

FORSØKSRAPPORT

1999

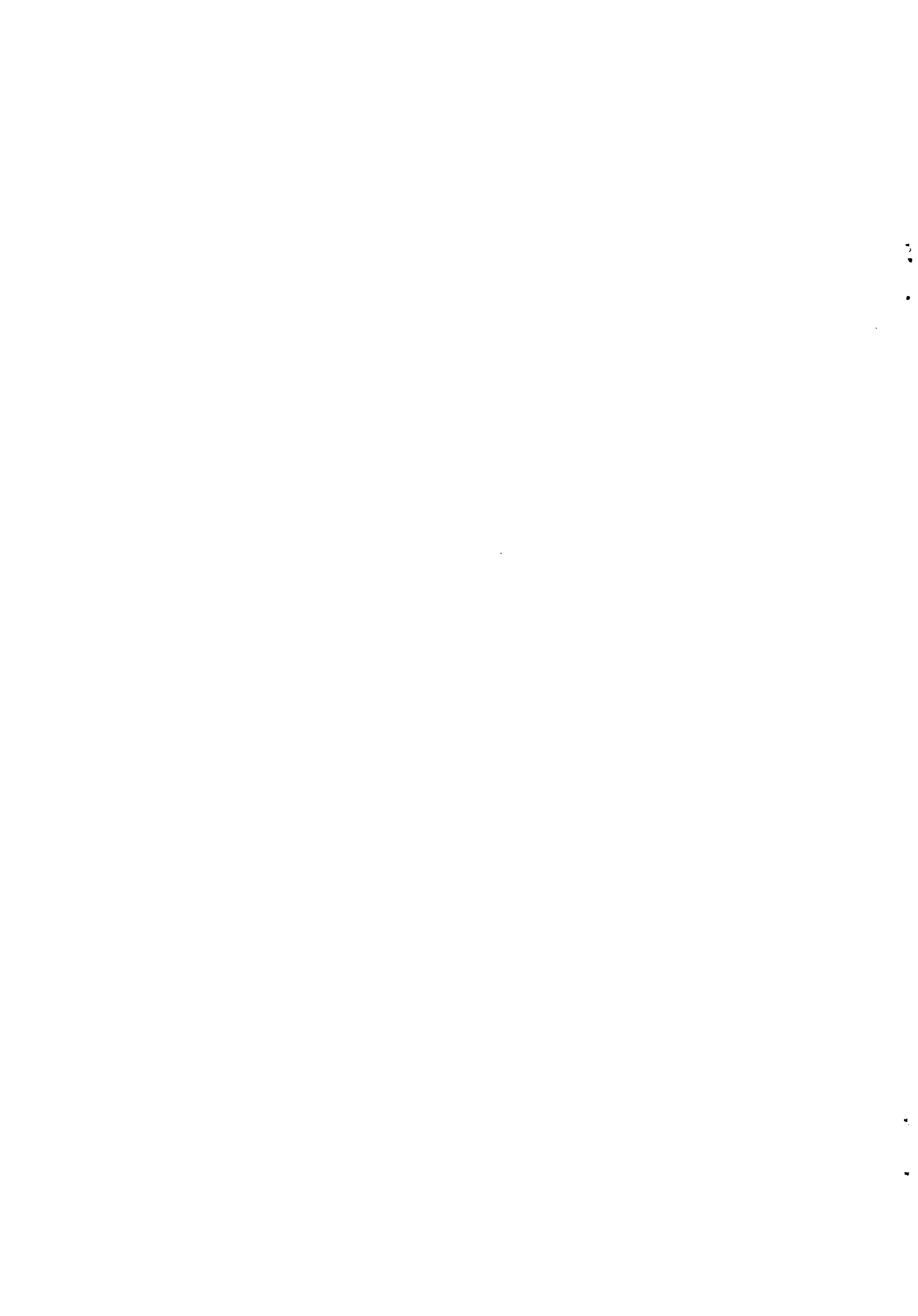
Samarbeidsprosjekt
IJVF - Norsk Hydro ASA

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):	Rapport nr : 4/2000 (83)
FORSØKSRAPPORT 1999	Begrenset distribusjon: Fri
Samarbeidsprosjekt IJVF – Norsk Hydro ASA	Dato: 12 mai 2000
Leif Ruud	Prosjektnummer:
	Faggruppe: JORDKULTUR
	Geografisk område: Norge
	Antall sider (inkl. bilag) 70
	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 og i felt.

Rapporten omfatter 6 forsøksprosjekter 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. Mineral fertilizers
2. Raw Materials
3. Crop Yield
4. Mineral concentr. and uptake

For administrasjonen:


Trond Børresen





FORSØKSRAPPORT

1999

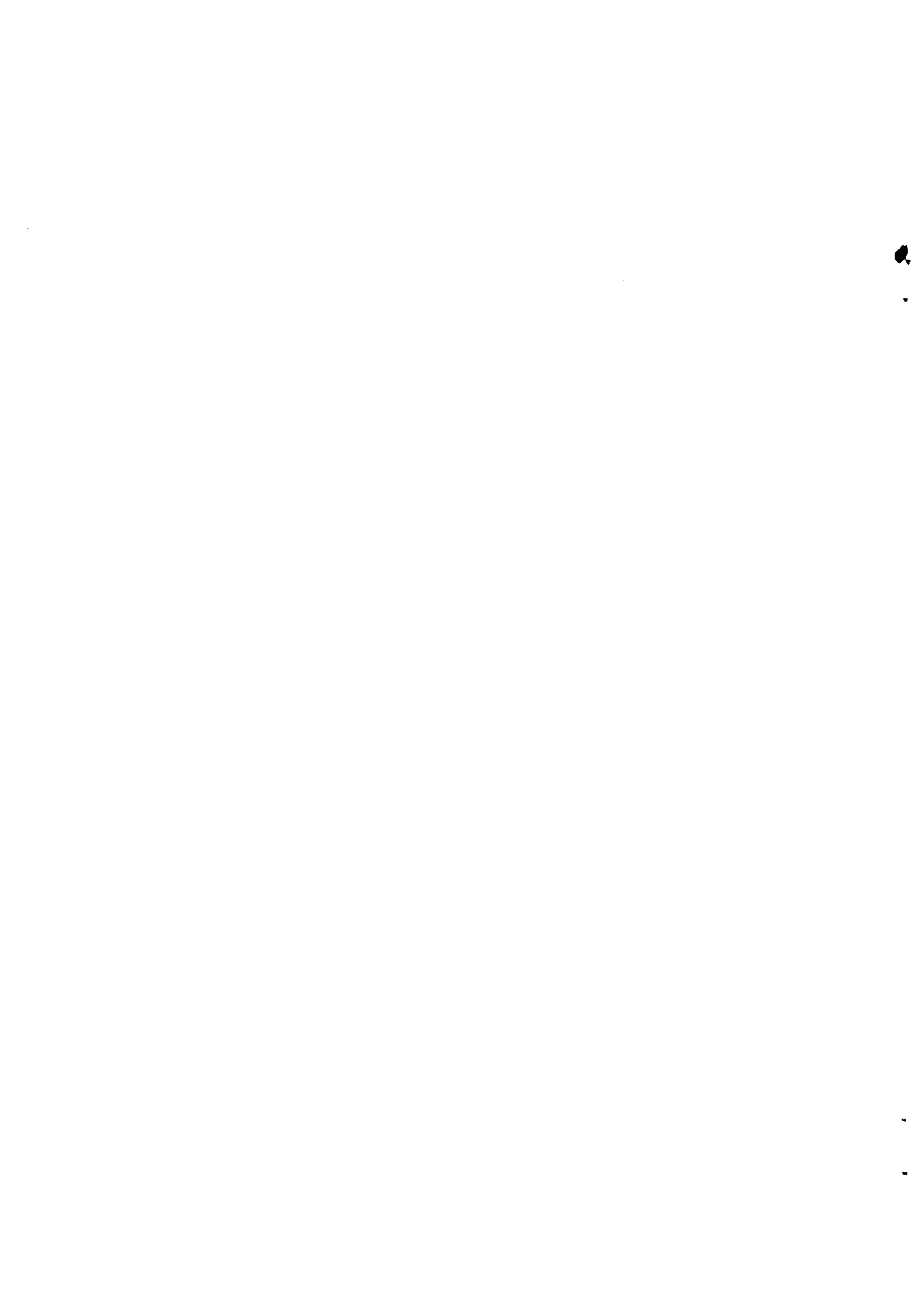
Samarbeidsprosjekt
IJVF – Norsk Hydro ASA

Effekt av gjødsling på avlingsmengde og mineralinnhold

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

Samarbeidspartnere i forsøksarbeidet:
Planteforsk Apelsvoll, Kvithamar, Særheim, Vågønes.
Forsøksringene i Solør-Odal og Telemark

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

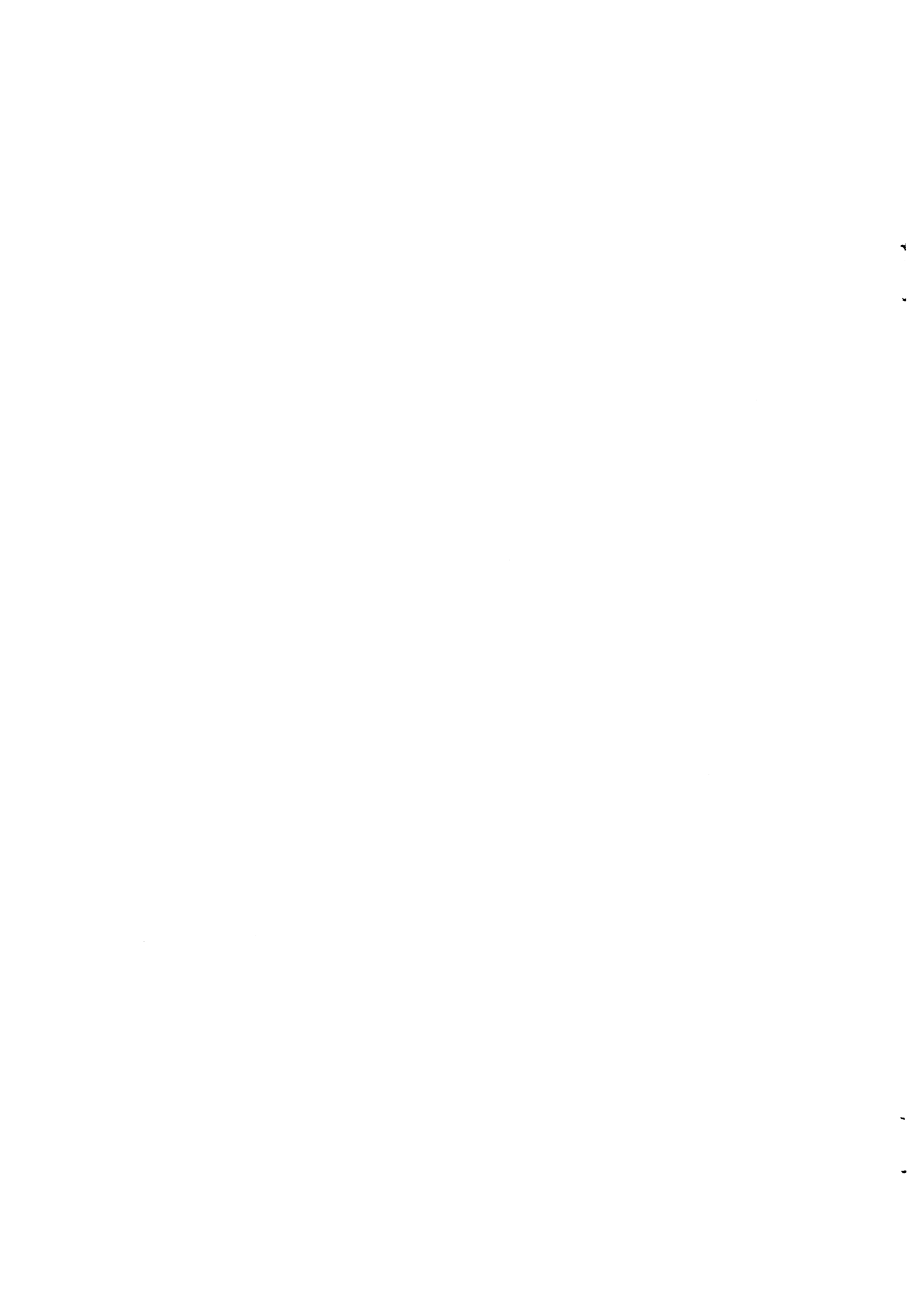


INNHOOLD

FORORD	
SAMMENDRAG	5
SUMMARY	13
1. FORSØK MED SELÉN I KORN OG GRAS	19
Feltforsøk i vårhvete	19
Karforsøk i raigras, Se-opptak ved ulike pH-nivå	24
Karforsøk med S- og Se-holdig Kalksalpeter™ i hvete og raigras	29
Se-beriket Fullgjødsel® til eng høstet ved ulike utviklingsstadier	33
2. EFFEKTEN AV MAKRO- OG MIKRONÆRINGSSTOFFER	
I FASTLIGGENDE FELT	36
Jordanalyser	36
Forsøksopplegg	37
Avlinger	38
Kjemiske avlingsanalyser	39
3. GJØDSLINGSSTRATEGI I POTET	42
Forsøksopplegg	42
Avling	43
Kjemiske avlingsanalyser	45
Avlingsresultater i middel av 3 års forsøk	46
4. Fullgjødsel® MED MANGAN OG SINK	49
Karforsøk i havre	49
Karforsøk i potet	54
Karforsøk med Mn i bygg	57



5.	GJØDSLING MED NITROGEN OG SVOVEL I VÅRRYBS .	61
	Forsøksopplegg	61
	Avling	62
	Innhold og opptak av N og S	63
6.	STARTGJØDSLING I VÅRKORN	66
	Forsøksopplegg	66
	Avling	68
	Kjemiske avlingsanalyser	69



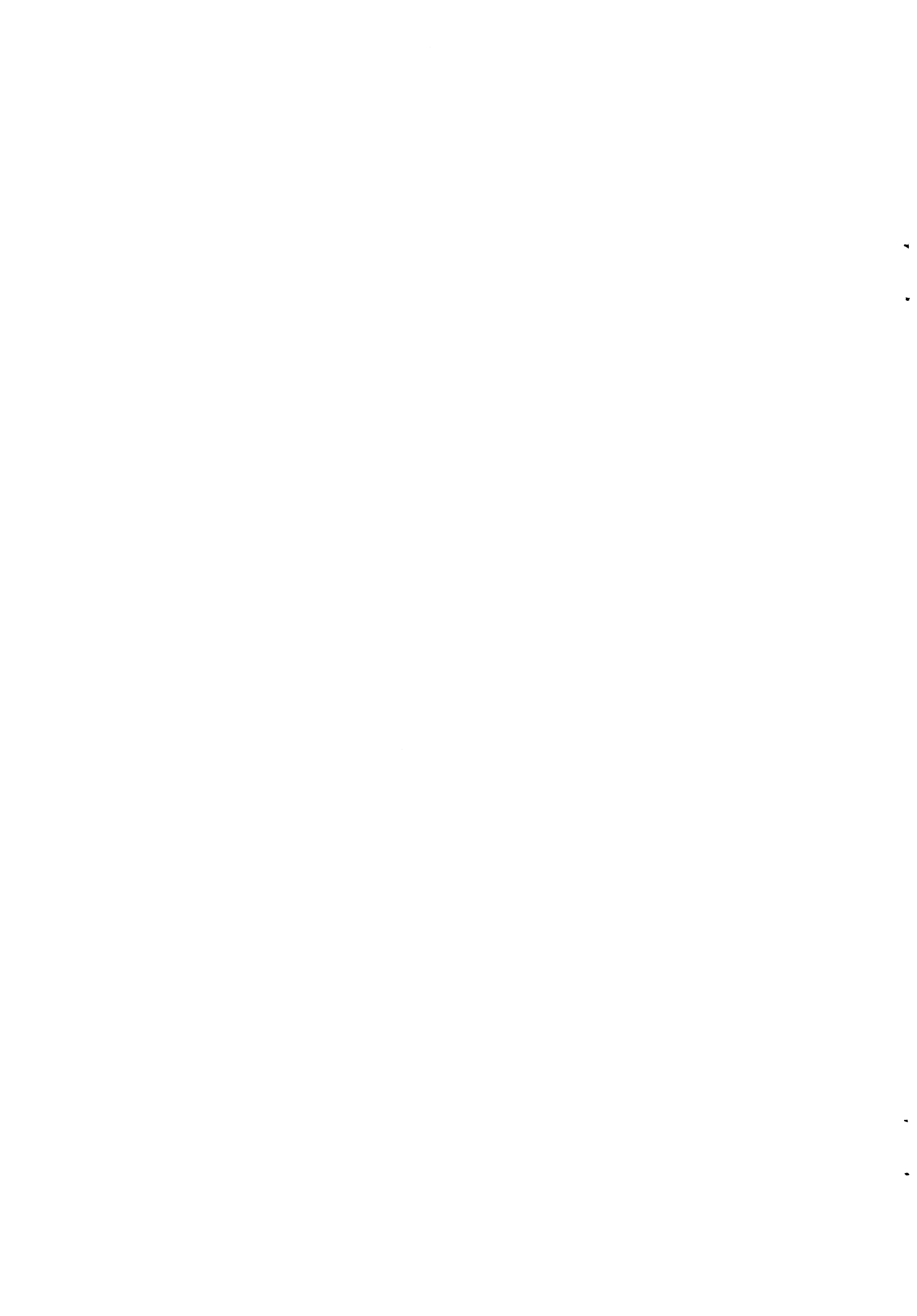
FORORD

Denne rapporten presenterer resultater fra gjødslingsforsøk som er utført innenfor et samarbeidsprosjekt mellom Institutt for jord og vannfag og Hydro Agri. Rapporten omfatter 6 forskningsprosjekter hvor det er utført en rekke forsøksserier i Instituttets veksthus og under feltforhold. Feltforsøkene er utført ved Instituttet og i samarbeid med Planteforsk og flere forsøksringer.

Forskningsprosjektene i 1999 omfattet disse hovedområdene: Gjødsling med selén, effekten av allsidig gjødsling, potetgjødsling, gjødsling med mangan og sink, gjødsling med nitrogen og svovel til vårrybs samt startgjødsling i bygg.

Takk til alle medvirkende for godt samarbeid.

Leif Ruud



SAMMENDRAG

Rapporten for 1999 omhandler 6 forskningsprosjekter hvor en rekke forsøksspørsmål er testet i veksthus og feltforsøk. Et sammendrag av forsøksresultatene følger nedenfor.

1. FORSØK MED SELÈN I KORN OG GRAS

Norske planteprodukter har lavt selènnhold. I dette prosjektet testes effekten av selèngjødsling under ulike forhold i korn og gras.

Feltforsøk i vårkorn

To Se-felt i Ås som har vært fastliggende siden 1989 og 90, ble ført videre med to pH-nivå fra våren 1996.

Uten Se-gjødsling har Se-innholdet i kornet vært meget lavt i hele forsøksperioden. Hvert år har Se-innholdet i kornet økt kraftig etter Se-gjødsling på begge feltene.

Minste Se-mengde tilført gjennom Kalksalpeter ved begynnende skyting (ca 0,6 gram Se per daa) har som regel økt Se innholdet i kornet til ønsket nivå. Dobling av denne Se-mengden har ofte 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 etter Se-gjødsling er ikke blitt påvirket entydig av kalking og høyere pH i jorda, men ved bruk av Se-holdig Kalksalpeter har effekten av kalk 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).

Det er ikke registrert ettervirkning av tidligere Se-gjødsling verken ved størst Se-mengde tilført eller etter kalking.

Karforsøk i raigras med Se-opptak ved ulike pH-nivå

I dette karforsøket undersøkes spesielt hvordan Se-tilgangen fra jorda endrer seg etter oppkalking. Det ble nyttet jord fra et av de fastliggende Se-feltene (S127.1) ved Instituttet.

Uten Se-gjødsling har Se-innholdet i raigras vært lavt på alle tre pH-nivå.

Leddene med høyest Se-tilførsel i feltforsøksperioden har gitt litt ettervirkning i enkelte høstinger.

Se-innholdet i avlingen har ikke blitt entydig påvirket av jordas pH-nivå, men i det siste forsøksåret økte Se-innholdet betydelig mindre ved det midlere pH-nivået.

Innholdet og opptaket av Se økte sterkt når gjenveksten ble gjødslet med Se-holdig gjødsel. Det var god ettervirkning av Se-gjødslingen i de påfølgende avlingene. Det var samme Se-effekt av NitraSel™ og Se-beriket Fullgjødsel® 21-3-8 tilført på overflaten.

Karforsøk med selèn og svovel i hvete og raigras

I forsøket testes effekten av S og Se innblandet i Kalksalpeter™.

Meget lavt Se-innhold i både hvete og raigras uten Se-gjødsling.

Se-innholdet økte kraftig etter Se-gjødsling med NitraSel™, men ekstra S-gjødsling gjennom gips eller K-sulfat hemmet økningen.

Svovel-Kalksalpeter tilført sammen med NitraSel™ hadde liten negativ effekt på Se-innholdet i hvete, og dette var det mest effektive alternativet i raigras.

Forsøket bekrefter at hvete bør gjødsles med ca 0,5 gram Se pr. daa, mens den totale Se-mengden til raigras kan økes noe og fordeles på 2 gjødslinger.

Ekstra S-gjødsling økte innholdet og opptaket av S i avlingene. Den ekstra S-mengden ble godt utnyttet i raigras og førte også til noe avlingsøkning.

2. EFFEKTEN AV MAKRO- OG MIKRONÆRINGSSTOFFER I FASTLIGGENDE FELT

Hensikten med forsøkene har vært å teste hva som skjer med avlingene når et av næringsstoffene utelates fra gjødsla. Serien har omfattet 7 felt anlagt i ulike landsdeler i samarbeid med lokale forsøksringer og Planteforsk.

På alle feltene ble avlingen sterkt redusert på leddene uten gjødsling og når nitrogen var utelatt fra gjødsla. I den siste fem års perioden av forsøket ble avlingene av korn og eng uten N-gjødsling redusert til hhv. 41 % og 36 % av avlingene på leddet med Fullgjødsel®. I eng ble avlingene ytterligere redusert på leddet helt uten gjødsel. I middel av to felt og to forsøksår ble den salgbare avlingen av potet redusert til 68 % på leddet uten N og til 53 % på leddet uten gjødsel.

Avlingsreduksjonen for de andre næringsstoffene har vært sterkest for K på Særheimfeltet og for K og S på Vågønesfeltet. I korn har det i enkelte år vært sikker avlingsreduksjon uten P og uten K på feltet i Solør-Odal og uten P på feltet i Nedre Telemark. I potet har leddene uten K-gjødsling og uten P-gjødsling gitt sikker avlingsreduksjon på hhv. Apelsvoll og i Solør-Odal.

Det har vært godt samsvar mellom gjødslingen og avlingens innhold og opptak av næringsstoffer, særlig i eng og til dels i potet. I korn har innholdet og opptaket av næringsstoffer ofte hatt nær sammenheng med avlingsutslagene. I 1999 var det lavt innhold av P, K og Mg i kornavlingen når disse næringsstoffene ikke var tilført selv på felter uten avlingsutslag.

Siden anlegg av feltene er jordas innhold av lett plantetilgjengelig P, K og Mg tydelig redusert på ledd uten gjødsling med disse næringsstoffene. I 1998 var P-AL redusert med ca 2 enheter på alle felt, K-AL var redusert med 1 - 4 enheter, mens Mg-AL var redusert med 0-2 enheter.

3. GJØDSLINGSSTRATEGI I POTET

I forsøket testes effekten av delt nitrogen- og kaliumgjødning i kombinasjon med lettløselig kalsium gjennom Kalksalpeter™ (KS). Opplegget tar spesielt sikte på å redusere mengden av indre feil som brunfleck, kolv og nekrose i potetknollen. I forsøket dyrkes sorten Saturna i kasser i veksthuset ved IJVF.

Både delt kaliumgjødning og delt nitrogengjødning har hver for seg gitt større totalavling av potet enn når all gjødning ble tilført om våren, men den salgbare avlingen ble ikke påvirket av dette. Derimot ga delt nitrogen- og kaliumgjødning i kombinasjon både noe større totalavling og noe større salgbare avling.

Delt nitrogen- og kaliumgjødning ved bruk av NK 15-27 ga størst totalavling, men mye småpoteter og minst salgbare avling.

Delt nitrogengjødning har økt innholdet og opptaket av Kjeldahl N og til dels magnesium i totalavlingen. Bruk av Kalksalpeter fra våren av har også virket positivt på innhold og opptak av disse næringsstoffene.

Delt kaliumgjødning har i middel ikke hatt entydige effekter på innhold og opptak av næringsstoffer bortsett fra et noe redusert kaliuminnhold antagelig som følge av at avlingen har økt. I kombinasjon med Kalksalpeter fra våren av har delt kaliumgjødning virket positivt på innhold og opptak av både Kjeldahl N, magnesium og til dels kalium.

I et av forsøksårene ble det registrert færre og svakere angrep av brunfleck i knollene ved delt kaliumgjødning i forhold til når all kalium ble gitt ved setting.

Bor-Kalksalpeter som ekstra borkilde har tydelig økt innholdet og opptaket av bor i totalavlingen av potet. Delt kaliumgjødning har gitt lavere innhold og opptak av bor enn når all kaliumgjødningen er gitt om våren ved ekstra så vel som ved ordinær bortilførsel.

4. Fullgjødse[®]l MED MANGAN OG SINK

Karforsøk i havre

Tilførsel av Mn og Zn har gitt stor meravling ved begge pH-nivå. Det er sannsynlig at Zn-mangel har gjort seg mest gjeldende for avlingsutslagene.

Det har vært liten forskjell i meravling om Mn og Zn har vært tilført inngranulert i Fullgjødse[®]l eller separat sammen med Fullgjødse[®]l eller Kalksalpeter + HYDRO-PK .

Tilførsel av kalk har gitt ytterligere sterk reduksjon av kornavlingen på kontrolleddet, men med tilførsel av Mn og Zn ble avlingene tilnærmet opprettholdt.

Fullgjødse[®]l 11-5-17 med Mn inngranulert økte innholdet og opptaket av Mn i avlingen ved begge pH-nivå. Effekten av separat tilført Mn på Mn-innholdet i avlingen var ofte liten og negativ, ihvertfall ved høyeste pH i jorda.

Innholdet og opptaket av Zn ble økt signifikant på alle ledd med tilførsel av Zn. Avlingen har hatt noe mindre innhold av Zn på leddet med Kalksalpeter + HYDRO-PK.

Innholdet og opptaket av både Mn og Zn ble tydelig redusert etter kalking, men effekten av Mn inngranulert i Fullgjødse[®]l og Zn tilført både separat og inngranulert har likevel vært god også på dette pH-trinnet.

Karforsøk i potet

Det kunne ikke påvises avlingsutslag eller andre effekter etter gjødsling med Mn og Zn i forsøket. Analysene viste imidlertid at plantene på kontrolleddet hadde meget lavt Zn-innhold, mens Mn-innholdet var fullt ut tilstrekkelig.

Gjødsling med Mn økte innholdet av Mn på leddene med Fullgjødse[®]l, mens det ble redusert når Mn ble tilført sammen med Kalksalpeter + HYDRO-PK. Alle leddene med Zn-tilførsel førte til økt Zn-innhold i plantene, men økningen var sterkest ved separat tilførsel sammen med Fullgjødse[®]l.

Karforsøk i bygg

Generelle forgiftningssymptomer førte til ujevne avlingsresultater. I tillegg ble plantene også Mn-forgiftet når Mn ble tilført separat ved laveste pH i jorda. På disse leddene hadde plantene et kritisk høgt Mn-innhold som resulterte i redusert avling.

Mn tilført inngranulert i NPK økte også Mn-innholdet i plantene i forhold til kontrolleddene uten at det påvirket avlingsstørrelsen. Dette er rimelig da plantene på kontrolleddene hadde tilfredsstillende Mn-innhold uten Mn-gjødsling.

Den sterkeste kalkingen ga reduserte forgiftningssymptomer og høyere avling med betydelig lavere Mn-innhold enn ved svakeste kalking.

Da forsøket var ujevnt, ble det ikke påvist noen klar effekt på avling eller Mn-innhold av gjødslingsmåten, jevn innblanding i jorda eller radgjødsling.

5. GJØDSLING MED NITROGEN OG SVOVEL I VÅRRYBS

Effekten av ulike gjødslingsstrategier med nitrogen og svovel i vårrybs testes i karforsøk.

Ekstra svovelgjødsling i anleggsåret ga ingen effekt på avlingen av frø og halm året etter. Likevel ga denne serien høyere innhold og opptak av S i halmavlingen, men derimot ikke i frøavlingen. Innholdet og opptaket av Kjeldahl N i frø og halm ble heller ikke påvirket.

I serie I ga Svovel-Kalksalpeter høyere frøavling enn Kalksalpeter det 2. forsøksåret.

Beregninger bekrefter meget liten frigjøring av S fra jorda og at tilførselen av S gjennom grunnjødslinga om våren dermed ble for liten.

Svovel-Kalksalpeter har hatt god effekt på innhold og opptak av S både i frø og halm i begge de to seriene. Svovel-Kalksalpeter har hatt liten innvirkning på innhold og opptak av Kjeldahl N, men det var en tendens til at denne gjødseltypen ga noe lavere innhold av Kjeldahl N både i frø og halm i serie I.

I begge forsøksårene har det vært lavt innhold av Kjeldahl N i avlingene. Dette skyldes trolig lav N-tilgang da tilnærmet all tilført N ser ut til å ha blitt utnyttet. Den lave N-tilgangen har

trolig begrenset frøavlingen i 1999. Når forsøket fortsetter i år 2000, vil det derfor være aktuelt å øke tilført N-mengde.

6. STARTGJØDSLING I VÅRKORN

Karforsøk for å teste ut effekten av ulike gjødseltyper som startgjødsel.

Startgjødsel med innhold av fosfor økte korn- og halmavlingene i 1998, mens det ikke ble utslag for startgjødsling på kalket jord i 1999. Avlingsutslagene i 1998 hadde sammenheng med lav pH og fosforbinding i jorda. Gjødselledd som førte til ytterligere reduksjon av pH i jorda, ga dårligst avling. I 1999 ga største mengde Hydro Complex høyere avling enn største mengde OPTI START™. Dette hadde trolig sammenheng med forskjellig Zn-tilgang.

I 1998 hadde opptaket av Kjeldahl N og fosfor nær og positiv sammenheng med avlingsmengden. I 1999 ga gjødseltypene liten forskjell i opptaket av disse næringsstoffene, mens Hydro Complex ga det største opptaket av kalium.

SUMMARY

This report is describing 6 projects in 1999 including experiments carried out in greenhouse 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 Cereals

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 likely caused by different climates and soils. Two long term fields were continued in 1999 at 2 pH levels.

Concentration of Se in grain yield has been very low without application of Se through the whole research period. Every year Se content in grain yield has increased to a proper level by fertilizing with 6 gram Se per hectare on the two fields.

Se-enriched NPK has frequently increased Se concentration more than Se-enriched CN in this two fields. The reason for this can be low yield level and bad growing conditions when CN was applied.

Either Se concentration in plants or analysed Se content of soil have been influenced by change in soil pH, but Se content of soil has increased slightly by application twice as much Se as normal since 1989.

Se fertilizing has not given any effect on Se content in grain yield the year after application

Pot experiments in Italian Ryegrass

The effect of Se-enriched CN is tested in ryegrass because the supply of Se to grazing cattle is in focus. The effect on Se uptake in grasses of changing pH in soil are tested.

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 yield was still very low on all pH levels without Se applied. In some cuts Se concentration in grasses has been slightly higher on soil which had been added the highest Se rate since 1989.

Last year second cut of ryegrass was top-dressed with Se-enriched CN and NPK. Concentration and uptake of Se in grass yield were strongly increased by CN as well as NPK with good after-effect in third and fourth cuts.

Pot experiments with Selenium and Sulphur incorporated in CN

The effect of S and Se incorporated in CN is tested in Spring Wheat and Italian Ryegrass.

Concentration of Se in crop yield was strongly increased by Se-enriched CN. There was little reduction in Se concentration with small amounts of sulphur added but the reduction was distinct by higher amounts of sulphur added.

Concentration and uptake of S in crop yield were increased by treatment with extra S added. Ryegrass yield was increased by extra S added.

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

The effect of balanced fertilizing is tested in 7 research fields with different rotations including cereals, potatoes and permanent grasses.

Since the fields were laid out in 1989 plant available P, K and Mg have been reduced. P-AL has been reduced with two units in every fields, K-AL has been reduced with 1 to 4 units and Mg-AL has been reduced with 0 to 2 units.

There has been high response in crop yield to application of Fullgjødtsel® on all sites. In average of the last five years crop yield on treatments without fertilizer was reduced to 41 % and 35 % in cereals and meadows respectively in relation to treatment with Fullgjødtsel®. In potatoes crop yield was reduced to 53 % without fertilizer in average of two years.

There has been great reduction in crop yield without K as well as S added to fertilizers in meadow and without P and K added in potatoes and cereals.

There has been good correlation between P, K and Mg missing in the fertilizers and concentration of these nutrients in grasses and partly in potatoes. Cereals have had best correlation between added nutrients and uptake of nutrients in crop yield.

3. FERTILIZING STRATEGI FOR POTATOES

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

Split application of K as well as N led to greater total yield of potatoes but yield of potatoes for consume was not influenced. Split application of K and N together also led to higher yield of potatoes for consume.

NK fertilizer led to the highest total yield of potatoes but the least yield for consume.

Concentration and uptake of Kjeldahl N and partly Mg in total yield were increased by split application of N and especially by use of CN as N-fertilizer.

Concentration of K in potatoes has been reduced by split application of K because of higher crop yield. When split application of K was combined with use of CN as N sources concentration and uptake of Kjeldahl N, Mg and partly K was positively influenced.

Split K application led to fewer and weaker attack by brown spots in the tubers in one of the research year.

Concentration and uptake of boron in total yield of potatoes were increased by B-enriched CN. Concentration and uptake of boron were lesser by split application of potassium than by all potassium applied in spring.

4. MANGAN AND ZINK INCORPORATED IN NPK

Pot experiments in oats

Application of Mn and Zn resulted in significantly increase in crop yield at normal as well as at high pH in the soil. Probably Zn has been the main reason for the increase in crop yield.

There has been little difference in crop yield between Mn- and Zn-enriched NPK and Mn and Zn added separately.

Grain yield of oats was strongly reduced by liming when Mn and Zn were left out of the fertilizers but liming had no influence on crop yield when Mn and Zn were added.

Concentration and uptake of Mn were increased by Mn- and Zn-enriched NPK at the two pH levels but separate application of Mn and Zn had little effect.

Concentration and uptake of Zn were significantly increased by all treatments adding Zn at the two pH levels but concentration of Zn was lowest on the treatment with CN + HYDRO-PK.

Concentration and uptake of Mn as well as Zn were reduced by liming but the effect of Mn incorporated in NPK and of Zn applied separately as well as incorporated in NPK were still good.

Pot experiments in potatoes

There was no effect on crop yield by Mn- and Zn-application. However, there was very low content of Zn in plants, and normal content of Mn, on control treatment.

Concentration of Mn was increased by application of Mn incorporated in NPK but it was reduced by Mn applied together with CN and HYDRO-PK. All treatments with Zn led to

increased Zn concentration in plants but Zn applied separately together with NPK led to highest increase.

Pot experiments in barley

There was a lot of poisoning symptoms with big variation in crop yield results in the experiment. The plants were poisoned also by Mn applied separately to soil with the lowest pH. Concentration of Mn in plants on these Mn treatments was very high and this led to reduced crop yield.

Concentration of Mn in plants increased by Mn applied incorporated in NPK also but this did not influence crop yield. This is reasonable because Mn concentration of plants was high enough without Mn applied at all.

Poisoning symptoms and Mn concentration of plants were reduced and crop yield was increased by higher liming.

Crop yield and concentration of Mn in plants were not influenced by fertilizing method.

5. NITROGEN AND SULPHUR FOR SPRING OIL CROPS

Oil crops have a high requirement for sulphur which also easily is leached out of the soil. Nitrogen and sulphur have to be added in a balanced ratio because these nutrients work together when protein is formed in the plants. This can be met by S-enriched Calcium Nitrate top-dressed which also allow splitting up the N rate. This strategy for fertilizing oil crops is tested in pot experiments.

In second test year seed and straw yield were not influenced by extra S fertilizing in the first test year but concentration and uptake of S were higher in straw. Concentration and uptake of Kjeldahl N were not influenced.

Without extra S fertilizing seed yield was higher by S-enriched CN than by CN in second test year. There was too small amounts of S released from soil and applied in basic fertilizer to meet the plants need of S.

Concentration and uptake of S in seed and straw was increased by S-enriched CN but concentration and uptake of Kjeldahl N was not influenced.

Low supply of N has led to low concentration of Kjeldahl N in crop yield and reduced crop yield level.

6. EFFECT OF START FERTILIZERS IN SPRING BARLEY

Last year barley yield was increased by start fertilizer with nitrogen and phosphorous in field trials. The main quantity of fertilizers is deep placed between the seed rows but a small quantity of fertilizers is placed together with the seed. The effect of start fertilizer has been very good in soil with low pH at a cold and humid climate but young plants can be damaged by scorching under dry conditions.

Greenhouse experiments to test different types of start fertilizers has been done in to years. In 1999 the experiments were laid out with two soil pH. The results are reported here.

Crop yield was increased by start fertilizers containing phosphorous corresponding to low pH and low available phosphorous in the soil in 1998. Lowest crop yield was achieved by fertilizers leading to extra reductions in soil pH.

In 1999 Hydro Complex (NPK with micro nutrients) led to higher crop yield than OptiStart™ (Ammoniumphosphate).

Uptake of Kjeldahl N and phosphorous in crop yield were positively correlated to crop yield response in the different treatments in 1998. In 1999 Hydro Complex led to highest uptake of potassium but there was little difference between the fertilizers in uptake of other nutrients.

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 fôrrasjonen. 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. Denne gjødseltypen er nå tillatt brukt i mathvete og har vært markedsført under navnet NitraSel™. En ny Se-holdig Fullgjødsel 21-3-8 er for tiden til utprøving i felt- og beiteforsøk.

FELTFORSØK I VÅRHVETE

Se-holdig Kalksalpeter ble først utprøvd i karforsøk hvor en fant at Se-innholdet i hvete økte i takt med Se-mengden i gjødsla både ved tidlig og ved sein delgjødsling. Feltforsøk 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 kalkstensmel 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:

- 8 kg N/daa i Fullgjødsel 21-4-10 uten Se om våren +
4 kg N/daa i Kalksalpeter uten Se ved skyting
- 8 kg N/daa i Fullgjødsel 21-4-10 uten Se om våren +
4 kg N/daa i Kalksalpeter m/25 mg Se/kg vare ved skyting
- 8 kg N/daa i Fullgjødsel 21-4-10 uten Se om våren +
4 kg N/daa i Kalksalpeter m/50 mg Se/kg vare ved skyting
- 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

I 1999 ble ikke feltene forsøksgjødning med Se-holdig gjødning, men de ble gjødning som vanlig til korn over hele feltet. Oppkalkingen av jorda i 1996 og 97 førte i 1999 til et sikkert negativt avlingsresultat i havre og også til lavere avling på hvetefeltet (Tabell 1.3). I middel av pH var det bare ledd d i havre som ga et sikkert negativt avlingsresultat sammenlignet med de andre leddene.

Tabell 1.3. Kornavling etter ulik Se-tilførsel ved 2 pH-nivå i 1999, kg per 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	558	515	500	462	466	491	495	404
Ås II	Hvete	392	380	397	379	359	378	383	343

Innhold av Se i kornavlingene

Se-innholdet i kornet har vært meget lavt uten Se-gjødning i hele forsøksperioden. Det har også vært meget godt samsvar mellom Se-tilførselen og Se-innholdet i kornavlingene. På disse to feltene har Se-innholdet i kornet vært noe høyere når samme Se-mengde ble tilført om våren gjennom Fullgjødning enn ved delgjødning gjennom Kalksalpeter (ledd b og d). Dette har trolig sammenheng med vekstproblemer og lavt næringsopptak rundt spredetidspunktet for Kalksalpeter ved skyting. Hvert forsøksår har dobbel Se-mengde tilført gjennom Kalksalpeter økt kornets Se-innhold ytterligere og i samsvar med effekten av minste mengde Se tilført.

Effekten av kalk på kornets Se-innhold har ikke vært entydig gjennom forsøksperioden (Tabell 1.4). Feltvis betraktet har kalken stort sett virket positivt på kornets Se-innhold på Ås I, mens effekten har vært variabel på Ås II. På Ås I har oppkalkingen av jorda hvert år økt kornets Se-innhold ved bruk av Se-holdig Kalksalpeter, mens kalkingen har redusert Se-innholdet i kornet ved bruk av Se-holdig Fullgjødning hvert år på Ås II. Mest sannsynlig er denne forskjellen mellom gjødseltypene tilfeldig da økt pH burde påvirke plantenes tilgang på Se i samme retning. Etter hvert vil tilført Se omdannes til selenitt i jorda da pH både med og uten kalk er < 7 på begge feltene. Kalken vil imidlertid stimulere til økt omsetning av det organiske materialet i jorda med frigjøring av ulike næringsstoffer.

Tabell 1.4. Effekten av Se-holdig gjødning på Se-innholdet i tørket korn ved 2 pH-nivå, mg Se/kg

	1996				1997				1998			
	Ås I (hvete)		Ås II (havre)		Ås I (havre)		Ås II (hvete)		Ås I (hvete)		Ås II (havre)	
	pH I	pH II	pH I	pH II	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	0,01	<0,01	0,01	0,01
b	0,03	0,04	<0,02	0,05	0,19	0,24	0,51	0,36	0,08	0,11	0,14	0,19
c	0,04	0,07	0,03	0,08	0,49	0,67	1,1	0,77	0,12	0,19	0,39	0,32
d	0,27	0,39	0,28	0,18	0,34	0,32	0,50	0,41	0,15	0,14	0,24	0,20

Generelt må en anta at jordas pH har størst betydning ved bruk av Se-holdig Fullgjødning innblandet i jorda før såing, mens vilkårene for vekst og opptak i tiden rundt spredning ved skyting 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.

Da målsettingen for Se-feltene i 1999 var å måle en eventuell ettervirkning av tidligere Se-gjødsling gjennom 10 år, ble feltene gjødslet på vanlig måte til korn med Fullgjødning 21-4-10 om våren og Kalksalpeter ved begynnende skyting. Se-analysene av kornet viste imidlertid at tidligere Se-gjødsling ikke har påvirket kornets Se-innhold (Tabell 1.5). Se-innholdet i kornet er meget lavt både på kontrollleddet og helt opp til største mengde Se tilført i Kalksalpeter både på ukalket og kalket parsell (ledd c).

Tabell 1.5. Eftervirkning av tidligere Se-gjødsling på Se-innholdet i tørket korn ved 2 pH-nivå i 1999, mg Se/kg*

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	0,015	0,016	<0,015	<0,015	<0,015	0,017	<0,015	0,015
Ås II	Hvete	<0,015	<0,015	0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015

* Deteksjonsgrense: 0,015 mg Se/kg

Konklusjon, fastliggende felt i vårkorn

Uten Se-gjødsling har Se-innholdet i kornet vært meget lavt i hele forsøksperioden. Hvert år har Se-innholdet i kornet økt kraftig etter Se-gjødsling på begge feltene.

Minste Se-mengde tilført gjennom Kalksalpeter ved begynnende skyting (ca 0,6 gram Se per daa) har som regel økt Se innholdet i kornet til ønsket nivå. Dobling av denne Se-mengden har ofte 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 etter Se-gjødsling er ikke blitt påvirket entydig av kalking og høyere pH i jorda, men ved bruk av Se-holdig Kalksalpeter har effekten av kalk 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).

Det kunne ikke registreres ettermirkning av tidligere Se-gjødsling verken ved størst Se-mengde tilført eller etter kalking.

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 og fruktbarhetsproblemer blant husdyra. Det er også mistanke om at lavt Se-innhold i føret kan gi smaksfeil på melk. Det er derfor aktuelt å se nærmere på effekten av Se-gjødsling til gras.

I årene 1996-98 ble det utført et karforsøk hvor effekten av ulike Se-mengder innblandet i Kalksalpeter™ ble testet ved gjødsling av 2. og 3. slått i raigras. Det ble funnet at tilførsel av 600 mg Se per dekar til hver av de to avlingene ga tilfredsstillende Se-innhold i føret. Det ble også funnet noe ettervirkning av de to Se-gjødslingene i 4.slått, men gjødslingen hadde ingen effekt på Se-innholdet i avlingen året etter.

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 vårhvete" 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 per kar ved oppstart våren 1997. Etter siste høsting dette året var pH i middel ca 5,5 - 6,0 - 6,9. Våren 1998 ble det igjen kalket noe for å jevne ut forskjeller mellom ledd i samme serie. Etter høsting var det likevel store pH-forskjeller mellom ledd ved laveste pH-nivå (hhv. 6,3 - 5,6 - 6,4 - 5,8 på leddene fra a til d). I de to andre kalkseriene var det jevne verdier med pH ca 6,9 og ca 7,4 i middel av ledd. Etter siste høsting i 1999 ble pH i middel av ledd målt til hhv. 5,9 - 6,6 - 7,4 i de 3 seriene.

I årene 1996 - 1998 ble forsøket grunnjødslet med Fullgjødsel 18-3-15 tilsvarende 80 kg per dekar og år. I 1996 og 97 ble det gjødslet med Fullgjødsel 22-2-12 tilsvarende 40 kg/daa etter 1., 2. og 3. slått. I 1998 ble det i stedet brukt Kalksalpeter med selen til alle ledd tilsvarende 60 kg/daa etter 1. og etter 2.slått. Etter 3.slått ble det brukt samme mengde vanlig Kalksalpeter. Det ble også tilleggsgjødslet med HYDRO-PK™ 5-17 tilsvarende 50 kg/daa etter

1. og 2.slått. Dette året ble det derfor testet hvordan ulike pH-nivå i jorda påvirker tilgjengeligheten av Se i gjødslingsåret.

I 1999 ble det grunnkjødslet med Fullkjødsel 17-5-13 tilsvarende 80 kg/daa samt Mn, Zn og Cu ved innblanding før såing. Etter 1.slått ble forsøket kjødslet som vist nedenfor for å teste ut effekten av Se-tilførsel gjennom NitraSel og Fullkjødsel 21-3-8.

Forsøkskjødsling etter 1.slått: 10 kg N/daa

Ledd a: Kalksalpeter™ + 4 kg K i HYDRO-PK™ (Uten Se)
 Ledd b: NitraSel™ og Kalksalpeter™ (50/50 % blanding) + K som ledd a (0,65 gram Se/daa)
 Ledd c: NitraSel™ + K som ledd a (1,30 gram Se/daa)
 Ledd d: Fullkjødsel® 21-3-8 m/15 mg Se/kg (0,70 gram Se/daa)

Etter 2. slått: 8 kg N/daa i Kalksalpeter™ + 8 kg K/daa i K-klorid til alle ledd.

Etter 3. slått: 6 kg N/daa i Kalksalpeter™ til alle ledd

Forsøksvekst var i 1999 som tidligere ett-årig raigras som ble høstet 4 ganger ved begynnende skyting. Det ble nyttet 7 liter kar og 3 gjentak.

Avling

Raigraset var også dette året jevnt, grønt og i fin vekst gjennom hele veksttida. Det ble igjen store avlinger, men de var likevel mindre enn tidligere år (Tabell 1.6). Det var sikker avlingsforskjell mellom forsøksleddene i 1999, men dette må bero på tilfeldigheter da det neppe har sammenheng med Se-tilførselen eller forsøksbehandlingen. I middel for alle fire årene er avlingene jevnstore. Avlingene var størst på det høyeste pH-trinnet i 1996, men senere i 1997, 98 og 99 er avlingene redusert med økt pH-nivå.

Tabell 1.6. Avling av raigras på tidligere ulikt Se-gjødslet jord ved 3 pH-nivå, sum 4 høstinger, gram tørrstoff per kar

Ledd	Middel av 1996, 97 og 98				1999			
	pH I	pH II	pH III	Middel	pH I	pH II	pH III	Middel
a	75,4	73,6	73,1	74,0	63,4	56,7	55,4	58,5bc
b	75,8	73,2	73,5	74,2	58,8	60,2	54,4	57,8c
c	74,2	74,4	72,6	73,7	65,1	63,3	56,3	61,5a
d	75,9	73,2	70,4	73,2	64,8	61,2	55,7	60,6ab
Middel	75,3	73,6	72,4		63,0a	60,3b	55,4c	

Se-innholdet i avlingen

Se-innholdet i raigras var lavt uten Se-gjødsling på alle pH-nivå i forsøksperioden 1996-98 (Tabell 1.7). 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 og 98. Lik Se-gjødsling til 2. og 3. slått på alle ledd i 1998 førte til sterk økning av Se-innholdet i graset på alle pH-nivå, men økningen var noe mindre ved det høyeste pH-nivået. Ettervirkningen i 4.slått var meget god, men Se-innholdet var likevel tydelig redusert.

I 1999 var det fortsatt god ettervirkning av Se-gjødslingen året før, men Se-innholdet var igjen redusert i forhold til 4. slått i 1998. Den ulike leddvise Se-gjødslingen til 2. slått ble tydelig gjenspeilet i grasets Se-innhold. På kontrolleddet var ettervirkningen av Se-gjødslingen året før nesten borte, mens Se-innholdet etter gjødsling med NitraSel™ + Kalksalpeter™ og Se-beriket Fullgjødning 21-3-8 var på ønsket nivå. Dobbel Se-mengde tilført gjennom gjødsling med bare NitraSel™, doblet også Se-innholdet. Effekten av Se-gjødslingen til 2.slått var god også i 3. og 4. slått. Ved det midlere pH-trinnet hvor pH var 6,6 var effekten av Se-gjødslingen minst.

Tabell 1.7. Se-innhold i raigras på tidligere ulikt Se-gjødslet jord ved tre pH-nivå, 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
<i>Forsøksår 1996, uten Se-gjødsling</i>												
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
<i>Forsøksår 1997, uten Se-gjødsling</i>												
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
<i>Forsøksår 1998, med lik Se-gjødsling til 2. og 3.slått</i>												
a	<0,01	<0,01	<0,01	0,26	0,25	0,13	0,30	0,30	0,23	0,18	0,16	0,15
b	<0,01	<0,01	<0,01	0,26	0,24	0,16	0,36	0,32	0,29	0,20	0,15	0,19
c	<0,01	<0,01	<0,01	0,26	0,30	0,18	0,28	0,32	0,27	0,15	0,13	0,17
d	<0,01	<0,01	<0,01	0,23	0,21	0,17	0,33	0,32	0,28	0,20	0,14	0,18
<i>Forsøksår 1999, med ulik Se-gjødsling til 2. slått</i>												
a	0,12	0,06	0,11	0,03	<0,02	0,06	0,03	<0,02	0,05	0,07	0,03	0,1
b	0,09	0,06	0,08	0,14	0,1	0,11	0,07	0,02	0,09	0,15	0,05	0,12
c	0,1	0,04	0,1	0,28	0,21	0,26	0,14	0,08	0,13	0,18	0,1	0,16
d	0,1	0,05	0,05	0,14	0,06	0,12	0,12	0,08	0,07	0,14	0,07	0,09

Det leddvise Se-opptaket i middel av pH viser også at ledd c har gitt noe høyere Se-opptak i enkelte høstinger og i avlingen totalt både i 1996 og 1997 (Tabell 1.8). Etter at hele forsøket ble likt Se-gjødset i 2. og 3.slått i 1998, økte Se-innholdet i avlingene sterkt og til omtrent samme nivå på alle ledd. Det var stor ettervirkning i 4. slått av den sterke Se-gjødslingen til 2. og 3.slått (totalt 2,4 gram Se per daa).

I 1999 økte Se-opptaket i avlingen i samsvar med Se-gjødslingen til 2. slått. Se-opptaket bekrefter også at Se-gjødslingen har gitt ettervirkning i 3. og 4. slått. Cirka samme mengde Se tilført gjennom NitraSel™ og Se-beriket Fullgjødsetl® (ledd b og d) har gitt omtrent det samme Se-opptaket i avlingen.

Tabell 1.8. Se-opptak i raigras i middel av ulike pH-nivå på tidligere ulikt Se-gjødset jord, µg per kar

Ledd	1.slått	2.slått	3.slått	4.slått	Sum
<i>Forsøksår 1996, uten Se-gjødsling</i>					
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
<i>Forsøksår 1997, uten Se-gjødsling</i>					
a	0,40a	0,23b	0,45a	0,39b	1,47b
b	0,40a	0,24b	0,47a	0,43ab	1,54ab
c	0,38a	0,39a	0,45a	0,43ab	1,65a
d	0,40a	0,26b	0,44a	0,44a	1,54ab
<i>Forsøksår 1998, med lik Se-gjødsling til 2. og 3.slått</i>					
a	0,19a	4,80ab	5,83a	2,58a	13,40a
b	0,17ab	4,85ab	6,47a	2,63a	14,11a
c	0,19a	5,48a	6,11a	2,31a	14,10a
d	0,17ab	4,40b	6,27a	2,61a	13,45a
<i>Forsøksår 1999, med ulik Se-gjødsling til 2. slått</i>					
a	1,35a	0,59c	0,62c	0,76b	3,32c
b	1,1a	1,96b	1,15bc	1,19b	5,4b
c	1,2a	4,39a	2,38a	1,79a	9,76a
d	0,97a	1,89b	1,77ab	1,23b	5,86b

Analysene viser at innhold og opptak av Se i avlingen i middel av ledd var litt høyere ved høyeste pH-nivå i 1996 (Tabell 1.9). Etter Se-gjødslingen i 1998 var økningen av Se-innholdet mindre ved høyeste pH-nivå enn ved de to laveste nivåene. I 1999 ble innholdet og opptaket av Se i avlingen

betydelig redusert på det midlere pH-trinnet sammenlignet med lavest og høyeste pH-trinn. Dette året har derfor tilgjengeligheten av Se vært størst ved minste og høyeste pH-trinn i denne jorda. I alkalisk jord foreligger Se som selenat som plantene tar lettere opp enn selenitt som er Se-formen i nøytral eller sur jord. Selenitt er bundet til jern, leirpartikler og humus, men bindingen av selenitt og opptaksforholdene for Se er kanskje gunstigere i noe sur jord enn i en nærmere nøytral jord?

Tabell 1.9. Effekten av ulike pH-nivå på tidligere Se-gjødset jord på innhold og opptak av Se i totalavlingen av raigras i middel av ledd

	pH I	pH II	pH III
<i>Forsøksår 1996, uten Se-gjødsling</i>			
Innhold, mg Se per kg	0,022ab	0,020b	0,024a
Opptak, µg Se per kar	1,76b	1,59b	2,04a
<i>Forsøksår 1997, uten Se-gjødsling</i>			
Innhold, mg Se per kg	0,022a	0,022a	0,023a
Opptak, µg Se per kar	1,58a	1,53a	1,53a
<i>Forsøksår 1998, med lik Se-gjødsling til 2. og 3.slått</i>			
Innhold, mg Se per kg	0,210a	0,200a	0,172b
Opptak, µg Se per kar	15,56a	14,19a	11,54b
<i>Forsøksår 1999, med ulik Se-gjødsling til 2.slått</i>			
Innhold, mg Se per kg	0,12	0,06	0,11
Opptak, µg Se per kar	7,86	4,21	6,18

Konklusjon etter 3 års karforsøk med Se-opptak ved ulike pH-nivå

Uten Se-gjødsling har Se-innholdet i raigras vært lavt på alle tre pH-nivå.

Leddets med høyest Se-tilførsel i feltforsøksperioden har gitt litt ettervirkning i enkelte høstinger.

Se-innholdet i avlingen har ikke blitt entydig påvirket av jordas pH-nivå, men i det siste forsøksåret økte Se-innholdet betydelig mindre ved det midlere pH-nivået.

Innholdet og opptaket av Se økte sterkt når gjenveksten ble gjødset med Se-holdig gjødsel.

Det var god ettervirkning av Se-gjødslingen i de påfølgende avlingene. Det var samme

Se-effekt av NitraSel™ og Se-beriket Fullgjødsel® 21-3-8 tilført på overflaten.

KARFORSØK MED SVOVEL- OG SELÈNHOLDIG KALKSALPETER I HVETE OG RAIGRAS

Svovel- og selènholdig Kalksalpeter™ kan være et aktuelt gjødselslag både ved fordyrking og ved produksjon av mathvete. Begge disse næringsstoffene tas opp i plantene som anioner og begge inngår i proteinfraksjonen i plantene. Det er kjent at økt sulfatkonsentrasjon i jordvæska kan redusere Se-opptaket i plantene. Det er derfor av interesse å teste om en aktuell S-mengde innblandet i Se-holdig Kalksalpeter, kan ha negativ effekt på Se-innholdet i plantene.

Forsøksopplegg

I forsøkene både i hvete og raigras ble det nyttet en moldholdig, siltig lettleir fra forsøksgården med 15 % hvitmosetorv innblandet som forsøksjord. Jorda ble kalket og grunn gjødslet med Fullgjødsel® 17-5-13 tilsvarende 18 kg N per dekar ved innblanding. Da jorda er Mg-fattig, ble den også grunn gjødslet med Mg-klorid tilsvarende 3 kg Mg per dekar. Etter avhøsting ble pH i middel målt til 5,6 i hvete og 5,7 i raigras med liten variasjon mellom leddene.

Forsøksplaner:

<i>Hvete:</i> 1. Kalksalpeter™	(Uten Se)
2. 50% N i Nitra-Sel™ + 50% N i Kalksalpeter™	(400 mg Se/daa)
3. 50% N i Nitra-Sel™ + 50% N i Svovel-Kalksalpeter™	(-"-)
4. 50% N i Nitra-Sel™ + 50% N i Kalksalpeter™ + 5 kg S i Ca-sulfat (Gips)	(-"-)
5. Nitra-Sel™ + 5 kg S i Ca-sulfat (Gips)	(800 mg Se/daa)
6. Nitra-Sel™	(-"-)

Det ble overgjødslet ved begynnende skyting med tilsvarende 6 kg N per dekar i sum på alle ledd. Gipsen ble tilført tørr og i nær kontakt med gjødsla forøvrig.

<i>Raigras:</i> 1. Kalksalpeter™ + K-klorid	(Uten Se)
2. 50% N i Nitra-Sel™ + 50% N i Kalksalpeter™ + K-klorid	(1200gram Se/daa)
3. 50% N i Nitra-Sel™ + 50% N i Svovel-Kalksalpeter™ + K-klorid	(-"-)
4. 50% N i Nitra-Sel™ + 50% N i Kalksalpeter™ + K-sulfat	(-"-)
5. Nitra-Sel™ + K-sulfat	(2400gram Se/daa)
6. Nitra-Sel™ + K-klorid	(-"-)

Det ble overgjødslet etter 1. og 2. slått med tilsvarende 9 kg N og 9 kg K per dekar.

Gjødseltypene ble tilført i tørr tilstand og i nær kontakt med hverandre. Etter 3. slått ble det kun overgjødslet med 6 kg N per dekar i Kalksalpeter™.

Avlinger

Både hveten og raigraset spirte jevnt og hadde bra vekst og utvikling. Hveten ble høstet ved gulmodning, mens raigraset ble høstet 4 ganger ved begynnende skyting. Både i hvete og raigras oppsto det sikre avlingsforskjeller mellom forsøksleddene. I raigras er det sannsynlig at noe av avlingsforskjellen skyldes ulik S-gjødsling til 2. og 3. slått, mens det er vanskelig å peke på noen bestemt årsak i havre. Avlingene burde likevel være jevne nok til å brukes som grunnlag for å teste eventuelle effektforskjeller mellom leddene.

Tabell 1.10. Avling av hvete og raigras på de ulike forsøksleddene, gram ts. per kar

Ledd	Hvete		Raigras				Sum
	Korn	Halm	1.slått	2.slått	3.slått	4.slått	
1	26,4abc	27,4a	23,9a	22,2ab	14,9bc	9,7ab	70,7ab
2	26,4abc	25,3a	22,5a	19,8b	14,5c	8,9c	65,7b
3	25,5c	25,6a	25,1a	23,4a	16,6a	10,0a	75,0a
4	26,8ab	25,4a	24,0a	22,2ab	15,9ab	9,7ab	71,8ab
5	25,9bc	25,2a	24,1a	21,8ab	16,7a	10,4a	73,0a
6	27,4a	26,8a	23,6a	21,2ab	15,0bc	9,2bc	69,0ab

Innhold og opptak av selèn og svovel

Uten Se-gjødsling var innholdet og opptaket av Se meget lavt i både hvete og raigras.

I hvete ga alle leddene med NitraSel™ økt innhold og opptak av Se i avlingen, men ved bruk av halv Se-mengde sammen med gips (ledd 4), ble økningen liten (Tabell 1.11). Gips hadde også sterk negativ effekt på Se-innholdet i hvete ved bruk av hel Se-mengde (ledd 5). Med halv Se-mengde uten ekstra S-gjødsling (ledd 2) ble kravet til Se-innhold i kornet nesten dekket opp, men Se-innholdet i kornet var først over ønsket minimumsinnhold ved bruk hel Se-mengde uten ekstra S-gjødsling (ledd 6). Svovel-Kalksalpeter™ hadde svak negativ effekt på innhold og opptak av Se i hvetekorn, mens effekten var positiv i halm (ledd 3).

Se-mengden til 2. og 3. slått i raigras var betydelig større enn i hvete og førte til høyt innhold og opptak av Se i avlingen (Tabell 1.12). Ekstra S-gjødsling i form av K-sulfat førte til at økningen i Se-innholdet ble hemmet også i raigras. Likevel var Se-innholdet så høyt at det etter norske normer dekker Se-behovet i husdyrfôr selv ved bruk av halv Se-mengde (ledd 4). Svovel-Kalksalpeter™ i kombinasjon med halv Se-mengde viste seg å være det mest effektive

alternativet i raigras med god utnyttelse og ettervirkning av tilført Se (ledd 3). 9 kg N/daa i NitraSel™ både til 2. og 3. slått (2,4 kg Se) ga for stort innhold av Se i graset (ledd 6).

Tabell 1.11. Gjødslingsens effekt på Se-innhold i mg/kg og Se-opptak i µg/kar i hvete

Ledd	Innhold		Opptak		
	Korn	Halm	Korn	Halm	Sum
1	<0,020	<0,020	0,530	0,580	1,110
2	0,095	<0,020	2,510	0,530	3,040
3	0,082	0,026	2,090	0,700	2,790
4	0,037	<0,020	0,990	0,530	1,520
5	0,067	<0,020	1,740	0,530	2,270
6	0,150	0,031	4,110	0,870	4,980

Tabell 1.12. Gjødslingsens effekt på Se-innhold i mg/kg og Se-opptak i µg/kar i raigras

Ledd	Innhold				Opptak				Sum
	1.slått	2.slått	3.slått	4.slått	1.slått	2.slått	3.slått	4.slått	
1	<0,020	<0,020	<0,020	0,024	0,510	0,470	0,320	0,250	1,540
2	<0,020	0,350	0,290	0,150	0,480	7,380	4,470	1,400	13,720
3	<0,020	0,300	0,520	0,310	0,530	7,460	9,140	3,260	20,400
4	<0,020	0,170	0,250	0,150	0,510	4,010	4,230	1,530	10,280
5	<0,020	0,370	0,500	0,390	0,510	8,630	8,870	4,260	22,280
6	<0,020	0,530	0,900	0,270	0,500	12,010	14,320	2,610	29,440

Ekstra S-gjødsling førte til økt innhold og opptak av S både i hvete og raigras (Tabellene 1.13 og 1.14). Det fremgår av analysene at hvete har et normalt S-innhold uten ekstra S-gjødsling, mens S-innholdet i raigras er meget lavt i 2. og 3. slått. Innholdet og opptaket av S i hvete har da heller ikke økt mye ved ekstra S-gjødsling, mens utnyttelsen av ekstra S har vært meget god i raigras. Leddet med Svovel-Kalksalpeter™ har også ført til et tydelig økt S-opptak i forhold til S tilført bare i grunnjødslingen. Beregninger viser at leddene uten tilførsel av S gjennom K-sulfat må ha fått noe S tilført gjennom frigjøring fra jorda.

Tabell 1.13. Gjødslingsens effekt på S-innhold i g/kg og S-opptak i mg/kar i hvete

Ledd	Innhold		Opptak		
	Korn	Halm	Korn	Halm	Sum
1	1,80	1,10	47,50	31,70	79,20
2	1,80	1,00	47,60	26,70	74,30
3	1,90	1,00	48,40	27,00	75,40
4	2,00	1,30	53,70	34,70	88,30
5	2,00	1,30	51,80	34,40	86,20
6	1,70	0,97	46,60	27,30	73,90

Tabell 1.14. Gjødslingsens effekt på S-innhold i g/kg og S-opptak i mg/kar i raigras

Ledd	Innhold				Opptak				
	1.slått	2.slått	3.slått	4.slått	1.slått	2.slått	3.slått	4.slått	Sum
1	1,60	1,10	1,20	2,20	40,46	25,94	19,00	22,49	107,89
2	1,80	1,30	1,30	2,40	42,88	27,40	20,04	22,40	112,72
3	1,60	1,20	1,40	2,50	42,52	29,85	24,61	26,31	123,29
4	1,70	2,20	4,00	4,80	43,30	51,85	67,76	49,08	211,99
5	1,70	2,20	4,80	4,70	43,44	51,33	85,19	51,39	231,35
6	1,60	1,10	1,50	1,90	39,94	24,92	23,87	18,38	107,11

Konklusjon etter 1 års karforsøk med selèn og svovel

Meget lavt Se-innhold i både hvete og raigras uten Se-gjødsling.

Se-innholdet økte kraftig etter Se-gjødsling med NitraSel™, men ekstra S-gjødsling gjennom gips eller K-sulfat hemmet økningen.

Svovel-Kalksalpeter tilført sammen med NitraSel™ hadde liten negativ effekt på Se-innholdet i hvete, og dette var det mest effektive alternativet i raigras.

Forsøket bekrefter at hvete bør gjødsles med ca 0,5 gram Se pr. daa, mens den totale Se-mengden til raigras kan økes noe og fordeles på 2 gjødslinger.

Ekstra S-gjødsling økte innholdet og opptaket av S i avlingene. Den ekstra S-mengden ble godt utnyttet i raigras og førte også til noe avlingsøkning.

SELÈNBERIKET Fullgjødse[®] TIL ENG HØSTET VED ULIKE UTVIKLINGSSTADIER

Hensikten med dette feltforsøket er å teste effekten av seløngjødsling ved ulike høstetidspunkt for eng. Hvordan endres innholdet og opptaket av selèn i føret etter hvert som eng utvikler seg?

Forsøksopplegg

Feltet ble anlagt i en eldre eng omtrent uten kløver med en bra plantebestand som hovedsaklig bestod av timotei. Enkelte løvetannplanter. Jorda på feltet er en moldholdig lettleir med låg pH, i god fosfor-, magnesium- og kalsiumtilstand, mens kaliuminnholdet er middels til lite (Tabell 1.15).

Tabell 1.15. Jordanalyser fra forsøksfeltet

Volumvekt	pH	P-AL	K-AL	Mg-AL	Ca-AL	Na-AL
1	5	8	7	9,2	127	2,5

Forsøksplan:

Ledd	Vårgjødsling, 10 kg N/daa	Etter slått ved beg. blomstring, 8 kg N/daa
1.	Fullgjødse [®] 22-2-12	Fullgjødse [®] 22-2-12
2.	Fullgjødse [®] 21-3-8	Fullgjødse [®] 22-2-12
3.	Fullgjødse [®] 21-3-8 + Fullgjødse [®] 22-2-12	Fullgjødse [®] 21-3-8 + Fullgjødse [®] 22-2-12

Høstetidspunkt: A. Når graset er 15 - 18 cm høyt
 B. Ved tidlig siloslått
 C. ved begynnende blomstring

Ved høstetid C ble hele feltet høstet og gjødslet på nytt i samsvar med forsøksplanen. Deretter ble høsteprosedyren gjentatt.

Anleggsrute: 2,5 m x 7m. Høsterute: 1,5 m x 6 m. Gjentak: 3.

Avling

Første avdeling av høsteprosedyren ble utført 21.05.99 (A), 05.06.99 (B) og 17.06.99 (C). De påfølgende ukene var preget av tørke som forsinket gjenveksten betydelig. Siste avdeling av høsteprosedyren ble utført 02.08.99 (A), 06.08.99 (B) og 01.09.99 (C). I tabell 1.16 er 2. henholdsvis 4. gangs høsting ved høstetidspunktene A og B utført samtidig med 1. henholdsvis 2. gangs høsting ved høstetidspunkt C. Disse høstingene (2. og 4.) er derfor ikke utført ved de definerte utviklingsstadiene for høstetidspunktene A og B. Sum avling i kg tørrstoff per daa er som ventet størst ved høstetidspunkt C ved begynnende blomstring.

Tabell 1. 16. Engavling ved ulike høstetidspunkt og gjødseltyper, kg tørrstoff per daa

Ledd	Høstetidspunkt A				Høstetidspunkt B				Høstetidsp. C	
	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.
1	70	409	261	39	280	53	526	29	599	505
2	64	344	248	45	301	45	578	22	526	445
3	76	398	273	39	301	49	544	25	565	469
Middel	70	384	261	41	294	49	549	25	563	473
Sum1+3	331				843					
Sum	755				918				1 036	

Kjemiske avlingsanalyser

Det skulle utføres leddvise kjemiske avlingsanalyser for hver slått for K, Na, Mg, Ca og Se, men ved en feiltakelse ble de fleste prøvene satt sammen av gjentak fra to ledd. Etter å ha utført rekonstruksjon av hvordan prøvene var sammensatt, er analyseverdiene senere beregnet for Se (Tabell 1.17). Tabellverdiene er derfor beheftet med mange unøyaktigheter, men beregningene gir likevel et grunnlag for å bedømme hvordan de ulike forsøksfaktorene har virket inn på Se-innholdet.

Uten Se-gjødsling viser beregningen at Se-innholdet i grasnet har vært meget lavt unntatt i 1. slått ved høstetidspunkt A og B. Se-gjødsling om våren (ledd 2) har økt Se-innholdet i engavlingen kraftig ved alle høstetidspunkt, men effekten ble redusert for hver høsting. Effekten av halv mengde Se tilført 2 ganger (ledd 3) var også god, men Se-innholdet i avlingen lå på et noe lavere nivå gjennom hele vekstsesongen. Se-innholdet i avlingen var høyest ved tidlig slått og avtok etter hvert som slåttetidspunktet ble utsatt.

Tabell 1. 17. Innhold av Se i mg pr. kg tørr prøve ved ulik gjødsling og høstetidspunkt.

Ledd	Høstetidspunkt A				Høstetidspunkt B				Høstetidsp. C	
	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.
1	0,11	0,02	0,02	0,02	0,09	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
2	0,53	0,35	0,23	0,18	0,36*	0,25*	0,16*	0,15*	0,24	0,17
3	0,33	0,21	0,16	0,11	0,18	0,14	0,1	0,08	0,12*	0,08*
Middel	0,32	0,19	0,14	0,1	0,21	0,14	0,09	0,08	0,13	0,09
Mid1+3	0,23				0,15					

* Riktig sammenslåtte prøver

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.

Serien omfatter 7 felt anlagt i ulike landsdeler i samarbeid med lokale forsøksringer og Planteforsk. Forsøkene følges opp med registrering av avlingsmengde og kjemiske analyser av både jord og avling.

Jordanalyser

Ved anlegg hadde jorda på disse feltene overveiende middels næringsinnhold. Unntaket var et meget høyt innhold av plantetilgjengelig fosfor og et meget lavt innhold av kalium og bor i jorda på Vågønesfeltet. Innholdet av lettløselig kalium og magnesium var henholdsvis lavt og høyt i jorda på Kvithamarfeltet, mens det var høyt innhold av kalium og magnesium på feltet i Nedre Telemark. Resultater fra kjemisk analyse av forsøksjorda på feltene er presentert i årsrapportene for 1990, 92, 94 og 96.

I 1997 og 98 ble det tatt ut nye jordprøver på 6 av feltene. Se tabell 2.1 i Forsøksrapport 1998. På ledd a hvor alle næringsstoffene har vært tilført i form av Fullgjødsel® 17-5-13, hadde analysetallene endret seg lite i forhold til analysen ved anlegg. Et unntak var verdiene for K-AL og Mg-AL på Særheimfeltet som var redusert på alle ledd. På alle felt var AL-verdiene tydelig redusert på leddene som ikke var tilført henholdsvis P, K eller Mg. P-AL var redusert med ca 2 enheter på alle felt, K-AL var i middel redusert med ca 3 enheter med variasjon fra 1 til 4 enheter, mens Mg-AL i middel var redusert med ca 1 enhet med variasjon fra 0-2 enheter. Jordas borverdier var ikke påvirket av gjødslingen.

Forsøksopplegg

Forsøksplan:

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

Næringsstoffene som blir tilført på hvert enkelt ledd på kornfeltene, fremgår av tabell 2.2. 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 gjødsles med N og K etter 1.slått unntatt på ledd i og unntatt på leddene b og d for henholdsvis N og K.

Tabell 2.2. Gjødsel og næringsstoffer tilført per daa på kornfeltene i 1999^c

Ledd	Gjødseltype	Vare	P	K	Ca	Mg	S	B
		- - - -			kg	- - - -		gram
a	F.gj. 17-5-13	58,1	2,7	7,6	1,3	0,7	1,3	12
b(-N)	PK 7-18	41,5	3,0	7,6	2,9	1,0	2,3	
	+Boraks	92 gram						12
c(-P)	NK 19-16	52,3	-	8,2	0,4	1,0	1,4	
	+Boraks	92 gram						12
d(-K)	NP 20-9	51,0	4,4	(0,4)	2,8	0,8	-	2
	+Gips	6,2			1,5		1,3	
	+Boraks	77 gram						10
e(-Mg)	NPK 16-16-16	62,5	4,5	8,5	1,8	(0,2)	0,1	2
	+Gips	5,6			1,4		1,2	
	+Boraks	77 gram						10
f(-S)	NPK 16-11-14	60,9	2,9	7,1	1,8	1,0	(0,1)	12
g(-B)	PK 7-18	41,5	3,0	7,6	2,9	1,2	2,3	-
	+Amm.nitrat	29,0						
h	NPK 16-16-16	62,5	4,5	8,5	1,8	(0,2)	0,1	2)
i	Kontroll							

^c 10 kg N per daa tilføres på alle ledd unntatt b og i.

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 1999 ble det dyrket havre på Apelsvoll, Kvithamar og i Solør-Odal, bygg i Nedre Telemark og hvete i Ås. Engfeltene fortsatte på Særheim og på Vågønes.

Avlinger

Uten N-gjødsling var avlingene i middel halvert både i eng og korn allerede i 1994. I fem års perioden 1995 - 99 var avlingen av korn uten N-gjødsling i middel 41 % og avlingen av eng 36 % av avlingen på leddet som var gjødslet med Fullgjødsel® 17-5-13. Leddet uten gjødsling ga omtrent samme avlingsreduksjon som uten N-gjødsling i korn, mens avlingene ble ytterligere redusert i eng. På de to feltene i potet i 1997 og 98 ble salgbar avling redusert til 63 % når nitrogen var utelatt og til 51 % på leddet uten gjødsling. Avlingsreduksjonen for de andre næringsstoffene har variert mellom felt og år, men utslagene har vært sterkest for K på Særheimfeltet og for K og S på Vågønesfeltet. I korn har det i enkeltår vært sikker avlingsreduksjon uten K og uten P på feltet i Solør-Odal og uten P på feltet i Nedre Telemark, mens leddet uten K-gjødsling ga sikker avlingsreduksjon i potet på Apelsvoll.

I 1999 ble avlingene igjen sterkt redusert på leddene helt uten gjødsling og når nitrogen var utelatt fra gjødsla (Tabellene 2.3 og 2.4). I korn ble avlingen i middel redusert til 40 og 41 % på leddet uten nitrogen og på leddet uten gjødsel, mens engavlingene ble redusert til henholdsvis 37 % og 32 % på disse to leddene.

Tabell 2.3. Avling på de ulike gjødslingsleddene, kg korn per daa

Ledd	Ås	Telemark	Kvithamar	Apelsvoll	Solør-Odal
	Hvete	Bygg	Havre	Havre	Havre
a	309c	413a	525a	556b	558a
b(-N)	105d	192c	190b	237c	225b
c(-P)	305c	317b	543a	621a	581a
d(-K)	338abc	386ab	535a	598ab	611a
e(-Mg)	338abc	376ab	548a	608ab	591a
f(-S)	345ab	400a	550a	631a	599a
g(-B)	366a	410a	564a	646a	616a
h(-Mg,S,B)	316bc	345ab	543a	591ab	592a
i(Kontroll)	115d	185c	186b	254c	229b

Tabell 2.4. Engavling på de ulike gjødslingsleddene i kg tørrstoff per daa

Ledd	Særheim			Vågønes		
	1.slått	2.slått	Total	1.slått	2.slått	Total
a	666b	361a	1027b	493a	126b	619ab
b(-N)	162d	44c	206d	256c	146ab	402c
c(-P)	603b	389a	993b	462ab	132b	594ab
d(K)	486c	242b	728c	394ab	106b	500bc
e(-Mg)	680ab	379a	1060ab	497a	190a	687a
f(-S)	660b	351a	1010b	459ab	117b	576ab
g(-B)	759a	403a	1162a	428ab	154ab	582ab
h(-Mg,S,B)	624b	353a	977b	370b	107b	476bc
i(Kontroll)	238d	58c	296d	181c	44c	224d

I korn var det også sikker avlingsreduksjon uten P-gjødsling på feltet i Telemark. Til tross for at det ble observert tydelige mangelsymptomer for fosfor og ikke minst svovel på Ås-feltet, ble det ikke registrert avlingsnedgang på disse leddene. Feltet var ujevnt med stor variasjon mellom rutene.

I eng var det sikker avlingsreduksjon både i 1. og 2. slått uten K-gjødsling på Særheimfeltet og i 1. slått på ledd h uten Mg, S og B på Vågønesfeltet. Plantebestanden på Vågønesfeltet var meget ujevn med innvandring av ulike ugrasplanter.

Kjemiske avlingsanalyser

Tidligere resultater fra denne serien viser at avlingens innhold av et næringsstoff ofte er blitt redusert, særlig i eng, når vedkommende næringsstoff ikke er blitt tilført. De to engfeltene har særlig hatt lavt innhold av K og S i avlingene, men også lavere innhold av P og Mg når disse næringsstoffene ikke har vært tilført.

I 1999 ble det bare analysert for avlingenes innhold av P, K og Mg (Tabellene 2.5 og 2.6). Resultatene av avlingsanalysene dette året samsvarer godt med resultatene fra tidligere år. Innholdet av P, K og Mg var lavt både i korn og særlig i eng når disse næringsstoffene var utelatt fra gjødsling. På de to engfeltene var innholdet redusert like mye både i 1. og 2. slått, mens særlig K-opptaket i avlingene var sterkt redusert.

Tabell 2.5 Innhold (g/kg) og opptak (kg/daa) av P, K og Mg i kornavlingen etter ulike gjødsling, middel av 5 kornfelt

Ledd	Fosfor		Kalium		Magnesium	
	Innhold	Opptak	Innhold	Opptak	Innhold	Opptak
a (Fullgjødsel)	3,31bc	1,56ab	4,3ab	2,08a	1,09b	0,52ab
b (- N)	3,54a	0,66c	4,3ab	0,83b	1,16a	0,22c
c (- P)	3,16c	1,51b	4,4ab	2,15a	1,03bc	0,49b
d (- K)	3,34b	1,66ab	4,1b	2,08a	1,07bc	0,53ab
e (- Mg)	3,33b	1,64ab	4,4ab	2,20a	1,02c	0,50ab
f (- S)	3,33b	1,68ab	4,3ab	2,25a	1,05bc	0,53ab
g (- B)	3,38b	1,76a	4,4ab	2,35a	1,07bc	0,56a
h (-Mg, S & B)	3,42ab	1,64ab	4,5a	2,21a	1,05bc	0,50ab
i (Kontroll)	3,40ab	0,65c	4,1b	0,82b	1,09b	0,21c

Tabell 2.6. Innhold (g/kg) og opptak (kg/daa) av P, K og Mg i engavlingen etter ulike gjødsling, i middel av 2 engfelt med 2 slåtter

Ledd	Fosfor		Kalium		Magnesium	
	Innhold	Opptak	Innhold	Opptak	Innhold	Opptak
a (Fullgjødsel)	2,84bc	2,35a	15,7ab	12,0a	1,37bc	1,13ab
b (- N)	3,59a	1,12bc	21,2a	6,7b	1,82ab	0,59b
c (- P)	2,52c	2,01ab	16,0ab	11,9a	1,31bc	1,05ab
d (- K)	3,29ab	1,99ab	6,6c	4,0b	2,14a	1,28a
e (- Mg)	2,95bc	2,56a	16,0ab	13,3a	1,27c	1,10ab
f (- S)	3,07b	2,40a	16,5ab	12,3a	1,50bc	1,19ab
g (- B)	2,91bc	2,50a	16,7ab	13,2a	1,28bc	1,12ab
h (-Mg, S & B)	3,31ab	2,34a	17,7ab	12,0a	1,34bc	0,96ab
i (Kontroll)	2,89bc	0,75c	14,6b	3,8b	2,07a	0,53b

Konklusjon etter forsøksåret 1999:

På alle feltene ble avlingen sterkt redusert på leddene uten gjødsling og når nitrogen var utelatt fra gjødsla. I den siste fem års perioden av forsøket ble avlingene av korn og eng uten N-gjødsling redusert til hhv. 41 % og 36 % av avlingene på leddet med Fullgjødsel®. I eng ble avlingene ytterligere redusert på leddet helt uten gjødsel. I middel av to felt og to forsøksår ble den salgbare avlingen av potet redusert til 68 % på leddet uten N og til 53 % på leddet uten gjødsel.

Avlingsreduksjonen for de andre næringsstoffene har vært sterkest for K på Særheimfeltet og for K og S på Vågønesfeltet. I korn har det i enkelte år vært sikker avlingsreduksjon uten P og

uten K på feltet i Solør-Odal og uten P på feltet i Nedre Telemark. I potet har leddene uten K-gjødsling og uten P-gjødsling gitt sikker avlingsreduksjon på hhv. Apelsvoll og i Solør-Odal.

Det har vært godt samsvar mellom gjødslingen og avlingens innhold og opptak av næringsstoffer, særlig i eng og til dels i potet. I korn har innholdet og opptaket av næringsstoffer ofte hatt nær sammenheng med avlingsutslagene. I 1999 var det lavt innhold av P, K og Mg i kornavlingen når disse næringsstoffene ikke var tilført selv på felter uten avlingsutslag.

Siden anlegg av feltene er jordas innhold av lett plantetilgjengelig P, K og Mg tydelig redusert på ledd uten gjødsling med disse næringsstoffene. I 1998 var P-AL redusert med ca 2 enheter på alle felt, K-AL var redusert med 1 - 4 enheter, mens Mg-AL var redusert med 0-2 enheter.

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 lettløselig kalsium gjennom Kalksalpeter™ (KS). Opplegget tar spesielt sikte på å redusere mengden av indre feil som brunfleck, kolv og nekrose i potetknollen. Det utføres forsøk både i felt og i veksthus. Denne rapporten beskriver et forsøk hvor potetene dyrkes i kasser i veksthuset ved IJVF. I dette forsøket er også bor inkludert som forsøksfaktor. Forsøket utføres med sorten Saturna som er hovedsorten ved produksjon av chips, og som er spesielt utsatt for kvalitetsproblemer. I denne rapporten beskrives resultatene fra det 3. forsøksåret i 1999 og i middel for hele forsøksperioden.

Forsøksopplegg

Forsøksjorda i 1999 bestod av en meget nærings- og moldfattig Elverumsand blandet med 50 volumprosent hvitmosetorv som ble kalket med 70 gram CaCO_3 per kasse. Til tross for at dette tilsvarer 420 kg Ca CO_3 per dekar, ble pH målt til bare ca 5 etter avhøsting som er langt lavere enn forventet.

Grunngjødsling: 10 kg P og 5 kg N per dekar i monoamoniumfosfat (MAP). 6 kg Mg per dekar i MgO bortsett fra ledd I som ble tilført kieseritt av hensyn til svoveltilførselen på dette leddet. 50 ml flytende mikronæring med Mn, Zn, Fe, Cu, B og Mo per kasse. For bor tilsvarer 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.

Forsøket er dyrket i kasser (40 cm x 60 cm x 22 cm) med 36 liter jord. I 1997 ble det dyrket 3 planter i hver kasse, men på bakgrunn av erfaringene fra dette året, ble det dyrket 2 planter per kasse i 1998 og 99. Forsøket har 3 gjentak. Det ble satt lysgrodde og like store poteter.

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

To uker etter setting hadde alle potetene spirt. Spirene utviklet seg stort sett til jevne, grønne og friske planter, men én av plantene på ledd k spirte seint og ble etter i utvikling. Det ble delgjødslet og hyppet tre uker etter setting når plantene var ca 15-18 cm høye. En måned etter spiring var det 90 cm høye, kraftige planter i begynnende blomstring. Plantene ble vannet optimalt gjennom hele veksttiden.

Avling

Potetriset var nedvisnet og ble fjernet etter 101 dager. Ved høsting ble potetene sortert etter størrelse og vekten registrert. Totalavlingen av potet ble litt lavere enn i 1997 og 98, men andelen av salgbar avling var nesten som i 1998 (Tabell 3.1). Det var ingen sikre forskjeller i totalavling mellom ledd, mens ledd k ga betydelig lavere salgbar avling enn de andre leddene. Andelen av små, frasorterte poteter var med andre ord mye høyere på dette leddet enn på de andre leddene. Til sammenligning ga ledd k det stikk motsatte resultatet i fjor med størst salgbar avling av samtlige ledd.

Ved sammenstilling av hovedeffekter fremkom det ingen sikre utslag hverken i totalavling eller i salgbar avling, men avlingen av begge fraksjoner var noe større ved delt N-gjødsling enn når alt N ble tilført ved setting (Tabellene 3.2 og 3.3). Den salgbare avlingen var også noe større ved bruk av AN enn ved bruk av KS ved setting om våren.

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

Ledd:	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
Total avling	954 a	1029 a	981 a	971 a	945 a	969 a	979 a	958 a	1005 a	957 a	950 a	978 a
Salgbar avling	751 a	684 a	638 ab	714 a	782 a	673 a	726 a	612 ab	706 a	719 a	444 b	707 a

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

	N før setting	Delt N	AN vår	KS vår	Middel
K før setting	967	1000	991	976	984a
Delt K	964	992	974	982	978a
Middel	965a	996a	983a	979a	

Tabell 3.3 Effekt av delt N og K samt ulike N-gjødselslag på salgbar avling av potet, gram per kasse

	N før setting	Delt N	AN vår	KS vår	Middel
K før setting	695	699	718	676	697a
Delt K	643	716	700	659	679a
Middel	669a	707a	709a	668a	

Observasjon av indre feil

Alle poteter over 50 gram ble kvalitetsvurdert for indre feil, men det ble observert relativt få og svake symptomer dette året. Svak sentralnekrose var mest vanlig, men det syntes ikke å være noen sammenheng mellom forekomst og gjødslingsmåte.

I det første forsøksåret i 1997 var avlingen svært småknollet og uten indre feil i knollene. I 1998 ble den salgbare avlingen mye større og utgjorde en tilnærmet normal andel av totalavlingen. Det ble da registrert at 18 % av antall salgbare knoller hadde fra svakt til middels angrep av brunfleck når all kalium ble tilført ved anlegg, mens bare 9 % var svakt angrepet når kaliumgjødslingen ble delt.

Kjemiske avlingsanalyser

I tabellene 3.4, 3.5 og 3.6 vises effekten av de ulike forsøksbehandlingene på innholdet og opptaket av næringsstoffer i totalavlingen av potet. Delt nitrogengjødsling med Kalksalpeter som nitrogenkilde fra våren av, har økt innholdet og opptaket av Kjeldahl N. Kjeldahl N har også økt når all kalium er tilført om våren. Delt nitrogengjødsling og bruk av Kalksalpeter har også vært positivt for innholdet og opptaket av kalium og kalsium. For kalsium har disse effektene vært best når all kalium er tilført før setting. Forsøksbehandlingene har gitt små utslag for innholdet og opptaket av magnesium, men delt kaliumgjødsling har virket positivt. Ledd k og l med bruk av NK 15-27 ga lavest innhold og opptak av kalsium i knollene.

Tilførselen av ekstra bor gjennom Bor-Kalksalpeter™ (B-KS) har også dette året gitt et betydelig høyere innhold og opptak av B i totalavlingen av potet. Delt K-gjødsling har igjen redusert B-effekten av den ekstra B-tilførselen så vel som den ordinære B-tilførselen på de andre leddene. I forsøket blir B-KS tilført ved knollansetting og kombinert med AN tilført om våren. I følge tabell 3.6, som bare innbefatter ledd med ordinær B-tilførsel, er innholdet og opptaket av B blitt størst når all nitrogen er gitt om våren i form av AN.

Tabell 3.4. Effekten 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	9,5	10,6	10,1	11,1	11,3	9,4	9,1	9,4	10,5	10,1	10,3	9,1
K	21,2	22,1	22,7	23,3	23,6	21,6	22,6	21,5	23,4	23,1	22,1	20,4
Ca	0,15	0,19	0,19	0,22	0,24	0,16	0,20	0,14	0,19	0,16	0,13	0,12
Mg	1,06	1,10	1,11	1,11	1,18	1,08	1,12	1,15	1,14	1,11	1,11	1,05
B	3,2	2,0	1,8	1,2	4,6	1,3	0,4	0,3	0,6	3,1	0,6	0,6

Tabell 3.5. Effekten 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	2,46	2,87	2,60	2,80	2,67	2,48	2,35	2,50	2,72	2,52	2,53	2,49
K	5,49	6,00	5,85	5,88	5,58	5,67	5,82	5,73	6,06	5,76	5,44	5,58
Ca	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04	0,03	0,03
Mg	0,27	0,30	0,29	0,28	0,28	0,28	0,29	0,31	0,29	0,28	0,27	0,28
B	0,83	0,55	0,47	0,30	1,08	0,33	0,09	0,09	0,14	0,77	0,14	0,16

Tabell 3.6. Effekten av delt N og K samt ulike N-gjødselslag på innholdet / opptaket av Kjeld. N, K, Ca, Mg (gram/kg ts hhv kasse) og B (mg/kg ts hhv kasse) i totalavl. av potet

	N før setting	Delt N	AN vår	KS vår	Middel
Kjeldahl N					
K før setting	9,8 / 2,5	10,8 / 2,8	10,0 / 2,7	10,6 / 2,7	10,3a / 2,7a
Delt K	9,4 / 2,5	9,8 / 2,5	9,3 / 2,4	9,9 / 2,6	9,6a / 2,5a
Middel	9,6a / 2,5a	10,3a / 2,7a	9,7a / 2,5a	10,3a / 2,7a	
Kalium					
K før setting	22,0 / 5,67	22,7 / 5,94	21,7 / 5,74	23,0 / 5,87	22,3a / 5,80a
Delt K	21,5 / 5,70	23,0 / 5,94	22,1 / 5,75	22,4 / 5,90	22,3a / 5,82a
Middel	21,8a / 5,69a	22,8a / 5,94a	21,9a / 5,75a	22,7a / 5,88a	
Kalsium					
K før setting	0,15 / 0,04	0,21 / 0,05	0,17 / 0,05	0,21 / 0,05	0,19a / 0,05a
Delt K	0,17 / 0,04	0,20 / 0,05	0,18 / 0,05	0,16 / 0,04	0,17a / 0,05a
Middel	0,16a / 0,04a	0,20a / 0,05a	0,18a / 0,05a	0,19a / 0,05a	
Magnesium					
K før setting	1,08 / 0,28	1,10 / 0,29	1,08 / 0,29	1,11 / 0,28	1,09a / 0,28a
Delt K	1,11 / 0,30	1,13 / 0,29	1,10 / 0,29	1,14 / 0,30	1,12a / 0,29a
Middel	1,10a / 0,29a	1,12a / 0,29a	1,09a / 0,29a	1,13a / 0,29a	
Bor					
K før setting	2,5 / 0,65	1,6 / 0,42	2,6 / 0,69	1,5 / 0,38	2,1a / 0,54a
Delt K	0,8 / 0,21	0,5 / 0,12	0,8 / 0,21	0,4 / 0,12	0,6a / 0,16a
Middel	1,7a / 0,43a	1,0a / 0,27a	1,7a / 0,45a	1,0a / 0,25a	

Sammendrag av avlingsresultatene etter 3 års forsøk

I middel av 3 år ble totalavlingen høyest på ledd l, men dette leddet hadde også den største avlingen av småpoteter (Tabell 3.7). På dette leddet var både N- og K-gjødslingen delt ved bruk av NK 15-27. Ved sammenstilling av hovedeffektene fremkom det også signifikant større totalavling ved delt K-gjødsling, mens delt N-gjødsling ga en mindre, men likevel positiv meravling (Tabell 3.8). Den største totalavlingen ble oppnådd ved å dele både N-gjødslingen og K-gjødslingen (leddene g og i).

Den salgbare avlingen og antallet av salgbare poteter derimot var minst for begge ledd (l og k) hvor delt N- og K-gjødsling og NK 15-27 er inkludert i forsøksbehandlingen. Det fremkom ingen sikre utslag i den salgbare avlingen verken for delt N- gjødsling eller delt K-gjødsling ved sammenstilling av hovedeffektene i forsøket forøvrig. I kombinasjon (leddene g og i) hadde imidlertid delt N- og K-gjødsling positiv effekt på den salgbare avlingen (Tabell 3.9).

Ved delt K-gjødsling ga bruk av Kalksalpeter fra våren av (leddene h og i) noe bedre salgbar avling enn vårgjødsling med AN (leddene f og g).

Tabell 3.7 Avlingseffekt av ulike gjødslingsopplegg til potet i middel av 3 år, gram potet per kasse

Ledd:	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
Total avling	1033 d	1083 abcd	1072 bcd	1037 cd	1078 abcd	1084 abc	1095 ab	1063 bcd	1095 ab	1074 bcd	1066 bcd	1124 a
Ant.små knoller	22 ab	21 ab	19 b	21 ab	22 ab	22 ab	21 ab	21 ab	21 ab	21 ab	26 a	25 ab
Salgbar avling	629 ab	644 ab	678 a	602 ab	629 ab	608 ab	647 ab	619 ab	682 a	631 ab	557 b	603 ab
Ant. stor knoller	9 ab	10 ab	11 a	10 ab	10 ab	9 ab	10 ab	10 ab	10 ab	10 ab	9 b	9 b

Tabell 3.8. Effekt av delt N og K samt ulike N-gjødselslag på totalavling av potet i middel av 3 år, gram per kasse

	N før setting	Delt N	AN vår	KS vår	Middel
K før setting	1053	1060	1058	1054	1056b
Delt K	1073	1095	1090	1079	1084a
Middel	1063a	1078a	1074a	1067a	

Tabell 3.9. Effekt av delt N og K samt ulike N-gjødselslag på salgbar avling av potet i middel av 3 år, gram per kasse

	N før setting	Delt N	AN vår	KS vår	Middel
K før setting	654	623	637	640	638a
Delt K	614	665	628	650	639a
Middel	634a	644a	632a	645a	

Konklusjon etter 3 års forsøk

Både delt kaliumgjødsling og delt nitrogengjødsling har hver for seg gitt større totalavling av potet enn når all gjødsel ble tilført om våren, men den salgbare avlingen ble ikke påvirket av dette. Derimot ga delt nitrogen- og kaliumgjødsling i kombinasjon både noe større totalavling og noe større salgbare avling.

Delt nitrogen- og kaliumgjødsling ved bruk av NK 15-27 ga størst totalavling, men mye småpoteter og minst salgbare avling.

Delt nitrogengjødsling har økt innholdet og opptaket av Kjeldahl N og til dels magnesium i totalavlingen. Bruk av Kalksalpeter fra våren av har også virket positivt på innhold og opptak av disse næringsstoffene.

Delt kaliumgjødsling har i middel ikke hatt entydige effekter på innhold og opptak av næringsstoffer bortsett fra et noe redusert kaliuminnhold antagelig som følge av at avlingen har økt. I kombinasjon med Kalksalpeter fra våren av har delt kaliumgjødsling virket positivt på innhold og opptak av både Kjeldahl N, magnesium og til dels kalium.

I et av forsøksårene ble det registrert færre og svakere angrep av brunfleck i knollene ved delt kaliumgjødsling i forhold til når all kalium ble gitt ved setting.

Bor-Kalksalpeter som ekstra borkilde har tydelig økt innholdet og opptaket av bor i totalavlingen av potet. Delt kaliumgjødsling har gitt lavere innhold og opptak av bor enn når all kaliumgjødslingen er gitt om våren ved ekstra så vel som ved ordinær bortilførsel.

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. Mn- eller Zn-mangel bekjempes ofte ved å sprøyte ut Mn- eller Zn-oppløsning på bladverket i veksttida. På sprøytetidspunktet kan avlingen imidlertid allerede ha fått varig skade. Ved å tilføre disse mikronæringsstoffene gjennom en Fullgjødningstype om våren, kunne en kanskje forhindre at tidlige mangelproblemer oppstår på utsatte arealer samt at kjøringen i åkeren reduseres. 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.

Karforsøk i havre

I 1997 ble det startet opp et nytt karforsøk for å teste effekten av en forsøksgjødning hvor Mn og Zn er inngranulert i Fullgjødning[®] 11-5-17. Dette forsøket ga stor meravling og økt opptak av Mn og Zn både ved middels og høyt pH-nivå. Forsøket ble ført videre i 1998 og 99. Denne rapporten beskriver forsøksopplegget og resultatene fra forsøksåret 1999 og gir en konklusjon etter 3 års forsøk.

Forsøksopplegg

Forsøket har hele tiden vært utført med en moldfattig siltjord fra Solør med meget lavt innhold av Mn og Zn (Tabell 4.1). I 1999 ble forsøket i havre ført videre på samme måte som tidligere med 2 pH-nivå. Jorda ble ikke kalket på nytt da pH etter avhøsting i 1998 var henholdsvis ca 6,7 og 7,3 i de to seriene. pH var henholdsvis 0,5 og 0,2 enheter høyere på leddet med Kalksalpeter[™]. Jorda fra de to pH-seriene i tomat ble slått sammen leddvis og brukt til et forsøk i potet. Se egen beskrivelse senere.

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

Forsøksplan:

- a. Fullgjødsel® 11-5-17
- b. Fullgjødsel® 11-5-17 med Mn og Zn inngranulert
- c. Fullgjødsel® 11-5-17 samt Mn-sulfat og Zn-sulfat tilført separat
- a. Fullgjødsel® 11-5-17 samt Mn-klorid og Zn-sulfat tilført separat
- b. Kalksalpeter™ + HYDRO PK™ 5-17 samt Mn-sulfat og Zn-sulfat tilført separat

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

Nitrogenmengde tilført tilsvarer 22 kg per daa.

Grunngjødsling: Cu ble tilført i anleggsåret (Unntatt ledd e).
Mo ble tilført alle ledd i redusert dose både i 1997 og 98.

Forsøket hadde 3 gjentak.

Det ble vannet optimalt med avionisert vann i vekstida.

Det ble høstet 1 plante per kar like før begynnede skyting for leddvise analyser av Mn og Zn på dette utviklingsstadiet. Karene ble høstet ved gulmodning med registrering av korn- og halmavling og uttak av plantep prøver for leddvise analyser av Mn og Zn.

Havren spirte bra og ga jevn og grønn åker. I vekstida ble det observert at plantene på kontrolleddet uten Mn og Zn hadde tydelig kortere internodier ved det høyeste pH-nivået. Det ble også observert andre symptomer på Zn-mangel på kontrolleddet ved dette pH-nivået. Det var fin og jevn åker på alle leddene med Mn og Zn uten at det ble observert noen forskjell mellom leddene.

Avling

Alle ledd med Mn og Zn ga meravling ved begge pH-nivå også i 1999, og meravlingen var meget stor ved det høyeste pH-nivået (Tabell 4.2). På leddet uten Mn og Zn ble kornavlingen sterkt redusert etter kalking, mens kornavlingen ble opprettholdt på leddene som ble tilført Mn og Zn. Både i fjor og i år har ledd e med Kalksalpeter (+PK) gitt noe større meravling av korn enn de andre Mn/Zn-leddene til tross for at dette leddet har ført til betydelig høyere pH i jorda i begge pH-seriene. I middel for leddene med Fullgjødsel® var pH etter høsting henholdsvis 6,2 og 7,0, mens pH på leddet med Kalksalpeter var 7,1 henholdsvis 7,5. Det var liten forskjell i avling om Mn/Zn var gitt separat eller inngranulert i Fullgjødsel® eller om Mn var tilført som klorid eller sulfat.

Halmavlingen ble også redusert på kontrolleddet etter kalking, men med tilførsel av Mn og Zn, ble avlingene nesten opprettholdt. Leddene med Mn/Zn tilført, inngranulert og separat, ga små forskjeller i halmavling, men ledd c ga litt større avling ved begge pH-nivå.

Tabell 4.2 Effekten av Mn og Zn, tilført på ulike måter, på tørrstoffavlingen av korn- og halm i havre, gram per kar

Ledd	Korn			Halm		
	pH 6,4	pH 7,1	Middel	pH 6,4	pH 7,1	Middel
a. F.gj.uten Mn/Zn	28,1	21,0	24,5c	23,3	22,3	22,8b
b. Mn/Zn inngranulert	30,5	33,5	32,0ab	24,4	23,6	24,0a
c. Mn/Zn-sulfat separat	30,7	32,8	31,7b	23,9	23,5	23,7ab
d. Mn-klor/Zn-sulf sep.	31,1	33,4	32,2ab	23,2	23,7	23,4ab
e. KS+Mn/Zn-sulf. sep.	33,3	34,0	33,6a	23,2	23,8	23,5ab
Middel	30,8a	30,9a		23,6a	23,4a	

Innhold og opptak av Mn og Zn i avlingen

Ved det laveste pH-nivået økte både innholdet og opptaket av Mn når Mn ble tilført sammen med Fullgjødning 11-5-17, men ved høyeste pH var det bare Mn og Zn inngranulert som hadde noe positiv effekt (Tabellene 4.3 og 4.4). Mn-sulfat separat hadde omtrent samme effekt som Mn-klorid. Separat tilførsel av Mn i tillegg til Kalksalpeter og HYDRO PK 5-17 førte til sikker reduksjon av både innhold og opptak av Mn både i forhold til kontrolleddet og de andre Mn-leddene. Mn-innholdet på dette leddet ble trolig likevel ikke redusert så mye at plantene fikk Mn-mangel selv ved høyeste pH (Tabell 4.4). Både innholdet og opptaket av Mn i korn- og halmavlingen ble sterkt redusert ved høyeste pH, men denne effekten var ikke entydig i havreplantene ved Z 45.

Innholdet og opptaket av Zn ble økt signifikant på alle ledd med tilførsel av Zn (Tabellene 4.3 og 4.4). Leddene med Zn tilført sammen med Fullgjødning 11-5-17 ga størst innhold og opptak av Zn, men ledd e med Kalksalpeter og PK-gjødning ga også signifikant større innhold og opptak enn kontrolleddet. I serien med høyest pH ble innholdet og opptaket av Zn redusert på alle ledd og i middel av ledd var reduksjonen signifikant, men effekten av Zn-tilførsel var

likevel meget god sammenlignet med kontrolledet. Uten Zn-gjødsling var Zn-innholdet i plantene ved Z 45 langt under grenseverdien for når Zn-mangel kan oppstå.

Tabell 4.3 Effekten av Fullgjødsel m/Mn og Zn på innhold og opptak av mangan og sink i korn og halm av havre

Ledd	Korn						Halm					
	Mn			Zn			Mn			Zn		
	pH I	pH II	Midd	pH I	pH II	Midd	pH I	pH II	Midd	pH I	pH II	Midd
	Innhold, mg/kg tørrstoff											
a	40	34	37a	14	11	13c	37	45	41a	5	4	4a
b	50	40	45a	32	22	27ab	51	44	47a	6	5	6a
c	53	35	44a	34	25	30a	45	23	34ab	8	6	7a
d	50	37	43a	31	25	28ab	56	39	44a	7	6	7a
e	29	23	26b	24	21	23b	10	6	8b	6	7	6a
Mid	44a	34b		27a	21b		40a	30a		6a	5a	
	Opptak, mg/kar											
a	1,12	0,72	0,92b	0,40	0,23	0,32c	0,85	1,01	0,93a	0,13	0,08	0,10a
b	1,51	1,33	1,42a	0,98	0,74	0,86ab	1,24	1,04	1,14a	0,16	0,12	0,14a
c	1,62	1,15	1,38a	1,05	0,83	0,94a	1,08	0,54	0,81a	0,18	0,13	0,16a
d	1,54	1,25	1,39a	0,96	0,84	0,90a	1,30	0,75	1,03a	0,17	0,15	0,16a
e	0,95	0,78	0,87b	0,80	0,71	0,76b	0,23	0,15	0,19b	0,13	0,16	0,14a
Mid	1,35a	1,04b		0,84a	0,67b		0,94a	0,70a		0,15a	0,13a	

Tabell 4.4 Effekten av Fullgjødsel m/Mn og Zn på innholdet av mangan og sink i havreplanter ved Z 45, mg/kg tørrstoff

Ledd	Mangan			Sink		
	pH I	pH II	Middel	pH I	pH II	Middel
a	63	80	72a	11	8	9c
b	80	85	82a	32	26	29ab
c	73	64	69a	35	29	32a
d	75	68	71a	35	29	32a
e	40	28	34b	31	24	27b
Middel	66a	65a		29a	23b	

Sammendrag etter forsøk i 3 år

Det har vært entydig god effekt på avlingen av alle ledd med tilførsel av Mn/Zn i alle de tre forsøksårene og følgelig også i middel av tre år (Tabell 4.5). Leddene med Mn/Zn ga stor meravling av korn ved laveste pH, og kornavlingen ble nesten fordoblet i forhold til kontrolledet ved høyeste pH. Uten tilførsel av Mn og Zn ble kornavlingen sterkt redusert når

pH i jorda ble økt fra laveste til høyeste nivå, mens avlingen ble opprettholdt på samme høye nivå på leddene som ble tilført Mn og Zn. I middel har det vært like god effekt på både korn- og halmavlingene av alle ledd med tilførsel av Mn og Zn. Halmavlingene ble også noe redusert på 0-leddet ved høyeste pH i jorda, mens de ble opprettholdt når Mn og Zn ble tilført.

Tabell 4.5 Effekten av Mn og Zn, tilført på ulike måter, på tørrstoffavlingen av korn og halm i havre i middel av 3 år, gram per kar

Ledd	Korn			Halm		
	pH I	pH II	Middel	pH I	pH II	Middel
a. Fullgj. uten Mn/Zn	28,4	19,8	24,1b	27	25,6	26,3b
b. Mn/Zn inngranulert	34,2	34	34,1a	27,5	26,8	27,1a
c. Mn/Zn-sulfat separat	33,5	33,8	33,6a	27,6	26,8	27,2a
d. Mn-klor/Zn-sulf. sep.	33,7	34,5	34,1a	27	27,2	27,1a
e. KS+Mn/Zn-sulf. sep.	34,1	34,4	34,2a	26,7	27,4	27,1a
Middel	32,7a	31,3b		27,2a	26,8b	

De kjemiske analysene av avlingene har vist at innholdet og opptaket av både Mn og Zn har økt sterkt etter tilførsel av disse næringsstoffene. Jordanalysene viser dessuten at forsøksjorda har lavt innhold både av plantetilgjengelig Mn og Zn. De store meravlingene for tilførsel av Mn og Zn kan derfor skyldes mangel på begge disse mikronæringsstoffene. Da det er observert at kontrolleddet har hatt noe kortere internodier og at enkelte havreblad har hatt avbleika felt, peker dette i retning av at Zn-mangel har gjort seg mest gjeldende. Analysene har også vist at avlingene på kontrolleddet har hatt lavt Zn-innhold, men brukbart Mn-innhold. Det har også vært relativt godt samsvar mellom innholdet og opptaket av Zn og avlingsutslagene. Det har ikke vært et tilsvarende samsvar mellom innholdet og opptaket av Mn og avlingsutslagene. Stort sett er det bare Mn inngranulert i Fullgjødsel som har økt Mn-innholdet i avlingene uten at det dermed har resultert i meravlinger fremfor de andre Mn-leddene.

Ledd e med separat tilførsel av Mn og Zn i tillegg til Kalksalpeter + HYDRO PK 5-17 har gitt like stor avling som de andre Mn/Zn-leddene til tross for at Zn-innholdet i avlingen har vært noe lavere. Dette kan ha sammenheng med at en høyere pH på dette leddet også hemmet Mn-opptaket slikat Mn/Zn-balansen i plantene ble mer optimal.

Konklusjon etter tre års forsøk

Tilførsel av Mn og Zn har gitt stor meravling ved begge pH-nivå. Det er sannsynlig at Zn-mangel har gjort seg mest gjeldende for avlingsutslagene.

Det har vært liten forskjell i meravling om Mn og Zn har vært tilført inngranulert i Fullgjødsel eller separat sammen med Fullgjødsel eller Kalksalpeter + HYDRO-PK .

Tilførsel av kalk har gitt ytterligere sterk reduksjon av kornavlingen på kontrolleddet, men med tilførsel av Mn og Zn ble avlingene tilnærmet opprettholdt.

Fullgjødsel 11-5-17 med Mn inngranulert økte innholdet og opptaket av Mn i avlingen ved begge pH-nivå. Effekten av separat tilført Mn på Mn-innholdet i avlingen var ofte liten og negativ, ihvertfall ved høyeste pH i jorda.

Innholdet og opptaket av Zn ble økt signifikant på alle ledd med tilførsel av Zn. Avlingen har hatt noe mindre innhold av Zn på leddet med Kalksalpeter + HYDRO-PK.

Innholdet og opptaket av både Mn og Zn ble tydelig redusert etter kalking, men effekten av Mn inngranulert i Fullgjødsel og Zn tilført både separat og inngranulert har likevel vært god også på dette pH-trinnet.

Karforsøk i potet

Som nevnt i beskrivelsen av karforsøket i havre ble jorda fra de to pH-seriene i det tidligere tomatforsøket (H2/97) slått sammen leddvis og brukt til et forsøk i potet med 14 liter jord i kasser. Analyseresultater fra forsøksjorda er ført opp i tabell 4.1. Jorda ble kalket med tilsvarende 150 kg CaCO₃ per daa. Etter høsting av forsøket ble pH målt til 7,1 på leddene med Fullgjødsel og 7,4 på leddet med Kalksalpeter.

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
- a. Fullgjødning[®] 11-5-17 samt Mn-klorid og Zn-sulfat tilført separat
- b. Kalksalpeter[™] + HYDRO PK[™] 5-17 samt Mn-sulfat og Zn-sulfat tilført separat

Gjødsel ble plassert i en streng 2 cm til siden og på nivå med undersiden av settepoteten. Det ble gjødslet med tilsvarende 22 kg nitrogen per daa.

Grunngjødsling: Cu ble tilført i anleggsåret (Unntatt ledd e).
Mo ble tilført alle ledd i redusert dose i 1997 og 98 og ble derfor ikke tilført på nytt i 1999.

Det ble satt 1 settepotet per kasse av sorten Saturna. Det ble plukket ut like store settepoteter. Det ble vannet optimalt med avionisert vann i veksttida.

Forsøket hadde 3 gjentak.

Avling

Alle potetene hadde spirt ca 2 uker etter setting. Etter ytterligere 1 uke var alle plantene jevnstore og 10-12 cm høye. Senere i veksttida ble det notert at 1 av plantene på ledd c var noe mindre enn de andre, men helhetsinntrykket var at plantene var grønne, jevne og fine. Ingen mangelsymptomer ble observert i veksttida.

Det ble ingen sikre forskjeller mellom gjødslingsleddene for noen av avlingsparameterne (Tabell 4.6). Selv om avlingsforskjellene dermed er tilfeldige, viser den store knollavlingen på ledd a, uten Mn og Zn, at forsøket ikke ga utslag for disse næringsstoffene. Ved beregning av tørrstoffavlingene kommer ledd c best ut, men avlingen på kontrollleddet var likevel av middels størrelse. Økende tørrstoffprosent samsvarer ganske godt med redusert knollvekt på

Tabell 4.6. Gjødslingens innvirkning på ulike avlingsparametere i middel av gjentak

Ledd	Antall knoller/kar	Knollvekt, gram	Tørrstoff, %	Knollavling, gram/kar
a	12a	39a	23,9	432a
b	15a	31a	26,3	380a
c	12a	36a	26	430a
d	13a	34a	25,7	404a
e	13a	32a	25,6	419a
Middel	13	33	25,5	413

de ulike gjødslingsleddene. Det store antall knoller per kar og den lave knollvekta på ledd b skyldes en stor ansettelse av knoller som ikke ble fullt utviklet særlig på et av gjentakene.

Kjemiske avlingsanalyser

Ved begynnende blomstring ble det tatt ut fullt utvikla blad fra hver plante som ble slått sammen leddvis og deretter analysert for innhold av Mn og Zn. Analysene viser at Mn-innholdet i plantene er fullt ut tilstrekkelig uten Mn-gjødsling, og at Mn-tilførsel på leddene med Fullgjødsel har økt innholdet ytterligere (Tabell 4.7). På ledd e hvor Mn er tilført sammen med Kalksalpeter (+PK) derimot, er Mn-innholdet redusert i forhold til kontrollen. Dette er i samsvar med at dette leddet ga høyere pH i jorda.

Analysene viser at Zn-innholdet i plantene på ledd a uten Zn-gjødsling er så lavt at en kan forvente Zn-mangel. Dette blir likevel ikke bekreftet av avlingstallene. Leddene med tilførsel av Zn har økt plantenes Zn-innhold, men økningen er størst på ledd c (og ledd d) med separat tilførsel sammen med Fullgjødsel.

Tabell 4.7. Innhold av Mn og Zn i potetblad ved beg. blomstring, mg per kg tørrstoff

Ledd	Zn	Mn
a. Fullgj. 11-5-17	15	121
b. Fullgj. 11-5-17, Mn/Zn inngran.	26	274
c. Fullgj. 11-5-17, Mn/Zn separat	101	222
d. F.gj. 11-5-17, Mn-klor/Zn separat	49	354
e. Kalksalp. +PK, Mn/Zn separat	23	45

Konklusjon, 1 år forsøk med Mn i potet

Det kunne ikke påvises avlingsutslag eller andre effekter etter gjødsling med Mn og Zn i forsøket. Analysene viste imidlertid at plantene på kontrolleddet hadde meget lavt Zn-innhold, mens Mn-innholdet var fullt ut tilstrekkelig.

Gjødsling med Mn økte innholdet av Mn på leddene med Fullgjødsel, mens det ble redusert når Mn ble tilført sammen med Kalksalpeter + HYDRO-PK. Alle leddene med Zn-tilførsel førte til økt Zn-innhold i plantene, men økningen var sterkest ved separat tilførsel sammen med Fullgjødsel.

Karforsøk med mangan i bygg

Et nytt forsøk med kun Mn inngranulert i NPK ble startet opp i Tyra bygg i 1999. En meget mold- og næringsfattig sandjord fra Elverum ble brukt som forsøksjord (Tabell 4.8).

Tabell 4.8. Analyseresultater fra Elverumsand

Glødetap	P-AL	K-AL	Mg-AL	Ca-AL	Total-S	Mangan	Bor
- milligram per 100 gram tørr mineraljord				- milligram per kg tørr min.jord			
0,3	2,3	< 1,0	1,1	8,4	8,4	0,2	0,1

Forsøket ble anlagt med 2 pH-nivå ved å kalke opp jorda med henholdsvis 1 gram og 3 gram CaCO₃ per kar. Etter høsting var pH henholdsvis 5,7 og 7,1 i de to kalkseriene. Jorda ble også grunnkjødslet ved jevn innblanding med HYDRO-PK™ 5-17 tilsvarende 100 kg per daa og en blanding av mikronæringsstoffene Fe, Zn og Mo (1/3 av vanlig mengde).

Forsøksplan:

- 1) NPK 21-3-10 uten Mn, innblandet i jorda
- 2) NPK 21-3-10 uten Mn + Mn-sulfat separat, innblandet i jorda
- 3) NPK 21-3-9 med Mn, innblandet i jorda
- 4) NPK 21-3-10 uten Mn, plassert i jorda
- 5) NPK 21-3-10 uten Mn + Mn-sulfat separat, plassert i jorda
- 6) NPK 21-3-9 med Mn, plassert i jorda

Alle ledd ble tilført NPK tilsvarende 21 kg nitrogen per daa. Gjødsla ble blandet inn henholdsvis plassert før såing. Gjødsla ble plassert i ring, 3-4 cm under såfrøet og fra karkanten.

Forsøket hadde jevn oppspiring, men ganske snart begynte plantebestanden å bli utrivelig med brunsvidde bladspisser. Da laveste pH-nivå hadde større skader enn høyeste pH-nivå, er det grunn til å tro at plantene ble forgiftet av for høye konsentrasjoner av tilførte næringsstoff i grunnkjødslingen som f.eks sink. I tillegg viste planteanalysene i ettertid meget høyt Mn-innhold på leddene med separat Mn-tilførsel. Denne jordas bufferkapasitet er meget liten, og tilførsel av kalk og næringsstoffer kan fort bli for høy.

Da det ble observert Mg-mangel på plantene vel 2 uker etter oppspiring, ble hele forsøket overkjødslet med MgSO₄.

Avling

Byggavlingen ble som normalt, høstet på gulmodningsstadiet. På bakgrunn av observasjonene i veksttida var det forventet ujevne resultater med få logiske utslag for forsøksbehandlingene (Tabell 4.9). Høyeste kalkmengde ga imidlertid sikker meravling av halm og også positiv meravling av korn. Heller ikke ved denne kalkmengden var det positive avlingsutslag for Mn-gjødsling. Det fremkom heller ikke sikre forskjeller i avlingene av korn og halm i middel av pH etter innblanding henholdsvis plassering av gjødsla. I middel av pH ga ledd 2 sikker mindre kornavling enn de andre leddene og dette ga seg meget tydelig utslag ved laveste pH.

Tabell 4.9. Avling av korn og halm, gram ts. per kar, ved de ulike forsøksbehandlingene

Ledd	Korn		Halm	
	pH I	pH II	pH I	pH II
1) NPK uten Mn, innblandet	16,3	20,2	14,6	15,6
2) NPK u/Mn +Mn sep, innbl.	12,3	19,6	11,6	15,7
3) NPK med Mn,innblandet	19,3	19,9	13,2	14,8
4) NPK uten Mn, plassert	18,9	20,2	14,1	15,3
5) NPK u/Mn +Mn sep, plass.	18,1	19	14,6	14,6
6) NPK med Mn, plassert	20,2	16,4	14,4	16,1
Middel av ledd	17,5a	19,2a	13,8b	15,3a

Kjemiske avlingsanalyser

Mn-innholdet i plantene ved Z 39 viste seg å være spesielt høyt ved separat tilførsel av Mn (ledd 2 og 5), (Tabell 4.10). Ved laveste pH i jorda var Mn-innholdet i plantene så høyt at det er sannsynlig at plantene er blitt skadet. Dette samsvarer godt med den reduserte avlingen på ledd 2 hvor Mn ble gitt separat og jevnt innblandet i jorda. Innholdet av Mn i korn og halm var også signifikant høyere på disse leddene (Tabellene 4.10 og 4.11). Det samme var opptaket i halm, mens reduksjonen av kornavlingen, hemmet det totale Mn-opptaket i korn.

Til tross for det lave Mn-innholdet i jorda var Mn-innholdet i plantene ved Z 39 fullt tilfredsstillende på begge kontrolleddene uten Mn-gjødsling ved begge pH-nivå. Mn inngranulert i NPK ga markert økning av innhold og opptak av Mn i plantene i forhold til kontrolleddene ved begge pH-nivå, men mest ved laveste pH.

I alle sammenhenger var innholdet og opptaket av Mn i plantene tydelig større ved laveste pH enn ved høyeste pH, mens tilføringsmåten av gjødsla hadde liten betydning.

Tabell 4.10. Innhold av mangan i mg pr. kg tørrstoff ved de ulike forsøksbehandlingene

Ledd	Planter ved Z 39			Korn			Halm		
	pH I	pH II	Midd	pH I	pH II	Midd	pH I	pH II	Midd
1	52	47	50b	38	28	33	126	79	102c
2	173	95	134a	57	47	52a	275	237	256a
3	81	61	71b	45	34	39c	199	125	162b
4	55	52	53b	38	28	33	140	81	110c
5	162	110	136a	56	45	50b	302	219	261a
6	80	62	71b	41	33	37d	179	110	145b
Middel	101a	71a		46a	36b		203a	142b	

Tabell 4.11. Opptak av mangan i mg pr. kar ved de ulike forsøksbehandlingene

Ledd	Korn			Halm			Sum		
	pH I	pH II	Midd	pH I	pH II	Midd	pH I	pH II	Midd
1	0,62	0,57	0,60b	1,84	1,22	1,53b	2,46	1,8	2,13c
2	0,7	0,92	0,81ab	3,19	3,72	3,46a	3,89	4,64	4,27ab
3	0,86	0,68	0,77ab	2,62	1,85	2,23b	3,48	2,52	3,00bc
4	0,72	0,57	0,65ab	1,96	1,23	1,60b	2,68	1,81	2,25c
5	1,01	0,85	0,93a	4,42	3,2	3,81a	5,42	4,05	4,74a
6	0,84	0,54	0,69ab	2,58	1,77	2,18b	3,42	2,31	2,86c
Middel	0,79a	0,69a		2,77a	2,17a		3,56a	2,86a	

Konklusjon etter 1 års forsøk i bygg

Generelle forgiftningssymptomer førte til ujevne avlingsresultater. I tillegg ble plantene også Mn-forgiftet når Mn ble tilført separat ved laveste pH i jorda. På disse leddene hadde plantene et kritisk høgt Mn-innhold som resulterte i redusert avling.

Mn tilført inngranulert i NPK økte også Mn-innholdet i plantene i forhold til kontrolleddene uten at det påvirket avlingsstørrelsen. Dette er rimelig da plantene på kontrolleddene hadde tilfredsstillende Mn-innhold uten Mn-gjødsling.

Den sterkeste kalkingen ga reduserte forgiftningssymptomer og høyere avling med betydelig lavere Mn-innhold enn ved svakeste kalking.

Da forsøket var ujevnt, ble det ikke påvist noen klar effekt på avling eller Mn-innhold av gjødslingsmåten, jevn innblanding i jorda eller radgjødsling.

5. GJØDSLING MED NITROGEN OG SVOVEL I VÅRRYBS

I oljevekster som har store krav til svovel, vil svovelmangel redusere både den vegetative veksten og utviklingen av skolmer og frø. Da plantetilgjengelig svovel lett vaskes ut av jorda i vinterhalvåret, bør det gjødsles med svovel fra våren av. Svovel og nitrogen bør tilføres i et balansert forhold da disse næringsstoffene samvirker ved proteindannelsen i plantene. Samtidig kan være aktuelt å legge opp til delt gjødsling også i oljevekster. I dette karforsøket testes effekten av ulike gjødslingsstrategier med nitrogen og svovel i vårrybs.

Forsøksopplegg

Forsøksjord: Moldholdig, siltig lettleir fra forsøksgården i god fosfortilstand, middels kaliumtilstand og mindre god magnesiumtilstand. Se karakteristikkk av forsøksjorda i tabell 5.1. Jorda ble også dette året kalket med 10 gram CaCO₃ per kar med 6,7 liter jord. Etter høsting var pH ca 6,0

Forsøket blir utført i to serier med ulik grunnjødsling i anleggsåret ved jevn innblanding i jorda. Grunnjødslingen ble ikke gjentatt i 1999:

- I) Uten svovel, men med 1,5 kg Mg som MgO per daa
- II) Med 2 kg svovel per daa i form av kieseritt

Forsøksplan:

- 1) Fullgjødse[®] 17-5-13 + Kalksalpeter[™] innblandet før såing
- 2) Fullgjødse[®] 17-5-13 + Svovel-Kalksalpeter[™] innblandet før såing
- 3) Fullgjødse[®] 17-5-13 innblandet før såing + Kalksalpeter[™] på 5-bladstadiet
- 4) Fullgjødse[®] 17-5-13 innblandet før såing + Svovel-Kalksalpeter[™] på 5-bladstadiet
- 5) Fullgjødse[®] 17-5-13 innblandet før såing + Kalksalpeter[™] ved begynnende blomstring
- 6) Fullgjødse[®] 17-5-13 innblandet før såing + Svovel-Kalksalpeter[™] ved beg. blomstring

Gjødselmengde tilsvarende 16 kg N per daa i form av Fullgjødse[®] 17-5-13 og 8 kg N per daa i form av Kalksalpeter[™] eller Svovel-Kalksalpeter[™].

Ledd 1, 3 og 5 tilføres 0,55 kg Mg per daa i form av MgO sammen med Kalksalpeter[™].

Tabell 5.1 Tilført svovel på de ulike leddene i hver av seriene i 1999

Ledd	Serie I						Serie II					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Kg S/daa	2	2,8	2	2,8	2	2,8	2	2,8	2	2,8	2	2,8

Det ble vannet optimalt med avionisert vann i hele veksttiden.

Skolmene ble høstet etter hvert som de ble modne. Blad som visnet og falt av under modningsprosessen, ble samlet opp for hvert kar og slått sammen med halmen etter høsting.

Avling

Det var jevn og fin spiring, og bestandet ble etterhvert tynnet ned til 7 planter per kar.

Plantene utviklet seg jevnt og var i god vekst over hele forsøket fram til modning.

Høsteresultatet viser imidlertid at forsøksbehandlingen hadde en viss effekt på frøavlingene (Tabellene 5.2 og 5.3). Særlig har det vært meravling av frø ved å tilføre all gjødsel ved innblanding i jorda før såing. Effekten av type Kalksalpeter eller av ekstra S-tilførsel har vært mer variabel, og i middel har det ikke vært tydelige avlingsforskjeller. Svovel-Kalksalpeter™ har imidlertid gitt den høyeste frøavlingen ved alle tre tidspunktene for gjødsling i serie I uten tilførsel av S i grunnjødslingen i anleggsåret, mens Kalksalpeter™ har gitt best effekt i serie II. Dette tyder på at S-tilførselen gjennom Fullgjødsel® har dekket behovet i serie II, men ikke i serie I fordi supplementet fra jordas S-ressurser nå begynner å ta slutt.

Tabell 5.2 Effekten av ulike gjødslingsstrategier med nitrogen og svovel i vårrybs, gram tørrstoff per kar

Ledd	Serie I		Serie II		Middel	
	Frø	Halm	Frø	Halm	Frø	Halm
1	11,3	41,5	12,0	45,3	11,7a	43,4a
2	12,0	39,3	11,5	39,2	11,7a	39,3a
3	8,6	42,0	10,8	43,0	9,7b	42,5a
4	11,0	40,8	10,6	42,5	10,8ab	41,6a
5	10,1	43,1	11,4	40,5	10,8ab	41,8a
6	10,9	39,2	10,0	41,5	10,4ab	40,4a
Middel	10,7a	41,0a	11,0a	42,0a		

Tabell 5.3 Effekten av gjødseltyper og tidspunkt for delgjødsling i vårrybs, gram tørrstoff per kar

	Serie I		Serie II		Middel	
	Frø	Halm	Frø	Halm	Frø	Halm
Gjødseltyper:						
Kalksalpeter™	10,0	42,2	11,4	42,9	10,7a	42,5a
Svovel-Kalksalpeter™	11,3	39,8	10,7	41,1	11,0a	40,4a
Tidspunkt:						
Innblandet før såing	11,6	40,4	11,7	42,2	11,7a	41,3a
Ved 5-bladstadiet	9,8	41,4	10,7	42,7	10,3b	42,1a
Ved beg. skyting	10,5	41,2	10,7	41,0	10,6b	41,1a

I år utgjorde halmen en betydelig større del av totalavlingen enn i fjor. Tydeligst var denne effekten ved bruk av Kalksalpeter™ som i nesten alle sammenhenger ga større halmavling enn Svovel-Kalksalpeter™. Dette kan bety at en for liten S-tilgang har redusert ansettelsen og utviklingen av frø slik at halmavlingen har økt på bekostning av frøavlingen.

Innhold og opptak av nitrogen og svovel i avlingen

Da både serie I og serie II ble grunnjødslet likt med S i år, bør de to seriene nærmest bli å betrakte som to paralelle forsøk. Restvirkningen av S-gjødslingen det første året finner en likevel igjen som sikkert høyere innhold og opptak av S i halmen i serie II (Tabellene 5.4 og 5.5). Forøvrig har ekstra S i grunnjødslinga det første året ikke hatt effekt verken på innhold og opptak av S i frøavlingen eller på innhold og opptak av Kjeldahl N i frø og halm.

Tabell 5.4 Innhold av Kjeldahl N og total S i frø og halm ved ulike strategier for N- og S-gjødsling i 1999, gram per kg tørrstoff

	Kjeldahl N				Total-S			
	Frø		Halm		Frø		Halm	
	Serie I	Serie II	Serie I	Serie II	Serie I	Serie II	Serie I	Serie II
1. KS innbl.	38,2	36,8	4,5	4,5	2,4	3,4	0,8	1,2
2. S-KS innbl.	36,7	37,8	4,5	4,0	4,6	4,1	1,1	1,5
3. KS, 5-bl.	42,1	39,8	5,0	4,3	4,1	3,8	0,9	1,3
4. S-KS, 5-bl.	40,0	38,4	4,6	4,6	4,6	4,2	1,4	1,6
5. KS, beg. bl.	41,7	36,9	4,7	3,6	3,6	3,0	0,8	1,3
6. S-KS, b. bl.	38,7	39,9	4,1	4,1	4,0	5,0	1,3	1,6
Middel	39,6a	38,3a	4,6a	4,2a	3,9a	3,9a	1,1b	1,4a

Tabell 5.5 Opptak av Kjeldahl N og total S i frø- og halmavling ved ulike strategier for N- og S-gjødsling i 1999, mg pr kar

	Kjeldahl N				Total-S			
	Frø		Halm		Frø		Halm	
	Serie I	Serie II	Serie I	Serie II	Serie I	Serie II	Serie I	Serie II
1. KS innbl.	433	442	185	202	27	40	33	54
2. S-KS innbl.	439	432	177	160	55	47	43	60
3. KS, 5-bl.	361	431	211	186	35	41	37	56
4. S-KS, 5-bl.	442	409	187	197	50	45	58	69
5. KS, beg. bl	423	420	202	145	36	34	36	53
6. S-KS, b. bl	421	397	159	170	44	49	52	66
Middel	420a	422a	187a	176a	41a	43a	43b	60a

Dette året var det derimot stor effekt av ekstra S tilført gjennom Svovel-Kalksalpeter i begge de to seriene både på innhold og opptak av S i frø så vel som i halm. I middel av de to seriene var det flere sikre utslag mellom ledd. I sum S-opptak i frø og halm, i middel av serier, var det også sikker forskjell mellom leddene med Svovel-Kalksalpeter og leddene med Kalksalpeter.

Avlingens innhold av Kjeldahl N er lavt også i år og dette er blitt lite påvirket av de ulike S-behandlingene. I serie I var det likevel en tendens til at bruk av Svovel-Kalksalpeter ga noe lavere innhold av Kjeldahl N både i frø og halm ved alle spredetidspunkter. Dette må ha sammenheng med at Svovel-Kalksalpeter ga noe høyere frøavling og at konsentrasjonen av N dermed er blitt noe uttynnet. Beregninger over opptaket av Kjeldahl N viser en tilnærmet full utnyttelse av tilført N i dette forsøket. Den lave N-tilgangen kan også ha medvirket til at frøavlingen ble betydelig redusert i 1999 sammenlignet med i anleggsåret da det normalt er en del N-frigjøring fra jorda.

I serie I inneholdt avlingen på leddene med Kalksalpeter i middel 68 mg S per kar som er nøyaktig samme S-mengde som ble tilført i grunnjødslingen med Fullgjødsel (Tabell 5.5). Dette viser at det ikke lenger frigjøres S fra jorda. Ved bruk av Svovel-Kalksalpeter som tilførte 26 mg S per kar ekstra, økte S-opptaket i middel 33 mg S per kar i forhold til ved bruk av Kalksalpeter.

I serie II var S-opptaket i avlingen på leddene med Kalksalpeter i middel 93 mg S per kar eller 25 mg S mer enn det som ble tilført gjennom Fullgjødsel. Dette er noe overraskende da avlingene i gjødslingsåret etter tilsvarende beregninger førte bort omtrent hele den S-mengden

som ble tilført ekstra som grunnkjødsling i denne serien. Dette kan ha sammenheng med at S-innholdet i tilbakeført rotmasse fra 1. forsøksår var høyere i serie II. Se forskjellen på S-innholdet i halmen i tabell 8.4 i Forsøksrapport 1998.

Konklusjon etter to års forsøk

Ekstra svovelkjødsling i anleggsåret ga ingen effekt på avlingen av frø og halm året etter. Likevel ga denne serien høyere innhold og opptak av S i halmavlingen, men derimot ikke i frøavlingen. Innholdet og opptaket av Kjeldahl N i frø og halm ble heller ikke påvirket.

I serie I ga Svovel-Kalksalpeter høyere frøavling enn Kalksalpeter det 2. forsøksåret. Beregninger bekrefter meget liten frigjøring av S fra jorda og at tilførselen av S gjennom grunnkjødslinga om våren dermed ble for liten.

Svovel-Kalksalpeter har hatt god effekt på innhold og opptak av S både i frø og halm i begge de to seriene. Svovel-Kalksalpeter har hatt liten innvirkning på innhold og opptak av Kjeldahl N, men det var en tendens til at denne kjødseltypen ga noe lavere innhold av Kjeldahl N både i frø og halm i serie I.

I begge forsøksårene har det vært lavt innhold av Kjeldahl N i avlingene. Dette skyldes trolig lav N-tilgang da tilnærmet all tilført N ser ut til å ha blitt utnyttet. Den lave N-tilgangen har trolig begrenset frøavlingen i 1999. Når forsøket fortsetter i år 2000, vil det derfor være aktuelt å øke tilført N-mengde.

6. Startgjødsling i vårkorn

I finske forsøk har startgjødsling med fosfor og nitrogen gitt betydelig avlingsøkning i vårkorn på fosforfattig jord. Effekten er trolig størst i langvarige perioder med kalde og fuktige jord- og klimaforhold. Startgjødsling kan imidlertid gi sviskader og dårlig tilvekst på jord som er utsatt for forsommertørke.

Da tilsvarende forhold også kan opptre i Norge, ble det startet opp en forsøksserie med startgjødsling i bygg i regi av Planteforsk Apelsvoll forskingsstasjon våren 1998 som fortsatte i 1999. Forsøkene utføres av ulike forsøksringer på Østlandet, mens Hydro Agri bidrar med økonomisk støtte. Samtidig har Hydro Agri utført forsøk i veksthus i samarbeid med Institutt for jord- og vannfag for å teste ut effekten av ulike gjødseltyper som startgjødsel. Opplegg og resultater fra forsøket i 1999 presenteres nedenfor.

Forsøksopplegg

Til forsøket blir det nyttet 20 cm dype, rektangelforma kar (20 cm x 40 cm) fylt med 14 liter jord. Forsøksjorda var en sur, moldholdig, siltig lettleir fra forsøksgården med middels innhold av næringsstoffer (Tabell 6.1). Zn-innholdet på 3,7 mg pr kg er ikke spesielt lavt, men etter kalking (økt titerbar alkalinitet), kan en mangelsituasjon likevel oppstå. Jorda ble kalket opp til 2 pH-nivå. Etter innhøsting ble pH målt til hhv. 5,4 og 6,5 med svært jevne verdier fra ledd til ledd.

Tabell 6.1 Karakteristikk av forsøksjorda

Jordtype	Org. C %	pH	P-AL - mg	K-AL pr.	Mg-AL 100 gr.	Ca-AL tørr	Na-AL jord -	Zn, mg pr. kg	Titr. alk.
Siltig lettleir	2,4	4,8	8,0	9,0	5,6	47,9	1,8	3,7	<0,1

Jorda ble grunnjødslet med kieseritt tilsvarende 10 kg per daa ved innblanding og med Fullgjødsel 17-5-13 tilsvarende 20 kg N per daa ved plassering i en streng midt mellom og 3-4 cm dypere enn sårådene (Se figur 6.1). I denne gjødselraden ble det også tilført noe N og/eller P i tillegg for å jevne ut forskjellene i næringstilførsel fra startgjødslet (Tabell 6.2).

Figur 6.1 Forsøkskar med oppspirte byggplanter



Tabell 6.2 Gjødsling i tillegg til Fullgjødsel 17-5-13 i gjødselraden

Ledd	Ledd	Mengde per daa
1	Ammoniumnitrat + HYDRO-P™ 8	Hhv. 0,5 kg N + 0,94 kg P
2 og 4	HYDRO-P 8	0,94 kg P
3 og 5	HYDRO-P 8	1,88 kg P
6 og 7	Ammoniumnitrat	Hhv. 0,5 kg N og 1,0 kg N
10 og 11	HYDRO-P 8	Hhv. 0,81 kg P og 1,62 kg P
12 og 13	HYDRO-P8	Hhv. 0,74 kg P og 1,48 kg P

Startgjødsla ble tilført sammen med såfrøet i såradene i mengder som vist i forsøksplanen (Tabell 6.3). Forsøksvekst var Thule bygg dette året.

Tabell 6.3 Forsøksplan for startgjødsling i såraden sammen med såfrøet

Ledd	Gjødseltype	Mengde per daa
1	Uten startgjødsling	
2	Kalksalpeter™	0,5 kg N
3	- « -	1,0 kg N
4	HYDRO-KAS™ 28N	0,5 kg N
5	- « -	1,0 kg N
6	HYDRO-P™ 8	0,94 kg P
7	- « -	1,88 kg P
8	OPTI START™ NP 12-23	0,5 kg N og 0,94 kg P
9	- « -	1,0 kg N og 1,88 kg P
10	Fullgjødsel® 17-5-13	0,5 kg N og 0,13 kg P
11	- « -	1,0 kg N og 0,26 kg P
12	Hydro Complex 12-5-15	0,5 kg N og 0,20 kg P
13	- " -	1,0 kg N og 0,40 kg P

Det ble vannet minimalt før spiring for å teste om startgjødsel kunne virke hemmende på spiringen. Fra dagen etter spiring ble det vannet optimalt. To uker etter såing ble det gjort observasjon av antall spirer og eventuelle spireskader. Det var meget liten forskjell i antall oppspirte planter mellom de ulike leddene, og det ble heller ikke registrert tydelige spireskader.

Ved observasjon av forsøket 3 uker etter såing når plantene hadde 3-4 blad (ca 20 cm høye) var det tydelige forskjeller mellom de 2 pH-nivåene. Ved det laveste pH-nivået hadde plantene normalt utseende uten at det ble observert forskjeller mellom leddene. Ved høyeste pH derimot var plantene slappere og mer ujevne med noen hvite samt visne bladspisser særlig på leddene med Kalksalpeter, HYDRO-KAS og OPTI START NP 12-23 i avtakende rekkefølge. Observasjonene kunne tyde på at det opptrådte både K- og Zn-mangel. Disse forskjellene ble også observert 1 uke senere, men kanskje var K-mangelen da i ferd med å bli overvunnet. Kalksalpeter og Hydro-KAS hadde fortsatt symptomer på K-mangel, mens det heller ikke nå var tegn til dette på leddene med Hydro Complex. På dette tidspunktet hadde OPTI START mest brune bladspisser med gråhvite prikker, mens det nesten ikke ble observert brune spisser på leddene med Hydro Complex som inneholder Zn. Til sammenligning hadde kontrolleddet hele tiden relativt svake mangelsymptomer. Utover i vekstsesongen ble det etterhvert vanskelig å se forskjeller mellom pH-nivå og mellom forsøksleddene.

Avling

Kornet og halmen ble høstet ved gulmodning. I middel av pH og mengde startgjødsel hadde OPTI START litt høyere andel grønne aks, men antall gule aks var likevel like stort som på de andre leddene. Det var stort sett liten avlingsforskjell mellom de ulike leddene både i korn og halm i samsvar med observasjonene som ble gjort i tida etter stråstrekning. Ingen av leddene med startgjødsel ga sikre negative eller positive utslag i kornavling sammenlignet med kontrolleddet hverken i middel eller på det enkelte pH-nivå (Tabell 6.4).

Likevel var det enkelte sikre avlingsforskjeller både i korn og halm mellom leddene med startgjødsel. I middel av pH og mengde gjødsel ga HYDRO-P 8 ca 5 % større kornavling enn OPTI START og Fullgjødsel, mens leddene med Hydro Complex, HYDRO-P 8 og Kalksalpeter ga sikker meravling av halm i forhold til OPTI START. På enkeltleddene ble

kornavlingen størst ved bruk av største mengde Hydro Complex på det høyeste pH-nivået. Dette leddet var også det eneste av leddene med startgjødsel som ga sikker større halmavling enn kontrolleddet, men det var på det laveste pH-nivået. Det er sannsynlig at innholdet av Zn har bidratt til den positive avlingseffekten av Hydro Complex.

Tabell 6.4 Effekt av startgjødsling på avling av korn og halm, gram tørrstoff per kar

Forsøksledd	Korn				Halm			
	pH I	pH II	Midd.	Midd.	pH I	pH II	Midd.	Midd.
1) Uten startgjødsel	32,9abc	35,1abc	34,0abc		16,8bcd	19,5a	18,1ab	
2) 0,5 Kalksalpeter	33,2abc	33,9abc	33,5abc	33,7ab	17,1bc	18,6abcd	17,8bcd	17,8a
3) 1,0 «	33,4abc	34,2abc	33,8abc		16,4cd	19,2ab	17,8bcd	
4) 0,5 HYDRO-KAS	34,6a	31,4c	33,0bc	33,4ab	16,8bcd	18,0cde	17,4bcde	17,3bc
5) 1,0 «	32,6abc	35,1abc	33,8abc		16,1d	18,3bcde	17,2de	
6) 0,94 HYDRO-P 8	34,4a	35,4ab	34,9ab	34,8a	17,5ab	18,6abcd	18,0abc	17,8ab
7) 1,88 «	34,0ab	35,2abc	34,6ab		16,8bcd	18,2bcde	17,5bcde	
8) 0,5 OPTI START	33,8ab	34,4abc	34,1abc	33,1b	16,8bcd	17,7de	17,2de	17,2c
9) 1,0 «	32,2bc	32,1bc	32,1c		16,8bcd	17,4e	17,1e	
10) 0,5 Fullgjødsel	34,1ab	32,8bc	33,4abc	33,2b	16,9bcd	17,8cde	17,4cde	17,3bc
11) 1,0 «	31,8c	34,3abc	33,1bc		16,4cd	18,1cde	17,2de	
12) 0,5 H Complex	33,0abc	33,9abc	33,4abc	34,3ab	16,6cd	18,1bcde	17,3cde	18,0a
13) 1,0 «	33,6abc	36,8a	35,2a		18,3a	18,9abc	18,6a	
Middel	33,3b	34,2a			16,9b	18,3a		

Kjemiske avlingsanalyser

I tabellene 6.5 og 6.6 er verdiene på leddet uten startgjødsel middel av de to pH-nivåene, mens verdiene på leddene med startgjødsel er middel av både pH-nivåene og de to mengdene av startgjødsel. Leddet uten startgjødsel kan derfor ikke sammenlignes statistisk med startgjødselleddene.

De kjemiske avlingsanalysene ga små forskjeller mellom gjødseltypene for innhold og opptak av Kjeldahl N og fosfor. Innholdet av Kjeldahl N i kornet var imidlertid lavere ved bruk av Hydro Complex enn ved bruk av Fullgjødsel® 17-5-13. Derimot ga Hydro Complex høyere innhold av kalium i kornet og høyere opptak av kalium i avlingen. Lavest innhold og opptak av kalium i kornet ga de enkle nitrogengjødselslagene. HYDRO-P™ 8 ga også lavt innhold av kalium i avlingen, men ikke spesielt lavt opptak. OPTI START™ ga tydelig mindre opptak av kalium i avlingen enn Hydro Complex.

Tabell 6.5 Innhold av ulike næringsstoffer i avlingen, gram per kg tørrstoff

Ledd	Kjeldahl N		Kalium		Fosfor	
	Korn	Halm	Korn	Halm	Korn	Halm
Uten startgjødsling	27,5	9,4	6,4	38,9	3,7	0,62
Kalksalpeter™	27,4ab	9,7a	6,2b	39,1b	3,7a	0,61a
HYDRO-KAS™ 28N	27,1ab	9,9a	6,3b	40,6ab	3,7a	0,61a
HYDRO-P™ 8	27,0ab	9,5a	6,2b	39,0b	3,6a	0,62a
OPTI START™ NP	27,2ab	9,6a	6,5ab	39,6ab	3,8a	0,71a
Fullgjødsele®17-5-13	27,5a	9,9a	6,4ab	41,3a	3,8a	0,68a
Hydro Complex	26,6b	9,9a	6,7a	40,0ab	3,7a	0,66a

Tabell 6.6 Opptak av ulike næringsstoffer i avlingen, mg per kar

Ledd	Kjeldahl N			Kalium			Fosfor		
	Korn	Halm	Sum	Korn	Halm	Sum	Korn	Halm	Sum
Uten startgj	935	171	1 106	218	704	922	125	11	136
Kalksalp.	923a	176a	1098a	209b	696a	905ab	125a	11a	136a
H-KAS	903a	173a	1076a	209b	703a	911ab	123a	11a	134a
HYDRO-P	940a	170a	1110a	214ab	693a	907ab	126a	11a	138a
O. START	901a	166a	1068a	215ab	680a	894b	127a	12a	139a
Fullgjødsele	915a	172a	1086a	214ab	715a	929ab	127a	12a	139a
H.Complex	914a	178a	1092a	229a	719a	948a	126a	12a	138a

Konklusjon etter 2 års karforsøk

Startgjødsling med innhold av fosfor økte korn- og halmavlingene i 1998, mens det ikke ble utslag for startgjødsling på kalket jord i 1999. Avlingsutslagene i 1998 hadde sammenheng med lav pH og fosforbinding i jorda. Gjødselledd som førte til ytterligere reduksjon av pH i jorda, ga dårligst avling. I 1999 ga største mengde Hydro Complex høyere avling enn største mengde OPTI START™. Dette hadde trolig sammenheng med forskjellig Zn-tilgang.

I 1998 hadde opptaket av Kjeldahl N og fosfor nær og positiv sammenheng med avlingsmengden. I 1999 ga gjødseltypene liten forskjell i opptaket av disse næringsstoffene, mens Hydro Complex ga det største opptaket av kalium.