

FORSØKSRAPPORT

2000

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: (09) 94 75 00 - Agriuniv. Ås
Telefax: (64) 94 82 11 Rapportarkiv: (64) 94 82 04

ISSN 0805 - 7214

Rapportens tittel og forfatter(e):

FORSØKSRAPPORT 2000

Samarbeidsprosjekt
IJVF – Norsk Hydro ASA

Leif Ruud

Rapport nr : 6/2001

Distribusjon: Fri

Dato:
22.oktober 2001

Prosjektnummer:

Faggruppe:Jordkultur

Geografisk område:Norge

Antall sider (inkl. bilag) 71

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 7 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 concentration and uptake

For administrasjonen:

Tore Krogsrud



FORSØKSRAPPORT

2000

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 og Kvithamar.
Forsøksringene i Dalane, Indre Nordmøre, Jæren, Midt-Gudbrandsdal, Namdal,
Orklaringen, Solør-Odal, Sør-Gudbrandsdal, Telemark og Østre Romerike

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

INNHOOLD

	FORORD	3
	SAMMENDRAG	5
	SUMMARY	11
1.	FORSØK MED SELÉN I KORN OG GRAS	17
	Feltforsøk i vårhvete	17
	Karforsøk i raigras, Se-opptak ved ulike pH-nivå	22
	Karforsøk med Se- og S-holdig Kalksalpeter™ i hvete og raigras	23
	Se-beriket Fullgjødse [®] til eng høstet ved ulike utviklingsstadier	27
	Gjødsling med Se-holdig Fullgjødse [®] til eng	30
2.	DELT NITROGENGJØDSLING I BYGG	41
	Forsøksopplegg	41
	Avling og opptak av nitrogen	42
3.	GJØDSELTYPEN TIL KORN	45
	Forsøk I	45
	Avlinger	46
	Kjemiske avlingsanalyser	46
	Forsøk II	48
	Avlinger	49
	Kjemiske avlingsanalyser	50
4.	Fullgjødse[®] MED MANGAN	53
	Karforsøk i bygg	53
	Avling	54
	Kjemiske avlingsanalyser	54
	Feltforsøk i bygg på storruter	57
	Avlinger	58
	Kjemiske avlingsanalyser	58

FORORD

Denne rapporten presenterer resultater fra gjødslingsforsøk som er utført innenfor et samarbeidsprosjekt mellom Institutt for jord og vannfag og Hydro Agri. Rapporten omfatter 7 forskningsprosjekter hvor det er utført en rekke forsøksserier i Instituttets veksthus og under feltforhold. Feltforsøkene er utført ved Instituttet og i samarbeid med flere forsøksringer.

Forskningsprosjektene i 2000 omfattet disse hovedområdene: Gjødsling med selén til korn og gras, delt nitrogengjødsling i bygg, gjødseltyper til korn, gjødsling med mangan og sink, gjødsling med nitrogen og svovel til vårrybs samt startgjødsling i bygg.

Takk for godt samarbeid til alle som har bidratt ved forsøkene.

Leif Ruud

SAMMENDRAG

Rapporten for 2000 omhandler 7 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 selènninnhold. I dette prosjektet testes effekten av selèngjødsling under ulike forhold i korn og gras.

Feltforsøk i korn

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.

Minste Se-mengde tilført gjennom Kalksalpeter ved begynnende skyting (ca 0,6 gram Se pr. 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.

Se-holdig Fullgjødsel har ofte økt Se-innholdet i kornet mer enn Se-holdig Kalksalpeter i de 2 feltene på Ås. Dette kan skyldes lavt avlingsnivå og relativt dårlig vekst på spredetidspunktet for Kalksalpeter.

Se-innholdet i kornet etter Se-gjødsling er ikke blitt påvirket entydig av kalking og høyere pH i jorda, men med unntak for år 2000 har Se-holdig Kalksalpeter gitt høyere Se-innhold i kornet fra den kalka parsellen på Ås I.

Se-verdiene i jorda er generelt ikke blitt påvirket av kalking, mens årlig tilførsel av Se i forsøksperioden ga økte Se-verdier på Ås II, men ikke på Ås I.

Karforsøk i raigras

I et av karforsøkene med raigras er det testet hvordan Se-tilgangen fra jorda endrer seg etter oppkalking. Det ble nyttet jord fra det fastliggende Se-feltet Ås I.

Fullgjødse[®] 21-3-8 med Na og Se økte Se-innholdet i graset sterkt ved alle utviklingsstadier, men mest i gras på beitestadiet.

Selv om graset er høstet ved samme utviklingsstadium avtar Se-innholdet utover i vekstsesongen.

Da Se-innholdet avtar etterhvert som plantene utvikler seg, reduseres Se-innholdet i avlingen ved utsatt høstetidspunkt.

Gjødslingsstrategi med Selènholdig Fullgjødse[®] til eng

På alle 8 feltene var Se-innholdet i grovføret meget lavt uten Se-gjødsling. Bare grovfør som var gjødsla med Se-beriket Fullgjødse[®] inneholdt nok Se i forhold til den norske normen på 0,1 mg Se / kg tørrstoff i totalføret.

Halv Se-mengde i gjødsla ga noenlunde tilfredsstillende Se-innhold i avlingen av 1. slått på de fleste feltene. Hel Se-mengde ved bruk av kun Fullgjødse[®] 21-3-8 økte Se-innholdet ytterligere.

Vårgjødslingen med Se økte også engas Se-innhold i andre slått, men økningen var ikke signifikant og den var ikke tilstrekkelig.

Fullgjødse[®] 21-3-8 økte Na-innholdet i avlingene betydelig på felt med raigras, men på de andre feltene var Na-nivået i avlingene meget lavt og Na-gjødslingen ga dessuten ubetydelig effekt.

2. DELT NITROGENGJØDSLING I BYGG

Arve ga større avling enn Tyra, men det var små forskjeller mellom sortene på effekten av de ulike behandlingene.

Det ble observert Mn-mangel på enkeltplanter, men ingen av feltene ga likevel avlingsøkning av betydning for Mn-gjødsling.

På et felt med tilfredstillende dyrkingsforhold ble Mn-innholdet i plantene påvirket positivt av den Mn-holdige gjødsla, men plantenes Mn-innhold var likevel for lavt.

Mn-gjødsling om våren bør som regel suppleres med Mn-sprøyting ved begynnende stråstrekning.

5. KARFORSØK MED MANGAN OG SINK I POTET

Det ble ikke påvist avlingsøkning eller andre effekter på avlingen etter gjødsling med Mn og Zn i forsøket.

Mn-innholdet i plantene økte sterkt etter tilførsel av Mn sammen med Fullgjødsel, mens Zn-innholdet etter Zn-tilførsel bare økte det første forsøksåret.

Til tross for tilførsel av Mn og Zn førte bruk av Kalksalpeter + PK til at plantene fikk redusert innhold av Mn begge år, mens Zn-innholdet ble redusert det siste året.

6. GJØDSLING MED NITROGEN OG SVOVEL I VÅRRYBS

Ekstra svovelgjødsling i anleggsåret ga ingen effekt på avlingene av frø og halm de to påfølgende forsøksårene, men i det 2. forsøksåret ga denne serien fortsatt noe høyere innhold og opptak av S i halmavlingen.

Svovel-Kalksalpeter ga noe høyere frøavling enn Kalksalpeter det 2. forsøksåret i serien uten ekstra svovel i grunn gjødslingen. Svovel-Kalksalpeter har hatt god effekt på innhold og opptak av svovel i avlingene i begge de to seriene.

Innhold og opptak av Kjeldahl N har vært lite påvirket av ekstra svovelgjødsling og delgjødsling med Svovel-Kalksalpeter.

SUMMARY

This report is describing 7 projects in 2000 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 fertilization 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. A long term field were continued in 2000 at two pH levels.

Concentration of Se in grain yield has been very low every year without application of Se at all. Every year Se concentration in grain yield has increased to a proper level by application of Se-enriched CN corresponding to 6 gram Se pr. hectare.

Se-enriched NPK has frequently increased Se concentration more than Se-enriched CN in fields at Ås location. 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 analysed Se content of soil has increased slightly by application twice as much Se as normal since 1989.

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

In spite of harvesting at same stage of development Se concentration in crop yield was decreased from early to late sommer season.

Strategy for application of Se-enriched Fullgjødtsel® to grassland

Se concentration in crop yield was very low i all eight fields without Se fertilization. The Norwegian Se-norm was reached by application of Se-enriched Fullgjødtsel®. Se concentration in crop yield was very well correlated with different Se quantity applied.

Se concentration in 2. cut crop yield also was increased to some extent by Se fertilization in spring. The best strategy for optimal Se concentration in crop yield was application of Se to each cut.

In fields with ryegrass concentration of Na was increased by Na-enriched Fullgjødtsel®.

2. Split application of Nitrogen in Barley

Split application of nitrogen could increase protein content and nitrogen utilization as well. This pot experiment is a supplement to many field experiments laid out on this subject.

There was small differences between two varieties in crop yield and quality effects by split application of N at different plant stages.

Crop yield was higher by split application of Calsium Nitrate at zadoks 39 and 49 than at zadoks 31 and by spring application only.

N uptake in crop yield was increased by delayed split application.

3. Fertilizers for Cereals

Pot experiment I

Different types of Mn-enriched fertilizers and application methods have been tested in barley without any respons for Mn because of good access of Mn from the soil.

Mn concentration in plants was strongly increased by application of Mn and NPK. Zn concentration by application of Zn and NPK was not increased so distinct and it was more irregular.

Mn and Zn application together with CN + PK-fertilizer led to reduced concentration of these nutrients in plants.

6. Nitrogen and Sulphur for Spring Oil Seed Crops

Oil seed crops have a high requirement for sulphur which also is easily 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 fertilization of oil seed crops is tested in three years pot experiments.

Seed and straw yield were not influenced but concentration and uptake of S were increased by extra S in basal dressing.

Without extra S in basal dressing seed yield was higher by S-enriched CN than by CN in second test year.

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

Split application of N in spring led to increased straw yield in first year and increased seed yield in second year. Time for split application of N had little influence on concentration and uptake of nitrogen and sulphur in crop yield.

7. Effect of Start Fertilizers in Spring Barley

A small quantity of start fertilizer is placed together with the seed and the main quantity of fertilizer is deep placed between the seed rows. The effect of start fertilizer in fields has been good in low pH soil at a cold and humid climate but young plants can be damaged by scorching under dry conditions.

1. FORSØK MED SELÈN I KORN OG GRAS

Selèn (Se) er et essensielt næringsstoff for mennesker og dyr, men det er ikke nødvendig for planter. Planteprodukter dyrket i Norden har et meget lavt innhold av Se fordi jorda er Se-fattig. Derfor har kraftfôret vært tilsatt Se i mange år for å dekke opp husdyras behov. Se-forsyningen kan likevel bli et problem for dyr uten eller med lite kraftfôr i fórrasjonen. Uten Se-gjødsling vil økt selvforsyning av hvete i Norge også bety at Se-inntaket gjennom kostholdet reduseres.

Effekten av Se-holdig gjødsel på Se-innholdet i planter har vært utprøvd i Norge i mange år. Først ble Se-holdig Fullgjødsel[®] utprøvd med godt resultat i korn og gras. Se-holdig Kalksalpeter[™] er senere blitt utprøvd som et alternativ fordi den brukes ved delgjødsling i mange vekster. Denne gjødseltypen er nå tillatt brukt i mathvete og har vært markedsført under navnet NitraSel[™]. I de senere åra har effekten av en ny Se-holdig Fullgjødsel 21-3-8, som også er tilsatt Na, vært testet til gras i felt- og beiteforsøk.

FELTFORSØK I KORN

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 for fastliggende felt

De to fastliggende Se-feltene i Ås ble ført videre med to pH-nivå våren 1996. To av de fire gjentakene på hvert felt ble kalket med tilsvarende 650 kg og 550 kg kalkstensmel pr. daa på henholdsvis Ås I og Ås II. Våren 1997 ble de samme to gjentakene kalket på nytt med tilsvarende 350 kg og 250 kg kalksteinsmel pr. daa på de to feltene. Jordas næringstilstand på de to feltene og Se-innholdet er vist i tabellene 1.1 og 1.2. Jorda på Ås I er en moldfattig siltig lettleir, mens Ås II bestod av en noe moldholdig siltig mellomsand.

Anlagt som blokkforsøk med rutestørrelse på 24 m² (3 x 8) og 12 m² høsterute. Det nyttes et kornomløp med hvete og havre annet hvert år. Åkeren høstes ved modning med uttak av prøver for Se-analyse av kornet.

Avling

I 1999 ble ikke feltene forsøksgjødset med Se-holdig gjødsel, men de ble gjødset 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. Fra år 2000 ble bare feltet Ås I ført videre, og det ble igjen gjødset etter forsøksplanen (Tabell 1.3). Dette året ga ikke de to pH-nivåene entydige forskjeller i avling.

Tabell 1.3. Kornavling (17 % vann) etter ulik Se-gjødsling ved 2 pH-nivå i 2000, kg/daa

Felt	Art	pH I				pH II			
		Ledd a	Ledd b	Ledd c	Ledd d	Ledd a	Ledd b	Ledd c	Ledd d
Ås I	Hvete	466	479	455	474	478	439	447	463

Innhold av Se i kornavlingene

Se-innholdet i kornet har vært meget lavt uten Se-gjødsling i hele forsøksperioden. Det har også vært meget godt samsvar mellom Se-tilførselen og Se-innholdet i kornavlingene. På begge feltene har Se-innholdet i kornet vært noe høyere når samme Se-mengde ble tilført om våren gjennom Fullgjødsel enn ved delgjødsling gjennom Kalksalpeter (ledd d og b). 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 hvert år i kornet på Ås II ved bruk av Se-holdig Fullgjødsel. Mest sannsynlig er denne forskjellen mellom gjødseltypene tilfeldig da økt pH burde påvirke plantenes tilgang på

Det videreførte feltet Ås I, ble igjen gjødslet etter forsøksplanen i år 2000. Uten Se-gjødsling (ledd a) var Se-innholdet fortsatt lavt, mens Se-innholdet økte meget sterkt opp til største Se-dosering. Se-holdig Kalksalpeter hadde størst Se-effekt på den ukalka delen, mens Se-holdig Fullgjødsel hadde best Se-effekt på den kalka delen av feltet. Det har som regel vært bra Se-effekt av Se-holdig Kalksalpeter på dette feltet, men i enkelte år har effekten vært dårlig. Den gode effekten dette året kan sees i forhold til at gjødslingen ble utført seinere enn forutsatt og at forholdene for opptak av næringsstoffer var gode i tiden etter gjødsling.

Tabell 1.6. Effekt av Se-gjødsling på Se-innholdet i korn ved 2 pH-nivå i 2000, mg Se pr. kg korn (90 % ts)

Felt	Art	pH I				pH II			
		Ledd a	Ledd b	Ledd c	Ledd d	Ledd a	Ledd b	Ledd c	Ledd d
Ås I	Hvete	0,028	0,43	0,76	0,28	0,022	0,24	0,41	0,33

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.

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.

Se-holdig Fullgjødsel har ofte økt Se-innholdet i kornet mer enn Se-holdig Kalksalpeter i feltene på Ås. Dette kan skyldes lavt avlingsnivå og relativt dårlig vekst på spredetidspunktet for Kalksalpeter.

Se-innholdet i kornet etter Se-gjødsling er ikke blitt påvirket entydig av kalking og høyere pH i jorda, men bortsett fra i 2000 har Se-holdig Kalksalpeter gitt høyere Se-innhold i kornet fra den kalka parsellen på Ås I.

Se-verdiene i jorda er generelt ikke blitt påvirket av kalking, mens årlig tilførsel av Se i forsøksperioden ga økte Se-verdier på Ås II, men ikke på Ås I.

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

Som forsøksjord nytttes en moldholdig, siltig lettleir fra forsøksgården med 15 % hvitmosetorv innblandet både i hvete og raigras. Jordas pH er tilpasset med CaCO₃. Etter avhøsting i 2000 var pH ca 5,6 i raigras og ca 6,1 i hvete. Forsøket ble grunngjødslet med Fullgjødsel® 17-5-13 tilsvarende 18 og 20 kg N pr. dekar ved innblanding i hhv. 1999 og 2000. Da jorda er Mg-fattig, ble den også grunngjødslet med Mg-klorid tilsvarende 3 kg Mg pr. dekar i 1999. I 2000 ble raigrasserien grunngjødslet med CaSO₄ tilsvarende 1 kg S pr. dekar.

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 Kalksalp. + 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 pr. 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	(1200 mg Se/daa)
3. 50% N i Nitra-Sel + 50% N i S-Kalksalp. + K-klorid	(-"-)
4. 50% N i Nitra-Sel + 50% N i Kalksalpeter + K-sulfat	(-"-)
5. Nitra-Sel+ K-sulfat	(2400 mg Se/daa)
6. Nitra-Sel+ K-klorid	(-"-)

Det ble overgjødslet etter 1. og 2. slått med tilsvarende 9 kg N og 9 kg K pr. dekar. Gjødseltypene ble tilført i tørr tilstand og i nær kontakt med hverandre. Etter 3. slått ble det kun overgjødslet med 6 kg N pr. dekar i Svovel-Kalksalpeter.

Tabell 1.8. Gjødslings effekt på Se-innholdet i hvete og raigras, mg pr. kg

Leidd	Hvete		Raigras			
	Korn	Halm	1. slått	2. slått	3. slått	4. slått
1	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
2	0,066	0,034	< 0,010	0,106	0,286	0,086
3	0,093	0,040	< 0,010	0,097	0,236	0,114
4	0,018	0,014	0,023	0,088	0,136	0,115
5	0,047	0,038	0,059	0,148	0,315	0,162
6	0,174	0,098	< 0,010	0,248	0,617	0,191

Alle leddene som ble gjødslet med Se til 2. og 3. slått, fikk sterk økning av Se-innholdet i graset. Bruk av hel Se-mengde (ledd 6) førte også i raigras til at Se-innholdet i avlingen ble mer enn fordoblet i forhold til halv Se-mengde (ledd 2). Halv Se-mengde sammen med Svovel-Kalksalpeter (ledd 3) ga noe lavere Se-innhold enn sammen med Kalksalpeter (ledd 2). Sterk svovelgjødning i form av K-sulfat førte til et betydelig redusert Se-innhold i avlingene (leddene 4 og 5) i forhold til leddene som ble gjødslet med K-klorid.

Se-innholdet i graset var stort sett mer enn fordoblet i 3. slått i forhold til 2. slått. Årsaken til dette er dels at avlingene var lavere i 3. slått, men det er sannsynlig at det også har vært en meget god ettervirkning av gjødningen til 2. slått. Dette understrekes av det høye Se-innholdet i 4. slått som bare skyldes ettervirkning av tidligere Se-gjødsling.

I hvete ga ekstra S-gjødsling økt innhold av S i halmen, men ikke i kornet (Tabell 1.9). I raigras viser S-innholdet i 1. slått at grunnjødslingen med S har hatt god effekt og at det har vært ettervirkning av ekstra S-gjødsling året før (leddene 3, 4 og 5). Den direkte effekten av ekstra S-gjødsling til 2. og 3. slått i form av Svovel-Kalksalpeter og K-sulfat vises tydelig

Tabell 1.9. Gjødslings effekt på S-innholdet i hvete og raigras, gram pr. kg

Leidd	Hvete		Raigras			
	Korn	Halm	1. slått	2. slått	3. slått	4. slått
1	1,400	1,300	2,500	1,400	1,800	2,700
2	1,400	1,300	2,400	1,400	1,700	2,900
3	1,400	1,400	2,600	1,700	2,100	3,400
4	1,400	1,900	2,700	2,900	5,100	6,800
5	1,400	2,100	3,200	2,800	5,200	5,800
6	1,400	1,400	2,300	1,400	1,800	2,600

SELÈNBERIKET Fullgjødse[®] TIL ENG HØSTET VED ULIKE UTVIKLINGSSTADIER

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

Forsøksopplegg

Feltet ble anlagt i en eldre eng omtrent uten kløver ved siden av fjorårets felt. Det var bra plantebestand som hovedsaklig bestod av timotei, men med en del løvetannplanter. Det ble ikke tatt ut jordprøver da det er samme jord og omløp på årets som på fjorårets felt. Jorda er en moldholdig lettleir som fikk disse analyseverdiene i fjor (Tabell 1.10).

Tabell 1.10. 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:

- Gjødslingsledd:
1. Fullgjødse[®] 22-2-12
 2. Fullgjødse[®] 21-3-8 m/ Na og 12 mg Se pr.kg

- Høstetidspunkt:
- A. Når graset er 15 - 18 cm høyt (4 slåtter)
 - B. Ved tidlig siloslått (3 slåtter)
 - C. Ved begynnende blomstring (2 slåtter)

Seriene A, B og C var plassert ved siden av hverandre i adskilte blokker.

Det var 3 gjentak av hvert gjødslingsledd på hver av høstetidspunktene.

Total nitrogenmengde pr. dekar var 24 kg i alle serier. Vårgjødslingen og delgjødslingene straks etter hver slått var som følger:

- Serie A: 6 kg N pr. dekar og slått.
 Serie B: 10 + 8 + 6 kg N pr. dekar til hhv. 1., 2. og 3. slått.
 Serie C: 12 kg N pr. dekar og slått.

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

Tabell 1.14. Innhold av P i % av tørr prøve ved ulik gjødsling og høstetidspunkt.

Ledd	Høstetidspunkt A				Høstetidspunkt B			Høstetidspunkt C	
	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	1.	2.
1	0,34	0,37	0,36	0,39	0,31	0,28	0,36	0,26	0,34
2	0,35	0,39	0,37	0,4	0,31	0,31	0,38	0,25	0,35

De kjemiske analysene viser at K-innholdet i avlingen er betydelig høyere på ledd 1 med Fullgjødsel 22-2-12 enn på ledd 2 med Fullgjødsel 21-3-8 (Tabell 1.13). Avlingen på ledd 2 har så lavt innhold av K at det er sannsynlig at det kan ha ført til avlingsnedgang. Den ulike tilførselen av P på de to leddene (1,2 kg P pr. daa) gjenspeiles også i analyseresultatene (Tabell 1.14). Den høyere P-tilførselen gjennom Fullgjødsel 21-3-8 på ledd 2 har gitt noe høyere P-innhold i nesten alle høstingene.

Konklusjon:

Uten Se-gjødsling var Se-innholdet i graset meget lavt ved alle utviklingsstadier.

Fullgjødsel[®] 21-3-8 med Na og Se økte Se-innholdet i graset sterkt ved alle utviklingsstadier, men mest i gras på beitestadiet.

Selv om graset er høstet ved samme utviklingsstadium avtar Se-innholdet utover i vekstsesongen.

Da Se-innholdet avtar etterhvert som plantene utvikler seg, reduseres Se-innholdet i avlingen ved utsatt høstetidspunkt.

ført videre i andre forsøksår). Resultatet ble at Se-opptaket i avlingen utgjorde en noe større andel av Se tilført i gjødsla i det andre forsøksåret enn i det første.

I første slått var opptaket av Se i avlingen ca 27 % av tilført selen både ved den største og den halve Se-doseringen. I andre slått var opptaket av Se ca 20 % av Se tilført etter første slått ved hel Se-mengde (ledd C) og ca 17 % ved halv Se-mengde (ledd D). Se-opptaket på 0-leddet er da ikke trukket fra Se-opptaket på de Se-gjødsla leddene. En Se-gjødsling som i ledd C gir dette året en beregnet akkumulering av Se i jorda (eventuelt akkumulering + tap) på 784 mg Se pr. daa og år.

Natrium og andre makromineral

Gjødsling med tilsammen 2,0 kg Na / daa i Fullgjødtsel® 21-3-8 økte Na-innholdet i avlingene betydelig på enkeltfelt (Dalane, Jæren og 1.slått i Indre Nordmøre). På de andre feltene var Na-nivået i avlingene meget lavt samtidig som Na-gjødslingen ga ubetydelig effekt på Na-innholdet. I middel av felt ga ledd C (Fullgjødtsel® 21-3-8) markert høyere Na-innhold i avlingen enn ledd A (Fullgjødtsel® 22-2-12), men økningen var ikke signifikant verken i første eller i andre slått (Tabell 2).

Også i år var Na-innholdet i prøvene fra Sør-Gudbrandsdal under deteksjonsgrensa på 0,003 % i alle gjødslingsleddene, mens prøvene fra Jæren som det andre ytterpunktet, inneholdt mer enn 0,5 % Na uten ekstra Na-gjødsling. Årsakene til dette ble diskutert i fjorårets rapport (Anne Kjersti Bakken).

Det ble pekt på at feltenes ulike botaniske sammensetning, timotei/engsvingel kontra raigras, og ulik avstand til havet vil ha stor betydning for avlingenes Na-innhold.

I middel av felt ga Fullgjødtsel® 21-3-8 som ventet noe lavere kaliuminnhold i enga enn Fullgjødtsel® 22-2-12, men reduksjonen var ikke signifikant. Reduksjonen av K-innholdet var sterkest i feltene på Jæren og i Indre Nordmøre.

Den noe sterkere P-gjødslingen (0,8 kg P / daa) ved bruk av Fullgjødtsel® 21-3-8 på ledd C førte til høyere P-innhold i avlingen enn ved bruk av Fullgjødtsel® 22-2-12 på ledd A. Økningen i P-innholdet var signifikant i første slått.

Dalane forsøksring, år 2000, LR001

Meget bra felt i andre års eng med jamn plantebestand: 55 % timotei, 10 % kløver, 30 % engsvingel, 5 % ugras. Feltet er anlagt på moldholdig morenejord.

Resultat fra jordprøveanalyse (0-20 cm) i 1999.

Næringsstoffinnholdet er oppgitt i mg pr. 100 g lufttørr jord.

Volumvekt	pH	P-AL	K-AL	Mg-AL	Ca-AL	Na-AL
0,97	5,6	24,2	8,0	13,4	176,0	26,0

Innhold av kalsium, kalium, magnesium, natrium, fosfor og svovel i % av tørrstoff i leddvise avlingsprøver fra første og andre slått.

Gjødslingsledd og slått	Innhold av næringsstoffer i %					
	Ca	K	Mg	Na	P	S
Ledd A - Første slått						
Utan ekstra Na, med 5,4 kg K / daa om våren	0,32	1,23	0,16	0,043	0,25	0,17
Ledd A - Andre slått						
Utan ekstra Na, med 4,3 kg K / daa etter 1. slått	0,40	1,55	0,21	0,050	0,33	0,19
Ledd C - Første slått						
1,1 kg Na og 3,8 kg K / daa om våren	0,37	1,13	0,18	0,128	0,30	0,19
Ledd C - Andre slått						
0,9 kg Na og 3,0 kg K / daa etter 1. slått	0,47	1,31	0,22	0,128	0,31	0,19

Deteksjonsgrense for Na var 0,003 %.

Fullgjødsel[®] 21-3-8 ga noe redusert innhold av K og noe høyere innhold av Ca og Mg og særlig Na.

Tørrstoffavlinger og innhold av selèn i leddvise avlingsprøver.

Gjødslingsledd	1. slått		2. slått		Sum avling (kg ts / daa)
	Avling (kg ts / daa)	Selènninnhold (mg / kg ts)	Avling (kg ts / daa)	Selènninnhold (mg / kg ts)	
Ledd A (0 + 0) mg Se	450	0,025	382	0,017	832 a
Ledd B (571 + 0) mg Se	504	0,245	348	0,037	851 a
Ledd C (571+457) mg Se	437	0,241	374	0,133	812 a
Ledd D (286+229) mg Se	497	0,088	330	0,044	826 a
Ledd E (286+0) mg Se	487	0,120	388	0,025	876 a
Gjennomsnitt	475		364		839

Deteksjonsgrensen for selèn var 0,017 mg / kg tørrstoff

Det var ikke sikker ($p < 0,05$) forskjell i total avling mellom leddene (jfr. bokstavering i siste kolonne).

Meget lavt Se-innhold i grovføret uten Se-gjødsling. Stor økning i Se-innholdet etter Se-gjødsling og bra samsvar med doseringen. Halv Se-mengde økte Se-innholdet i grovføret omtrent til norsk norm i 1. slått, mens det bare var gjødsling med kun Fullgjødsel[®] 21-3-8 som førte Se-innholdet over normen i 2. slått.

Sør-Gudbrandsdal forsøksring, år 2000, LR001

Bra felt i tredje års eng med 70 % timotei, 15 % engsvingel, 5 % engrapp og 10 % kveke. Feltet er anlagt på morenejord.

Resultater fra jordprøveanalyse (0-20 cm) i 1999.

Innhold av næringsstoffer er oppgitt i mg per 100 g lufttørr jord.

Volumvekt	pH	PAL	KAL	MgAL	CaAL	NaAL
1,05	6,3	22,4	10,3	22,4	226,0	1,75

Innhold av kalsium, kalium, magnesium, natrium, fosfor og svovel i % av tørrstoff i leddvise avlingsprøver fra første og andre slått.

Gjødslingsledd og slått	Innhold av næringsstoffer i %					
	Ca	K	Mg	Na	P	S
Ledd A - Førsteslått Utan ekstra Na, med 5,4 kg K / daa om våren	0,32	2,23	0,12	<0,003	0,26	0,17
Ledd A - Andreslått Utan ekstra Na, med 4,3 kg K / daa etter 1. slått	0,31	2,27	0,11	<0,003	0,27	0,14
Ledd C - Førsteslått 1,1 kg Na og 3,8 kg K / daa om våren	0,32	2,12	0,12	<0,003	0,27	0,17
Ledd C - Andreslått 0,9 kg Na og 3,0 kg K / daa etter 1. slått	0,35	2,47	0,13	<0,003	0,32	0,18

Deteksjonsgrense for Na var 0,003 %.

Meget lavt Na-innhold.

Tørrstoffavlinger og innhold av selèn i leddvise avlingsprøver.

Gjødslingsledd	1. slått		2. slått		Sum avling (kg ts/ daa)
	Avling (kg ts / daa)	Selènninnhold (mg / kg ts)	Avling (kg ts / daa)	Selènninnhold (mg / kg ts)	
Ledd A (0 + 0) mg Se	804	0,023	570	<0,017	1374 a
Ledd B (571 + 0) mg Se	735	0,242	544	0,031	1279 a
Ledd C (571+457) mg Se	828	0,238	489	0,073	1317 a
Ledd D (286+229) mg Se	756	0,096	550	0,024	1306 a
Ledd E (286+0) mg Se	749	0,147	601	0,040	1350 a
Gjennomsnitt	774		551		1325

Deteksjonsgrensa for selen var 0,017 mg/kg.

Det var ikke sikker ($p < 0,05$) forskjell i total avling mellom leddene (jfr. bokstaver i siste kolonne).

Meget lavt Se-innhold i grovføret uten Se-gjødsling. Stor økning i Se-innholdet etter Se-gjødsling og bra samsvar med doseringen i 1. slått. Ingen av leddene ga høyt nok Se-innhold i grovføret i 2. slått, men Se-innholdet var høyest ved bruk av bare Fullgjødsele® 21-3-8.

Namdal forsøksring, år 2000, LR001

Meget jevnt felt i andre års eng isådd med Frøblanding 5. Artssammensetningen ble bedømt til 60 % timotei, 25 % engsvingel og 15 % kløver i første slått. I andre slått var andel timotei 70 %, engsvingel 15 % og kløver 15 %. Feltet var uten ugras. Kløveren er med i analyseprøvene. Feltet er anlagt på siltig, moldholdig finsand.

Resultater fra jordprøveanalyse (0-20 cm) i 1999.

Innhold av næringsstoffer er oppgitt i mg per 100 g lufttørr jord.

Volumvekt	pH	P-AL	K-AL	Mg-AL	Ca-AL	Na-AL
1,14	6,4	10,0	8,6	8,7	109,0	1,4

Innhold av kalsium, kalium, magnesium, natrium, fosfor og svovel i % av tørrstoff i leddvise avlingsprøver fra første og andre slått.

Gjødslingsledd og slått	Innhold av næringsstoffer i %					
	Ca	K	Mg	Na	P	S
Ledd A - Førsteslått						
Utan ekstra Na, med 5,4 kg K / daa om våren	0,44	2,97	0,14	0,012	0,33	0,20
Ledd A - Andreslått						
Utan ekstra Na, med 4,3 kg K / daa etter 1.slått	0,44	3,30	0,14	0,006	0,32	0,20
Ledd C - Førsteslått						
1,1 kg Na og 3,8 kg K / daa om våren	0,54	2,92	0,15	0,011	0,33	0,17
Ledd C - Andreslått						
0,9 kg Na og 3,0 kg K / daa etter 1. slått	0,43	3,29	0,16	0,009	0,33	0,19

Deteksjonsgrense for Na var 0,003 %.

Små forskjeller mellom leddene. Lavt Na-innhold.

Tørrstoffavlinger og innhold av selèn i leddvise avlingsprøver.

Gjødslingsledd	1. slått		2. slått		Sum avling (kg ts / daa)
	Avling (kg ts / daa)	Selènninnhold (mg / kg ts)	Avling (kg ts / daa)	Selènninnhold (mg / kg ts)	
Ledd A (0 + 0) mg Se	740	<0,017	460	0,017	1199 a
Ledd B (571 + 0) mg Se	656	0,213	493	0,072	1149 a
Ledd C (571+457) mg Se	660	0,276	495	0,184	1155 a
Ledd D (286+229) mg Se	667	0,125	491	0,090	1158 a
Ledd E (286+0) mg Se	689	0,156	489	0,038	1178 a
Gjennomsnitt	682		486		1168

Deteksjonsgrensa for selen var 0,017 mg/kg.

Det var ikke sikker ($p < 0,05$) forskjell i total avling mellom leddene (jfr. bokstavering i siste kolonne).

Meget lavt Se-innhold i grovføret uten Se-gjødsling. Stor økning i Se-innholdet etter Se-gjødsling og bra samsvar med doseringen. Halv Se-mengde økte Se-innholdet i grovføret over norsk norm i 1. slått, mens det bare var gjødsling med kun Fullgjødsel® 21-3-8 som ga høyt nok Se-innhold i 2. slått.

Indre Nordmøre forsøksring, år 2000, LR001

2. års eng. I første slått ble feltet bedømt til å inneholde 50 % timotei, 43 % engsvingel, 3 % kløver og 4 % ugras (høymole). Høymole og kløver ble sortert ut av analyseprøven, ellers var den representativ for totalavlinga. En del rådyr beitet på feltet, men likevel ingen store ujevnheter. Feltet er anlagt på moldholdig morenejord.

Resultater fra jordprøveanalyse (0-20 cm) i 1999.

Innhold av næringsstoffer er oppgitt i mg per 100 g lufttørr jord.

Volumvekt	pH	P-AL	K-AL	Mg-AL	Ca-AL	Na-AL
0,93	6,0	11,4	8,9	8,0	179,0	3,3

Innhold av kalsium, kalium, magnesium, natrium, fosfor og svovel i % av tørrstoff i leddvise avlingsprøver fra første og andre slått.

Gjødslingsledd og slått	Innhold av næringsstoffer i %					
	Ca	K	Mg	Na	P	S
Ledd A - Førsteslått Utan ekstra Na, med 5,4 kg K / daa om våren	0,35	2,05	0,15	0,066	0,26	0,18
Ledd A - Andreslått Utan ekstra Na, med 4,3 kg K / daa etter 1. slått	0,39	2,04	0,16	0,073	0,26	0,18
Ledd C - Førsteslått 1,1 kg Na og 3,8 kg K / daa om våren	0,31	1,75	0,13	0,107	0,24	0,17
Ledd C - Andreslått 0,9 kg Na og 3,0 kg K / daa etter 1. slått	0,37	1,63	0,15	0,068	0,26	0,17

Deteksjonsgrense for Na var 0,003 %.

Fullgjødsel[®] 21-3-8 ga redusert K-innhold.

Tørrstoffavlinger og innhold av selèn i leddvise avlingsprøver.

Gjødslingsledd	1. slått		2. slått		Sum avling (kg ts / daa)
	Avling (kg ts / daa)	Selènninnhold (mg / kg ts)	Avling (kg ts / daa)	Selènninnhold (mg / kg ts)	
Ledd A (0 + 0) mg Se	657	<0,017	512	0,036	1170 ab
Ledd B (571 + 0) mg Se	658	0,320	511	0,070	1170 ab
Ledd C (571+457) mg Se	686	0,275	531	0,176	1218 a
Ledd D (286+229) mg Se	624	0,118	459	0,125	1082 b
Ledd E (286+0) mg Se	633	0,204	517	0,032	1150 ab
Gjennomsnitt	652		506		1158

Deteksjonsgrensa for selen var 0,017 mg/kg.

Det var sikker ($p < 0,05$) forskjell i total avling mellom ledd C og D (jfr. bokstavering i siste kolonne), men årsaken til det er ukjent.

Meget lavt Se-innhold i grovføret uten Se-gjødsling. Stor økning i Se-innholdet etter Se-gjødsling og bra samsvar med doseringen. Halv Se-mengde økte Se-innholdet i grovføret over norsk norm i begge slåtter.

2. DELT NITROGENGJØDSLING I BYGG

Forsøk i Trøndelag har vist at det kan være fordelaktig å dele opp nitrogen gjødslinga også i bygg. Dessuten er det mye som taler for at førkornet i fremtiden i større grad vil bli betalt etter kvalitet inklusiv proteininnhold. Det er derfor interessant å teste ut ulike gjødslingsstrategier i bygg med tanke på å oppnå et fremtidig optimalt avlingsresultat. Dette bør testes ut på ulike sorter da disse har forskjellige fysiologiske egenskaper. Dette forsøket i veksthus er anlagt som et supplement til feltforsøk for å undersøke denne problemstillingen under mer kontrollerte forsøksbetingelser uten utvasking av næringsstoffer eller legdepress.

Forsøksopplegg

I forsøket ble det brukt en sur, moldfattig lettleir fra forsøksgården som ble kalket opp til pH 6,5 - 7,0 ved bruk av tilsvarende 1000 kg CaCO₃ pr. daa (Tabell 2.1). Jorda hadde bra fosfortilstand og middels kaliuminnhold, mens det ble korrigert for det lave innholdet av magnesium, kalsium og sink gjennom gjødsling og kalking.

Tabell 2.1 Karakteristikk av forsøksjorda før grunnjødsling og kalking

Jordtype	pH	P-AL	K-AL	Mg-AL	Ca-AL	Na-AL	Mn,mg	Zn, mg	Titr.alk
		- mg pr. 100 gram tørr jord				-	pr kg tørr jord		
Moldfattig lettleir	5,1	9,3	10,9	2,9	33,2	1,5	5,6	2,1	<0,1

Jorda ble grunnjødslert med Fullgjødset[®] 17-5-13 tilsvarende 15 kg N pr. daa, HYDRO-PK[™] 5-17 tilsvarende 6 kg K pr. daa og Zn-sulfat tilsvarende 0,8 kg Zn pr. daa. Forsøket hadde 3 gjentak i 7 liters kar og ble tilsådd med 2 byggsorter, 6-rader Arve og 2-rader Tyra.

Forsøksplan:

Ledd 1: Uten delgjødsling, 5 kg N pr. daa i HYDRO-KAS[™] ved innblanding før såing

Ledd 2: Delgjødsling ved Z 31, 5 kg N pr. daa i Kalksalpeter[™]

Ledd 3: - " - " Z 39, 5 kg N pr. daa i Kalksalpeter

Ledd 4: - " - " Z 49, 5 kg N pr. daa i Kalksalpeter

Ledd 5: - " - " Z 31, 10 kg N pr. daa i Kalksalpeter

Ledd 6: - " - " Z 39, 10 kg N pr. daa i Kalksalpeter

Ledd 7: - " - " Z 49, 10 kg N pr. daa i Kalksalpeter

Ledd 8: - " - " Z 31 og Z 39, 5 kg N pr. daa i Kalksalpeter hver gang

Ledd 9: - " - " Z 31 og Z 49, 5 kg N pr. daa i Kalksalpeter hver gang

N begynt å melde seg. På disse utviklingsstadiene har tilført N i større grad fremmet den generative utviklingen enn den vegetative veksten. Delgjødsling med 10 kg N pr. daa ga ikke meravling. Dette kan også forklare at to delgjødslinger med 5 kg N pr. daa, ved Z 31 og hhv. Z 39 og Z 49 ga omtrent samme avling som delgjødsling ved kun Z 31.

Tabell 2.3. Midlere effekt av behandlingene på avlingen i 2 sorter, ved 3 utviklingsstadier og ved 2 ulike nitrogennivå

Sorter, stadier, mengder	Korn, gram / kar	Halm, gram / kar	Korn %	1000-korn, gram	Antall gule aks
Arve	26,4 a	16,5 b	61,5 a	40,2 b	21 b
Tyra	24,1 b	17,9 a	57,3 b	41,1 a	41 a
Z 31	24,5 b	17,0 b	59,0 b	40,8 ab	30 a
Z 39	25,7 a	17,5 a	59,4 ab	41,0 a	31 a
Z 49	25,5 a	17,1 b	59,8 a	40,1 b	31 a
5 kg N	25,1 a	17,1 a	59,4 a	40,3 a	31 a
10 kg N	25,4 a	17,3 a	59,4 a	40,9 a	31 a

Tyra ga noe større innhold og opptak av N i avlingen enn Arve ved delgjødsling med 5 kg N pr. daa (Tabell 2.4). I middel av de 2 sortene økte N-opptaket i avlingen noe med utsatt tidspunkt for delgjødsling. Både innholdet og opptaket av N i avlingen økte sterkt ved å øke delgjødslingen fra 5 til 10 kg N pr. daa, men da avlingsøkning uteble, var opptaket av N likevel bare 60 % av tilført.

Tabell 2.4. Midlere effekt av behandlingene på innhold og opptak av nitrogen i 2 sorter, ved 3 utviklingsstadier og ved 2 ulike nitrogennivå

Sorter, stadier, mengder	N-innhold i korn, g/kg	N-innhold i halm, g/kg	N-opptak i korn, mg/kar	N-opptak i halm, mg/kar
Arve, 5 kg N	20,9	6,3	550	102
Tyra, 5 kg N	23	6,3	547	114
Z 31, 5 kg N	22,6	6,5	534	109
Z 39, 5 kg N	21	6,2	546	110
Z 49, 5 kg N	22,2	6,2	566	105
5 kg N	21,9 b	6,3 b	549 b	108 b
10 kg N	24,7 a	7,6 a	625 a	131 a

3. GJØDSELTYPEN TIL KORN

I disse forsøkene testes ulike typer forsøkskjødsel med mikronæring fra Hydro Agri tilført på ulike måter.

FORSØK I

I forsøket ble det nyttel Elverumsand med 15 volumprosent hvitmosetorv innblandet (Tabell 3.1). Jorda ble kalket med CaCO₃ tilsvarende 270 kg pr. daa og grunnkjødslet med HYDRO-PK™ 5-17 tilsvarende 100 kg pr daa samt mikronæringsstoffene Fe, Zn og Mo.

Tabell 3.1. Kjemisk analyse av forsøksjorda før grunnkjødsling og kalking

Jordtype	pH	P-AL	K-AL	Mg-AL	Ca-AL	Na	Mn	Zn	Titr.al
		mg pr. 100 gram tørr jord						mg pr. kg	
Moldfattig finsand	5,7	1	<0,1	0,4	2,6	0,7	<1,0	0,5	0,4
Hvitmosetorv	4,0	2,3	6,3	38,3	91	5,7	28,6	8,3	<0,1

Forsøksplan:

Serie I: NPK 21 - 3 - 10, radkjødslet 3-4 cm under såfrøet
 Serie II: NPK 21 - 3 - 9 m/ Mn, radkjødslet - " -
 Serie III: NPK 21 - 3 - 9 m/ Mn, bredkjødslet, innbl. i øverste 6-7 cm jord

Det ble kjødslet med tilsvarende 21 kg N pr. daa i alle seriene. Dette gir 815 gram Mn pr daa i serie II og III.

Forsøksledd	1: MAP	Plassert	0	gram Mn pr daa
"	2: MAP + Mn	- " -	19,4	- " -
"	3: NPK 21-3-9 m/ Mn	- " -	9,4	- " -
"	4: NPK 11-5-17 m/ Mn (og Zn)	- " -	9,8	- " -

Forsøket ble tilsådd med Tyra bygg i 14 liters forsøkskar med 3 gjentak. Det var jevn spiring og grønne planter frem til plantene hadde 3-4 blad. Etterhvert utviklet det seg noen svidde bladspisser, særlig på eldre blad hvor det også opptrådte gulning nederst på bladet.

Symptomene som kunne tyde på næringsubalanse, var tydeligst ved radkjødsling, mens det ikke ble observert forskjell mellom forsøksleddene.

Tabell 3.4. Effekt av ulike gjødseltyper på innholdet av Mn i avlingen, mg/kg

	Serie I	Serie II	Serie III	Middel
1. MAP	68	60	89	72a
2. MAP +Mn	67	64	93	74a
3. NPK 21-3-9 m/Mn	72	60	81	71a
4. NPK 11-5-17 m/Mn (og Zn)	68	64	97	76a
Middel	69b	62b	90a	

Konklusjon

Forsøket ga ikke svar på hvilken Mn-effekt de ulike gjødseltypene og gjødslingsmåtene hadde da Mn-tilgangen fra jorda var tilfredsstillende og fordi plantene led av generell mistrivsel.

for avlingsutslagene, da de brune flekkene var jevnt fordelt og flekkene kom dessuten seint i utviklingen av plantene.

Symptomene kunne tyde på bor-overskudd. Det ble derfor høstet et likt antall blader med sterke symptomer fra hvert kar som ble samlet til én prøve og sendt til analyse (Tabell 3.6).

Analysene viste at bladene hadde et meget høyt innhold av bor, noe høyt innhold av mangan og et for lavt innhold av Zn. Det er vanskelig å forklare det høye bor-innholdet, som er langt over grensen for forgiftning i bygg, sett på bakgrunn av det relativt lave bor-innholdet i jorda og en normal bor-gjødsling. Kanskje kan årsaken til bor-overskuddet på dette vekststadiet ha sammenheng med økningen i dyrkingstemperaturen i modningsfasen da dette vil øke plantenes transpirasjon.

Tabell 3.6. Kjemisk analyse av én samlet bladprøve etter ferdig aksskyting

P	K	Mg	Ca	Na	Al	Fe	B	Cu	Mn	Zn
- gram pr. kg tørrstoff -					- milligram pr. kg tørrstoff -					
1,5	30	3,1	23,6	0,19	11	43	100	8	200	14

Avlinger

Forsøket ble høstet ved tidlig gulmodning, og alle forsøksleddene hadde et tilnærmet normalt avlingsnivå (Tabell 3.7). Leddene med Hydro 2, 3, 4 og 5 i såraden ga signifikant bedre kornavling enn både kontrollleddet (ledd 1) og de øvrige forsøksleddene. Den økte kornavlingen skyldes at 1000 kornvekten på disse fire leddene var høyere enn på de andre

Tabell 3.7. Effekt av forsøksbehandlingene på avlingen av korn og halm (gram tørrstoff pr. kar), kornprosent, 1000-kornvekt (gram), antall gule og grønne aks pr. kar

	Ledd 1	Ledd 2	Ledd 3	Ledd 4	Ledd 5	Ledd 6	Ledd 7	Ledd 8
Korn	31,2 d	33,4 a	33,7 a	33,1 abc	33,3 ab	31,8 cd	32,4 abcd	31,8 bcd
Halm	28,7 abc	29,2 a	27 c	28,7 abc	29,2 a	28,8 ab	27,1 bc	27,3 bc
Korn %	52,1c	53,2bc	55,6a	53,6bc	53,3bc	52,4c	54,5ab	53,8abc
1 000 korn	37,5 abc	40,0 a	38,5 ab	39,5 ab	38,2 abc	35,7 c	36,7 abc	36,3 bc
Gule aks	51a	49a	49a	49a	53a	53a	50a	53a
Grønne aks	1c	6a	2bc	2bc	2bc	1bc	3b	1bc

Tabell 3.9. Kjemisk analyse av avlingene av korn og halm

Næringsstoff	Ledd 1	Ledd 2	Ledd 3	Ledd 4	Ledd 5	Ledd 6	Ledd 7	Ledd 8
KORN								
N, gram/kg ts.	27	26	26	26,5	27,5	27,3	26,1	26,7
P, gram/kg ts.	4,2	4,1	4,1	4	3,9	3,9	4,1	3,7
Zn, mg/kg ts.	35	35	33	35	36	36	36	37
Mn, mg/kg ts.	27	26	26	26	26	26	27	27
HALM								
N, gram/kg ts.	17,9	16,4	16,6	17,3	17,2	16,9	17,5	16,5
P, gram/kg ts.	0,9	1	0,77	0,96	0,86	0,95	0,95	0,73
Zn, mg/kg ts.	9	9	8	9	10	10	10	9
Mn, mg/kg ts.	130	108	130	141	130	129	140	140

Sum opptak av næringsstoffer i korn og halm på de ulike leddene fremgår av tabell 3.10. I avlingene ble det ført bort nesten tilsvarende N-mengder som det ble tilført med liten variasjon mellom leddene. Forskjellen mellom det høyeste N-opptaket på ledd 5 og det laveste på ledd 8 tilsvarte ca 2 kg N pr. dekar. Det var også liten forskjell mellom leddene i opptak av P i avlingen bortsett fra ledd 8 som hadde det minste P-opptaket. Dette tilsvarte 2,085 kg P pr. dekar til sammenligning med 2,355 kg P på kontrolleddet. Sammenlignet med kontrolleddet ga alle ledd, bortsett fra ledd 3, økt Zn-opptak i avlingen. Mn-opptaket i avlingen var noe redusert på ledd 2 og 3 i forhold til de andre leddene. Stor mengde Mn og Zn tilført ved radgjødsling påvirket opptaket av disse næringsstoffene lite.

Tabell 3.10. Sum opptak av N, P, Zn og Mn i avlingene av korn og halm, mg pr. kar

Næringsstoff	Ledd 1	Ledd 2	Ledd 3	Ledd 4	Ledd 5	Ledd 6	Ledd 7	Ledd 8
Nitrogen	1 359	1 347	1 325	1 376	1 417	1 354	1 319	1 298
Fosfor	157	165	158	159	157	152	157	139
Sink	1,28	1,35	1,25	1,34	1,42	1,36	1,36	1,35
Mangan	4,5	4	4,3	4,8	4,6	4,5	4,6	4,6

Sammendrag

Effekten av ulike typer startgjødsel er testet ut i dyrkingsforsøk i klimaregulert vekstom. Forsøket ble tilsådd med bygg som hadde jevn oppspiring uten at det oppstod spireskader. Plantene utviklet seg jevnt og hadde frodig vekst fram til flaggbladet var utviklet. Senere utviklet det seg en del mørke brune flekker på bladene som var jevnt fordelt over hele forsøket. Ved høsting hadde forsøket et normalt avlingsnivå.

4. Fullgjødsel med mangan

Mangel på mangan (Mn) er gjerne knyttet til jord med høg pH, men på lett mineraljord kan problemer oppstå også ved pH-verdier rundt 6,0. Mn-mangel bekjempes ofte ved å sprøyte ut Mn-oppløsning på bladverket i veksttida. På sprøytetidspunktet kan avlingen imidlertid allerede ha fått varig skade. Ved å tilføre disse mikronæringsstoffene gjennom en Fullgjødseltype om våren, kunne en kanskje forhindre at tidlige mangelproblemer oppstår på utsatte arealer samt at kjøringen i åkeren reduseres. Effekten av Mn som tilføres jorda, kan bedres gjennom inngranulering i gjødsel og ved radgjødsling. I tidligere karforsøk med Fullgjødsel tilsatt Mn har innholdet i plantene økt både ved lave og høye pH-nivå.

Karforsøk i bygg

Et nytt forsøk med 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 4.1). Forsøket fortsatte i 2000 med ny jord av samme type fra Elverum med tilsats av 15 % hvitmosetorv.

Tabell 4.1. 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 4 gram og 9 gram CaCO₃ pr. kar tilsvarende henholdsvis 120 og 270 kg CaCO₃ pr. daa. Jorda ble også grunnkjødslet ved jevn innblanding med HYDRO-PK™ 5-17 tilsvarende 75 kg pr. daa og en blanding av mikronæringsstoffene Fe, Zn og Mo (1/3 av vanlig mengde). Doseringen for Zn tilsvarte 170 gram Zn pr. daa.

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

inngranulert i NPK ga markert økning av Mn-innholdet i plantene ved Z 39 sammenlignet med kontrollleddene ved begge pH-nivå, mens det ikke var økning av innholdet i korn og halm.

Dette året hadde pH liten effekt på innholdet av Mn i plantene ved Z 39, mens innholdet i korn og halm ble hhv. redusert og økt ved økende pH. Det hadde liten betydning for Mn-innholdet i avlingen om gjødsla var blandet inn i jorda eller radgjødset.

Tabell 4.3. 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	74	76	75d	46	34	40bc	160	189	174bc
2	116	115	115b	51	42	46a	216	230	223a
3	96	95	95c	44	37	41bc	171	180	176bc
4	68	82	75d	44	36	40bc	125	188	157c
5	146	144	146a	51	37	44ab	179	239	209ab
6	102	96	99c	41	33	37c	135	182	158c
Middel	100a	101a		46a	36b		164b	201a	

Mn-opptaket i avlingen ble økt signifikant ved separat tilførsel av Mn både når gjødsla ble jevnt innblandet i jorda og ved radgjødsling (Tabell 4.4). Jordas pH eller gjødslingsmåten derimot hadde ingen sikker innvirkning på Mn-opptaket i sum avling av korn og halm.

Tabell 4.4. 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	1,23	1,01	1,12ab	3,57	4,13	3,85b	4,8	5,14	4,97b
2	1,37	1,13	1,25a	4,52	4,84	4,68a	5,89	5,97	5,93a
3	1,26	1	1,13ab	3,47	3,83	3,65b	4,74	4,83	4,79bc
4	1,18	0,99	1,08b	2,58	4,04	3,31b	3,76	5,02	4,39bc
5	1,12	1,11	1,11ab	4,42	4,97	4,69a	5,53	6,08	5,81a
6	0,97	0,8	0,89c	2,87	3,46	3,16b	3,84	4,26	4,05c
Middel	1,19a	1,01b		3,57b	4,21a		4,76a	5,22a	

Plantene som ble tatt ut ved Z 39 for leddvis analyse av mangan ble også analysert for kalium, kalsium og magnesium (Tabell 4.5). De viste et meget høyt innhold av kalium og et meget lavt innhold av magnesium på alle ledd. Denne effekten var sterkere ved laveste enn ved

Feltforsøk i bygg på storruter

Hensikten med forsøkene var å teste effekten av mangan inngranulert i NPK ved vårgjødsling av bygg.

Forsøksopplegg

Da manganmangel ofte opptrer flekkvis, ble det planlagt at forsøkene skulle anlegges med langstrakte storruter hvor leddene med og uten mangan ble plassert ved siden av hverandre med tre gjentak. Forsøksfeltet ble plassert slik at det ble minst mulig jordvariasjon på tvers av storrutene; f.eks skulle det såes på tvers av høydedrag og daldrag. Feltene ble plassert på lett sandjord eller organisk jord med relativ høy pH hvor det ikke var brukt husdyrgjødsel eller annen organisk gjødsel de siste årene. Det skulle tidligere ha vært observert manganmangel på feltene.

Forsøksplan:

1. NPK 21-3-9 m/Mn	H	H	H
2. NPK 21-3-10	Ø	Ø	Ø
1. NPK 21-3-9 m/Mn	S	S	S
2. NPK 21-3-10	T	T	T
1. NPK 21-3-9 m/Mn	E	E	E
2. NPK 21-3-10	S	S	S

Anlagt rutestørrelse: 4 kjøredrag med kombimaskin i inntil 250 meters lengde.

Høsterute: Treskerbredde x (storrutens bredde - 1,5 m).

Høsting på tvers av de 6 storrutene på 3 steder med jevn åker og hvor det eventuelt ble konstatert Mn-mangel.

Det ble anlagt 3 felt; i forsøksringene Telemark, Østre Romerike og Namdal. Det ble nyttet samme nitrogendosering på forsøksfeltet som feltverten nyttet på feltet forøvrig. Det ble sådd og gjødslet i rutenes lengderetning med kombimaskin eller direktesåmaskin. Minst mulig pakking av jorda.

Dersom feltvert og ringleder fant at åkeren burde mangansprøytes ved Z 30, skulle feltet sprøytes samtidig unntatt på de 3 stedene det i flg. forsøksplanen skulle tas avlingskontroll. Det kunne da bli aktuelt å høste på 6 steder i alt på tvers av storrutene for også å ta avlingskontroll på effekten av mangansprøytingen. Ingen av feltene ble imidlertid mangansprøytet.

Tabell 4.7. Innhold av Mn (mg/kg) i grønne planter og i korn samt opptak av Mn (gram/daa) i kornavlingen på feltet i Telemark

	Innhold i planter	Innhold i korn	Opptak i korn
Uten mangan	19,1 a	11,5 a	4,67 a
Med mangan	22,3 a	12,3 a	5,09 a

De kjemiske avlingsanalysene viser at Mn-gjødslingen ved såing har hatt positiv effekt på innhold og opptak av Mn i avlingen, men effekten er ikke signifikant. Den positive effekten av Mn-gjødsling var likevel entydig da Mn-innholdet økte på 2 av gjentakene, mens det var uendret på det 3. gjentaket. De lave analyseverdiene i plantematerialet tyder imidlertid på at plantenes Mn-tilgang har vært mangelfull på begge ledd, men uttaket skjedde seint i plantenes utvikling. Det er sannsynlig at en Mn-sprøyting ved begynnende stråstrekning i tillegg til vårgjødslingen kunne ha gitt positiv avlingsrespons. Vårgjødslingen med Mn skal i første rekke forhindre Mn-mangel i plantebestandets etableringsfase.

Det var liten økning i kornavlingens Mn-opptak etter Mn-gjødsling, men dette er bare en liten del av den Mn-mengden som er tatt opp i avlingen totalt når halm og røtter regnes med.

Sammendrag

Det er utført forsøk med Mn-holdig NPK-gjødsel til bygg i felt med storruter i forsøksringene Telemark, Østre Romerike og Namdal. Gjødsla ble plassert med kombimaskin eller med direktesåmaskin i samme operasjon som såingen av kornet.

Den nedbørrike forsesongen førte til at jorda på feltene ble vannmettet og at det ble avlingsskader i feltene på Østre Romerike og i Namdal. Da det var jevn bra åker på feltet i Telemark, ble det tatt ut planteprøver til analyse på dette feltet.

Det ble observert Mn-mangel på enkeltplanter på feltene i Telemark og på Østre Romerike, men alle feltene viste likevel små avlingsforskjeller mellom de to leddene uten og med Mn.

De kjemiske analysene av planteprøver og korn fra feltet i Telemark viste at den Mn-holdige gjødsla påvirket Mn-innholdet i plantene positivt, men at Mn-tilgangen likevel hadde vært for liten. Som regel bør en supplere Mn-gjødsling om våren med Mn-sprøyting ved begynnende stråstrekning.

mindre enn i de øvrige karene. Forskjellen mellom ledd e og de øvrige leddene vedvarte gjennom hele vekstperioden, men innen ledd var plantene jevnstore med unntak av den ene planten på ledd b.

Meravlingen på ledd a viser at det heller ikke dette året var utslag for tilførsel av Zn og Mn i dette forsøket (Tabell 5.2). Leddene ga ingen sikre forskjeller verken i antall knoller pr. kar eller i knollvekt, men på ledd c og e med flest knoller pr. kar var potetene minst.

Tabell 5.2. Gjødslings innvirkning på ulike avlingsparametere i middel av gjentak

Ledd	Antall knoller/kar	Knollvekt, gram	Tørrestoff, %	Knollavling, gram/kar
a	9a	37a	28	340a
b	9a	35a	27,1	292b
c	11a	27a	25,9	294b
d	9a	37a	26,1	300ab
e	10a	29a	26,1	271b
Middel	10	33	26,6	299

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 tilstrekkelig uten Mn-gjødsling, og at Mn-tilførsel på leddene med Fullgjødsel har økt innholdet ytterligere (Tabell 5.3). På ledd e hvor Mn er tilført sammen med Kalksalpeter (+PK) derimot, er Mn-innholdet redusert i forhold til kontrollen. Dette har trolig sammenheng med at Kalksalpeter har et høyt innhold av lett plantetilgjengelig kalsium og at den har en pH-hevende effekt i jorda.

Analysene viser at Zn-innholdet i plantene på leddene a - d er på grensen til forventet Zn-mangel. Aller lavest er Zn-innholdet i plantene på ledd e som derved kan være årsaken til den lave plantehøyden og den lavere avlingen på dette leddet. Årsaken til det reduserte Zn-innholdet er trolig som for Mn at Kalksalpeter har redusert plantenes tilgang også på dette mikronæringsstoffet. Bortsett fra ledd c førte ikke Zn-tilførsel sammen med Fullgjødsel til økt Zn-innhold i plantene dette året.

6. GJØDSLING MED NITROGEN OG SVOVEL I VÅRRYBS

Oljevekstene har store krav til svovel, og mangel på svovel vil 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. Karakteristikk av jorda er gitt i tabell 6.1. Jorda ble kalket med 10 gram CaCO₃ pr. kar med 6,7 liter jord både i 1998 og 99. Etter høsting i 1999 var pH ca 6,0. Forsøket ble ført videre uten ny kalking i år 2000.

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	Tit. alk.
Siltig lettleir	2,4	4,8	8,0	9,0	5,6	47,9	1,8	3,7	<0,1

Forsøket blir utført i to serier med ulik grunnjødsling i anleggsåret ved jevn innblanding i jorda. Grunnjødslingen ble ikke gjentatt verken i 1999 eller i 2000:

- I) Uten svovel, men med 1,5 kg Mg som MgO pr. daa
- II) Med 2 kg svovel pr. 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 9 internodier
- 6) Fullgjødse[®] 17-5-13 innblandet før såing + Svovel-Kalksalpeter[™] ved 9 internodier

Som forventet var det heller ingen tydelig effekt av de ulike forsøksfaktorene ved å betrakte resultatene fra de to seriene hver for seg fordi grunnkjødslingen med S har vært den samme i begge de to siste årene.

Innhold og opptak av næringsstoffer i avlingen

Da serie I og serie II nærmest kan betraktes som to parallelle forsøk hvor det bare var små tilfeldige forskjeller mellom serienes analyseresultater, er avlingens innhold av næringsstoffer ført opp i middel av de to seriene (Tabell 6.5). Avvikene for innhold av Kjeldahl-N i frø på ledd 5 og for kalsium i halm på ledd 4 skyldes store avvik på én av parallellene.

Tabell 6.5. Innhold av næringsstoffer i frø og halm ved ulike strategier for N- og S-gjødsling i middel av 2 serier, gram pr. kg tørrstoff

	Ledd 1	Ledd 2	Ledd 3	Ledd 4	Ledd 5	Ledd 6
Kjeldahl N, frø	31,6	33,5	34,1	33,2	38,6	32,4
	halm	3,6	4	3,8	3,8	3,7
Total S, frø	3,7	3,7	3,4	3,5	3,4	3,6
	halm	1,3	1,4	1,1	1,4	1,7
Kalium, frø	9,7	10,1	9,5	9,6	9,6	9,7
	halm	8,8	8,1	8,3	8,3	8,6
Kalsium, frø	5,1	5,2	5,2	5,2	5,1	5,2
	halm	32,6	33,8	32,3	28,3	34,4
Magnesium, frø	3	3,2	3	3,1	3,1	3,1
	halm	1	1,2	1,1	1,1	1,2

Avlingenes innhold av næringsstoffer har generelt vært lite påvirket av forsøksbehandlingen. Ekstra tilførsel av svovel og magnesium gjennom Svovel-Kalksalpeter har likevel påvirket innholdet av disse næringsstoffene positivt. Ellers tyder analysene av kaliuminnholdet i avlingene på at kaliumgjødslingen har vært for lav. Dette kan være årsaken til at avlingene ble mye lavere 2. og 3. forsøksår sammenlignet med 1. forsøksår da det var større kaliumreserver i jorda. Dette har trolig også påvirket effekten av ekstra svovelgjødsling i forsøket.

Konklusjon etter tre års forsøk

Ekstra svovelgjødsling i anleggsåret ga ingen effekt på avlingene av frø og halm de to påfølgende forsøksårene, men i det 2. forsøksåret ga denne serien fortsatt noe høyere innhold og opptak av S i halmavlingen.

7. 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 2000 presenteres nedenfor.

Forsøksopplegg

Til forsøket blir det nyttet 20 cm dype, rektangelforma kar (20 cm x 40 cm) fylt med 13,4 liter jord. Det ble nyttet samme type forsøksjord som tidligere, en sur, moldholdig, siltig lettleir fra forsøksgården med middels innhold av næringsstoffer (Tabell 7.1). Zn-innholdet på 3,7 mg pr. kg er ikke spesielt lavt, men etter kalking (økt titrerbar alkalinitet), kan en mangelsituasjon likevel oppstå. Jorda ble kalket opp til 2 pH-nivå, (5,5 og 6,5) med hhv. tilsvarende 300 og 1050 kg CaCO₃ pr. daa.

Tabell 7.1 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	Tit. 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 8 kg kieseritt og 2 kg ZnSO₄ pr. daa ved innblanding og med Fullgjødsel[®] 17-5-13 tilsvarende 21 kg N pr. daa ved plassering i en streng midt mellom og 3-4 cm dypere enn såradene (Se figur 7.1). I denne gjødselraden ble det også tilført noe N og/eller P i tillegg for å jevne ut forskjellene i næringstilførsel fra startgjødslet (Tabell 7.2).

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 1 uke etter oppspiring når plantene hadde 2-4 blad begynte forsøket å minne litt om fjorårets forsøk. De tydeligste forskjellene fremkom igjen ved det høyeste pH-nivået. Der var kontrollen og leddene med HYDRO-P 8, Fullgjødsel og Hydro Complex nesten uten symptomer, mens Kalksalpeter, HYDRO-KAS og til dels OPTI START hadde fått en del gulbrune bladspisser og flekker på øverste delen av de eldste bladene. Disse forskjellene ble også observert en uke senere før plantene hadde begynt å strekke seg, men allerede ved Z 37 var hovedinntrykket at det ikke lenger var forskjell mellom forsøksleddene. Ved det laveste pH-nivået var symptomene tidlig i vekstperioden færre og svakere, men ved Z 37 stod plantene likevel litt tilbake for plantene dyrket ved høyeste pH. Dette forsterket seg utover i vekstsesongen.

Dette året ble det lagt til et ekstra ledd uten startgjødsling hvor grunn gjødslinga med Fullgjødsel ble blandet inn i jorda i stedet for radgjødslet. Dette leddet stod tydelig bedre gjennom hele vekstperioden enn de andre leddene som var radgjødslet.

Avling

Kornet og halmen ble høstet ved gulmodning. Det var lavt avlingsnivå i forsøket med sikkert lavere avling ved pH I enn ved pH II (Tabell 7.4). Ingen av leddene med startgjødsel førte til sikker avlingsøkning av korn, men største mengde OPTI START ga den høyeste avlingen. Største mengde OPTI START sammen med minste mengde HYDRO-P ga derimot sikker avlingsøkning av halm. I middel av liten og stor gjødselmengde ble det ikke påvist signifikante avlingsforskjeller av verken korn eller halm mellom de ulike gjødseltypene.

I middel av pH og mengde startgjødsel var antall grønne aks høyest med HYDRO-P som startgjødsel, men antall gule aks var likevel som i middel for de andre gjødselslagene. Antall gule aks var høyest ved bruk av OPTI START og Hydro Complex.

Tabell 7.6 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	723	227	950	142	535	677	94	17	111
Kalksalp.	736a	213a	950a	139a	558a	697a	93a	17a	110a
H-KAS	754a	224a	978a	146a	595a	741a	95a	15a	110a
HYDRO-P	751a	232a	982a	148a	591a	739a	94a	16a	111a
O. START	782a	229a	1012a	151a	591a	742a	96a	15a	111a
Fullgjødsel	733a	229a	961a	144a	581a	725a	94a	18a	112a
H.Complex	759a	219a	978a	147a	580a	727a	94a	15a	109a

Serien med høyeste pH ga signifikant høyest innhold av fosfor, magnesium og kalsium i avlingene og høyest opptak av alle de analyserte næringsstoffene. Mengde startgjødsel hadde ingen innvirkning verken på innhold eller opptak av næringsstoffer i moden avling bortsett fra et signifikant lavere innhold av nitrogen i kornet ved bruk av største mengde.

Konklusjon etter 3 års karforsøk

Startgjødsel med innhold av fosfor økte korn- og halmavlingene i 1998, mens ingen av startgjødseltypene har gitt klare avlingsutslag verken i 1999 eller 2000. 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.

En vesentlig årsak til den manglende effekten av startgjødsling er trolig at forsøkene ble utført i veksthus hvor temperaturen er betydelig høyere enn ute. Radgjødsling i et begrenset jordvolum har også vist seg å gi et dårligere vekstmiljø enn når næringsstoffene blandes jevnt inn i jorda.

I 1998 hadde opptaket av Kjeldahl N og fosfor nær og positiv sammenheng med avlingsmengden. I 1999 og 2000 var det liten forskjell i opptaket av alle de analyserte næringsstoffene bortsett fra Hydro Complex som ga størst opptak av kalium i 1999.