selén i hvete	23
	Karforsøk i raigras	26
2.	EFFEKTEN AV MAKRO- OG MIKRONÆRINGSSTOFFER	
	I FASTLIGGENDE FELT	32
	Forsøksopplegg	33
	Avlinger	34
	Innhold av næringsstoffer	35
3.	GJØDSLINGSSTRATEGI I POTET	40
	Forsøksopplegg	40
	Avling	41
	Kjemiske avlingsanalyser	42
4.	Fullgjødsel® MED MANGAN OG SINK	45
	Forsøksopplegg	45
	Avling	46
	Innhold og opptak av mangan og sink	46
5.	EFFEKTEN AV Kalksalpeter™ TILSATT SVOVEL	51
	Karforsøk i raigras	51
	Feltforsøk i eng	56

6.	GJØDSLING MED NATRIUM I RAIGRAS	.	.	60
	Forsøksopplegg	.	.	60
	Avlinger	.	.	61
	Kjemiske avlingsanalyser	.	.	61
7.	TEMPERATUR OG NÆRINGSFRIGJØRING	.	.	65
	Forsøksopplegg	.	.	65
	Avlinger	.	.	66
	Kjemiske avlingsanalyser	.	.	68
8.	Bor-Kalksalpeter™ TIL OLJEVEKSTER	.	.	72
	Forsøksopplegg	.	.	72
	Avlingsresultater	.	.	73
	Kjemiske avlingsanalyser	.	.	74
9.	EFFEKTEN AV Kalksalpeter™ MED KOBOLT			
	PÅ INNHOLDET AV KOBOLT I GRAS	.	.	77
	Forsøksopplegg	.	.	77
	Innhold og opptak av kobolt	.	.	78

FORORD

Denne rapporten presenterer resultater fra gjødslingsforsøk som er utført innenfor et samarbeidsprosjekt mellom Institutt for jord og vannfag og Hydro Agri. Rapporten omfatter 9 forskningsprosjekter hvor det er utført en rekke forsøksserier i Instituttets veksthus, i klimaanlegg ved SKP og under feltforhold. Feltforsøkene er utført ved Instituttet og i samarbeid med Planteforsk og Landbrukets forsøksringer.

Forskningsprosjektene i 1997 omfattet disse hovedområdene: Gjødsling med selén, effekten av allsidig gjødsling, potetgjødsling, gjødsling med mangan og sink, effekten av svovelholdig Kalksalpeter™, gjødsling med natrium, næringsfrigjøring fra jorda, bor til oljevekster samt gjødsling med kobolt.

Takk til alle medvirkende for godt samarbeid.

Leif Ruud

SAMMENDRAG

Rapporten for 1997 omhandler 9 forskningsprosjekter hvor en rekke forsøksspørsmål er testet i veksthus, i klimaanlegg og i feltforsøk. Et kort sammendrag av forsøksresultatene følger nedenfor.

1. FORSØK MED SELEN I KORN OG GRAS.

Norske planteprodukter har lavt seléninnhold. I dette prosjektet testes effekten av selén-gjødsling under ulike forhold i korn og gras.

Feltforsøk i vårhvete

Se tilført gjennom Kalksalpeter™ og Fullgjødsel® i to fastliggende felt med to pH-nivå.

Se-gjødsling har økt Se-innholdet i kornet kraftig på begge feltene gjennom hele forsøksperioden.

Dobling av normal Se-mengde (1,3 gram/daa) har som regel gitt unødvendig høyt Se-innhold i kornet.

På disse to feltene har Se-holdig Fullgjødsel ofte økt Se-innholdet i kornet mer enn Se-holdig Kalksalpeter. Da feltene har lavt avlingsnivå, kan dårlig vekst på spredetidspunktet for Kalksalpeter være årsaken.

Se-innholdet i kornet er ikke entydig blitt påvirket av kalking og høyere pH i jorda, men effekten av kalk har stort sett vært positiv for kornets Se-innhold på et av feltene (Ås I).

Se-verdiene i jorda er generelt ikke blitt påvirket av kalking, mens årlig tilførsel av Se i forsøksperioden har økt Se-verdiene på det ene feltet (Ås II).

Dosering av selén i hvete

Karforsøk med Se-holdig Kalksalpeter på to jordtyper.

Se-gjødsling førte til økt innhold og opptak av Se i hvete på både sandholdig og leirholdig jord.

Innholdet og opptaket av Se i avlingen var høyest og økte mest etter Se-gjødsling på den sandholdige jorda.

Minste Se-mengde tilført, 500 mg/daa, ga tilfredsstillende Se-innhold i kornet på begge jordtyper, men kornet på den leirholdige jorda inneholdt < 50% av Se-innholdet i kornet fra den sandholdige jorda.

Største Se-mengde tilført, 1000 mg/daa, ga unødvendig høyt Se-innhold i kornet på den sandholdige jorda, mens innholdet i kornet fra den leirholdige jorda var på ønsket nivå.

Karforsøk i raigras

Ulike Se-mengder gjennom Kalksalpeter tilført én eventuelt to ganger

Se-innholdet i avlingen var meget lavt uten Se-gjødsling.

Se-holdig Kalksalpeter økte Se-innholdet i avlingen meget effektivt.

Se-mengder høyere enn 10 mg Se pr kg Kalksalpeter (60 kg vare pr daa) førte til uønsket høyt Se-innhold i avlingen.

Se-gjødslingen til 2. og 3.slått økte også Se-innholdet i 4.slått noe, men hadde ingen effekt på Se-innholdet i den 1. avlingen året etter.

Avlingsnivået har trolig stor betydning for konsentrasjonen av Se i avlingen.

Selènopptak i gras ved ulike pH-nivå

Karforsøk på tidligere Se-gjødslet jord som er kalket opp til tre pH-nivå.

Se-innholdet i raigras har vært lavt på alle tre pH-nivå begge forsøksår.

Første forsøksår var innholdet og opptaket av Se noe høyere på det høyeste pH-nivået.

Leddet med høyest Se-tilførsel i feltforsøksperioden har gitt noe høyere Se-opptak i enkelte høstinger.

2. EFFEKTEN AV MAKRO- OG MIKRONÆRINGSSTOFFER I FASTLIGGENDE FELT

Fullgjødning[®] 17-5-13 ga stor meravling i forhold til ugjødslet ledd og leddet uten N-gjødsling på alle feltene. I middel på ugjødslet ledd ble kornavlingene 48 %, salgbare potetavlinger 58 % og engavlingene 29 % i forhold til avlingene på leddet med Fullgjødning. Det var også sikker avlingsreduksjon uten tilførsel av P på kornfeltet i Telemark og uten tilførsel av K og B på potetfeltet på Apelsvoll. I engfeltene var det sikker avlingsreduksjon uten tilførsel av K og S på Særheim og uten tilførsel av B samt K og S i henholdsvis 1.slått og 2.slått på Vågønes.

Det var også meget god sammenheng mellom manglende tilførsel av næringsstoffer og redusert innhold av næringsstoffer i avlingene, spesielt i potet og eng. På alle potet- og engfeltene ble både N-, P-, K- og S- innholdet redusert uten gjødsling med disse næringsstoffene, og på et av feltene i eng ble også Mg-innholdet redusert uten Mg-gjødsling. I korn ble N- og Mg-innholdet redusert uten tilførsel på to av feltene, mens P- og B-innholdet ble redusert på det tredje feltet.

3. GJØDSLINGSSTRATEGI I POTET

Effekten av delt N- og K-gjødsling i kombinasjon med lettløslig Ca og B testes i kasseforsøk i veksthus.

All kalium samt all nitrogen i form av Kalksalpeter tilført før setting ga størst avling av matpoteter.

Delt kaliumgjødning i kombinasjon med ammoniumnitrat før setting ga størst totalavling av potet.

Gjødsling med NK 15-27 ga bra totalavling, men andelen av matpoteter var meget lav.

Innholdet og opptaket av næringsstoffer i totalavlingen av potet ble lite påvirket av forsøksbehandlingene. Kalksalpeter ga noe bedre nitrogenutnyttelse, mens Bor-Kalksalpeter tydelig påvirket innhold og opptak av bor.

4. Fullgjødning med mangan og sink

Tilførsel av Mn og Zn ga stor meravling både i havre og tomat.

Fullgjødning 11-5-17 med Mn og Zn inngranulert ga noe større meravling enn når Mn og Zn ble tilført separat i begge vekstene og ved begge pH-nivå.

I havre ga Kalksalpeter med separat tilførsel av Mn og Zn minst meravling.

Uten tilførsel av Mn og Zn ble kornavlingen sterkt redusert etter kalking.

Fullgjødning 11-5-17 med Mn og Zn inngranulert ga signifikant størst innhold og opptak av Mn både i havre og tomat ved begge pH-nivå.

Ved separat tilførsel av Mn og Zn økte ikke innholdet av Mn verken i havre eller tomat, men Mn-opptaket i kornavlingen ble økt noe.

Leddene med Kalksalpeter førte til sterkt redusert innhold og opptak av Mn i begge vekster ved begge pH med unntak av Mn-opptaket i kornavlingen.

Innholdet og opptaket av Zn ble økt signifikant både i havre og tomat på alle ledd med tilførsel av Mn og Zn, og i tomat var inngranulering bedre enn separat tilførsel.

Kalk ga tydelig redusert innhold og opptak av Mn, mens den negative kalkeffekten var mindre for Zn.

5. **EFFEKTEN AV Kalksalpeter™ TILSATT SVOVEL**

Karforsøk i raigras.

Ledd med kieseritt innblandet ga størst avling og S-opptak på begge jordtyper.

Effekten av elementært S var liten, men separat tilførsel var bedre enn i form av «kappe» i 3. og 4.slått.

Største mengde kieseritt ga størst avling og S-opptak på sandjorda. På leirjorda ble det ikke meravling for økt mengde kieseritt.

Kieseritt + "kappe" av elementært S ga samme avling og samme opptak av S og andre næringsstoffer som kieserittleddene.

Feltforsøk i eng

Alle typer Kalksalpeter med S ga økt avling, men effekten av kieseritt innblandet var bedre enn en "kappe" av elementært S.

Effekten av Kalksalpeter med kieseritt innblandet og en "kappe" av elementært S var omtrent på høyde med bare kieseritt innblandet.

S-effekten av gjødseltypene ble bekreftet gjennom planteanalysene. Kieseritt ga høyest innhold og opptak av S, men elementært S økte også S-innholdet i 2.slått betydelig.

S-gjødsling førte til økt opptak av Kjeldahl N, K, Mg og Ca samt redusert N/S-kvotient i avlingen.

6. GJØDSLING MED NATRIUM I RAIGRAS

Na-gjødsling har gitt økt avling med høyere innhold og opptak av Na særlig ved lav K-gjødsling. I 1997 var Na-innholdet etter Na-gjødsling på tilfredsstillende nivå ved minste K-mengde og opptaket av Na var nesten 60 % av tilført Na-mengde. Effekten av Na-gjødsling har blitt sterkt redusert av økt K-gjødsling.

Økt Mg-gjødsling ga sikker meravling i 1997 og økte innholdet og opptaket av Mg i graset i begge forsøksårene. Økt Mg-gjødsling har hatt liten innvirkning på innholdet og opptaket av Na. Økt K-gjødsling har ført til redusert Mg-innhold i graset.

Økt K-gjødsling har gitt større avlinger med høyere innhold og opptak av K, mens Mg- og Na-innholdet i graset er redusert. Gjødsling både med Na og største mengde Mg ved minste K-mengde ga omtrent samme avling som ved økt K-gjødsling.

7. TEMPERATUR OG NÆRINGSFRIGJØRING

Ett-årig raigras dyrket i klimaregulert veksthus ved temperaturene 9°, 12° og 18°C på 3 jordtyper med 2 avlinger. Serien 18°C ble dyrket videre i vanlig veksthus med 3 avlinger til.

Alle gjødslingsledd ga stor meravling på alle jordtyper og temperaturnivå. Meravlingen økte med økt dyrkingstemperatur.

I middel ga Fullgjødsel 18-3-15 samme meravling som leddene uten tilførsel av P, S eller Mg på jord I og II og større meravling på jord III særlig pga. avlingssvikt på leddet uten S. Ved de to høyeste dyrkingstemperaturene ga Fullgjødsel noe større meravling også på jord II.

Opptaket av næringsstoffer økte sterkt på de gjødsle leddene og ved økt dyrkingstemperatur. På leddene uten tilførsel av P, S eller Mg var opptaket av disse næringsstoffene noe mindre enn ved bruk av Fullgjødsel.

Jord I ga størst opptak av P, S og Mg, Jord II ga størst opptak av N og K, mens jord III ga minst opptak av disse næringsstoffene. Opptaket i avlingen samsvarer godt med analyseverdiene av jorda ved anlegg.

Jordtypene I og II ga like stor meravling uten henholdsvis P, S eller Mg ved de tre siste slåttene i veksthuset. Jord III ga liten meravling uten gjødsling med S og også noe mindre meravling uten gjødsling med P.

Fullgjødsel ved anlegg økte også opptaket av P, S og Mg i de 3 siste avlingene i veksthuset. Uten S-gjødsling ved anlegg ble opptaket av alle de analyserte næringsstoffene lavt på jord III.

8. Bor-KalksalpeterTM TIL OLJEVEKSTER

Frøsettingen i rybs er blitt utelatt eller sterkt redusert uten borgjødsling.

Effekten av bor tilført gjennom Fullgjødsel ved såing har vært god, men ekstra borgjødsling gjennom Bor-Kalksalpeter på 5-bladstadiet har økt avlingen av frø og råfett ytterligere i denne borfattige jorda.

Ytterligere B-tilførsel ved såing i tillegg til Fullgjødsel har vanligvis ikke gitt effekt.

Forsøket tyder på at delt gjødsling med bor og nitrogen kan praktiseres i oljevekster med bruk av Fullgjødsel ved såing og Bor-Kalksalpeter fram til 5-bladstadiet.

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

Effekten av Kalksalpeter med Co har vært testet ut i kar- og feltforsøk siden 1993. Her omtales et karforsøk med Co utsprøytet og ved bruk av Co inngranulert i Kalksalpeter.

Innholdet av Co i avlingene var meget lavt uten Co-gjødsling.

Begge tilførselsmåter for Co ga økt innhold og opptak av Co i de påfølgende avlinger i gjødslingsåret.

I 1. slått før Co-gjødsling i 3. forsøksår kunne det ikke registreres ettervirkning av Co-gjødsling tidligere år.

Hvert år har 2. slått som ble påsprøytet Co-sulfat, hatt meget høyt Co-innhold, mens Co-innholdet i de to påfølgende avlingene har vært noe lavere enn etter bruk av Co-holdig Kalksalpeter.

Co-innholdet i avlingene var lavest på det høyeste pH-nivået både med og uten Co-gjødsling.

SUMMARY

This research report is describing 9 projects in 1997 including experiments carried out in greenhouse, in controlled climate room and in fields. The research programme is carried out in cooperation between Department of Soil and Water Sciences and Hydro Agri. A brief summary of the results from the experiments is presented here.

1. EFFECT OF SELENIUM IN CEREALS AND GRASSES

The concentration of selenium in Norwegian plant products is very low. In this project the effect of selenium-enriched calcium nitrate (CN) is tested under different growing conditions in cereals and grasses.

Field experiments in Spring Wheat

The effect of Se-enriched CN has been tested in many pot and field trials since 1989. The conclusion is that the concentration of Se in wheat can be increased to relevant level by this fertilizer. There has been variation in concentration of Se probably caused by different climates and soils. Two long term fields were continued in 1997 at 2 pH levels:

Concentration of Se in grain yield was increased by many fold by Se-enriched CN but the effect was reduced at bad growing conditions.

Concentration of Se in grain yield has increased slightly by liming.

The Se content of soil has increased slightly by application of Se since 1989, but it was not influenced by liming.

Application strategy of Se in wheat

Pot experiments in two soils with two Se rates incorporated in CN topdressed at two growing stages.

Se concentration in grain yield was on an adequate level after application of Se-enriched CN in sandy soil as well as clay soil

Concentration of Se in grain yield was only half as high on clay soil as on sandy soil after application of Se-enriched CN.

Se-enriched CN corresponding to 5 gram Se per ha is recommended for top-dressing in wheat.

Pot experiments in Italian ryegrass

The effect of Se-enriched CN is tested in ryegrass because the supply of Se to milking cows is in focus. The strategy for Se-fertilizing in grasses and the effect of pH in soil on Se uptake are tested.

Se concentration in grass yield was increased very effectively from a low concentration level by Se-enriched CN.

There was a residual effect on Se concentration in 4.cut by Se applied in 2. and 3.cut, but no residual effect in 1.cut next year.

A silty clay soil which has been applied Se since 1989 was limed to three pH levels before sowing of ryegrass. Concentration of Se in grass crop was still very low on all pH levels, but in the first experimental year Se concentration was slightly higher on the highest pH level. In some cuts Se concentration in grasses was slightly higher on soil which had been added the highest Se rate since 1989.

2. RESPONSE OF CROPS TO MACRO- AND MICRONUTRIENTS IN LONG TERM FIELDS

The effect of balanced fertilizing is tested in 7 research fields in rotations with cereals and potatoes as well as grasses.

There has been high response in crop yield to application of Fullgjødtsel[®] on all sites. Last year crop yield on treatments without fertilizer was 48%, 58% and 29% in grain crops, potatoes and grass crop respectively in relation to treatment with Fullgjødtsel[®].

Last year there was significantly yield reductions in grain crop in absence of P at one site, in potatoes in absence of K and B at one site and at the two grass fields in absence of K, S and B.

There was a good correlation between nutrients added in fertilizers and concentration of nutrients in crops. Concentrations of N, P, K and S were all reduced in potatoes and grasses if these nutrients were missing in the fertilizer applied. In grasses concentration of Mg also was reduced without Mg fertilizing. In grain crops concentration of N and Mg was reduced at two sites and concentration of P and B was reduced at one site if these nutrients were missing in the fertilizer applied.

3. FERTILIZING STRATEGI FOR POTATOES

The effect of splitted N and K application in combination with water soluble Ca and B is tested in greenhouse experiments.

All K and all N as CN added at setting resulted in the greatest yield of potatoes for consume.

Splitted K application and ammoniumnitrate at setting resulted in the greatest total yield of potatoes.

NK fertilizer resulted in a high total yield, but the yield of potatoes for consume was low.

Concentration of nutrients i total potatoes yield was little influenced by the treatments. N utilization was slightly better from CN and concentration and uptake of B were clearly influenced by CN with B.

4. MANGAN AND ZINK INCORPORATED IN NPK

The effect of Mn- and Zn- enriched NPK was compared with Mn and Zn added separately to oats and tomatoes on a silt soil with very low content of Mn and Zn.

Application of Mn and Zn resulted in significantly increase in crop yield in oats as well as tomatoes.

Mn- and Zn-enriched NPK increased crop yield and Mn concentration more than Mn and Zn added separately in both oats and tomatoes at two pH levels.

Concentration and uptake of Zn were significantly increased in oats as well as tomatoes by all treatments adding Mn and Zn, but in tomatoes Mn and Zn incorporated in NPK were more effective than separate application.

Grain yield of oats was strongly reduced after liming if Mn and Zn were left out of the fertilizers.

Concentration and uptake of Mn were generally reduced by liming, but this negative effect was smaller for Zn.

5. EFFECT OF SULPHUR INCORPORATED IN CALSIUM NITRATE

Pot experiments in Italian Ryegrass

Grass yield and uptake of S were highest by kieserite incorporated in CN at sandy soil as well as silty clay soil.

The effect of elemental S was small, but separate application was better than a coating in 3. and 4. cut.

Grass yield and uptake of S were increased up to the highest amount of kieserite on sandy soil but not on silty clay soil.

Kieserite + elemental S coated resulted in the same grass yield and uptake of S and other nutrients as kieserite incorporated only.

Field trials in grasland

Grass yield was increased by kieserite as well as elemental S incorporated in CN, but kieserite was the most effective one.

Kieserite + elemental S coated was as effective as kieserite incorporated only.

Concentration and uptake of S were highest by kieserite, but concentration of S also was clearly increased by elemental S in 2.cut.

Generally application of S resulted in higher uptake of Kjeldahl N, K, Mg and Ca as well as reduced N/S kvotient in grass crop.

6. EFFECT OF SODIUM IN RYEGRASS

Pot experiment in Italian Ryegrass to test the effect of antagonism between potassium (K), magnesium (Mg) and sodium (Na).

Na resulted in increased grass yield and higher concentration and uptake of Na especially at low K fertilizing. Last year concentration of Na was at an adequate level at low rate of K. Na uptake in grass yield was nearly 60% of added. The effect of Na fertilization was strongly reduced by K fertilization.

Higher rate of Mg resulted in increased grass yield with higher concentration of Mg with little influence on concentration and uptake of Na.

Higher rate of K resulted in increased grass yield with higher concentration of K but lower concentration of Mg and Na. In 1997 supply of Na and the highest rate of Mg in addition to the lowest rate of K resulted in the same yield as higher rate of K.

7. TEMPERATURE AND RELEASING OF NUTRIENTS FROM SOILS

Releasing of phosphorous, sulphur and magnesium from three soil types was tested at 9°C, 12°C and 18°C by growing Italian Ryegrass in controlled climate.

There was increased release and uptake of nutrients from all soils by increased temperature after fertilizing. Uptake of P, S and Mg i average of soil type was somewhat higher by balanced fertilizing than by treatment without one of these nutrients.

Uptake of P, S and Mg in grass yield was highest from silty sand soil and lowest from silty cley soil. Uptake of nutrients was well corresponding to soil analyses values at start of the experiments.

On silty sand grass yield had increased to the same level by balanced fertilizing and by treatments without P, S or Mg respectively undependent of temperature. On sandy cley grass yield had increased somewhat more by balanced fertilizing than by treatment without P, S or Mg at 12°C and 18°C. On silty cley grass yield was highest by balanced fertilizing at all temperatures especially in comparing with the treatment without S.

8. BORON-ENRICHED CALSIUM NITRATE FOR SPRING OIL CROPS

Oil crops have a high requirement for B which also easly is leached out of the soil. This can be met by top-dressing of B-enriched Calsium Nitrate which also allow splitting up the fertilizer rate of N. This strategy for fertilizing oil crops is tested in pot and field trials. The conclusions are from the pot trials:

The seed yield of oil crops has been strongly reduced without fertilizing with B.

There has been good effect of 0.02 % B incorporated in NPK applicated in spring but 0,3 % B incorporated in CN top-dressed increased seed and oil yield further. 30 % of total N was added as B-enriched CN at five leaves stage.

Generally there has been no further effect of adding more B in spring in addition to B-enriched NPK and B-enriched CN.

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

The effect of Co-enriched CN has been tested in pot and field trials since 1993. This report is describing a pot trial for testing the effect of spraying Co and Co incorporated in CN.

Concentration and uptake of Co in Italian Ryegrass were increased by application of Co as spray as well as incorporated in CN.

Concentration of Co in gras yield was reduced by liming with as well as without Co fertilizing.

Concentration of Co in 2.cut become very high after direct spraying of Co, but in the following cuts Co concentration was slightly lower than by Co-enriched CN.

There was no residual effect of Co in 1.cut the year after application of Co.

1. FORSØK MED SELEN I KORN OG GRAS.

Selèn (Se) er et essensielt næringsstoff for mennesker og dyr, men det er ikke nødvendig for planter. Planteprodukter dyrket i Norden har et meget lavt innhold av Se fordi jorda er Se-fattig. Derfor har kraftfôret 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 kraftfôr i fórrasjonen. Uten Se-gjødsling vil økt selvforsyning av hvete i Norge også bety at Se-inntaket gjennom kostholdet reduseres.

Effekten av Se-holdig gjødsel på Se-innholdet i planter har vært utprøvd i Norge i mange år. Først ble Se-holdig Fullgjødsel® 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 gjødseltype. Se-holdig Kalksalpeter er nå tillatt brukt i mathvete og har vært markedsført 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 gjødsel 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.

Forsøksopplegg, 2 fastliggende felt

De to fastliggende Se-feltene i Ås er ført videre med to pH-nivå. Våren 1996 ble to av de fire gjentakene på hvert felt kalket med tilsvarende 650 kg og 550 kg kalkstensmel pr daa på henholdsvis Ås I og Ås II. Våren 1997 ble de samme to gjentakene kalket på nytt med tilsvarende 350 kg og 250 kg kalksteinsmel pr daa på de to feltene. Jorda er i god næringstilstand på begge feltene, men Se-innholdet er på vanlig lavt nordisk

nivå (Tabellene 1.1 og 1.2). Jorda på Ås I er en moldfattig, siltig lettleir, mens Ås II består av en noe moldholdig, siltig mellomsand.

Tabell 1.1. Jordanalyser fra kontrolleddet høsten 1997

	P- AL		K- AL		Mg- AL		Ca- AL		Na- AL	
	0 kalk	kalket	0 kalk	kalket	0 kalk	kalket	0 kalk	kalket	0 kalk	kalket
Ås I	6,7	7,7	10,2	10,4	4,0	5,5	130	223	1,8	2,6
Ås II	13,9	14,3	16,3	15,2	4,2	4,6	128	183	3,1	2,4

Tabell 1.2 Effekt av kalk på jordas pH og Se-innhold (mg/kg)

		Ås I					Ås II				
		Vår 97		Høst 97		Vår 98		Høst 97		Vår 98	
		Ledd c	ledd a	ledd c	ledd a	ledd c	ledd a	ledd c	ledd a	ledd c	
Ukalket	Se	0,16	0,15	0,11	0,28	0,29	0,19	0,24	0,23	0,24	
	pH	5,3	5,7	5,6	5,7	5,4	6,0	6,0	6,0	5,9	
Kalket	Se	0,10	0,16	0,10	0,28	0,29	0,19	0,22	0,22	0,24	
	pH	5,9	6,3	6,2	6,5	6,4	6,5	6,5	6,7	6,5	

Oppkalkingen av jorda har generelt ikke påvirket Se-verdiene i de to forsøksfeltene (Tabell 1.2). De ulike analyseverdiene for Se på Ås I, både kalket og ukalket parsell, fra vår og høst 97 til våren 98 har ukjent årsak, men ved anlegg av feltet i 1990 var Se-innholdet 0,29 mg/kg jord. På dette feltet kan det heller ikke påvises at dobbel Se-gjødsling (ledd c) har ført til høyere Se-verdier i jorda. Derimot er Se-verdiene økt etter Se-gjødsling både på ukalket og kalket parsell på Ås II. Se-tilførselen på dette leddet minus Se bortført i avling tilsier en teoretisk økning av jordas Se-innhold på 0,02 - 0,03 mg/kg i løpet av forsøksperioden.

Forsøksledd:

- a) 8 kg N/daa i Fullgjødning 21-4-10 uten Se om våren + 4 kg N/daa i Kalksalpeter uten Se ved skyting
- b) 8 kg N/daa i Fullgjødning 21-4-10 uten Se om våren + 4 kg N/daa i Kalksalpeter m/25 mg Se/kg vare ved skyting
- c) 8 kg N/daa i Fullgjødning 21-4-10 uten Se om våren + 4 kg N/daa i Kalksalpeter m/50 mg Se/kg vare ved skyting
- d) 8 kg N/daa i Fullgj. 21-4-10 m/15 mg Se/kg vare om våren + 4 kg N/daa i Kalksalpeter uten Se ved skyting

Gjennom Fullgjødning 21-4-10 blir feltene også tilført vanlige mengder P, K, Mg, S og B. Se er inngranulert i form av Na-selenat både i Fullgjødning og Kalksalpeter. Det blir tilført omtrent samme Se-mengde i ledd b og d.

Feltene er anlagt som blokkforsøk med rutestørrelse på 24 m² (3x8) og 12 m² høsterute. De tilsåes annet hvert år med hvete i et kornomløp og høstes ved modning. Det blir tatt Se-analyser av kornet.

Avling

Som tidligere år var det ingen sikre avlingsforskjeller i middel av pH mellom forsøksleddene (Tabell 1.3). I 1997 resulterte oppkalkingen av jorda i redusert havreavling på Ås I og økt hveteavling på Ås II.

Tabell 1.3. Kornavling etter ulik Se-tilførsel ved 2 pH-nivå i 1997, kg/daa

Felt	Art	pH I				pH II			
		Ledd a	Ledd b	Ledd c	Ledd d	Ledd a	Ledd b	Ledd c	Ledd d
Ås I	Havre	443	448	473	458	418	427	420	417
Ås II	Hvete	222	219	238	223	225	269	262	229

Innhold av Se i kornavlingene

Som tidligere år var Se-innholdet i kornet meget lavt uten Se-gjødsling både i 1996 og 97 (Tabell 1.4). I 1996 var det dårlig effekt av Se-holdig Kalksalpeter sammenlignet med effekten i 1997 og sammenlignet med effekten av Se-holdig Fullgjødning. Effekten av Se-holdig Kalksalpeter har også tidligere vært dårligere enn for Se-holdig

Tabell 1.4. Effekten av Se-holdig gjødning på Se-innholdet i korn, mg Se/kg

Ledd	1996				1997			
	Ås I (hvete)		Ås II (havre)		Ås I (havre)		Ås II (hvete)	
	pH I	pH II	pH I	pH II	pH I	pH II	pH I	pH II
a	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,03
b	0,03	0,04	<0,02	0,05	0,19	0,24	0,51	0,36
c	0,04	0,07	0,03	0,08	0,49	0,67	1,1	0,77
d	0,27	0,39	0,28	0,18	0,34	0,32	0,50	0,41

Fullgjødelse på disse to feltene. Dette har trolig sammenheng med vekstproblemer og lavt næringsopptak rundt spredetidspunktet for Kalksalpeter. Det var også relativt liten effekt av dobbel Se-mengde tilført gjennom Kalksalpeter i 1996, mens denne mengden ga unødvendig høyt Se-innhold i kornavlingen i 1997.

Effekten av kalk på kornets Se-innhold er ikke entydig. Ved bruk av Se-holdig Kalksalpeter har kalkingen ført til økt opptak av Se i kornet bortsett fra på Ås II i hvete i 1997, mens kalkingen førte til redusert opptak av Se ved bruk av Se-holdig Fullgjødelse bortsett fra på Ås I i hvete i 1996. Feltvis betraktet har kalken stort sett virket positivt på kornets Se-innhold i Ås I, mens effekten har vært variabel på Ås II.

Da pH i jorda både med og uten kalk er < 7 på begge feltene, vil Se for det meste foreligge som selenitt i jorda i begge seriene. Det er derfor lite sannsynlig at tilgjengeligheten av Se i serien med og uten kalk har vært vesentlig forskjellig.

En må anta at jordas pH har størst betydning ved bruk av Se-holdig Fullgjødelse innblandet i jorda før såing, mens vekstvilkårene i tiden rundt spredning har størst betydning for effekten av Se-holdig Kalksalpeter. Det er også trolig at Se-innholdet kan bli noe uttynnet ved høye avlingsnivå og at denne uttynningseffekten særlig vil gjøre seg gjeldende ved tilførsel av Se om våren og tidlig i vekstsesongen. For Se-holdig Kalksalpeter ser det ut til at avlingsmengde og kornets Se-innhold er positivt korrelert i 1996, mens korrelasjonen er negativ i 1997. For Se-holdig Fullgjødelse er avlingsmengden negativt korrelert med Se-innholdet i 1996, mens sammenhengen er mer uklar i 1997.

Konklusjon, fastliggende felt i vårkorn

Se-gjødsling har økt Se-innholdet i kornet kraftig på begge feltene gjennom hele forsøksperioden.

Dobbling av normal Se-mengde har som regel gitt unødvendig høyt Se-innhold i kornet.

På disse to feltene har Se-holdig Fullgjødning ofte økt Se-innholdet i kornet mer enn Se-holdig Kalksalpeter. Da feltene har lavt avlingsnivå, kan dårlig vekst på spredetidspunktet for Kalksalpeter være årsaken.

Se-innholdet i kornet er ikke entydig blitt påvirket av kalking og høyere pH i jorda, men effekten av kalk har stort sett vært positiv for kornets Se-innhold på et av feltene (Ås I).

Se-verdiene i jorda er generelt ikke blitt påvirket av kalking, mens årlig tilførsel av Se i forsøksperioden har økt Se-verdiene på det ene feltet (Ås II).

DOSERING AV SELEN I HVETE

Det kan ofte være aktuelt å delgjødning to ganger med KalksalpeterTM 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?

Forsøksopplegg

Problemstillingen er belyst i et karforsøk som ble utført i 1995 og 96. Til utprøvingen ble anvendt en sandholdig jord fra Landvik med pH 6,5 og en moldholdig lettleir fra forsøksgården, IJVF, som ble kalket opp til pH 6,0 med 25 gram CaCO₃ per kar våren 1995 og med 20 gram CaCO₃ per kar våren 1996. Etter avhøsting i 1996 var pH steget til ca 7 på begge jordtypene.

Forsøksplan:

Beg. stråstrekning (Z 31-32)	Beg. skyting (Z 50-52)	Sum Se tilført
a.Kalksalpeter med 0,0010% Se	Kalksalp. med 0,0010% Se	500 mg/daa
b.Kalksalpeter med 0,0010% Se	Kalksalp. med 0,0015% Se	625 «
c.Kalksalpeter med 0,0010% Se	Kalksalp. med 0,0020% Se	750 «
d.Kalksalpeter med 0,0015% Se	Kalksalp. med 0,0015% Se	750 «
e.Kalksalpeter med 0,0020% Se	Kalksalp. med 0,0020% Se	1000 «

Karene ble begge år grunnkjødslet med Fullkjødsel 17-5-13 tilsvarende 10 kg N per daa før såing. Forsøkskjødsla ble tilført i mengder tilsvarende 4 kg N per daa både ved begynnende stråstrekning (Z 31-32) og ved begynnende skyting (Z 50-52). Se var inngranulert i Kalksalpeter som Na-selenat.

Forsøket ble vannet optimalt med avionisert vann. På den sandholdige jorda var plantebestanden jevn og grønn og hadde god vekst begge årene, mens det var spireproblemer, tynn og ujevn bestand, svak vekst og forsinket utvikling på den leirholdige jorda i 1996. Hveten ble høstet ved modning.

Avling

Avlingstallene er presentert i rapportene for 1995 og 1996 og viser at avlingene på sandjorda var betydelig større enn på leirjorda. Årsaken til avlingsforskjellen mellom jordtypene kan finnes i aksantallet som var betydelig lavere på leirjorda. Avlingstallene på de ulike forsøksleddene var noe ujevne på begge jordtyper i 1996.

Innhold og opptak av Se i kornavlingen

Forsøket var planlagt med kontrollledd uten Se, men forsøkskjødsla som skulle vært Se-fri, inneholdt likevel 0,001% Se. Dette ble oppdaget i ettertid. Forsøksleddene ble derfor som vist foran. Den minste Se-tilførselen på ledd a, 500 mg/daa, tilsvarer anbefalt Se-mengde i praktisk dyrking.

Se-tilførselen på ledd a førte til at kornet som ble dyrket på den sandholdige jorda, fikk tilfredsstillende Se-innhold (Tabell 1.5). Ytterligere Se-gjødsling på denne jordtypen økte Se-innholdet kraftig og ga et unødvendig høyt Se-innhold i kornet. På den leirholdige jorda førte også Se-tilførselen på ledd a til et brukbart Se-innhold i kornet, men ytterligere Se-gjødsling førte Se-innholdet opp på et enda gunstigere nivå. Det variable Se-innholdet i hveteavlingen på den leirholdige jorda må sees på bakgrunn av vekstproblemene på denne jorda.

I 1996 ble også Se-innholdet i halmen analysert. Utslagene for Se-gjødsling på de ulike leddene var i godt samsvar med utslagene i korn. Se-innholdet i halm og korn var

omtrent på samme nivå på leirjorda, mens halmens Se-innhold var < 50 % av kornets på sandjorda.

Tabell 1.5. Effekten av ulik gjødslingsstrategi med Se-holdig Kalksalpeter på Se-innholdet i korn og halm (mg/kg)

Leidd	Sandjord			Leirjord		
	1995	1996		1995	1996	
	Korn	Korn	Halm	Korn	Korn	Halm
a	0,20	0,25	0,11	0,09	0,09	0,08
b	0,28	0,24	0,06	0,09	0,08	0,09
c	0,29	0,34	0,14	0,08	0,20	0,16
d	0,29	0,35	0,15	0,13	0,10	0,11
e	0,34	0,44	0,19	0,17	0,25	0,21

Se-opptaket i korn og halm viser omtrent det samme forholdet mellom leddene som Se-innholdet (Tabell 1.6). Se-opptaket i avlingene på den sandholdige jorda viser at en stor del av tilført Se er tatt opp i avlingen, mens opptaket fra den leirholdige jorda har vært mye mindre effektivt.

Tabell 1.6. Effekten av ulik gjødslingsstrategi med Se-holdig Kalksalpeter på Se-opptaket i korn og halm (µg/kar)

Leidd	Sandjord			Leirjord		
	1995	1996		1995	1996	
	Korn	Korn	Halm	Korn	Korn	Halm
a	8,6	11,4	4,4	2,5	2,1	1,3
b	12,1	11,7	2,4	2,6	1,9	1,5
c	12,6	15,5	5,5	2,1	5,5	3,0
d	12,8	17,3	6,0	3,8	2,6	2,0
e	14,6	20,7	7,4	5,1	6,6	3,9

Feilen med forsøksgjødsla gjør at forsøket ikke er egnet til å bedømme når Se-gjødslingen bør utføres. Tidligere forsøk tyder på at plantenes vekst og frodighet er avgjørende for Se-opptaket ved gjødsling i veksttida, mens plantenes utviklingsstadium på gjødslingstidspunktet har mindre betydning.

Konklusjon, selëndosering

Se-gjødsling førte til økt innhold og opptak av Se i hvete på både sandholdig og leirholdig jord.

Innholdet og opptaket av Se i avlingen var høyest og økte mest etter Se-gjødsling på den sandholdige jorda.

Minste Se-mengde tilført, 500 mg/daa, ga tilfredsstillende Se-innhold i kornet på begge jordtyper, men kornet på den leirholdige jorda inneholdt < 50% så mye Se som kornet fra den sandholdige jorda.

Største Se-mengde tilført, 1000 mg/daa, ga unødvendig høyt Se-innhold i kornet på den sandholdige jorda, mens innholdet i kornet fra den leirholdige jorda var på ønsket nivå.

KARFORSØK I RAIGRAS

I de senere årene er Se-forsyningen i melkekubesetninger kommet i fokus. Det synes å være en sammenheng mellom lavt Se-nivå i blodet og forekomsten av mastitt, fruktbarhetsproblemer samt smaksfeil på melk. Det er derfor aktuelt å se nærmere på effekten av Se-gjødsling til gras.

Strategi for gjødsling med selèn i gras

Karforsøket er utført med ulike Se-mengder tilført gjennom Kalksalpeter og utdosert én eventuelt to ganger i ett-årig raigras som høstes 4 ganger.

Forsøksplan:

Ledd	Etter 1. slått	Etter 2. slått	Se tilført
a.	Kalksalp. m/10 mg Se/kg	Kalksalp. m/10 mg Se/kg	1,2 gram/daa
b.	Kalksalp. m/15mg Se/kg	Kalksalp. m/10 mg Se/kg	1,5 «
c.	Kalksalp. m/15 mg Se/kg	Kalksalp. m/15 mg Se/kg	1,8 «
d.	Kalksalp. m/20 mg Se/kg	Kalksalp. m/10 mg Se/kg	1,8 «
e.	Kalksalp. m/20 mg Se/kg	Kalksalp. m/20 mg Se/kg	2,4 «

Det er gitt tilsvarende 9,2 kg N/daa og 12,0 kg K/daa i KCl på alle ledd både etter 1. og 2. slått. Etter 3. slått er alle ledd gjødslet med Kalksalpeter™ tilsvarende 6,0 kg N/daa. Grunnkjødslingen har vært tilsvarende 90 kg Fullkjødsel 17-5-13 pr daa samt mikronæring som er blandet inn i jorda før såing.

Forsøket er utført på en moldrik morenejord fra Flatdal som er næringsrik, men meget Se-fattig (Tabell 1.7). Det er nyttet to pH-nivå ved at en av seriene ble kalket med 10 gram CaCO₃ per kar i anleggsåret 1996. Etter siste slått var pH steget til henholdsvis 6,7 og 6,9 i 1996 og til 6,8 og 6,9 i 1997 i de to seriene. Økningen og utjevningen av pH-verdiene skyldes antagelig bruken av Kalksalpeter som N-kilde.

Tabell 1.7. Kjemisk analyse av forsøksjorda

Jord	pH	P-AL	K-AL	K _{HNO3}	Mg-AL	Ca-AL	Na-AL	Se
		-----			mg/100gram	-----		mg/kg
Flatdal	6,1	12,2	11,5	57	24,0	65,0	0,7	0,04

Avling

Både i 1996 og 97 virket forsøket jevnt og mørkt grønt og hadde sterk vekst uten synlige forskjeller mellom pH-nivåene i veksttiden. Dette bekreftes av tallene for sum avling i 1996, mens avlingstallene for 1997 er noe mer ujevne (Tabell 1.8). Serien med kalk ga noe større avling i 1996 og noe mindre avling i 1997.

Tabell 1.8. Avling av raigras etter ulik Se-gjødsling, sum 4 høstinger, gram tørrstoff per kar

Ledd	1996			1997		
	pH I	pH II	Middel	pH I	pH II	Middel
a.	88,0	92,6	90,3a	70,9	68,4	69,7a
b.	89,0	90,5	89,8a	68,4	66,5	67,5b
c.	87,8	94,1	91,0a	72,1	66,8	69,4ab
d.	88,6	92,3	90,5a	69,6	70,5	70,0a
e.	87,0	93,6	90,3a	68,1	68,8	68,4ab
Middel	88,1b	92,6a		69,8a	68,2b	

Se-innholdet i avlingen

Da det var liten forskjell på pH-verdiene i seriene med og uten kalk og små avlingsforskjeller, er Se-innholdet i avlingen presentert i middel av pH (Tabell 1.9). Se-innholdet i avlingen var heller ikke påvirket av pH i 1996, men i 1997 ga den kalka serien høyere Se-innhold i plantene. Da avlingsforskjellene var små, kan hovedårsaken være at den lille pH-forskjellen har påvirket bindingsforholdene for Se i jorda.

Tabell 1.9. Se-innhold i raigras etter ulike gjødslingsopplegg med Se, mg Se per kg tørt raigras. Middell av 2 pH-serier.

Ledd	1996				1997			
	1.slått	2.slått	3.slått	4.slått	1.slått	2.slått	3.slått	4.slått
a	<0,02	0,35	0,50	0,13	<0,02	0,57	0,31	0,09
b	<0,02	0,54	0,50	0,14	<0,02	0,73	0,32	0,10
c	<0,02	0,52	0,68	0,17	<0,02	0,67	0,46	0,13
d	<0,02	0,68	0,47	0,15	<0,02	0,88	0,55	0,15
e	<0,02	0,66	0,86	0,21	<0,02	0,94	0,49	0,15

Se-analysene viser at Se-gjødslingen har vært svært effektiv. Allerede ved minste Se-mengde til 2.slått i anleggsåret er Se-innholdet i avlingen økt kraftig og kommet opp på et høyt og tilstrekkelig nivå. Samtidig har Se-tilførselen på leddene b - e gitt unødvendig høyt Se-innhold i avlingen. Det har stort sett vært meget godt samsvar mellom hver Se-gjødsling og Se-innholdet i den påfølgende avlingen.

Se-analysene for 1. slått i 1997 viser at det ikke har vært ettervirkning av Se-gjødslingen i 1996. Se-tallene for 4.slått begge år viser imidlertid at det har vært ettervirkning av den Se-gjødslingen som ble utført tidligere i samme vekstsesong.

Avlingen i 2.slått i 1997 var liten og bare halvparten så stor som i 3.slått. Dette er trolig årsaken til at Se-innholdet i 2.slått var meget høyt og at Se-innholdet i 3.slått var betydelig lavere.

Konklusjon, Se-gjødsling i gras

Se-innholdet i avlingen var meget lavt uten Se-gjødsling.

Se-holdig Kalksalpeter økte Se-innholdet i avlingen meget effektivt.

Se-mengder høyere enn 10 mg Se pr kg Kalksalpeter (60 kg vare pr daa) førte til uønsket høyt Se-innhold i avlingen.

Se-gjødslingen til 2. og 3.slått økte også Se-innholdet i 4.slått noe, men hadde ingen effekt på Se-innholdet i den 1. avlingen året etter.

Avlingsnivået har trolig stor betydning for konsentrasjonen av Se i avlingen.

Selènopptak i gras ved ulike pH-nivå

I dette karforsøket undersøkes spesielt hvordan Se-tilgangen fra jorda endrer seg etter oppkalking. Det blir nyttet jord fra et fastliggende Se-felt (S127.1) beliggende ved låven på Instituttet. Se «Feltforsøk i vårhvet» foran. Jorda er en moldholdig sandig lettleir.

Våren 1996 ble jord fra hver av de 4 forsøksleddene på feltet delt i 3 og pH regulert med 0, 10 og 30 gram CaCO₃ pr kar. Etter siste høsting i 1996 var pH-trinnene i middel av ledd ca 5,2 - 5,7 - 6,9. Forsøket ble kalket på nytt med 8 gram CaCO₃ pr kar ved oppstart våren 1997. Etter siste høsting dette året var pH i middel ca 5,5 - 6,0 - 6,9. Våren 1998 ble pH igjen regulert noe for å jevne ut forskjeller mellom ledd i samme serie.

Det grunnjødsles ved innblanding før såing med tilsvarende 80 kg/daa Fullgjødsel 18-3-15. Etter 1., 2. og 3. slått gjødsles med tilsvarende 40 kg/daa Fullgjødsel 22-2-12. Forsøksvekst er ett-årig raigras som høstes 4 ganger ved begynnende skyting. Det nyttes 7 liter kar og 3 gjentak.

Avling

Raigraset var jevnt, grønt og i fin vekst gjennom hele veksttida begge forsøksår. Det var store avlinger og aller størst avling har det vært på ledd b (Tabell 1.10). Avlingene var størst på det høyeste pH-trinnet i 1996 og minst i 1997.

Tabell 1.10. Avling av raigras på tidligere ulikt Se-gjødslet jord ved 3 pH-nivå, sum 4 høstinger, gram tørrstoff pr kar

Ledd	1996				1997			
	pH I	pH II	pH III	Middel	pH I	pH II	pH III	Middel
a	79,0	79,7	84,5	81,1b	69,6	68,0	67,0	68,2b
b	84,4	80,6	87,6	84,2a	71,7	69,7	67,9	69,8a
c	79,3	80,7	81,8	80,6b	69,3	70,5	64,4	68,1b
d	81,8	80,5	83,3	81,8b	71,6	69,9	62,7	68,1b
Middel	81,1b	80,4b	84,3a		70,5a	69,5a	65,5b	

Se-innholdet i avlingen

Se-innholdet i raigras har vært lavt i hele forsøksperioden på alle pH-nivå (Tabellene 1.11. og 1.12). Ledd c, med høyest Se-tilførsel gjennom feltforsøksperioden, ga noe høyere Se-innhold i 3. og 4. høsting i 1996 og i 2. høsting i 1997. Det leddvise Se-opptaket i middel av pH i 1996 viser også at ledd c har gitt noe høyere Se-opptak de to siste høstingene og i avlingen totalt (Tabell 1.13). I 1996 var Se-innholdet og Se-opptaket høyest ved det høyeste pH-nivået ved sammenstilling av alle høstinger og ledd (Tabell 1.14). Dette samsvarer godt med feltforsøket i korn som er beskrevet foran.

Tabell 1.11. Se-innhold i raigras på tidligere ulikt Se-gjødslet jord ved tre pH-nivå i 1996, mg per kg

Ledd	1. høsting			2. høsting			3. høsting			4. høsting		
	pH I	pH II	pH III	pH I	pH II	pH III	pH I	pH II	pH III	pH I	pH II	pH III
a	0,03	<0,02	<0,02	0,02	<0,02	<0,02	0,02	0,02	0,02	<0,02	<0,02	0,04
b	0,02	<0,02	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
c	<0,02	0,02	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04
d	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02

Tabell 1.12. Se-innhold i raigras på tidligere ulikt Se-gjødset jord ved tre pH-nivå i 1997, mg per kg

Ledd	1. høsting			2. høsting			3. høsting			4. høsting		
	pH I	pH II	pH III	pH I	pH II	pH III	pH I	pH II	pH III	pH I	pH II	pH III
a	<0,02	<0,02	0,02	0,02	<0,02	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,02
b	<0,02	<0,02	0,03	<0,02	0,02	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,02	<0,02	0,02
c	<0,02	<0,02	0,02	<0,04	0,04	0,03	<0,02	<0,02	<0,02	0,02	<0,02	0,02
d	<0,02	<0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,02

Tabell 1.13. Se-opptak i raigras i middel av pH i 1996 på tidligere ulikt Se-gjødset jord, µg per kar

Ledd	1. slått	2. slått	3. slått	4. slått	Sum
a	0,40a	0,46a	0,44b	0,38a	1,69a
b	0,44a	0,38a	0,45b	0,59a	1,85a
c	0,42a	0,37a	0,54a	0,61a	1,94a
d	0,33a	0,46a	0,48b	0,44a	1,71a

Tabell 1.14. Effekten av jordas pH på innhold og opptak av Se i totalavlingen av raigras i middel av ledd i 1996

	pH 5,2	pH 5,7	pH 6,9
Innhold, mg Se pr kg	0,022ab	0,020b	0,024a
Opptak, µg Se pr kar	1,76b	1,59b	2,04a

Konklusjon, Se-opptak og pH-nivå

Se-innholdet i raigras har vært lavt på alle tre pH-nivå begge forsøksår.

I 1996 var innholdet og opptaket av Se høyest på det høyeste pH-nivået.

Leddets med høyest Se-tilførsel i feltforsøksperioden har gitt noe høyere Se-opptak i enkelte høstinger.

2. EFFEKTEN AV MAKRO- OG MIKRO-NÆRINGSSTOFFER I FASTLIGGENDE FELT

Hensikten med forsøkene som ble startet opp i 1990, er å teste hva som skjer med avlingene når et av næringsstoffene utelates fra gjødsla. Hvilken betydning har klimavariasjonen fra år til år, og hvor lang tid vil det gå før behovet for de enkelte næringsstoffene viser seg på ulike jordtyper? 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 Landbrukets forsøksringer og Planteforsk. Jorda på disse feltene har overveiende middels næringsinnhold. Unntaket er et meget høyt innhold av plantetilgjengelig fosfor og et meget lavt innhold av kalium og bor i jorda på Vågønesfeltet. Innholdet av lettløslig kalium i jorda på Kvithamarfeltet er også lavt. Resultater fra kjemisk analyse av forsøksjorda på feltene er presentert i årsrapportene for 1990, 92, 94 og 96.

Uten N-gjødsling var avlingene i middel halvert både i eng og korn allerede i 1994. I 1995 og 96 var avlingene i korn i middel redusert med ca 60%, mens avlingsreduksjonen i eng økte ytterligere. Avlingsreduksjonen for de andre næringsstoffene har variert mellom felt og år, men utslagene har vært sterkest for S på Vågønesfeltet og for K på Særheimfeltet. I 1996 ble feltet på Vågønes lagt om og ble derfor ikke høstet, mens det fortsatt var sikker avlingsreduksjon for K på Særheimfeltet. Dette året var det også sikker avlingsreduksjon både for K og P på kornfeltet i Solør-Odal.

Uten tilførsel er avlingenes innhold av de respektive næringsstoffene ofte blitt redusert, særlig i eng. De to engfeltene har særlig hatt meget lavt innhold av K og S i avlingene, men også lavere innhold av P og Mg når disse næringsstoffene ikke har vært tilført.

Forsøksopplegg

Forsøksplan:

- a. Gjødning 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 gjødning

Næringsstoffene som blir tilført på hvert enkelt ledd på kornfeltene, fremgår av tabell 2.1. Forsøksgjødsla blir spredd på overflaten og harvet inn i jorda før såing. I eng brukes de samme gjødseltypene, men i mengder tilsvarende 12 kg N/daa tilført tidlig om våren. Det

Tabell 2.1. Gjødning og næringsstoffer tilført per daa på kornfeltene fra 1996^(*)

Ledd	Gjødseltype	Vare	P	K	Ca	Mg	S	B
		- - - -			kg	- - - -		gram
a	F.gj. 17-5-13	65,4	3,7	8,9	1,5	0,8	2,0	13
b(-N)	PK 7-18 +Boraks	48,6 0,1	3,5	8,9	3,4	1,2	2,7	13
c(-P)	NK 19-16 +Boraks	52,3 0,1	-	8,2	0,4	1,0	2,2	13
d(-K)	NP 26-6 P 8	40,1 10,0	2,3 0,8	(0,1)	1,3 2,0	0,7	0,9 1,2	14
e(-Mg)	NPK 16-16-16 +Gips 10,0 +Boraks	61,9 0,07	4,3	8,2 2,3	1,8	(0,1) 1,9	0,1	3 9
f(-S)	NPK 16-11-14	60,9	2,9	7,1	1,5	1,0	(0,1)	12
g(-B)	PK 7-18 Amm.nitrat	48,6 29,0	3,5	8,9	3,4	1,2	2,7	-
h	NPK 16-16-16	61,9	4,3	8,2	1,8	(0,1)	0,1	3)
i	Uten gjødning							

^(*) 10 kg N per daa tilføres på alle ledd unntatt b og i.

gjødsles med N og K etter 1.slått unntatt på ledd i og unntatt på leddene b og d for henholdsvis N og K.

Feltene har 3 gjentak. Anleggsrutene er 24 m² og høsterutene 12 m². Kornet blir høstet ved modning, mens enga blir høstet ved skyting 2 eventuelt 3 ganger. Det blir tatt avlingsprøve fra hver rute både i korn og eng, og disse blir slått sammen leddvis for kjemisk analyse.

I 1997 ble det dyrket bygg på Kvithamar, hvete i Nedre Telemark og i Ås og potet på Apelsvoll og i Solør-Odal . Engfeltene fortsatte på Særheim og på Vågønes.

Avlinger

I 1997 ble korn- og potetavlingene omtrent halvert både helt uten gjødsling og når bare nitrogen ble utelatt (Tabell 2.2). Det ble også stor avlingsreduksjon uten P-gjødsling på hvetefeltet i Telemark og uten K- og B-gjødsling i poteter på Apelsvoll. Engavlingene på Særheim og Vågønes ble i middel redusert til under 30 % både helt uten gjødsling og uten N-gjødsling i forhold til bruk av Fullgjødsel. På Særheimfeltet var det igjen sikker avlingsreduksjon også uten K-gjødsling samt på leddet uten S i 2.slått. Det var også avlingsnedgang uten K og S på Vågønes, og nedgangen var sikker i 2.slått.

Tabell 2.2. Avling på de ulike gjødslingsleddene i kg korn og potet per daa

Ledd	Ås	Telem	Kvithamar	Apelsvoll(potet)		Solør-Odal(potet)	
	Hvete	Hvete	Bygg	Salgbar	Total	Salgbar	Total
a	223a	310a	304b	3735ab	4529ab	2643a	3441bc
b(-N)	99b	205c	101c	2317d	3070e	1408b	2180d
c(-P)	234a	254bc	299b	3937a	4656a	2613a	3250c
d(-K)	240a	296ab	301b	3116c	3896d	2596a	3396bc
e(-Mg)	253a	305ab	326ab	3728ab	4705a	2636a	3435bc
f(-S)	230a	292ab	312b	3412bc	4282bc	2680a	3519abc
g(-B)	255a	326a	321ab	3192c	4098cd	2928a	3719ab
h(-Mg,S,B)	210a	294ab	341a	3630ab	4477ab	2983a	3867a
i(Kontroll)	117b	225c	99c	2000d	2925e	1179b	1891d

Tabell 2.2. Engavling på de ulike gjødslingsleddene i kg tørrstoff per daa

Ledd	Særheim				Vågønes		
	1.slått	2.slått	3.slått	Total	1.slått	2.slått	Total
a	559ab	355bc	30b	945ab	399a	302a	702ab
b(-N)	140d	56e	14c	210d	225c	36d	262c
c(-P)	538b	368ab	38ab	944ab	334ab	312a	647ab
d(-K)	413c	297d	45ab	756c	355ab	243bc	599b
e(-Mg)	555ab	388ab	34ab	977ab	428a	336a	763a
f(-S)	561ab	307d	49a	917b	354ab	243bc	597b
g(-B)	599a	403a	31b	1033a	277bc	288ab	566b
h(-Mg,S,B)	569ab	314dc	40ab	923b	379ab	227c	605b
i(Kontroll)	166d	51e	15c	233d	227c	30d	257c

Innhold av næringsstoffer i avlingene

De kjemiske avlingsanalysene for 1997 er presentert i tabellene 2.4 , 2.5 og 2.6.

Kornavlingenes innhold av næringsstoffer ble i noen grad påvirket av

forsøksbehandlingene. På feltene i Ås og i Telemark var N- og Mg-innholdet lavere når disse næringsstoffene ikke ble tilført, mens det var innholdet av P og B som ble redusert på Kvithamarfeltet. På de to potetfeltene på Apelsvoll og i Solør-Odal ble både N, P, K og S-innholdet i potetene redusert i begge sortene når det ikke ble gjødslet med disse næringsstoffene. Beate hadde lavere innhold av både N, P og K enn Saturna på begge feltene.

I engavlingene var også innholdet av både N, K og S sterkt redusert på begge feltene når disse næringsstoffene ikke var tilført. I tillegg var P-innholdet tydelig redusert uten tilførsel av P, og på Vågønesfeltet ble også Mg-innholdet i avlingene redusert uten tilførsel av Mg. På ledd uten K-gjødsling økte Mg-innholdet sterkt i avlingene på begge feltene. Dette antagonistiske forholdet mellom K og Mg kunne ikke registreres i avlingsanalysene for korn og potet. Innholdet av næringsstoffer i eng var som vanlig lavest i 1.slått, særlig på Særheimfeltet.

Tabell 2.4. Gjødslings betydning for innholdet av næringsstoffer i tørrstoffavlingene av korn i 1997

Ledd	N	P	K	Mg	S	B	
	-----	-----	%	-----			mg kg ⁻¹
Ås (Hvete)							
a	2,19	0,41	0,39	0,14	0,14	1,3	
b(÷N)	1,81	0,43	0,41	0,15	0,13	1,0	
c(÷P)	2,25	0,42	0,38	0,15	0,15	0,8	
d(÷K)	2,20	0,39	0,38	0,14	0,15	0,8	
e(÷Mg)	2,20	0,39	0,39	0,13	0,14	0,8	
f(÷S)	2,35	0,41	0,37	0,14	0,15	0,5	
g(÷B)	2,45	0,40	0,37	0,14	0,16	0,7	
h(÷Mg,S&B)	2,41	0,40	0,36	0,14	0,15	0,7	
i(Kontroll)	1,77	0,41	0,40	0,13	0,13	0,4	
Telemark (Hvete)							
a	2,56	0,44	0,47	0,16	0,17	0,6	
b(÷N)	2,13	0,44	0,45	0,15	0,15	0,6	
c(÷P)	2,61	0,43	0,44	0,16	0,17	0,6	
d(÷K)	2,63	0,43	0,43	0,17	0,18	0,6	
e(÷Mg)	2,61	0,41	0,43	0,15	0,17	0,4	
f(÷S)	2,65	0,43	0,43	0,16	0,18	0,6	
g(÷B)	2,62	0,41	0,41	0,15	0,18	0,4	
h(÷Mg,S&B)	2,65	0,43	0,42	0,15	0,17	0,6	
i(Kontroll)	2,11	0,42	0,45	0,14	0,15	0,3	
Kvithamar (Bygg)							
a	1,73	0,44	0,60	0,12	0,14	1,5	
b(÷N)	1,76	0,49	0,56	0,13	0,15	0,6	
c(÷P)	1,78	0,42	0,58	0,12	0,13	0,6	
d(÷K)	1,81	0,44	0,58	0,13	0,14	0,7	
e(÷Mg)	1,75	0,45	0,62	0,13	0,14	0,7	
f(÷S)	1,76	0,44	0,59	0,13	0,14	0,7	
g(÷B)	1,73	0,42	0,59	0,12	0,13	0,4	
h(÷Mg,S&B)	1,69	0,43	0,59	0,12	0,13	0,6	
i(Kontroll)	1,85	0,51	0,58	0,14	0,15	0,7	

Tabell 2.5. Gjødslingens betydning for innholdet av næringsstoffer i tørrstoffavlingene av potet i 1997

Ledd	N	P	K	Mg	S	B	mg kg ⁻¹
	----- % -----						
Apelsvoll (Saturna)							
a	1,03	0,26	2,13	0,11	0,15	4,4	
b(÷N)	0,83	0,27	2,21	0,11	0,15	5,1	
c(÷P)	1,02	0,24	2,01	0,11	0,17	5,0	
d(÷K)	1,24	0,27	1,48	0,10	0,19	4,5	
e(÷Mg)	0,98	0,25	2,05	0,11	0,17	4,7	
f(÷S)	1,13	0,25	1,99	0,12	0,13	4,8	
g(÷B)	1,21	0,23	1,98	0,12	0,18	4,6	
h(÷Mg,S&B)	1,03	0,25	2,10	0,12	0,12	4,8	
i(Kontroll)	0,83	0,28	2,00	0,11	0,18	4,1	
Apelsvoll (Beate)							
a	0,71	0,23	1,84	,09	0,14	4,2	
b(÷N)	0,55	0,27	2,21	0,09	0,12	5,0	
c(÷P)	0,82	0,23	1,88	0,09	0,14	3,8	
d(÷K)	0,81	0,24	1,41	0,08	0,14	3,8	
e(,Mg)	0,76	0,24	1,88	0,09	0,13	4,4	
f(,S)	0,83	0,25	1,88	0,08	0,08	4,8	
g(,B)	0,88	0,23	1,96	0,09	0,14	5,5	
h(÷Mg,S&B)	0,84	0,25	1,89	0,09	0,14	5,0	
i(Kontroll)	0,61	0,27	1,80	0,09	0,13	4,9	
Solør-Odal (Saturna)							
a	1,05	0,22	2,34	0,11	0,14	5,2	
b(÷N)	0,77	0,27	2,48	0,10	0,14	5,6	
c(÷P)	1,15	0,20	2,36	0,11	0,13	5,3	
d(÷K)	1,00	0,22	1,98	0,11	0,17	5,9	
e(÷,Mg)	1,02	0,23	2,30	0,10	0,14	5,3	
f(÷S)	1,06	0,21	2,21	0,11	0,12	5,5	
g(÷B)	1,02	0,19	2,15	0,11	0,14	5,5	
h(÷Mg,S&B)	1,06	0,24	2,35	0,11	0,12	5,1	
i(Kontroll)	1,01	0,27	2,36	0,11	0,08	5,7	
Solør-Odal (Beate)							
a	0,92	0,21	2,08	0,10	0,15	5,2	
b(÷N)	0,58	0,26	2,24	0,09	0,12	6,6	
c(÷P)	0,89	0,20	2,21	0,11	0,15	5,8	
d(÷K)	0,89	0,21	1,75	0,10	0,15	5,1	
e(÷Mg)	0,90	0,22	2,03	0,10	0,14	4,8	
f(÷S)	0,94	0,21	2,10	0,11	0,13	6,2	
g(÷B)	0,94	0,21	2,14	0,10	0,14	5,7	
h(÷Mg,S&B)	0,91	0,22	2,11	0,10	0,11	5,3	
i(Kontroll)	0,67	0,26	2,21	0,10	0,12	6,4	

Tabell 2.6 Gjødslingens betydning for innholdet av næringsstoffer i tørrstoffavlingene av eng i 1997

Ledd	N	P	K	Mg	S	B
	----- % -----			mg kg ⁻¹		
Særheim (1. slått)						
a	1,64	0,24	1,53	0,13	0,17	6,1
b(÷N)	1,08	0,29	2,16	0,15	0,21	8,3
c(÷P)	1,88	0,22	1,73	0,13	0,19	6,4
d(÷K)	2,21	0,27	0,78	0,20	0,21	6,0
e(÷Mg)	1,79	0,25	1,63	0,13	0,17	5,5
f(÷S)	1,78	0,25	1,58	0,13	0,12	6,5
g(÷B)	1,61	0,25	1,75	0,14	0,18	5,8
h(Mg,S&B)	1,84	0,27	1,69	0,13	0,15	5,2
i(Kontroll)	1,06	0,25	1,61	0,15	0,19	7,3
Særheim (2. slått)						
a	1,91	0,26	1,10	0,25	0,23	8,2
b(÷N)	1,67	0,41	2,37	0,26	0,42	9,7
c(÷P)	2,07	0,25	1,31	0,26	0,25	8,1
d(÷K)	2,34	0,26	0,69	0,29	0,27	9,5
e(÷Mg)	1,93	0,28	1,11	0,25	0,22	8,5
f(÷S)	2,17	0,31	1,26	0,25	0,16	12,1
g(÷B)	1,90	0,27	1,33	0,25	0,25	7,7
h(Mg,S&B)	2,03	0,32	1,30	0,22	0,16	8,3
i(Kontroll)	1,69	0,42	1,97	0,29	0,45	10,5
Særheim (3. slått)						
a	2,46	0,36	1,24	0,34	0,38	7,6
b(÷N)	2,22	0,45	2,17	0,27	0,50	4,2
c(÷P)	2,43	0,36	1,34	0,32	0,38	6,5
d(÷K)	2,44	0,37	0,91	0,30	0,40	5,3
e(÷Mg)	2,48	0,35	1,36	0,32	0,35	8,6
f(÷S)	2,40	0,40	1,38	0,30	0,33	6,3
g(÷B)	2,58	0,37	1,51	0,29	0,37	5,4
h(Mg,S&B)	2,32	0,38	1,39	0,27	0,33	6,1
i(Kontroll)	2,33	0,47	1,99	0,30	0,50	4,0
Vågønes (1. slått)						
a	2,05	0,26	2,11	0,18	0,20	4,3
b(÷N)	1,13	0,24	1,71	0,15	0,12	5,4
c(÷P)	2,09	0,23	2,19	0,18	0,18	3,3
d(÷K)	1,79	0,24	1,02	0,22	0,17	4,3
e(÷Mg)	2,03	0,25	2,11	0,15	0,17	3,0
f(÷S)	2,11	0,27	2,13	0,18	0,12	5,7
g(÷B)	2,28	0,28	2,15	0,19	0,21	3,9
h(Mg,S&B)	1,95	0,28	2,21	0,15	0,12	3,4
(Kontroll)	1,21	0,25	1,45	0,19	0,12	4,2

Tabell 2.6 Gjødslings betydning for innholdet av næringsstoffer i tørrstoffavlingene av eng i 1997 (forts.)

Ledd	N	P	K	Mg	S	B
	-----		%	-----		mg kg ⁻¹
Vågønes (2.slått)						
a	2,74	0,31	2,11	0,18	0,21	6,9
b(÷N)	2,67	0,34	2,07	0,24	0,24	4,2
c(÷P)	2,73	0,30	2,29	0,17	0,22	3,4
d(÷K)	3,08	0,41	1,17	0,34	0,25	6,8
e(÷Mg)	2,60	0,35	2,47	0,16	0,20	4,1
f(÷S)	2,92	0,39	2,45	0,22	0,17	6,8
g(÷B)	2,55	0,35	2,58	0,18	0,22	4,4
h(Mg,S&B)	2,99	0,41	2,38	0,20	0,19	4,7
i(Kontroll)	2,51	0,38	1,83	0,36	0,23	7,5

Konklusjon:

Fullgjødsel[®] 17-5-13 ga stor meravling i forhold til ugjødslet ledd og leddet uten N-gjødsling på alle feltene. I middel på ugjødslet ledd ble kornavlingene 48 %, salgbare potetavlinger 58 % og engavlingene 29 % i forhold til avlingene på leddet med Fullgjødsel. Det var også sikker avlingsreduksjon uten tilførsel av P på kornfeltet i Telemark og uten tilførsel av K og B på potetfeltet på Apelsvoll. I engfeltene var det sikker avlingsreduksjon uten tilførsel av K og S på Særheim og uten tilførsel av B samt K og S i henholdsvis 1.slått og 2.slått på Vågønes.

Det var også meget god sammenheng mellom manglende tilførsel av næringsstoffer og redusert innhold av næringsstoffer i avlingene, spesielt i potet og eng. På alle potet- og engfeltene ble både N-, P-, K- og S- innholdet redusert uten gjødsling med disse næringsstoffene, og på et av feltene i eng ble også Mg-innholdet redusert uten Mg-gjødsling. I korn ble N- og Mg-innholdet redusert uten tilførsel på to av feltene, mens P- og B-innholdet ble redusert på det tredje feltet.

3. GJØDSLINGSSTRATEGI I POTET

Da kvaliteten er avgjørende for lønnsomheten i potetproduksjonen, er det viktig å utvikle optimale gjødslingssystemer hvor potetkvaliteten er satt i fokus. For tiden arbeides det med forsøk hvor en tester effekten av delt nitrogen- og kaliumgjødsling i kombinasjon med tilførsel av lettløslig kalsium gjennom Kalksalpeter (KS). Opplegget tar spesielt sikte på å redusere mengden av indre feil som brun marg, kolv og nekrose i potetknollen. Det utføres forsøk både i felt og i veksthus. Denne rapporten beskriver et kasseforsøk som inngår i dette arbeidet, og som utføres i veksthuset ved IJVF. I dette forsøket er også bor inkludert som forsøksfaktor. Forsøket utføres med sorten Saturna som er hovedsorten for produksjonen av chips, og som er spesielt utsatt for kvalitetsproblemer.

Forsøksopplegg

Forsøksjord: Meget nærings- og moldfattig Elverumsand blandet med 30 volumprosent hvitmosetorv. Kalket med 50 gram CaCO_3 per kasse. Etter avhøsting i 1997 var pH 5,5-5,6 på ledd med Kalksalpeter, mens leddene med ammoniumnitrat (AN) lå litt lavere. I 1998 er andelen av hvitmosetorv økt til 50 volumprosent og jordblandingen er kalket med 130 gram CaCO_3 per kar.

Grunngjødsling: 10 kg P og 5 kg N per dekar i monoamoniumfosfat (MAP). 6 kg Mg per dekar i MgO bortsett fra ledd 1 som blir tilført kieseritt av hensyn til svovelmengden på dette leddet. 50 ml flytende mikronæring med Mn, Zn, Fe, Cu, B og Mo per kasse. For bor tilsvarende dette 21 gram per dekar. I 1997 ble det imidlertid tilført 40 gram bor per dekar i form av boraks.

Total nitrogengjødsling: 24 kg per dekar; 60/40 % fordeling på 1. og 2. gjødsling.

Total kaliumgjødsling: 40 kg per dekar; 55/45 % fordeling på 1. og 2. gjødsling.

Det blir anvendt kasser (40 cm x 60 cm x 22 cm) som forsøkskar med 3 planter i 36 liter jord. På bakgrunn av erfaringer fra 1997 ble antall planter redusert til 2 i 1998. Det nyttes 3 gjentak. Før setting blir potetene lagt til lysgroing.

Forsøksplan (mengder per dekar):

Ledd	Innblanding før setting	Tilført like før knollansetting
a.	19 kg N i AN + 40 kg K i K-sulfat	
b.	9 kg N i AN + - - « - -	10 kg N i KS
c.	19 kg N i KS + - - « - -	
d.	9 kg N i KS + - - « - -	10 kg N i KS
e.	9 kg N i AN + - - « - -	10 kg N i B-KS
f.	19 kg N i AN + 22 kg K i K-sulfat	18 kg K i K-sulfat
g.	9 kg N i AN + - - « - -	10 kg N i KS + 18 kg K i K-sulfat
h.	19 kg N i KS + - - « - -	18 kg K i K-sulfat
i.	9 kg N i KS + - - « - -	10 kg N i KS + 18 kg K i K-sulfat
j.	9 kg N i AN + - - « - -	10 kg N i B-KS + 18 kg K i K-sulfat
k.	9 kg N i AN + - - « - -	10 kg N og 18 kg K i NK 15-27
l.	9 kg N i NK15-27+5,4 kg K i K-sulfat	10 kg N og 18 kg K i NK 15-27

Knollavlingen blir registrert og kvalitetsvurdert. Uttak av leddvise planteprøver for kjemisk analyse av N, K, Ca, Mg og B.

Avling

Potetene spirte relativt jevnt og hadde meget god vekst den første tiden. Bladene begynte imidlertid å visne alt for tidlig etter knollansettingen da vanntilførselen ble for liten i den varmeste perioden ved bruk av én vanning pr døgn. Likevel ble det bra knollavling totalt, men andelen små poteter var meget høy (Tabell 3.1). Av de enkelte gjødslingsoppleggene ga ledd f, med all N gitt som AN om våren og delt K-gjødsling, signifikant større totalavling enn bl a ledd h hvor det ble brukt KS i samme opplegget. Til gjengjeld ga ledd c, med all N i form av KS samt all K tilført om våren, signifikant større avling av matpoteter enn ledd e hvor N-mengden er delt med bruk av AN før setting. Ledd l med bruk av NK 15-27 ga bra totalavling, men med meget lav andel av matpoteter.

Tabell 3.1. Avlingseffekt av ulike gjødslingsopplegg til potet, gram ts per kasse

Ledd:	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
Total avling	1214	1214	1202	1192	1229	1297	1252	1187	1258	1207	1194	1272
	ab	ab	b	b	ab	a	ab	b	ab	b	b	ab
Mat potet	466	397	618	348	311	431	410	431	525	386	315	217
	abc	abc	a	abc	bc	abc	abc	abc	ab	abc	bc	c

Avlingsresultatene gir ingen sikre utslag ved en sammenstilling av hovedeffekter, men i middel er det likevel noen interessante utslag (Tabellene 3.2 og 3.3). Totalavlingen av poteter ble noe større ved delt K-gjødsling, mens avlingen av matpotet ble noe større når all N ble gitt om våren. Det er heller ingen sikre forskjeller mellom N-gjødselslag brukt om våren, men i middel ga AN noe større totalavling, mens KS ga noe større avling av matpotet. Kombinasjonen vårgjødsling med AN (19 eller 9 kg N) og delt K-gjødsling ga i middel noe større totalavling, mens kombinasjonen all N, særlig i form av KS, og all K før setting ga størst avling av matpotet.

Tabell 3.2. Effekt av delt N og K samt ulike N-gjødselslag på totalavling av potet, gram tørrstoff per kasse

	N før setting	Delt N	AN vår	KS vår	Middel
K før setting	1208	1203	1214	1197	1206a
Delt K	1242	1255	1275	1223	1249a
Middel	1225a	1229a	1245a	1210a	

Tabell 3.3. Effekt av delt N og K samt ulike N-gjødselslag på avling av matpotet, gram tørrstoff per kasse

	N før setting	Delt N	AN vår	KS vår	Middel
K før setting	542	372	431	483	457a
Delt K	431	468	421	478	450a
Middel	487a	420a	426a	481a	

Kjemiske avlingsanalyser

De ulike forsøksbehandlingene hadde generelt liten innvirkning på innholdet og opptaket av næringsstoffer i totalavlingen av potet (Tabellene 3.4, 3.5 og 3.6). Innholdet og opptaket av Kjeldahl N var imidlertid noe lavere ved tilførsel av all N om våren i form av AN, mens leddene med KS fra våren av har virket positivt. K-innholdet ble noe høyere når all K ble gitt om våren, men dette påvirket likevel ikke K-opptaket. Tilførselen av ekstra B gjennom Bor-Kalksalpeter™ (B-KS) har også ført til et høyere innhold og opptak av B i avlingen. I forsøket blir B-KS tilført ved knollansetting og kombinert med AN tilført om våren. For Ca og Mg viser resultatene svært små forskjeller.

Tabell 3.4. Effekt av ulike gjødslingsopplegg på innholdet av Kjeldahl N, K, Ca, Mg (gram per kg tørrstoff) og B (mg per kg tørrstoff) i totalavlingen av potet

Ledd:	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
Kjeld N	10,0	10,9	11,6	11,3	12,0	9,8	10,9	11,3	11,7	11,4	12,3	11,3
K	24,7	24,9	24,5	24,2	24,5	22,9	23,2	23,8	25,7	24,3	24,2	24,0
Ca	0,17	0,14	0,18	0,15	0,14	0,15	0,16	0,17	0,17	0,18	0,14	0,17
Mg	1,16	1,17	1,19	1,17	1,22	1,12	1,15	1,16	1,23	1,20	1,22	1,19
B	8,0	4,6	3,9	4,3	7,1	4,1	3,8	3,3	3,8	7,2	3,2	3,6

Tabell 3.5. Effekten av delt N og K samt ulike N-gjødselslag på innholdet av Kjeldahl N, K, Ca, Mg (gram per kg ts) og B (mg per kg ts) i totalavlingen av potet

	N før setting	Delt N	AN vår	KS vår	Middel
Kjeldahl N					
K før setting	10,8	11,1	10,4	11,5	10,9
Delt K	10,6	11,3	10,4	11,5	11,0
Middel	10,7	11,2	10,4	11,5	
Kalium					
K før setting	24,6	24,6	24,8	24,4	24,6
Delt K	23,3	24,5	23,1	24,8	23,9
Middel	24,0	24,5	23,9	24,6	
Kalsium					
K før setting	0,19	0,14	0,17	0,16	0,16
Delt K	0,16	0,16	0,15	0,17	0,16
Middel	0,17	0,15	0,16	0,16	
Magnesium					
K før setting	1,18	1,17	1,17	1,18	1,18
Delt K	1,14	1,19	1,13	1,20	1,17
Middel	1,16	1,18	1,15	1,19	
Bor					
K før setting	5,9	4,5	6,3	4,1	5,2
Delt K	3,7	3,8	3,9	3,5	3,7
Middel	4,8	4,1	5,1	3,8	

Tabell 3.6. Effekt av ulike gjødslingsopplegg på opptaket av Kjeldahl N, K, Ca, Mg (gram per kasse) og B (mg per kasse) i totalavlingen av potet

Ledd:	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
Kjeld N	2,26	2,56	2,54	2,61	2,84	2,51	2,65	2,58	2,60	2,72	2,61	2,79
K	5,59	5,85	5,36	5,60	5,80	5,86	5,62	5,41	5,72	5,79	5,15	5,94
Ca	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04
Mg	0,26	0,28	0,26	0,27	0,29	0,29	0,28	0,26	0,27	0,28	0,26	0,29
B	1,81	1,08	0,85	0,99	1,67	1,04	0,91	0,76	0,84	1,71	0,69	0,90

Konklusjon

Delt kaliumgjødsling i kombinasjon med ammoniumnitrat før setting ga størst totalavling av potet.

All kalium og all nitrogen i form av Kalksalpeter tilført før setting ga størst avling av matpoteter.

Gjødsling med NK 15-27 ga bra totalavling, men andelen av matpoteter var meget lav.

Innholdet og opptaket av næringsstoffer i totalavlingen av potet ble lite påvirket av forsøksbehandlingene. Kalksalpeter ga noe bedre nitrogenutnyttelse, mens Bor-Kalksalpeter tydelig påvirket innhold og opptak av bor.

4. Fullgjødning med mangan og sink

Mangel på mangan (Mn) og sink (Zn) er gjerne knyttet til jord med høy pH, men på lett mineraljord kan problemer oppstå også ved pH-verdier rundt 6,0. Utsprøyting av Mn og Zn på plantene i veksttiden gir som regel et effektivt opptak, men på sprøytetidspunktet kan avlingen allerede ha fått varig skade. Ved tilførsel av disse mikronæringsstoffene gjennom en Fullgjødningstype om våren, kunne en kanskje forhindre mangelproblemer på utsatte arealer samt redusere kjøringen i åkeren. Effekten av Zn og særlig Mn som tilføres jorda, kan bedres gjennom inngranulering i gjødsla og ved radgjødning. I tidligere karforsøk med Mn-holdig NPK økte Mn-opptaket ved normalt pH-nivå i jorda, men effekten ble sterkt redusert ved høyt pH-nivå.

I 1997 ble det startet opp et nytt karforsøk for å teste en forsøksgjødning hvor Mn og Zn var inngranulert i Fullgjødning® 11-5-17.

Forsøksopplegg

Det ble nyttet en moldfattig siltjord fra Solør som hadde meget lavt innhold av Mn og Zn (Tabell 4.1). Forsøket ble utført i to kalkserier (0 og 5 gram CaCO₃ per kar) med havre og tomat som forsøksvekster. Etter avhøsting var pH i de to seriene henholdsvis ca 6,4 og 6,7 i havre og ca 6,8 og 7,1 i tomat. Forsøket ble videreført i samme jord i 1998. Ved høyeste pH-nivå ble det tilført 10 og 5 gram CaCO₃ per kar i henholdsvis havre og tomat.

Tabell 4.1. Kjemisk analyse av noen næringsstoffer i forsøksjorda

pH	P-AL	K-AL	Mg-AL	Ca-AL	Mn	Zn	Titrerbar alkalinitet
	-	mg/100 gram		-	-	mg/kg	m.e. per 100 gram
7,3	7,1	16,6	7,3	204	< 1,0	1,4	4,0

Havren spirte bra og ga jevn og fin åker. Ved skyting hadde plantene på leddet uten Mn og Zn litt kortere internodier og det kunne observeres avbleika, langstrakte felt på nedre halvdel av enkelte blad ved begge pH-nivå. Både spiring og vekst av tomat var mer ujevn.

Forsøksplan:

- a. Fullgjødning 11-5-17
- b. Fullgjødning 11-5-17 med Mn og Zn inngranulert
- c. Fullgjødning 11-5-17 samt Mn-sulfat og Zn-sulfat tilført separat
- d. Fullgjødning 11-5-17 samt Mn-klorid og Zn-sulfat tilført separat
- e. Kalksalpeter + PK 5-17 samt Mn-sulfat og Zn-sulfat tilført separat

Gjødsel ble plassert i en ring, 4 cm fra karkanten og under såfrøet.

Nitrogenmengden tilsvarte 22 kg/daa

Grunngjødsling: Cu i anleggsåret (unntatt ledd e).

Mo til alle ledd hvert år (Redusert mengde på denne jorda).

Det ble vannet optimalt med avionisert vann i vekstida.

Forsøket hadde 3 gjentak.

Avling

Alle ledd med Mn og Zn ga stor meravling både i havre og tomat (Tabellene 4.2 og 4.3).

Meravlingen var minst for ledd e med Kalksalpeter ved begge pH-nivå i havre, men betydelig høyere ved høyeste pH-nivå i tomat. Fullgjødning 11-5-17 med Mn og Zn inngranulert ga noe større meravling enn når Mn og Zn ble tilført separat i begge vekstene og ved begge pH-nivå. Leddet med Mn-klorid tilført separat ga litt høyere kornavling enn leddet med Mn-sulfat tilført separat. Avlingen av havrehalm ble ikke påvirket av forsøksbehandlingene. Serien med kalk ga redusert kornavling spesielt når Mn og Zn ikke ble tilført, men kalkingen påvirket ikke halmavlingen eller avlingen av tomatplanter i middel av forsøksledd.

Innhold og opptak av Mn og Zn i avlingen

Bare Fullgjødning 11-5-17 med Mn og Zn inngranulert ga stor og sikker økning av både innholdet og opptaket av Mn i begge vekstene ved begge pH-nivå (Tabellene 4.4 og 4.5). Økningen var også sikker i forhold til separat tilførsel av Mn som ikke førte til høyere innhold av Mn verken i havre eller tomat, men som likevel økte Mn-opptaket i kornavlingen. Ledd e med Kalksalpeter førte til sterkt redusert innhold og opptak av Mn

Tabell 4.2 Effekten av Fullgjødning m/Mn og Zn på tørrstoffavlingen av korn- og halm, gram/kar

Ledde	Korn			Halm		
	pH 6,5	pH 7,0	Middel	pH 6,5	pH 7,0	Middel
a. F.gj. uten Mn/Zn	23,6	17,4	20,5c	32,2	31,1	31,7a
b. Mn/Zn inngranulert	35,5	33,0	34,2a	31,8	32,0	31,9a
c. Mn/Zn-sulfat separat	33,0	32,7	32,9ab	31,6	30,7	31,1a
d. Mn-klor/Zn-sulf sep.	33,8	33,6	33,7a	31,1	32,2	31,7a
e. KS+Mn/Zn-sulf. sep.	31,5	30,0	30,8b	30,9	33,1	32,0a
Middel	31,5a	29,3b		31,5a	31,8a	

Tabell 4.3 Effekten av Fullgjødning m/Mn og Zn på tørrstoffavlingen av tomatplanter, gram/kar

Ledd	pH 6,5	pH 7,0	Middel
a. Fullgjødning uten Mn/Zn	51,7	56,0	53,8b
b. F.gj. m/Mn/Zn inngranulert	69,8	69,4	69,6a
c. F.gj. +Mn/Zn-sulfat separat	68,8	66,4	67,6a
d. F.gj. +Mn-klorid/Zn-sulf. sep.	70,1	63,1	66,6a
e. KS +Mn/Zn-sulfat separat	69,0	76,6	72,8a
Middel	65,9a	66,3a	

både i havre og tomat på begge pH-trinn med unntak av Mn-opptaket i kornavlingen. Innholdet og opptaket av Mn ble tydelig redusert i den kalka serien, særlig i havre. Likevel var innholdet og opptaket av Mn betydelig større på høyeste pH-nivå ved bruk av Fullgjødning med Mn og Zn inngranulert sammenlignet med de andre leddene ved laveste pH.

Innholdet og opptaket av Zn ble økt signifikant både i havre og tomat på alle ledd med tilførsel av Mn og Zn (Tabellene 4.4 og 4.5). I kornavlingen var økningen for Zn like stor enten Mn og Zn var inngranulert eller tilført separat, men i tomat ga inngranulering best resultat. Leddet med Kalksalpeter ga omtrent det samme innholdet og opptaket av Zn i havre som de andre tre Mn- og Zn-leddene, men var bare på høyde med Fullgjødning +

separat Mn- og Zn-tilførsel i tomat. Innholdet og opptaket av Zn ble noe redusert ved økt pH, men effekten av kalking var mindre enn for Mn.

Tabell 4.4 Effekten av Fullgjødning m/Mn og Zn på innhold og opptak av Mn og Zn i korn og halm av havre

Ledd	Korn						Halm					
	Mn			Zn			Mn			Zn		
	pH 6,5	pH 7,0	Midd	pH 6,5	pH 7,0	Midd	pH 6,5	pH 7,0	Midd	pH 6,5	pH 7,0	Midd
	Innhold, mg/kg tørrstoff											
a	26	23	25b	12	13	12b	30	15	22b	7	7	7b
b	34	29	31a	17	15	16a	47	34	40a	7	7	7b
c	29	21	25b	19	16	18a	19	10	14c	9	7	8ab
d	27	22	24b	17	16	17a	19	9	14c	9	8	8ab
e	20	15	18c	16	14	15ab	8	5	7c	11	9	10a
Mid	27a	22b		16a	15a		25a	14b		9a	7a	
	Opptak, mg/kar											
a	0,6	0,4	0,5c	0,3	0,2	0,2c	1,0	0,5	0,7b	0,2	0,2	0,2b
b	1,2	0,9	1,1a	0,6	0,5	0,6a	1,5	1,1	1,3a	0,2	0,2	0,2b
c	0,9	0,7	0,8b	0,6	0,5	0,6a	0,6	0,3	0,5cb	0,3	0,2	0,3ab
d	0,9	0,7	0,8b	0,6	0,5	0,6a	0,6	0,3	0,4cb	0,3	0,3	0,3ab
e	0,6	0,4	0,5c	0,5	0,4	0,5b	0,3	0,2	0,2c	0,3	0,3	0,3a
Mid	0,9a	0,6b		0,5a	0,4b		0,8a	0,5b		0,3a	0,2a	

Tabell 4.5 Effekten av Fullgjødning m/Mn og Zn på innhold og opptak av Mn og Zn i tørrstoffavlingen av tomatplanter

Ledd	Mn			Zn		
	pH 6,5	pH 7,0	Middel	pH 6,5	pH 7,0	Middel
	Innhold, mg/kg tørrstoff					
a	76	63	69b	11	10	10c
b	106	106	106a	20	20	20a
c	62	43	53bc	17	14	16ab
d	51	75	63bc	15	19	17ab
e	39	17	28c	15	12	14bc
Middel	67a	61a		16a	15a	
	Opptak, mg/kar					
a	3,9	3,5	3,7bc	0,6	0,5	0,6c
b	7,4	7,3	7,4a	1,4	1,4	1,4a
c	4,3	2,9	3,6bc	1,2	1,0	1,1b
d	3,6	4,7	4,2b	1,1	1,2	1,1b
e	2,7	1,3	2,0c	1,1	0,9	1,0b
Middel	4,4a	4,0a		1,1a	1,0a	

Diskusjon

Da jordanalysene viser at forsøksjorda har høy pH og lavt innhold både av plantetilgjengelig Mn og Zn, kan avlingsutslagene skyldes mangel på begge disse mikronæringsstoffene. Observasjonen av noe kortere internodier og avbleika felt på enkelte havreblad peker i retning av Zn-mangel, men den store avlingsreduksjonen av korn uten at halmavlingen ble tydelig redusert tyder kanskje mest på at Mn-mangel har gjort seg gjeldende. Det var godt samsvar mellom økt kornavling ved tilførsel av Mn og Zn og økt opptak av disse næringsstoffene i kornavlingen. Et unntak var det reduserte Mn-innholdet på ledd e og likevel økt avling med bruk av Kalksalpeter. Kalksalpeter førte til høyere pH og økt tilførsel av lettløselig Ca.

Meravlingen i tomat på leddene med Mn og Zn samsvarer best med det økte innholdet og opptaket av Zn i avlingen. Bare Fullgjødning med Mn og Zn inngranulert ga også økt innhold og opptak av Mn. Meravlingen ved høyeste pH i tomat for ledd e med Kalksalpeter virker tilfeldig og skyldes antakelig noe ujamn etablering og vekst.

Konklusjon

Tilførsel av Mn og Zn ga stor meravling både i havre og tomat.

Fullgjødning 11-5-17 med Mn og Zn inngranulert ga noe større meravling enn når Mn og Zn ble tilført separat i begge vekstene og ved begge pH-nivå.

I havre ga Kalksalpeter med separat tilførsel av Mn og Zn minst meravling.

Uten tilførsel av Mn og Zn ble kornavlingen sterkt redusert etter kalking.

Fullgjødning 11-5-17 med Mn og Zn inngranulert ga signifikant størst innhold og opptak av Mn både i havre og tomat ved begge pH-nivå.

Ved separat tilførsel av Mn og Zn økte ikke innholdet av Mn verken i havre eller tomat, men Mn-opptaket i kornavlingen ble økt noe.

Leddene med Kalksalpeter førte til sterkt redusert innhold og opptak av Mn i begge vekster ved begge pH med unntak av Mn-opptaket i kornavlingen.

Innholdet og opptaket av Zn ble økt signifikant både i havre og tomat på alle ledd med tilførsel av Mn og Zn, men i tomat var inngranulering bedre enn separat tilførsel .

Kalk ga tydelig redusert innhold og opptak av Mn, mens den negative kalkeffekten var mindre for Zn.

5.EFFEKTEN AV Kalksalpeter™ TILSATT SVOVEL

Behovet for tilførsel av svovel (S) gjennom mineralgjødning har av ulike grunner økt de siste årene. Det er derfor tilsatt mer S i de klorholdige typene av Fullgjødning® og det blir levert S-holdig NK-gjødning og N-gjødning.

Da Kalksalpeter har stor anvendelse som tilleggsgjødning i mange dyrkingssituasjoner, meldte det seg behov for en egen type Kalksalpeter tilsatt S. Ved produksjon av Kalksalpeter med S kan flere ulike S-kilder være aktuelle. I 1993 ble det derfor startet opp karforsøk for å teste effekten av ulike S-kilder innblandet i Kalksalpeter. Karforsøkene pågikk i 3 år og viste at de tre S-kildene som ble testet, hadde meget god S-effekt, men effekten av kieseritt var mer stabil enn effekten av gips og særlig elementært S.

I 1996 ble det startet opp en ny forsøksserie som blir utført både i kar og ute i spredte felt. I forsøkene blir vanlig Kalksalpeter testet mot Kalksalpeter med ca 1,5% S og ca 2,5% S tilført på ulike måter i form av kieseritt og/eller elementært S. Alle typer Kalksalpeter med S ga økt avling, men effekten av kieseritt innblandet var bedre enn en «kappe» av elementært S. Forsøkene er ført videre i 1997 og 98. Svovel-Kalksalpeter™ med 1,5% S i form av kieseritt innblandet ble markedsført høsten 1997.

KARFORSØK I RAIGRAS

Forsøksopplegg

Forsøket blir utført med 2 jordtyper som reguleres til pH 6 ved bruk av CaCO₃:

- I. Næringsfattig sandjord fra Elverum blandet med naturtorv, 20 volum % hhv. 30 volum % i 96 og 97
- II. Moldholdig lettleir fra låven (20% leir, 37% silt, 43% sand)

Jord I er meget næringsfattig, mens jord II har relativt stort innhold av P, middels innhold av K og lavt innhold av Mg (Tabell 5.1).

Det ble skiftet til ny jord i det 2. forsøksåret 1997, og denne jorda ble benyttet videre i 1998 for å måle ettervirkningen av gjødslingen i 1997.

Tabell 5.1. Innholdet av noen næringsstoffer i forsøksjorda

	P-AL	K-AL	Mg-AL	Ca-AL	Tot-S
	mg/100 gram				mg/kg
I. Sand	2,3	<1,0	1,1	8,4	8,4
Naturtorv	1,1	5,6	38	62	780
II. Lettleir	10	10	3,0		

Jorda ble grunn gjødslet ved innblanding av kjemikaliene Ca-nitrat, Ca-fosfat og K-klorid tilsvarende 12 kg N, 6 kg P og 12 kg K pr daa. Den ble også tilført mikronæringsstoffer i vanlige mengder. Jorda ble fylt i 7 liters kar med 3 gjentak og tilsådd med ett-årig raigras.

Forsøksgjødsla ble tilført på overflaten av det etablerte grasdekket straks etter 1. og 2. slått etter følgende plan i 1997:

- a. Kalksalpeter™
- b. Kalksalpeter m/1,5% S innblandet som kieseritt
- c. - " - m/1,5% S som "kappe" av elementært S
- d. - " - m/2,5% S innblandet som kieseritt
- e. - " - m/2,5% S som "kappe" av elementært S
- f. Kalksalpeter™ og 2,5% S i elementært S separat
- g. Som b + 1,0% S som "kappe" av elementært S

Anvendt gjødselmengde pr gang tilsvarte 12 kg N pr daa. Det ble også tilført K tilsvarende 12 kg pr daa i form av KCl både etter 1. og 2. slått. Etter 3. slått ble alle ledd kun gjødslet med Kalksalpeter™ tilsvarende 8 kg N pr daa. Gjødslinga ble utført på tørr overflate, men forsøket ble vannet optimalt med avionisert vann fra dagen etter gjødslinga.

Forsøket ble høstet 4 ganger i løpet av vekstsesongen. 1. avling var jevn, men graset var lysere på sandjorda enn på leirjorda. I 2. avling ble det heller ikke observert noen forskjell mellom forsøksleddene på leirjorda, men på sandjorda var leddene c, e og f med elementært S som kappe hhv gitt separat like lyse og dårlige som kontrolleddet.

Leddene b, d og g med kieseritt hadde grønn og fin vekst. I 3. og 4. avling ble den dårlige effekten på ledd c og e også synlig på leirjorda, mens disse leddene stod nå noe bedre enn kontrollleddet på sandjorda. På ledd f med separat tilførsel av elementært S hadde effekten bedret seg mye. Ledd g stod hele tiden like bra som leddene med bare kieseritt innblandet på begge jordtyper.

Avling

Avlingstallene for hver slått og i sum er vist i tabell 5.2. Det var fine og jevne avlinger i 1. slått på begge jordtyper, men leirjorda ga betydelig større avling enn sandjorda. Forsøksbehandlingen etter 1. slått ga store avlingsforskjeller mellom ledd med og uten kieseritt allerede i 2. slått på sandjorda, mens forskjellene var tydelige men mindre på leirjorda. Undereffekten for gjødsel med bare elementært S som "kappe" ble enda større i 3. og 4. slått på begge jordtyper. Elementært S som «kappe» ga noe meravling i forhold til leddet uten S i 3. og 4. slått, men selv med største S-mengde var effekten beskjeden. Separat tilførsel av elementært S ga heller ingen effekt i 2. slått, men effekten ble betydelig i bedre i 3. og 4. slått selv om den var mindre enn ved bruk av kieseritt.

Tabell 5.2. Effekten av ulike S-kilder og -mengder tilført etter 1. og 2. slått på tørrstoffavlingen av raigras, g/kar

Forsøksledd	1.sl.	2.sl.	3.sl.	4.sl.	Total
Sandjord					
a. Kalksalpeter	13,3	2,3	1,5	0,0	17,1e
b. m/kies(1,5%),innbl	13,1	7,2	25,2	11,8	57,3b
c. m/el.S(1,5%),"kappe"	12,2	2,2	2,2	2,1	18,7e
d. m/kies(2,5%),innbl	13,7	7,5	25,2	16,5	62,9a
e. m/el.S(2,5%),"kappe"	13,7	2,0	2,7	4,1	22,5d
f. +el.S(2,5%),separat	13,5	2,4	8,9	13,2	38,0c
g. Som b +el.S(1%),"kappe"	13,4	6,7	26,0	15,6	61,7a
Leirjord					
a. Kalksalpeter	19,3	9,2	13,2	6,2	47,9e
b. m/kies(1,5%),innbl	19,4	11,3	27,5	21,2	79,4a
c. m/el.S(1,5%),"kappe"	19,2	9,1	15,3	11,0	54,6d
d. m/kies(2,5%),innbl	19,6	10,6	25,9	19,7	75,8b
e. m/el.S(2,5%),"kappe"	18,4	8,5	15,4	12,1	54,5d
f. +el.S(2,5%),separat	19,5	9,6	20,0	18,8	67,9c
g. Som b +el.S(1%),"kappe"	19,3	10,1	26,4	20,8	76,6ab

Sum avling økte på alle ledd med S på begge jordtyper, men meravlingen på leddene c og e med elementært S som "kappe" var relativt liten. Effekten av separat tilførsel av 2,5% elementært S (ledd f) bedret seg etter hvert og var i sum avling i en mellomstilling. Alle ledd med kieseritt ga meget store og sikre meravlinger i forhold til kontrollen og leddene med elementært S. På sandjorda økte avlingen opp til største mengde kieseritt, men også når minste mengde kieseritt ble kombinert med elementært S (ledd g).

Kjemiske avlingsanalyser

Både innholdet og opptaket av S i avlingen viser at det har vært liten effekt av elementært S lagt utenpå gjødselkornet som en "kappe"(ledd c og e)(Tabellene 5.3 og 5.4). Separat tilførsel av 2,5% S i elementært S (ledd f) ga bedre S-opptak enn som «kappe», men effekten var dårligere enn i 1996. Effekten av elementært S separat nærmet seg effekten av kieseritt i 3. og særlig 4.slått på leirjorda. Den svake effekten av elementært S bekreftes av et høyt N/S-forhold og et langt mindre opptak av K, Ca og Mg enn fra de andre S-leddene. Elementært S ga også økt innhold av Kjeldahl N i

Tabell 5.3. Effekten av ulike S-kilder og -mengder tilført etter 1. og 2.slått på innhold av Kjeldahl N, K, Ca, Mg og S i % av tørrstoffavlingen i raigras, middel av 4 høstinger.

Forsøksledd	N	K	Ca	Mg	S
Sandjord					
a. Kalksalpeter	-	-	-	-	-
b. m/kies(1,5%),innbl	1,59	2,17	0,94	0,25	0,13
c. m/el.S(1,5%),"kappe"	2,61	3,18	1,01	0,23	0,08
d. m/kies(2,5%),innbl	1,45	2,00	0,90	0,23	0,15
e. m/el.S(2,5%),"kappe"	2,40	2,96	1,00	0,22	0,08
f. +el.S(2,5%),separat	2,09	2,89	1,06	0,23	0,09
g. b +el.S(1%),"kappe"	1,51	2,14	0,90	0,24	0,12
Leirjord					
a. Kalksalpeter	2,06	3,00	0,98	0,20	0,11
b. m/kies(1,5%),innbl	1,31	2,27	0,83	0,17	0,14
c. m/el.S(1,5%),"kappe"	1,92	3,04	0,98	0,19	0,11
d. m/kies(2,5%),innbl	1,33	2,36	0,94	0,19	0,15
e. m/el.S(2,5%),"kappe"	1,79	2,94	1,00	0,19	0,12
f. +el.S(2,5%),separat	1,57	2,65	0,98	0,18	0,12
g. b +el.S(1%),"kappe"	1,37	2,42	0,86	0,18	0,14

Tabell 5.4. Effekten av ulike S-kilder og -mengder tilført etter 1. og 2. slått på opptak av Kjeldahl N, K, Ca, Mg og S, mg/kar. Sum av 4 høstinger.

Forsøksledd	N	K	Ca	Mg	S
Sandjord					
a. Kalksalpeter	363	458	146	32	11
b. m/kies(1,5),innbl	909	1245	538	145	75
c. m/el.S(1,5%),"kappe"	487	594	189	42	15
d. m/kies(2,5%),innbl	908	1259	566	143	94
e. m/el.S(2,5%),"kappe"	539	666	224	49	18
f. +el.S(2,5%),separat	795	1097	403	88	34
g. b +el.S(1%),"kappe"	930	1321	553	151	75
Leirjord					
a. Kalksalpeter	986	1439	469	96	54
b. m/kies(1,5),innbl	1037	1801	659	138	109
c. m/el.S(1,5%),"kappe"	1046	1660	537	105	61
d. m/kies(2,5%),innbl	1009	1786	713	141	110
e. m/el.S(2,5%),"kappe"	978	1601	544	105	64
f. +el.S(2,5%),separat	1066	1803	666	123	84
g. b +el.S(1%),"kappe"	1052	1852	659	138	108

plantene uten at det førte til større avling. Dette tyder på forstyrrelser i nitrogenstoffsiftet på grunn av S-mangel.

Kieseritt økte innholdet og opptaket av S i avlingen effektivt med en høy utnyttelse av tilført S. Største mengde kieseritt innblandet (ledd d) ga noe høyere S-innhold på begge jordtyper og større S-opptak på sandjorda enn minste mengde kieseritt (ledd b). Avlinger og analyses tall viser at det har vært positiv effekt av største mengde kieseritt på sandjorda, men på leirjorda ble S-behovet dekket ved bruk av minste mengde kieseritt. Leddene med kieseritt ga et gunstig N/S-forhold og førte til et stort opptak av næringsstoffer.

Kieseritt + "kappe" av elementært S ga samme innhold og opptak av S som minste mengde kieseritt på begge jordtyper.

Konklusjon, karforsøk

Ledd med kieseritt ga størst avling og S-opptak på begge jordtyper.

Effekten av elementært S var liten, men separat tilførsel var bedre enn i form av «kappe» i 3. og 4.slått.

Største mengde kieseritt ga størst avling og S-opptak på sandjorda. På leirjorda ble det ikke meravling for økt mengde kieseritt.

Kieseritt + "kappe" av elementært S ga samme avling og samme opptak av S og andre næringsstoffer som kieseritleddene.

FELTFORSØK I ENG

Det ble utført 5 feltforsøk i denne serien både i 1996 og 97 i regi av Planteforsk Apelsvoll forskingssenter i samarbeid med forsøksringene Nordfjord, Indre Nordmøre, Orklaringen, Stjørdal og omegn samt Namdal. Forsøksplanen bestod av de samme leddene som ble nyttet i karforsøket, bortsett fra leddet med elementært S gitt separat.

Forsøksplan:

Ledd	Svovel, kg/daa	
	Til 1.slått	Til 2.slått
a. Kalksalpeter™	0	0
b. Kalksalp. m/1,3% S innblandet som kieseritt	0,7	0,5
c. - " - m/1,5% S som "kappe" av elementært S	0,7	0,5
d. - " - m/2,4 %S innblandet som kieseritt	1,2	0,8
e. - " - m/2,5% S som "kappe" av elementært S	1,2	0,8
f. Som b + 1,0% S som "kappe" av elementært S	1,2	0,8

N-mengde pr daa i forsøkskjødsel: Til 1. slått: 7,4 kg
Til 2. slått: 5,0 kg

Grunngjødsling pr daa: Til 1. slått: 23 kg NP 20-9 + 16 kg KCl
Til 2. slått: 15 kg NP 20-9 + 16 kg KCl

Avling

Leddvis avlinger i middel for de 5 feltene og i middel for 2 felt som ga meravling for S-gjødsling er vist i tabell 5.5. I middel for de 2 feltene ga alle ledd med S-tilførsel stor avlingsøkning, men kieseritt innblandet førte til dobbelt så stor sum meravling som en «kappe» av elementært S. Ledd f med både kieseritt og elementært S ga omtrent samme avling som ved bruk av bare kieseritt. Den gode avlingseffekten som ble oppnådd ved bruk av minste mengde kieseritt, økte ikke ytterligere ved bruk av største mengde kieseritt. Effekten av elementært S derimot var bedre ved største mengde enn ved minste mengde. Avlingsutslagene for både kieseritt og elementært S var høyest i 2. slått.

Tabell 5.5. Effekten av ulike S-kilder på tørrstoffavlingen i eng i 1997, kg/daa

	Middel 5 felt				Middel 2 felt med utslag for S			
	1.sl.	2.sl.	Sum	Rel.avl.	1.sl.	2.sl*.	Sum	Rel.avl.
a.	550	429	979	100	450	232	682	100
b.	580	490	1070	109	558	419	977	136
c.	539	448	987	100	473	304	777	110
d.	548	488	1036	105	531	415	946	130
e.	558	477	1035	105	502	379	881	122
f.	566	497	1063	108	560	432	992	137

* Kun 1 felt

Det er godt samsvar mellom avlingsutslagene for de ulike behandlingene i 1996 og 1997. Begge år ble avlingsøkningen størst ved bruk av vel 1 kg S i kieseritt pr daa. Det har også vært god effekt av elementært S, men likevel betydelig dårligere enn for kieseritt.

Kjemiske avlingsanalyser

I 1997 ble det utført kjemiske analyser av avlingen på de to feltene med utslag for S-gjødsling, i Nordfjord Fsr og i Indre Nord-Møre Fsr (Tabell 5.6). De to leddene med kieseritt hadde høyest innhold av S i avlingen og et gunstig N/S-forhold. På leddene med bare elementært S økte S-innholdet lite i 1.slått, mens effekten på S-innholdet var tydelig i 2.slått hvor N/S-kvotienten ble redusert til < 15. Leddet med både kieseritt og elementært S økte S-innholdet noe mindre enn leddene med bare kieseritt. Da dette

Tabell 5.6. Effekten av ulike S-kilder på engas innhold av Kjeldahl N, K, Ca, Mg og K (%) i 1997. 1.slått (2 felt) og 2.slått (1 felt)

Ledd	Kjeldahl N		Kalium		Kalsium		Magnesium		Svovel	
	1.slått	2.slått	1.slått	2.slått	1.slått	2.slått	1.slått	2.slått	1.slått	2.slått
a.	1,72	1,91	4,30	4,53	0,35	0,45	0,13	0,17	0,09	0,11
b.	1,83	1,91	4,66	5,31	0,36	0,43	0,14	0,18	0,16	0,15
c.	1,79	2,03	4,47	5,18	0,33	0,45	0,13	0,18	0,10	0,14
d.	1,87	1,75	4,74	5,18	0,41	0,39	0,15	0,16	0,18	0,16
e.	1,68	1,84	4,29	5,11	0,34	0,46	0,13	0,17	0,10	0,13
f.	1,82	1,77	3,41	4,83	0,30	0,35	0,11	0,17	0,14	0,14

leddet ga størst avling, vil S-opptaket likevel nærme seg S-opptaket på de to kieserittleddene. S-opptaket økte minst ved bruk av bare elementært S.

S-gjødslingen har hatt variabel betydning for innholdet av de andre næringsstoffene. De to kieserittleddene har likevel som regel gitt det høyeste innholdet av både N, K og Mg. Når en tar hensyn til avlingsutslagene, har kieseritt gitt et betydelig større opptak av næringsstoffer enn leddene med elementært S.

Resultatene viser at elementært S hadde seinere effekt som trolig skyldes omdanningen til sulfat som er en biologisk og klimaavhengig prosess. En dårlig S-forsyning fra våren av vil ha betydning for plantebestand og vekstkraft også i 2.slått selv om S-tilgangen da kanskje er sikret.

Konklusjon, feltforsøk

Alle typer Kalksalpeter med S ga økt avling, men effekten av kieseritt innblandet var bedre enn en "kappe" av elementært S.

Effekten av Kalksalpeter med kieseritt innblandet og en "kappe" av elementært S var omtrent på høyde med bare kieseritt innblandet.

S-effekten av gjødseltypene ble bekreftet gjennom planteanalysene. Kieseritt ga høyest innhold og opptak av S, men elementært S økte også S-innholdet i 2.slått betydelig.

S-gjødsling førte til økt opptak av Kjeldahl N, K, Mg og Ca samt redusert N/S-kvotient i avlingen.

6. GJØDSLING MED NATRIUM I RAIGRAS

Natrium (Na) er ikke regnet som et nødvendig plantenæringsstoff, men arter i meldefamilien som beter, spinat og selleri reagerer likevel positivt på tilførsel. Likeledes har Na positiv effekt i mange planteslag dersom kalium (K)-forsyningen er dårlig. Videre er Na et nødvendig mineralstoff i husdyrnæringa og medvirker bl a til et godt magnesium (Mg)-opptak fra vomma hos drøvtyggere. Na bedrer dessuten førets smakelighet og dermed fóropptaket.

Na-innholdet i graset er ofte for lavt for å dekke husdyras behov. Da Na lett vaskes ut av jorda, er innholdet i jorda lite. Ved kysten er tilførselen gjennom nedbøren stor, men dette avtar raskt innover i landet. Stor K-tilgang i jorda vil hemme opptaket av Na så vel som Mg i plantene. Formålet med dette karforsøket er å teste hvordan opptaket av de tre næringsstoffene gjensidig påvirker hverandre ved gjødsling.

Forsøksopplegg

Til forsøket ble det nyttet næringsfattig Elverumsand blandet med hhv 20 og 30 volumprosent hvitmosetorv i 1996 og 1997 som er beskrevet tidligere i rapporten under hovedpunkt 5. Jordblandingen ble kalket med hhv 6 og 10 gram CaCO₃ pr 6,7 l jord til pH 6 i 1996 og 97. Da forsøksopplegget har redusert pH mye i løpet av vekstsesongen, ble jordblandingen med 30 volumprosent hvitmosetorv kalket med 20 gram CaCO₃ våren 1998.

Gjødslingsnivå:

Tilsvarende 12 kg N/daa i Fullgjødse[®] ved innblanding før såing og 8 kg N/daa i Fullgjødse etter 1., 2. og 3. slått; i alt 36 kg N/daa. I tillegg tilføres med Fullgjødsla i alt pr daa: 6,5 kg P, 2,5 kg Ca, 4,8 kg S og 35 gram B samt K og Mg. Tilsammen i kg pr daa ble det tilført følgende mengder K, Mg og Na på de ulike nivåene: 3 K-nivå: 17,7 - 35,3 - 52,9; 2 Mg-nivå: 2,3 - 5,0; 2 Na-nivå: 0 - 3,2. K, Mg og Na i enkeltgjødselslagene ble fordelt i samme forhold som N i Fullgjødse ved de 4 gjødslingene. Det ble grunnjødslet med mikronæringsstoffer unntatt B.

Forsøksplan:

a.	K ₁	Mg ₁	Na ₀	(Fullgjødelse 21-4-10)
b.	"	"	Na ₁	(Fullgjødelse 21-4-10 + NaCl)
c.	"	Mg ₂	Na ₀	(Fullgjødelse 21-4-10 + MgCl)
d.	"	"	Na ₁	(Fullgjødelse 21-4-10 + MgCl + NaCl)
e.	K ₂	Mg ₁	Na ₀	(Fullgjødelse 21-4-10 + KCl)
f.	"	"	Na ₁	(Fullgjødelse 21-4-10 + KCl + NaCl)
g.	"	Mg ₂	Na ₀	(Fullgjødelse 21-4-10 + KCl + MgCl)
h.	"	"	Na ₁	(Fullgjødelse 21-4-10 + KCl + MgCl + NaCl)
i.	K ₃	Mg ₁	Na ₀	(Fullgjødelse 21-4-10 + 2KCl)
j.	"	"	Na ₁	(Fullgjødelse 21-4-10 + 2KCl + NaCl)
k.	"	Mg ₂	Na ₀	(Fullgjødelse 21-4-10 + 2KCl + MgCl)
l.	"	"	Na ₁	(Fullgjødelse 21-4-10 + 2KCl + MgCl + NaCl)

Etter innblanding av gjødelse blir karene tilsådd med ett-årig raigras som høstes 4 ganger. Forsøket har begge år hatt fin oppspiring og jevn vekst. I vekstperioden har grasets utvikling blitt noe påvirket av de ulike K-nivåene. Noen svidde bladspisser har også vært observert over hele forsøket, og i 1997 ble grønnfargen noe avbleket i 3. og 4. slått. Forsøket har 3 gjentak.

Avlinger

Det ble avlingsøkning opp til største mengde K og også for største mengde Mg når den ble tilført ved de to laveste K-mengdene (Tabellene 6.1 og 6.2). Na-gjødsling hadde også noe positiv effekt ved de to laveste K-mengdene. Som i 1. forsøksår ga minste K-mengde omtrent samme avling som største K-mengde når graset samtidig ble gjødslet med Na og største mengde Mg (Ledd d i forhold til ledd i). Alle de nevnte effektene av behandlingene var stort sett gjeldende i hver slått.

Kjemiske avlingsanalyser

Økt K-gjødsling førte også dette året til økt innhold og opptak av K i graset, mens innholdet og opptaket av Mg og Na ble redusert (Tabell 6.3). Dette året var innholdet og opptaket av alle de analyserte næringsstoffene på et høyere nivå enn i det første forsøksåret. Mg-innholdet nådde normalnivået både ved svakeste og midlere K-gjødsling, men effekten av økt Mg-gjødsling var likevel ikke større enn året før. Na-gjødsling har redusert innholdet og opptaket av Mg noe.

Tabell 6.1. Effekten av ulik K-, Mg- og Na-gjødsling på avlingen av raigras, gram tørrstoff pr kar

Forsøksledd	1.slått	2.slått	3.slått	4.slått	Sum	Middel: K	Mg	Na
a. K ₁ Mg ₁ Na ₀	19,0	10,5	18,2	16,0	63,7cd		Mg ₁ =63,3	
b. « « Na ₁	19,0	9,9	18,4	15,5	62,9d	K ₁ =65,2b	Na ₀ =63,9	
c. « Mg ₂ Na ₀	18,8	10,3	19,2	15,9	64,2cd		Mg ₂ =67,1	
d. « « Na ₁	20,9	11,4	20,1	17,4	69,9ab		Na ₁ =66,4	
e. K ₂ Mg ₁ Na ₀	20,4	11,0	19,2	14,2	64,7cd		Mg ₁ =65,4	
f. « « Na ₁	20,6	11,0	19,9	14,7	66,1bcd	K ₂ =66,3b	Na ₀ =65,9	
g. « Mg ₂ Na ₀	19,9	10,9	20,6	15,7	67,1abc		Mg ₂ =67,2	
h. « « Na ₁	19,7	11,1	20,7	15,9	67,4abc		Na ₁ =66,8	
i. K ₃ Mg ₁ Na ₀	21,0	11,6	21,4	15,8	69,7ab		Mg ₁ =70,1	
j. « « Na ₁	20,6	12,1	21,9	15,9	70,5a	K ₃ =69,6a	Na ₀ =70,2	
k. « Mg ₂ Na ₀	20,9	11,7	21,7	16,3	70,7a		Mg ₂ =69,2	
l. « « Na ₁	19,1	11,0	21,4	16,1	67,6abc		Na ₁ =69,1	

Tabell 6.2. Hovedeffekter av ulik Mg- og Na-gjødsling på sum avling av ett-årig raigras, kg tørrstoff pr daa.

Mg ₁ Na ₀ =	66,0	Mg ₁ =	66,3b	
Mg ₂ Na ₀ =	67,3	Mg ₂ =	67,8a	Na ₀ = 66,7a
Mg ₁ Na ₁ =	66,5			Na ₁ = 67,4a
Mg ₂ Na ₁ =	68,3			

Innholdet og opptaket av Na har blitt kraftig påvirket av Na-gjødsling, men effekten avtar med stigende K-gjødsling (Tabellene 6.3 og 6.4). Na-innholdet i graset var derfor bare tilfredsstillende ved svakeste K-gjødsling. Ved denne K-gjødslingen tilsvarte meropptaket av Na i høstet avling etter Na-gjødsling i år nesten 60 % av tilført Na. Økt Mg-gjødsling har hatt liten innvirkning på avlingens innhold og opptak av Na etter Na-gjødsling.

Innholdet av Ca i graset som også i år var på tilfredsstillende nivå, ble lite påvirket av de ulike forsøksbehandlingene selv om innholdet var litt lavere ved sterkeste K-gjødsling.

Tabell 6.3. Effekten av ulike K-, Mg- og Na-gjødsling på innhold (% av tørrstoff) og opptak (mg/kar) av K, Mg, Na og Ca i ett-årig raigras. Henholdsvis middel og sum av 4 høstinger for innhold og opptak.

Forsøksledd	K		Mg		Na		Ca	
	Innh	Oppt	innh	Oppt	Innh	Oppt	Innh	Oppt
a. K ₁ Mg ₁ Na ₀	1,50	953	0,17	106	0,04	22	0,73	463
b. " " Na ₁	1,56	982	0,16	99	0,13	81	0,71	447
c. " Mg ₂ Na ₀	1,56	1002	0,19	122	0,04	24	0,71	456
d. " " Na ₁	1,46	1017	0,17	119	0,13	88	0,66	461
e. K ₂ Mg ₁ Na ₀	2,01	1301	0,15	95	0,02	15	0,71	460
f. " " Na ₁	1,95	1292	0,14	95	0,07	47	0,72	473
g. " Mg ₂ Na ₀	2,02	1354	0,16	107	0,02	15	0,67	448
h. " " Na ₁	1,93	1301	0,16	108	0,06	43	0,71	479
i. K ₃ Mg ₁ Na ₀	2,45	1706	0,13	89	0,02	12	0,68	472
j. " " Na ₁	2,43	1713	0,12	86	0,04	31	0,68	483
k. " Mg ₂ Na ₀	2,27	1606	0,14	99	0,01	11	0,67	471
l. " " Na ₁	2,42	1637	0,14	91	0,04	28	0,69	470

Tabell 6.4. Hovedeffekter. Innhold (% av tørrstoff) og opptak (mg/kar) av Na i ett-årig raigras ved ulike K-, Mg- og Na-gjødsling. Henholdsvis middel og sum av 4 høstinger for innhold og opptak.

	Innhold	Opptak		Innhold	Opptak
K ₁	0,082a	54a	K ₁ Na ₀	0,036	23
K ₂	0,045b	30b	K ₂ "	0,023	15
K ₃	0,030c	20c	K ₃ "	0,016	11
			K ₁ Na ₁	0,128	85
Mg ₁	0,054a	35a	K ₂ "	0,067	45
Mg ₂	0,051a	35a	K ₃ "	0,043	30
Na ₀	0,025b	17b	Mg ₁ Na ₀	0,025	16
Na ₁	0,079a	53a	Mg ₂ Na ₀	0,025	17
			Mg ₁ Na ₁	0,082	53
			Mg ₂ Na ₁	0,077	53

Konklusjon

Na-gjødsling har gitt økt avling med høyere innhold og opptak av Na særlig ved lav K-gjødsling. I 1997 var Na-innholdet etter Na-gjødsling på tilfredsstillende nivå ved minste K-mengde og opptaket av Na var nesten 60 % av tilført Na-mengde. Effekten av Na-gjødsling har blitt sterkt redusert av økt K-gjødsling.

Økt Mg-gjødsling ga sikker meravling i 1997 og økte innholdet og opptaket av Mg i graset i begge forsøksårene. Økt Mg-gjødsling har hatt liten innvirkning på innholdet og opptaket av Na. Økt K-gjødsling har ført til redusert Mg-innhold i graset.

Økt K-gjødsling har gitt større avlinger og høyere innhold og opptak av K i avlingene. Tilførsel av både Na og største mengde Mg sammen med minste K-mengde ga like stor avling som sterkere K-gjødsling.

7. TEMPERATUR OG NÆRINGSFRIGJØRING

Næringsstoffenes frigjøring fra jorda og opptak i plantene er bestemt av kjemiske, fysiske og biologiske forhold som påvirkes av klimatiske faktorer inklusiv temperatur. Dette er spesielt interessant når det gjelder fosfor, svovel og magnesium fordi tilgangen på disse næringsstoffene kan bli knapp tidlig på våren selv om jorda kanskje gir tilfredsstillende tilgang senere i vekstsesongen.

Forsøksopplegg

I forsøket dyrkes ett-årig raigras i klimaregulert veksthus ved temperaturene 9°, 12° og 18°C. Det nyttes kar med 2,5 liter jord og med kun 2 gjentak. De 3 jordtypene som inngår i forsøket, er beskrevet i tabell 7.1. Jorda ble gjennomvasket med destillert vann før anlegg våren 1996. Både våren 1997 og 98 ble jord fra de tre temperaturnivåene blandet (6 kar) leddvis for hver jordtype og fordelt på nytt i karene. pH blir tilpasset med CaCO₃.

Tabell 7.1. Karakteristikk av forsøksjorda

Jordtype	Org.C %	pH	P-AL -	K-AL mg/100 gram	Mg-AL gram	Ca -	Tot.S mg/kg
I) Siltig sand (Råde)	1,2	6,6	59,8	4,6	10,1	350	1390*
II) Lettleir (Møystad)	3,2	6,5	23,6	22,3	15,0	307	618
III) Siltig leITTLEIR (IJVF)	2,4	6,4	13,7	8,0	3,1	222	281

* pH er senket med svovelsyre

Forsøksledd:

- Uten gjødsling (boraks)
- Uten fosfor (NK 19-16 +boraks)
- Uten svovel (NPK 16-11-14 +AN +KCL +MgO)
- Uten magnesium(AN +P8 +KCl +boraks)
- Fullgjødsel 18-3-15

Gjødselmengder:

Ledd e: 115,4 kg per daa Fullgjødsel 18-3-15 med 20,3 kg N, 3,0 kg P, 16,8 kg K, 1,5 kg Ca, 1,7 kg Mg, 4,4 kg S og 23 gram B. De øvrige leddene blir tilpasset disse mengdene. Forsøksgjødsla blir blandet inn i jorda før såing. Fra 1997 blir forsøket,

unntatt ledd a, gjødslet med tilsvarende 12 kg N og 8 kg K per daa i henholdsvis $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ og KCl etter 1. og 2. slått. Etter 3. og 4. slått gjødsles med tilsvarende 12 kg N per daa i $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.

Hele forsøket blir høstet samtidig like før skyting av raigraset på temperaturnivået 18°C. Det blir tatt 2 avlinger i det klimaregulerte veksthuset, mens serien som blir dyrket ved 18°C, blir videreført i vanlig veksthus og høstet 3 ganger til.

Avlinger

Avlingene av raigras økte med stigende temperatur på alle jordtyper og gjødslingsledd (Tabellene 7.2 og 7.3). Uten gjødsling ble det fullstendig misvekst i det 2. forsøksåret ved alle temperaturnivå. Fullgjødsel 18-3-15 ga omtrent samme meravling som leddene uten tilførsel av henholdsvis P, S og Mg på jord I, mens det ble noe meravling i forhold til disse leddene på jord II ved de to høyeste temperaturnivåene. På jord III ble det også noe meravling for Fullgjødsel 18-3-15 i forhold til leddet uten P ved de høyeste temperaturnivåene, mens meravlingen var stor og sikker i forhold til leddet uten S på alle temperaturnivå.

Avlingsnivået var generelt lavere i dette forsøket i 1997 enn i 1996. Jorda fra Råde (jord I) og fra Møystad (jord II) ga like stor avling og større avling enn jorda fra IJVF (jord III) ved alle temperaturnivå. Både jord I og II har meget høyt innhold av P, Mg og S, men likevel ble frigjøringen av disse næringsstoffene i minste laget på jord II når vekstintensiteten økte ved de to høyeste temperaturnivåene. Selv om jord III er mer næringsfattig, er innholdet av plantetilgjengelig P likevel forholdsvis høyt. På denne jorda var frigjøringen av P likevel noe for liten i forhold til optimal vekst ved økt vekstintensitet, mens de tilgjengelige S-reservene etter hvert er blitt alt for små.

Tabell 7.2. Effekt av ulik gjødsling på sum av 2 avlinger av raigras ved 3 temperaturnivå og 3 jordtyper (I, II, III) i 1997, gram ts pr kar

Ledd	9°C			12°C			18°C		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
a	0,7	0,5	0,4	0,5	0,2	0,4	0,6	0,7	0,7
b	11,4	11,6	8,9	14,6	14,3	11,3	20,0	17,2	15,9
c	10,8	10,6	3,7	14,7	14,4	4,6	18,7	18,8	6,7
d	10,2	11,1	8,9	14,5	14,7	12,0	18,3	18,3	16,3
e	11,3	10,4	8,8	14,0	15,2	13,8	17,0	19,2	16,2
Mid.	8,9	8,8	6,2	11,7	11,8	8,4	14,9	14,9	11,2

Tabell 7.3. Effekt av ulik gjødsling på sum av 2 avlinger av raigras ved 3 temperaturnivå i middel av jordtyper og på 3 jordtyper i middel av temperatur i 1997, gram tørrstoff per kar

Ledd	9°C	12°C	18°C	I	II	III	Middel
a	0,5	0,4	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5c
b	10,6	13,4	17,7	15,3	14,4	12,0	13,9a
c	8,4	11,2	14,7	14,7	14,6	5,0	11,5b
d	10,1	13,7	17,6	14,3	14,7	12,4	13,8a
e	10,2	14,3	17,5	14,1	14,9	12,9	14,0a
Mid.	8,0c	10,6b	13,6a	11,8b	11,8a	8,6b	

Resultatene fra 3.-5. avling av serien som ble dyrket ved 18°C, er vist i tabell 7.4.

Dyrkingstemperaturen i det vanlige veksthuset som ikke ble registrert systematisk, var stort sett betydelig høyere enn 18°C. Under disse forholdene var frigjøringen av næringsstoffer fra både jord I og jord II stor nok til å unngå tydelige avlingsreduksjoner selv om det ikke ble tilført henholdsvis P, S eller Mg. På jord III ble det sterk avlingsreduksjon uten S og dessuten en tendens til avlingsreduksjon uten tilførsel av P. I denne delen av forsøket var det jord II som kom best ut avlingsmessig.

Tabell 7.4. Effekt av ulik gjødsling på sum av 3.-5. avling av raigras på 3 jordtyper i vanlig veksthus i 1997, gram tørrstoff pr kar

Ledd	Jord I	Jord II	Jord III	Middel
a	1,6	3,6	1,7	2,3c
b	20,7	22,7	17,0	20,1a
c	18,6	22,7	5,8	15,7b
d	18,8	21,2	18,3	19,4a
e	19,2	22,3	18,2	19,9a
Middel	15,8b	18,4a	12,2c	

Kjemiske avlingsanalyser

Uten gjødsling var opptaket av næringsstoffer meget lite (Tabell 7.5). På de gjødsle leddene økte opptaket i raigrasavlingen sterkt. På leddene uten tilførsel av P, S eller Mg var opptaket av disse næringsstoffene noe mindre enn ved bruk av Fullgjødsel 18-3-15. Hvert mg næringsstoff pr kar representerer 80 gram pr daa. Ledd c uten tilførsel av S hadde også noe mindre opptak av K, Ca og Mg foruten av S. Utslagene mellom leddene kunne kanskje vært større med en sterkere K-gjødsling fordi tallene for K-opptaket viser seg å være høyere enn K-mengden tilført gjennom gjødsle. K-opptaket i avlingen på hver av de 3 jordtypene samsvarer meget godt med de respektive jordtypenes K-AL-verdier. Det er frigjort mye K fra jord II som er K-rik.

Tabell 7.5. Effekt av ulik gjødsling på opptak av næringsstoffer i raigras i middel av 3 jordtyper og 3 dyrkingstemperaturer, mg pr kar

Ledd	Kjeldahl N	P	K	Ca	Mg	S
a	-	3	18	4	2	-
b	212	35	336	84	21	24
c	210	37	314	75	19	22
d	217	38	345	89	19	25
e	206	39	343	82	20	25

Opptaket av næringsstoffer unntatt N økte med stigende dyrkingstemperatur selv om ikke vedkommende næringsstoff var tilført (Tabell 7.6). Ledd e med Fullgjødsel hadde noe større opptak av henholdsvis P, S og Mg ved alle temperaturnivå i forhold til leddene

der disse næringsstoffene ikke var tilført. På jord III ved 18° C var en av avlingene på ledd c uten S for liten til å få utført kjemisk analyse.

Til tross for rikelig N-gjødsling ble N-innholdet i plantene redusert ved økende temperatur og økt avling. Dette gjorde at opptaket av N i avlingen viste en synkende tendens ved økende dyrkingstemperatur selv om anslagsvis bare 65-70 % av tilført N ble tatt opp i røtter og avling.

Tabell 7.6. Effekt av ulik gjødsling på opptak av Kjeldahl N, P, S og Mg i raigras ved 3 dyrkingstemp. i middel av 3 jordtyper, mg pr kar

Ledd	9°C				12°C				18°C			
	Kj.N	P	S	Mg	Kj.N	P	S	Mg	Kj.N	P	S	Mg
a	-	2	-	1	-	2	-	1	-	5	-	3
b	229	27	21	13	206	34	24	17	200	44	28	33
c	216	28	17	11	208	37	19	16	207	45	-	31
d	225	29	21	11	216	38	24	16	205	47	31	29
e	211	30	21	12	206	39	25	18	203	48	30	30
Mid.	220	23	20	10	209	30	23	14	203	38	-	25

Avlingene på jord I hadde størst opptak av både P, S og Mg ved alle temperaturnivå (Tabell 7.7). På jord II var opptaket i avlingene av Kjeldahl N og særlig K større enn fra de to andre jordtypene. På jord III har frigjøringen av næringsstoffer etter hvert blitt liten. Opptaket av de enkelte næringsstoffene fra de tre jordtypene samsvarer godt med analyseverdiene av jorda ved anlegg.

Tabell 7.7. Opptaket av næringsstoffer fra 3 jordtyper ved 3 dyrkingstemperaturer i middel av forsøksledd, mg pr kar

Jord	9°C				12°C				18°C			
	KJ.N	P	S	Mg	Kj.N	P	S	Mg	Kj.N	P	S	Mg
I	218	29	23	13	210	37	28	19	203	43	38	34
II	224	26	22	10	217	35	27	14	210	42	33	25
III	219	15	15	6	200	19	14	8	195	28	-	6

Opptaket av næringsstoffer i sum 3.-5. avling for 18°C serien økte sterkt etter gjødsling med N og K (Tabell 7.8). I middel av jordtyper var opptaket av P, S og Mg i avlingen større på Fullgjødselledet enn når disse næringsstoffene ikke var tilført ved anlegg. Leddet uten S ga lavt opptak av alle de analyserte næringsstoffene. Det lave opptaket av Mg på leddet uten tilførsel av dette næringsstoffet skyldes i første rekke tilgangen fra jord III.

Det var stor forskjell i opptaket av næringsstoffer mellom jordtypene (Tabell 7.9). Årsaken til det store opptaket av næringsstoffer fra jord II er en sterk frigjøring spesielt av K fra denne næringsrike jorda. Opptaket av næringsstoffer fra jord I har derimot vært begrenset av K-tilgangen, mens særlig S- og Mg-tilgangen har vært begrensende for opptaket av næringsstoffer på jord III.

Tabell 7.8. Effekt av ulik gjødsling på opptak av næringsstoffer i sum 3.-5. avling av raigras i middel av 3 jordtyper dyrket i vanlig veksthus, mg pr kar

Ledd	Kjeldahl N	P	K	Ca	S	Mg
a	-	13	60	23	-	10
b	305	53	402	205	50	52
c	293	53	361	166	40	47
d	307	56	423	206	53	43
e	305	58	404	211	53	49

Tabell 7.9. Opptak av næringsstoffer i sum 3.-5. avling av raigras dyrket i vanlig veksthus på 3 ulike jordtyper i middel av forsøksledd, mg pr kar

Jord	Kjeldahl N	P	K	Ca	S	Mg
I	290	49	227	178	57	49
II	337	59	517	142	67	32
III	280	32	246	166	23	19

Konklusjon, 2. forsøksår 1997

Alle gjødslingsledd ga stor meravling på alle jordtyper og temperaturnivå. Meravlingen økte med økt dyrkingstemperatur.

I middel ga Fullgjødsel 18-3-15 samme meravling som leddene uten tilførsel av P, S eller Mg på jord I og II og større meravling på jord III særlig pga. avlingssvikt på leddet uten S. Ved de to høyeste dyrkingstemperaturene ga Fullgjødsel noe større meravling også på jord II.

Opptaket av næringsstoffer økte sterkt på de gjødsle leddene og ved økt dyrkingstemperatur. På leddene uten tilførsel av P, S eller Mg var opptaket av disse næringsstoffene noe mindre enn ved bruk av Fullgjødsel.

Jord I ga størst opptak av P, S og Mg, Jord II ga størst opptak av N og K, mens jord III ga minst opptak av disse næringsstoffene. Opptaket i avlingen samsvarer godt med analyseverdiene av jorda ved anlegg.

Jordtypene I og II ga like stor meravling uten henholdsvis P, S eller Mg ved de tre siste slåttene i veksthuset. Jord III ga liten meravling uten gjødsling med S og også noe mindre meravling uten gjødsling med P.

Fullgjødsel ved anlegg økte også opptaket av P, S og Mg i de 3 siste avlingene i veksthuset. Uten S-gjødsling ved anlegg ble opptaket av alle de analyserte næringsstoffene lavt på jord III.

8. Bor-KalksalpeterTM TIL OLJEVEKSTER

Da korsblomstrede vekster har stort borbehov, kan det være aktuelt å tilføre disse vekstene mer bor enn det som tilføres gjennom Fullgjødning®. Dette kan gjøres ved bruk av Bor-Kalksalpeter. Da bor lett vaskes ut av jorda, kan det være fordelaktig å utsette hovedgjødningen med bor til etter oppspiring. Ved bruk av Bor-Kalksalpeter som bor-kilde kan også delt nitrogen gjødning praktiseres i oljevekster.

Våren 1995 ble det startet opp forsøk med bor til oljevekster både i kar og på felt for å bedømme behov og gjødslingsstrategi. Feltforsøkene blir utført i samarbeid med Planteforsk Apelsvoll forskingssenter med hovedvekt på svovel. I det følgende omtales opplegg og resultater fra karforsøket som blir utført i veksthuset ved IJVF.

Forsøksopplegg

Hvert år nyttes ny jordblanding av en meget humus- og næringsfattig sandjord fra Elverum og 20 volumprosent (30% i 1997) vasket hvitmosetorv. Sandjorda inneholder 0,1 mg plantetilgjengelig bor pr kg. Forsøket er delt i 2 serier; jord kalket til pH 6,5 og pH 7,5. Forsøksgjødning (Tabell 8.1) og mikronæring unntatt bor blandes inn i jorda og tilsåes med Agena rybsfrø i 7 liters kar. Plantene tilleggs gjødsles på 5-bladstadiet. Det blir vannet optimalt med destillert vann gjennom hele vekstsesongen.

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 8.1. Næringsstoffer tilført gjennom forsøksjødsla ved såing

N	P	K	Mg	Ca	S	B
- - - -		kg/daa		- - - -		gram/daa
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. Bortilførselen på leddene c, d og e var da 155 gram.

Avlingsresultater

Forsøket hadde jevn og fin plantebestand, men det ble observert dårlig frøsetting på kontrollleddene utover i vekstida. Skolmene ble høstet etter hvert som de ble modne. Modningen på kontrollleddene var noe forsinket. Halmavlingene ble også høstet og veid.

Uten bortilførsel ble frøavlingen sterkt redusert ved begge pH-nivå (Tabell 8.2 og figur 8.1). Fullgjødsel med bor ved såing (ledd b) økte frøavlingen sterkt, men ga likevel noe mindre avling enn leddene med større bortilførsel. Bruk av Bor-Kalksalpeter både ved såing og på 5-bladstadiet (ledd e) ga dette året noe større avling enn når Bor-Kalksalpeter bare ble gitt på 5-bladstadiet (ledd c). Da bruk av boraks ved såing (ledd d) ikke ga denne mereffekten, kan den positive effekten av Bor-Kalksalpeter om våren skyldes ekstra tilførsel av kalsium eller større andel nitrogen i form av nitrat.

Forsøksbehandlingen har vanligvis betydd lite for halmavlingen. I 1997 ga bruk av Bor-Kalksalpeter både ved såing og på 5-bladstadiet (ledd e) størst halmavling og sikker meravling i forhold til kontrollleddet.

pH-nivået har ikke påvirket avlingsutslagene verken i frø eller halm.

Tabell 8.2. Effekten av B-gjødsling på frø- og halmavling av rybs, gram ts/kar

	Frø			Halm		
	pH 6,5	pH 7,5	Middel	pH 6,5	pH 7,5	Middel
a.	1,4	1,7	1,5c	32,1	33,6	32,8b
b.	9,2	10,1	9,6b	33,8	34,0	33,9ab
c.	11,0	11,5	11,3ab	38,6	37,8	38,2ab
d.	11,2	10,2	10,7ab	35,6	31,4	33,5b
e.	12,4	12,0	12,2a	40,0	38,6	39,3a
Mid.	9,0a	9,1a		36,0a	35,1a	

Kjemiske avlingsanalyser

Forsøksbehandlingene hadde stor effekt på innholdet av råfett, nitrogen og bor i avlingen (Tabell 8.3). Borgjødsling gjennom Fullgjødsel ga økt innhold og opptak av råfett og bor i avlingen, mens nitrogeninnholdet ble redusert mot et normalt nivå. Bortilskudd på 5-bladstadiet (ledd c) økte innholdet og opptaket av råfett og bor ytterligere, mens

Tabell 8.3. Effekten av borgjødsling på innhold og opptak av råfett, Kjeldahl N og bor i rybs, middel av pH

	Råfett	Kjeldahl N		Bor	
	frø	frø	halm	frø	halm
		Innhold			
	- - - -	%	- - - -	- -	mg/kg - -
a.	28,1b	3,81a	0,72a	4,2b	11,5c
b.	36,9ab	2,93b	0,45b	4,8b	13,4c
c.	42,9a	2,70b	0,44b	10,3a	74,6b
d.	45,4a	2,71b	0,52b	9,9a	121,8a
e.	41,1a	2,61b	0,40b	10,9a	109,9a
		Opptak			
	- - - -	g/kar	- - - -	- -	mg/kar - -
a.	0,4c	0,06b	0,24a	0,01c	0,38c
b.	3,6b	0,28a	0,15b	0,05b	0,45b
c.	4,8ab	0,30a	0,17b	0,12a	2,85b
d.	4,9ab	0,29a	0,17b	0,11a	4,07a
e.	5,0a	0,32a	0,16b	0,13a	4,33a

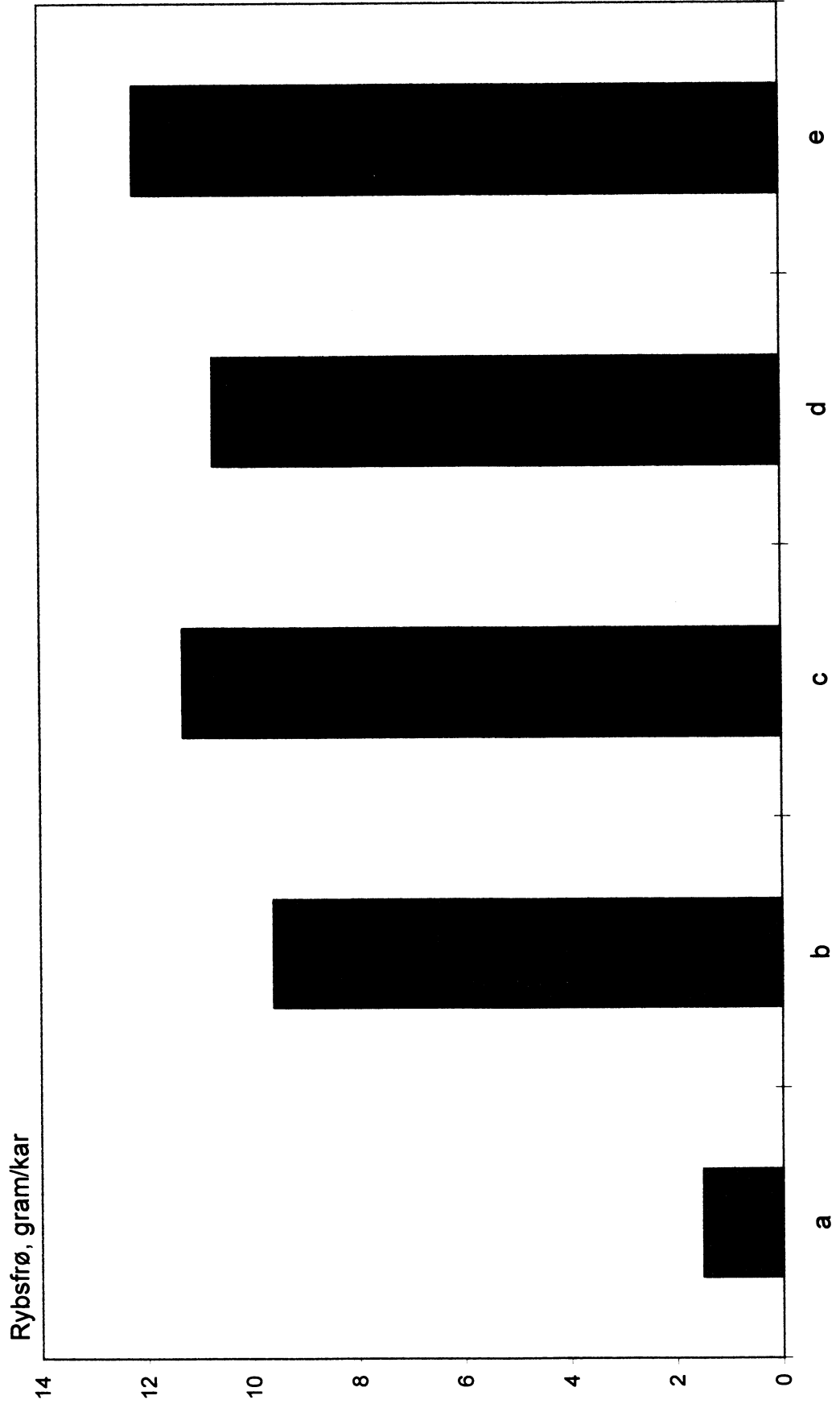


Fig 8.1. Effekten av borgjødsling på frøavlingen av rybs.

nitrogeninnholdet var blitt enda noe lavere samtidig som nitrogenopptaket var blitt noe høyere. Ekstra bortilførsel ved såing gjennom Bor-Kalksalpeter (ledd e) ga enda noe høyere råfettavling og innhold og opptak av bor i avlingen.

Diskusjon

Bortilsetningen i Fullgjødning er beregnet på å dekke borbehovet i et korn- og grasomløp. I praksis har jordsmonnet dessuten større borreserver enn jorda som er brukt i dette karforsøket. Forsøket viser imidlertid at for liten borgjødsling til oljevekster kan resultere i skjult bormangel med reduserte avlinger til følge, men det kan også gi fullstendig misvekst.

I forsøksperioden har ekstra bortilførsel på 5-bladstadiet økt avlingen av frø og råfett og gitt større opptak av Kjeldahl N og bor i avlingen. Da ytterligere bortilførsel ved såing stort sett ikke har gitt mereffekt, viser resultatene at ekstra borgjødsling kan utsettes fram til 5-bladstadiet. Ved bruk av Bor-Kalksalpeter kan en samtidig praktisere delt nitrogen-gjødsling også i oljevekster. Feltforsøk med Bor-Kalksalpeter tilført på 5-bladstadiet i rybs har også i noen grad gitt positive resultater for bor, mens delt nitrogengjødsling stort sett ikke har gitt utslag på avlingsmengden.

Konklusjon etter tre års karforsøk

Frøsettingen i rybs er blitt utelatt eller sterkt redusert uten borgjødsling.

Effekten av bor tilført gjennom Fullgjødning ved såing har vært god, men ekstra borgjødsling gjennom Bor-Kalksalpeter på 5-bladstadiet har økt avlingen av frø og råfett ytterligere i denne borfattige jorda.

Ytterligere B-tilførsel ved såing i tillegg til Fullgjødning har vanligvis ikke gitt effekt.

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

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

Kobolt (Co) er et essensielt næringsstoff for dyr og mennesker, men ikke for planter. Co er dessuten nødvendig for mikroorganismenes binding av N fra lufta. Sjukdom og trivsels-problemer hos lam som har sin bakgrunn i Co-mangel, har vært observert i del tilfeller langs kysten fra Rogaland i sør til Nordland i nord. Økt innhold av Co i fórrasjonen har fremmet vom-mikrobenes produksjon av vitamin B₁₂ og ført til bedre vekst av dyra.

I 1991 ble det startet opp et 3-årig veksthusforsøk med Fullgjødning tilsatt Co for å måle effekten på Co-innholdet i raigras dyrket under forskjellige forhold. Undersøkelsene ble utvidet i 1992 med 6 engfelt anlagt distriktvis med ulike jordtyper og klimaforhold. Resultatene fra disse undersøkelsene viste at Co-innholdet i raigras kunne økes effektivt ved bruk av Co-holdig Fullgjødning, men effekten var avhengig av jord- og klimaforhold.

Da det også var interesse for Kalksalpeter som alternativ bærer av Co, ble det startet opp karforsøk i 1993 og feltforsøk i 1994 for å teste effekten av en slik gjødningstype. Disse forsøkene med Co-holdig Kalksalpeter er nå stort sett avsluttet og resulterte i at NitraCoTM ble markedsført i 1997. Bare et mindre karforsøk for å teste effekten av Co-sulfat utsprøytet like etter gjødning med KalksalpeterTM ble utført i 1997.

Forsøksopplegg

Karforsøket ble startet opp i 1995 med sandjord fra Særheim (tabell 9.1) og er ført videre med samme jord i 1996 og 97. Forsøket er utført i 2 serier; (I) ukalket jord, pH 5,6 og (II) jord kalket med 17 gram CaCO₃ pr kar, pH 6,5. pH er senere justert før vekstsesongen hvert år med en liten mengde CaCO₃. Jorda er 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 har det vært dyrket raigras i 7 liters kar med 3 gjentak. Forsøksbehandlingen ble startet opp på etablert grasdekke etter 1.slått (Tabell 9.2).

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
		-----		mg/100 gram		-----	- mg/kg -	
5,6	5,0	2,0	10,0	5,0	40	3,0	0,5	0,04

Tabell 9.2. Forsøksbehandling

	Etter 1.slått	Etter 2.slått	Etter 3.slått
a.	PK 7-18 +Kalksalpeter(KS)	KS	KS
b.	" +KS m/0,02% Co	KS	KS
c.	" +KS + CoSO ₄ .7H ₂ O utsprøytet	KS	KS
Kg N/daa:	10	8	8

På ledd c ble Co-sulfat tilsvarende Co-mengden på ledd b løst i vann og dusjet ut på stubben med en håndsprøyte straks etter gjødsling med PK 7-18 og Kalksalpeter™. Væskemengden tilsvarte 75 liter pr daa.

Karene ble vannet optimalt med avionisert vann på vanlig måte, men i 1997 ble det vannet to ganger ved jevn utspredning over plantene fra ét døgn etter forsøksgjødslingen med Co. Alle karene ble tilleggsgjødslet med kaliumklorid tilsvarende 9 kg K pr daa etter 2. og 3. høsting. Raigraset ble høstet 4 ganger.

Avling

Den jevne fine veksten som ble observert i veksttida, ble bekreftet gjennom avlingstallene med bare små utslag for ulike pH-nivå eller behandlinger (Tabell 9.3).

Innhold og opptak av Co

Co-innholdet i graset var meget lavt i 1.slått som ikke var gjødslet med Co (Tabell 9.4). Det viser at en heller ikke har hatt ettervirkning av Co-tilførselen året før. I 2.slått var Co-innholdet økt noe på kontrollleddet, men det var fortsatt for lavt. Effekten av Co-

Tabell 9.3. Effekt av Co-holdig Kalksalpeter hhv Co utsprøytet separat, sum avling av raigras, g tørrstoff pr kar

Ledd	pH 5,6	pH 6,5	Middel
a.	56,7	56,5	56,6a
b.	56,0	58,5	57,3a
c.	55,9	58,2	57,1a
Middel	56,2a	57,8a	

holdig Kalksalpeter var meget god, mens ledd c med utsprøytet Co førte til et enormt Co-innhold i 2.slått. I 3. og 4.slått var det fortsatt god effekt av Co-holdig Kalksalpeter, ihvertfall ved laveste pH-nivå, mens effekten av utsprøytet Co var en del lavere.

pH-nivået hadde liten betydning for effekten av Co-gjødslingen i 2.slått, men i 3. og 4. slått ble Co-innholdet redusert betydelig på det høyeste pH-nivået.

Tabell 9.4. 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		Middel	
	pH I	II	pH I	II	pH I	II	pH I	II	pH I	II
a.	<0,03	<0,03	0,05	0,07	0,08	<0,03	0,04	<0,03	0,05	0,04
b.	<0,03	<0,03	0,47	0,44	0,21	0,09	0,17	0,09	0,15	0,06
c.	<0,03	<0,03	18,0	19,0	0,14	0,09	0,13	0,07	1,79	1,58
Midd	<0,03	<0,03	,64	1,41	0,16	0,06	0,24	0,07	0,67	0,57

Opptaket av Co som er vist i figur 9.1, gir omtrent de samme relasjonene mellom behandlingene som er beskrevet vedrørende innholdet i plantene.

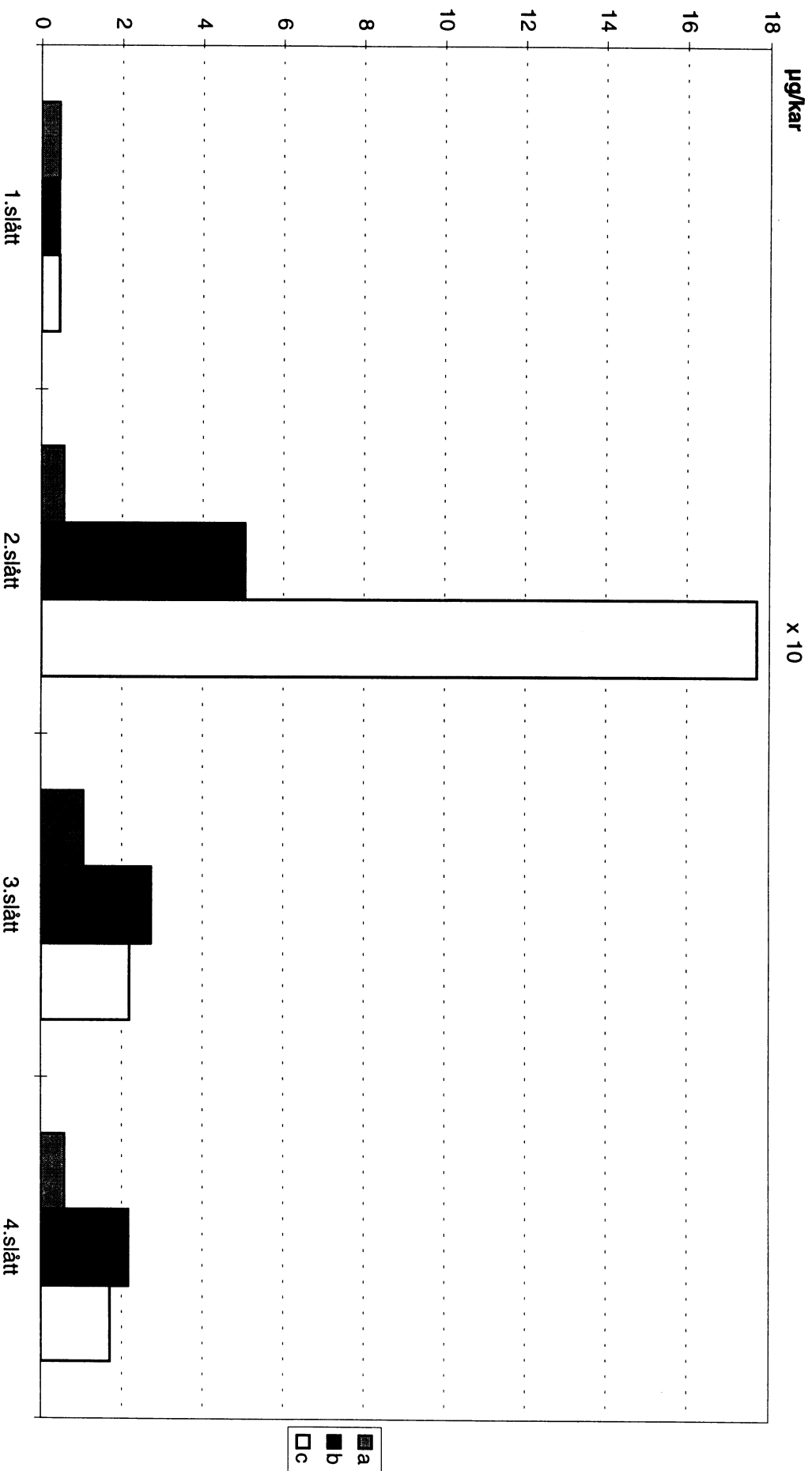


Fig. 9.1 Co-opptak i raigras ved bruk av Co-holdig Kalksalpeter (b) hhv. Co utsprøytet separat (c) i 1997. Middell av 2 pH-nivå.

Konklusjon, 3 års karforsøk

Innholdet av Co i avlingene var meget lavt uten Co-gjødsling.

Begge tilførselsmåter for Co ga økt innhold og opptak av Co i de påfølgende avlinger i gjødslingsåret.

I 1.slått før Co-gjødsling i 3. forsøksår kunne det ikke registreres ettervirkning av Co-gjødsling tidligere år.

Hvert år har 2. slått som ble påsprøytet Co-sulfat, hatt meget høyt Co-innhold, mens Co-innholdet i de to påfølgende avlingene har vært noe lavere enn etter bruk av Co-holdig Kalksalpeter.

Co-innholdet i avlingene var lavest på det høyeste pH-nivået både med og uten Co-gjødsling.

