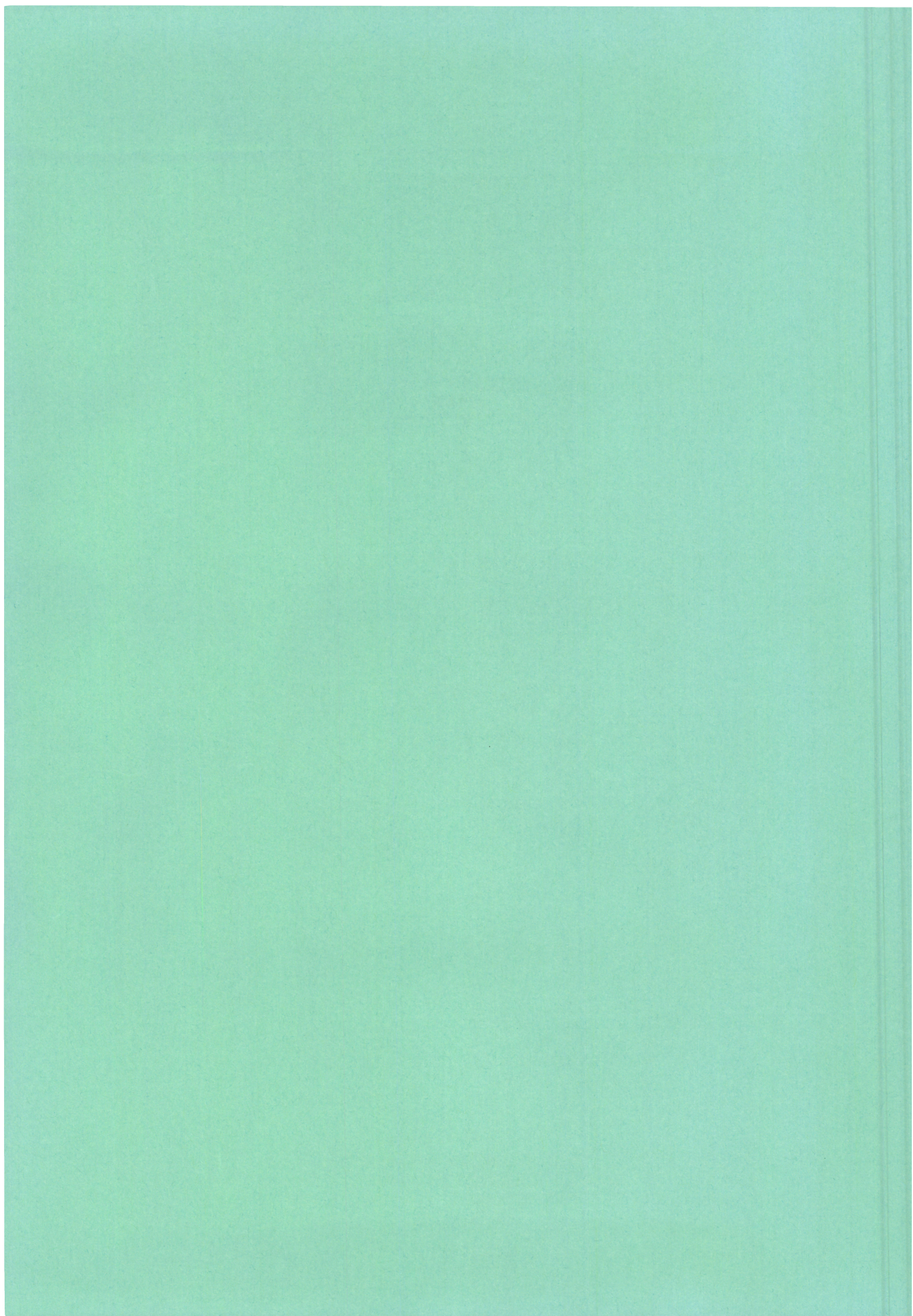


FORSØKSRAPPORT 2001

**Samarbeidsprosjekt
IJVF - Norsk Hydro ASA**

Effekt av gjødsling på avlingsmengde og mineralinnhold

Peder Lombnæs, Trine A. Sogn, Leif Ruud



INSTITUTT FOR JORD- OG VANNFAG

Norges Landbrukshøgskole

Postboks 5028, 1432 Ås Telefon :64 94 75 00

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

ISSN 0805 - 7214

Rapportens tittel og forfattere:

Forsøksrapport 2001

Samarbeidsprosjekt
IJVF-Norsk Hydro ASA

Peder Lombnæs
Trine A. Sogn
Leif Ruud

Rapport nr : 7/2002
(l.nr.108)

Distribusjon: Fri

Dato: 3 oktober 2002

Prosjektnummer:

Faggruppe: Jordkultur

Geografisk område: Norge

Antall sider (inkl. bilag): 59

Oppdragsgivers ref.:

Oppdragsgiver: Norsk Hydro ASA

Sammendrag:

I rapporten presenteres resultater fra et forskningsprogram 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.

Emneord, norske

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

Prosjektleder:

Leif Ruud

For administrasjonen:

Trond Berntsen

FORSØKSRAPPORT 2001

Samarbeidsprosjekt
IJVF - Norsk Hydro ASA

Effekt av gjødsling på avlingsmengde og mineralinnhold

Prosjektleder: Leif Ruud

Forfattere: Peder Lombnæs
Trine A. Sogn
Leif Ruud

Teknisk stab: Kurt Johansen
Anne-Grethe Kolnes
Toril Trædal
Øyvind Vartdal

Norges Landbrukshøgskole
Institutt for Jord-og Vannfag
Postboks 5028, 1432 Ås
ISSN 0805 – 7214

FORORD	3
SAMMENDRAG.....	4
1. FORSØK MED SELÈN I KORN OG GRAS	8
FELTFORSØK I KORN	8
KALKSALPETER™ MED SVOVEL OG SELÈN	12
SELENBERIKET FULLGJØDSEL® TIL ENG HØSTET VED ULIKE UTVIKLINGSSTADIER	17
2. DELT NITROGENGJØDSLING I BYGG.....	20
3. MÅLING MED HYDRO N-TESTER I BYGG	25
4. MIKRONÆRING TIL BYGG	28
5. GJØDSLING MED NITROGEN, SVOVEL OG BOR I VÅRRYBS.....	34
GJØDSLING MED N OG S I VÅRRYBS.....	34
EFFEKT AV EKSTRA SVOVEL OG BOR I VÅRRYBS	39
6. SVOVELEFFEKT AV ULIKE GJØDSELTYPER	44
SVOVELEFFEKT AV ULIKE RÅSTOFFKILDER	44
SVOVELEFFEKT AV ULIKE GJØDSELSLAG.....	52
SVOVELEFFEKT AV ANHYDRITT OG KIESERITT INNBLANDET I KALKSALPETER™	54
7. POTETFORSØK	58

FORORD

Denne rapporten presenterer resultater fra gjødslingsforsøk som er utført innenfor et samarbeidsprosjekt mellom Institutt for Jord- og Vannfag ved Norges Landbrukshøgskole og Hydro Agri. Rapporten omfatter 7 forskningsprosjekter, der det er utført en rekke forsøksserier i Instituttets veksthus og under feltforhold.

Forskningsprosjektene i 2001 omfattet følgende hovedområder: Gjødsling med selèn til korn og gras, Delt nitrogengjødsling i bygg, Hydro N-tester, Mikronæringstilførsel til bygg, Gjødsling med nitrogen, svovel og bor til oljevekster, Svoveffekt av ulike gjødseltyper og Uttesting av settepotetstørrelse i potet.

Forfatterne takker for godt samarbeid til alle som har bidratt ved forsøkene.

SAMMENDRAG

1. Forsøk med selèn i korn og gras

1.1 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 Fullgjødse[®] 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 i 2000 og 2001 har Se-holdig Kalksalpeter gitt noe høyere Se-innhold i kornet fra den ukalka 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. Tidligere Se-gjødsling i forsøksperioden ga ingen ettervirkning på Se-innholdet i kornet verken på kalka eller ukalka parsell selv ved største Se-mengde tilført.

1.2 Karforsøk i hvete og raigras

Gjennom forsøksperioden har det vært meget lavt Se-innhold både i hvete og i raigras uten Se-gjødsling. Se-innholdet økte betydelig i begge vekster etter Se-gjødsling med Nitra-Sel™. Ekstra S-gjødsling gjennom gips eller K-sulfat hemmet økningen. Svovel-Kalksalpeter™ tilført sammen med Nitra-Sel™ har i middel ikke hatt negativ effekt på Se-innholdet verken i hvete eller raigras. Se-gjødslingen til 2. og 3. slått har hatt god effekt på innholdet av Se i 4. slått avling. Forsøket bekrefter at hvete bør gjødsles med ca 0,5 gram Se pr. daa, mens den totale Se-mengden til raigras bør økes noe i forhold til i hvete og fordeles på 2 gjødslinger. Ekstra S-gjødsling økte S-innholdet i avlingene. De største S-mengdene tilført gjennom K-sulfat har ført til unødvendig høyt S-innhold i 3. og 4. slått av raigras.

1.3 Feltforsøk med Selenberiket Fullgjødning[®] til eng høstet ved ulike utviklingsstadier

Uten Se-gjødsling var Se-innholdet i graset meget lavt ved alle utviklingsstadier. Fullgjødning[®] 21-3-8 med Na og Se økte Se-innholdet i graset sterkt ved alle utviklingsstadier, men mest i gras på beitestadiet og ved 3 slåtter. Da Se-innholdet avtar etter hvert som plantene utvikler seg, reduseres Se-innholdet i avlingen ved utsatt høstetidspunkt.

2. Karforsøk med delt nitrogengjødsling til bygg

Arve ga større avling enn Tyra, men ulike gjødslingsstrategier ga små forskjeller i avling. Plantene gav en positiv respons på en todelt delgjødning ved Z31 og Z39. Det var ingen forskjell i kornavling ved 4 eller 8 kg N som delgjødning. Sein delgjødning ved Z39 eller Z49 hadde positiv innvirkning på tusenkornvekten sammenliknet med delgjødning ved Z31. De ulike gjødslingsledd ga ikke noe klart utslag for N-innhold i kornet. De små effektene av delgjødning og økt N-mengde i dette forsøket må ses på bakgrunn av plantenes gode N-tilgang fra våren av og den raske utviklingen av plantene.

3. Måling med Hydro N-tester i bygg i feltforsøk

Selv om målinger med Hydro N-tester gir stor variasjon i måleresultatene, ser det ut til at verktøyet kan gi måletall som korrelerer med målt avlingsmengde, og som dermed indirekte gir et bilde av plantenes N-status.

4. Mikronæring til bygg - karforsøk

Tilførsel av Mn og Zn gjennom mineralgjødning hadde positiv innvirkning på både korn og halmavling. Inngranulering av Zn i hovedgjødselslag framfor Zn tilført separat i form av ZnSO₄ gav størst korn og halmavling, samt høyest opptak og innhold av Zn i kornet. Effekten av Mn og Zn av MAP-gjødsel var liten, men det var tydelig en avlingseffekt av å plassere MAP sammen med såfrøet i forhold til plassering som dypgjødning.

5. Gjødsling med nitrogen, svovel og bor i vårrybs

5.1 Gjødsling med N og S i vårrybs - karforsøk

Tilført svovel gjennom Fullgjødsel[®] 17-5-13 gav optimalt resultat. Ekstra tilførsel av S gjennom S-KS gav avlingsreduksjon og lavere frøprosent i dette forsøket. Det er derfor nødvendig å tilpasse S-tilførselen etter plantenes behov. Delgjødsling av nitrogen gav høyere frøavling, men samme halmavling. Delgjødsling med N ser derfor ut til å være en interessant gjødslingsstrategi i oljevekster. Resultatene fra forsøket er noe usikre pga. dårlig pollinering. Målinger med Hydro N-tester gav ikke noen god sammenheng mellom måleresultater og N-gjødsling.

5.2 Effekt av ekstra svovel og bor i vårrybs - karforsøk

Ingen klare avlingsforskjeller ble oppnådd ved ekstra tilførsel av S og B. Dette tyder på at tilførselen av svovel og bor i grunngjødsel med Fullgjødsel[®] 17-5-13 har vært tilstrekkelig. Det kjemiske innholdet av S og B varierte lite mellom de ulike behandlingene. Agena og Valo gav lik avlingsrespons og hadde samme innhold av N, S og B.

6. Svoveffekt av ulike gjødseltyper

6.1 Svoveffekt av ulike råstoffkilder – karforsøk

Det ble oppnådd størst total avling når S ble tilført etter 1. slått i form av anhydritt eller i form av gips tilført ved anlegg. S tilført ved anlegg i form av anhydritt gav imidlertid den dårligste avlingen. Det kan altså se ut til at anhydritten er noe tungtløselig når den blandes inn i jorda, mens den derimot ser ut til å kunne være bedre egnet ved overgjødsling gitt at vanntilførselen er optimal (slik som her i veksthus). Det burde imidlertid være nok vann i jorda til at anhydritten kunne bli hydrolysert, så denne observasjonen er ikke egentlig lett å forklare og bør nok dokumenteres over flere sesonger før den med sikkerhet kan sies å være reell. Plantenes N-opptak er ikke signifikant påvirket av S-kilde, eller gjødslingstidspunkt.

S-opptaket er størst når S tilføres i form av gips, minst når S tilføres i form av anhydritt både ved tilførsel ved anlegg og tilførsel etter 1. slått.

6.2 Svoveffekt av ulike gjødselslag - karforsøk

Svoveltilførsel gjennom gjødsla kan være avgjørende for å oppnå tilfredsstillende avlinger. Det var ingen klare forskjeller mellom bruk av Fullgjødning 17-5-13[®] og HYDRO-NK[™] 20-10 på verken avling eller innhold og opptak av nitrogen og svovel.

6.3 Svoveffekt av anhydritt og kieseritt innblandet i Kalksalpeter[™] - karforsøk

Begge de to S-holdige typene av Kalksalpeter[™] hadde positiv innvirkning på både korn- og halmavling. Innholdet og opptaket av S var høyere der det ble brukt svovelholdig Kalksalpeter. Det var ingen forskjell i avling, innhold og opptak av svovel mellom de to ulike svovelkildene anhydritt og kieseritt.

7. Potetforsøk - karforsøk

Bruk av store settepoteter gav noe høyere avling enn små i dette forsøket. Avlingsvariasjonen var noe mindre der det var brukt store settepoteter.

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 kraftfóret vært tilsatt Se i mange år for å dekke opp husdyras behov. Se-forsyningen kan likevel bli et problem for dyr uten eller med lite kraftfór i fórrasjonen. Uten Se-gjødsling vil økt selvforsyning av hvete i Norge føre til 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 var en periode markedsført under navnet NitraSel[™]. I de senere åra har effekten av en ny Se-holdig Fullgjødsel[®] 21-3-8 med tilsats av Na vært utprøvd i grasfelt og i beiteforsøk.

Feltforsøk i korn

Effekten av Se-holdig Kalksalpeter ble først testet ut 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. Feltforsøkene med Se-holdig Kalksalpeter som startet opp i 1990, har hovedsaklig vært utført i vårhvete. Bortsett fra to fastliggende felt i Ås var feltene 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 fra våren 1996. To av de fire gjentakene på hvert felt ble kalket med til sammen 1000 kg og 800 kg kalkstensmel pr. daa på henholdsvis Ås I og Ås II fordelt på våren 1996 og 97. Oppkalkingen hadde liten innvirkning på Se-verdiene i jorda og har heller ikke gitt entydig effekt på Se-innholdet i kornet. Forsøksrapport 2000 gir mer detaljert informasjon om disse resultatene.

Jordas næringstilstand på de to feltene er vist i tabell 1. Jorda på Ås I er en moldfattig siltig leittleir, mens Ås II var anlagt på en noe moldholdig siltig mellomsand.

Tabell 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

Forsøksledd:

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

Gjennom Fullgjødtsel[®] 21-4-10 tilføres også vanlige mengder P, K, Mg, S og B. Se er inngranulert i form av Na-selenat både i Fullgjødtsel og Kalksalpeter. Det blir tilført omtrent samme Se-mengde i leddene b og d.

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.

Bare feltet Ås I er ført videre fra og med forsøksåret 2000.

Avling

De to pH-nivåene har ikke gitt entydige forskjeller i avling verken i 2000 eller 2001 på Ås I (Tabell 2).

Tabell 2. Kornavling (kg tørrstoff pr. daa) etter ulik Se-gjødsling ved 2 pH-nivå på Ås I, kg/daa

År	Art	pH I				pH II			
		Ledd a	Ledd b	Ledd c	Ledd d	Ledd a	Ledd b	Ledd c	Ledd d
2000	Hvete	387	398	378	393	397	364	371	384
2001	Havre	508	528	513	527	536	526	526	529

Innhold av Se i kornavlingene

Se-innholdet i kornet har vært meget lavt uten Se-gjødsling i hele forsøksperioden. Det har vært meget godt samsvar mellom Se-tilførselen og Se-innholdet i kornavlingene. På begge Ås-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.

Oppkalkingen av jorda har stort sett virket positivt på kornets Se-innhold på Ås I. Kalken stimulerer til økt omsetning av det organiske materialet i jorda med frigjøring av ulike næringsstoffer. Da pH både med og uten kalk er < 7 , vil tilført Se etter hvert omdannes til selenitt i jorda.

Som forventet var det meget lavt Se-innhold i kornet uten Se-gjødsling både i 2000 og 2001 (Tabell 3). Se-innholdet økte meget sterkt opp til største Se-dosering. Se-holdig Kalksalpeter hadde noe større Se-effekt på den ukalka delen, mens Se-holdig Fullgjødsel hadde noe bedre 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 dårligere enn for Se-holdig Fullgjødsel.

Tabell 3. Effekt av Se-gjødsling på Se-innholdet i korn ved 2 pH-nivå på Ås I, mg Se pr. kg korn (90 % ts)

Felt	Art	pH I (ukalket)				pH II (kalket)			
		Ledd a	Ledd b	Ledd c	Ledd d	Ledd a	Ledd b	Ledd c	Ledd d
2000	Hvete	0.028	0.43	0.76	0.28	0.022	0.24	0.41	0.33
2001	Havre	0.05	0.38	0.81	0.36	0.05	0.37	0.73	0.39

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 i 2000 og 2001 har Se-holdig Kalksalpeter gitt noe høyere Se-innhold i kornet fra den ukalka 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. Tidligere Se-gjødsling i forsøksperioden ga ingen ettervirkning på Se-innholdet i kornet verken på kalka eller ukalka parsell selv ved største Se-mengde tilført.

KalksalpeterTM med svovel og selèn

Svovel- og selènholdig KalksalpeterTM 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. I dette karforsøket belyses disse problemstillingene.

Forsøksplan:

Som forsøksjord nyttes en moldholdig, siltig lettleir fra forsøksgården med 15 % hvitmosetorv innblandet både i hvete og raigras. Jordas pH er tilpasset med CaCO₃. Etter avhøsting i 2001 var pH ca 5,8 i raigras og ca 6,0 i hvete. Forsøket ble grunngjødslet med Fullgjødsel[®] 17-5-13 tilsvarende 18 kg N pr. dekar ved innblanding i 2001. Da jorda er Mg-fattig, ble den også grunngjødslet med Mg-klorid tilsvarende 3 kg Mg pr. dekar i 1999.

Hvete, overgjødsling ved begynnende skyting, 6 kg N pr. daa :

1. KalksalpeterTM (Uten Se)
2. 50% N i Nitra-SelTM + 50% N i KalksalpeterTM
3. 50% N i Nitra-SelTM + 50% N i Svovel-KalksalpeterTM
4. 50% N i Nitra-SelTM + 50% N i KalksalpeterTM + 5 kg S i Ca-sulfat (Gips)
5. Nitra-SelTM + 5 kg S i Ca-sulfat (Gips)
6. Nitra-SelTM

Raigras, overgjødslet etter 1. og 2. slått, 9 kg N pr. dekar:

1. KalksalpeterTM + 8 kg K i K-klorid+ 1 kg K i K-sulfat
2. 30% N i Nitra-SelTM + 70% N i KalksalpeterTM + K-gjødsling som ledd 1
3. 30% N i Nitra-SelTM + 70% N i S-KalksalpeterTM + 9 kg K i K-klorid
4. 30% N i Nitra-SelTM + 70% N i KalksalpeterTM + 9 kg K i K-sulfat
5. 60% N i Nitra-SelTM + 40 % N i KalksalpeterTM + 9 kg K i K-sulfat
6. 60% N i Nitra-SelTM + 40% N i KalksalpeterTM + K-gjødsling som ledd 1

Gjødseltypene ble tilført i tørr tilstand og i nær kontakt med hverandre. Gipsen ble tilført tørr og i nær kontakt med gjødsla forøvrig. Etter 3. slått for raigraset ble det kun overgjødslet med 6 kg N pr. dekar i Svovel-Kalksalpeter. 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.

Resultater

Tabell 1. Avling av hvete, kornprosent og tusenkornvekt i forhold til ledd

Ledd	Tilført Se mg daa ⁻¹	Korn gram kar ⁻¹	Halm gram kar ⁻¹	Korn %	1000-korn gram
1. Kalksalpeter	0	20.4 a	13.7 a	59.9 a	31.3 b
2. 50% Nitra-Sel + 50% Kalksalpeter	400	17.9 b	14.0 a	56.1 a	30.9 b
3. 50% Nitra-Sel + 50% S-Kalksalpeter	400	20.6 a	14.1 a	59.3 a	31.9 ab
4. 50% Nitra-Sel + 50% Kalksalpeter + Gips	400	20.8 a	13.3 a	60.9 a	32.5 ab
5. Nitra-Sel + Gips	800	21.1 a	13.7 a	60.6 a	32.2 ab
6. Nitra-Sel	800	21.0 a	15.1 a	58.2 a	33.2 a

*): Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

Forskjellene i kornavling var minimale, men ledd 2 gav litt lavere avling enn de andre behandlingene. Forskjellene i halmavlingene var små og ikke signifikante. Variasjonen i kornprosent og tusenkornvekt mellom de forskjellige behandlingene var også liten.

Tabell 2. Avling av raigras

Ledd	Tilført Se mg daa ⁻¹	g kar ⁻¹ 1. slått	g kar ⁻¹ 2. slått	g kar ⁻¹ 3. slått	g kar ⁻¹ 4. slått	g kar ⁻¹ Sum
1. Kalksalpeter+8 kg K i K-klorid +1 kg K i K-sulfat	0	15.6 a	14.5 ab	9.6 a	6.1 a	45.8 a
2. 30% N i Nitra-Sel + 70% N i Kalksalpeter + K-gjødsling som ledd 1	720	14.2 c	15.1 ab	10.4 a	6.4 a	46.2 a
3. 30% N i Nitra-Sel + 70% N i S- Kalksalpeter + 9 kg K i K-klorid	720	15.5 ab	16.5 ab	10.2 a	6.8 a	49.0 a
4. 30% N i Nitra-Sel + 70% N i Kalksalpeter + 9 kg K i K-sulfat	720	14.9 bc	12.5 b	9.1 a	6.4 a	42.8 a
5. 60% N i Nitra-Sel + 40 % N i Kalksalpeter + 9 kg K i K-sulfat	1440	15.4 ab	16.9 a	10.1 a	6.5 a	48.9 a
6. 60% N i Nitra-Sel + 40% N i Kalksalpeter + K-gjødsling som ledd 1	1440	15.6 a	15.4 ab	10.5 a	6.8 a	48.3 a

I sum for tørrstoffavlingene av raigras var forskjellene i avling små og ikke signifikante. Forsøket er derfor godt egnet for å vurdere opptaket av svovel og selen, både for korn og gras.

Tabell 3. Innhold av Se og S i korn og halm

Ledd	Se [$\mu\text{g kg}^{-1}$]		S [g kg^{-1}]	
	Korn	Halm	Korn	Halm
1. Kalksalpeter	40.6	16.9	1.70	2.40
2. 50% Nitra-Sel + 50% Kalksalpeter	92.2	53.9	1.73	2.57
3. 50% Nitra-Sel + 50% S-Kalksalpeter	71.6	69.5	1.70	2.33
4. 50% Nitra-Sel + 50% Kalksalpeter + Gips	38.6	39.1	1.76	3.05
5. Nitra-Sel + Gips	64.9	77.9	1.71	2.76
6. Nitra-Sel	176	118	1.72	2.51

*) : Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

Uten Se-gjødsling var innholdet av Se i korn og halm lavere enn der selen ble tilført gjennom Nitra-Sel™. Sesongens analyser viser betydelig høyere analyseverdier på ledd 1 enn det som har vært normalt for tidligere år. Dette kan skyldes usikkerheter ved overgang til ny analysemetodikk dette året. Halv mengde Se i Nitra-Sel™ (ledd 2 og 3) økte Se-innholdet betydelig både i korn og halm, og ved dobling av Se-mengden (ledd 6) ble også Se-innholdet i plantematerialet fordoblet. Det har ikke vært noen entydig effekt av svovelinnblanding i Kalksalpeter kontra bruk av ordinær Kalksalpeter (ledd 2 sammenliknet med ledd 3). Gips sammen med Nitra-Sel™ har redusert Se innholdet betydelig ved begge selendoser, og dette gjelder både for korn og for halm.

Tabell 4. Innhold av Se i raigras

Leidd	Se [$\mu\text{g kg}^{-1}$]			
	1. slått	2. slått	3. slått	4. slått
1. Kalksalpeter+8 kg K i K-klorid +1 kg K i K-sulfat	10.7	10.7	8.5	20.2
2. 30% N i Nitra-Sel + 70% N i Kalksalpeter + K-gjødsling som ledd 1	*	364	641	139
3. 30% N i Nitra-Sel + 70% N i S- Kalksalpeter + 9 kg K i K-klorid	*	331	684	170
4. 30% N i Nitra-Sel + 70% N i Kalksalpeter + 9 kg K i K-sulfat	20.4	181	309	138
5. 60% N i Nitra-Sel + 40 % N i Kalksalpeter + 9 kg K i K-sulfat	37.7	331	673	257
6. 60% N i Nitra-Sel + 40% N i Kalksalpeter + K-gjødsling som ledd 1	17.2	726	1177	289

*: Under deteksjonsgrense [$5 \mu\text{g kg}^{-1}$]

Innholdet i graset for 1.slått har vært meget lavt, og for ledd 2 og 3 i 1.slått har innholdet vært under deteksjonsgrensen. Se-tilførsel via gjødsel til 2. og 3. slått har vært meget effektiv. Ettervirkningen til 4. slått har også vært betydelig. Ledd 1 uten tilførsel av Se har klart gitt et lavere innhold i plantematerialet sammenliknet med de andre leddene. Leddene med lav Se-tilførsel (ledd 2-4) har gitt lavere Se-innhold i plantene sammenliknet med høy Se-tilførsel (ledd 5 og 6). Videre ser det ut som at K tilført som kaliumklorid har hatt en positiv effekt på selenopptaket.

Tabell 5. Innhold av S i raigras

Ledd	S [g kg ⁻¹]			
	1. slått	2. slått	3. slått	4. slått
1. Kalksalpeter+8 kg K i K-klorid +1 kg K i K-sulfat	2.70	3.54	3.78	3.54
2. 30% N i Nitra-Sel + 70% N i Kalksalpeter + K-gjødsling som ledd 1	2.89	3.97	4.09	3.85
3. 30% N i Nitra-Sel + 70% N i S- Kalksalpeter + 9 kg K i K-klorid	2.85	4.13	4.48	4.45
4. 30% N i Nitra-Sel + 70% N i Kalksalpeter + 9 kg K i K-sulfat	3.49	6.19	9.06	6.07
5. 60% N i Nitra-Sel + 40 % N i Kalksalpeter + 9 kg K i K-sulfat	3.47	5.75	8.72	7.32
6. 60% N i Nitra-Sel + 40% N i Kalksalpeter + K-gjødsling som ledd 1	2.63	2.92	3.58	3.08

Svovel-Kalksalpeter og K-sulfat har gitt økt opptak av S i plantene sammenliknet med K-klorid.

Konklusjon etter 3 års karforsøk med selèn og svovel:

Gjennom forsøksperioden har det vært meget lavt Se-innhold både i hvete og i raigras uten Se-gjødsling. Se-innholdet økte betydelig i begge vekster etter Se-gjødsling med Nitra-Sel™. Ekstra S-gjødsling gjennom gips eller K-sulfat hemmet økningen. Svovel-Kalksalpeter™ tilført sammen med Nitra-Sel™ har i middel ikke hatt negativ effekt på Se-innholdet verken i hvete eller raigras. Se-gjødslingen til 2. og 3. slått har hatt god effekt på innholdet av Se i 4. slått avling.

Forsøket bekrefter at hvete bør gjødsles med ca 0,5 gram Se pr. daa, mens den totale Se-mengden til raigras bør økes noe i forhold til i hvete og fordeles på 2 gjødslinger. Ekstra S-gjødsling økte S-innholdet i avlingene. De største S-mengdene tilført gjennom K-sulfat har ført til unødvendig høyt S-innhold i 3. og 4. slått av raigras.

Selenberiket Fullgjødsel[®] til eng høstet ved ulike utviklingsstadier

Hensikten med dette feltforsøket er å teste effekten av seløngjødsling ved ulike høstetidspunkt for eng. Målsettingen med forsøket var å se hvordan innholdet og opptaket av seløen i føret endres etter hvert som eng utvikler seg.

Forsøksopplegg

Feltet ble anlagt i en ung eng uten kløver nord for låven på Instituttet.

Jordanalyser fra forsøksfeltet

Volum vekt	Jordart	Mold-innhold	pH	P-AL	K-AL	Mg-AL	Ca-AL	Na-AL
1.17	Silt. lettleire	<3%	5.7	11.0	9.4	10.1	178	1.6

Forsøksplan:

Gjødslingsledd: 1. Fullgjødsel[®] 22-2-12
 2. Fullgjødsel[®] 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 atskilte 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.

Resultater - Avling

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

Ledd	Høstetidspunkt A					Høstetidspunkt B				Høstetidspunkt C		
	1.	2.	3.	4.	sum	1.	2.	3.	Sum	1.	2.	Sum
1	43	107	46	90	287 _a	178	134	93	404 _a	367	306	673 _a
2	39	105	42	98	284 _a	154	88	94	336 _a	340	303	643 _a

*) : Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

Sum avling var som forventet størst ved sein siloslått. Avlingsnivået lå relativt lavt. Fullgjødse[®] 22-2-12 gav en svak avlingsøkning framfor Fullgjødse[®] 21-3-8 ved 2 og 3 slåtter. Dette kan skyldes at man fikk et positivt avlingsutslag for kalium ved bruk av 22-2-12 til tross for moderate avlinger og middels K-AL tall i jorda. Det var ingen statistisk signifikante forskjeller i avling mellom de to Fullgjødselslagene.

Kjemiske avlingsanalyser

Tabell 2. Innhold av Se i µg pr. kg tørr prøve ved ulik gjødsling og høstetidspunkt

Ledd	Høstetidspunkt A					Høstetidspunkt B				Høstetidspunkt C		
	1.	2.	3.	4.	Mid.	1.	2.	3.	Mid.	1.	2.	Mid.
1	26	23	26	21	24	<22	34	26	-	<22	<22	-
2	591	521	526	671	577	449	480	616	515	408	416	412

Se-analysene av graset viser et lavt innhold uten Se-gjødsling. Se-gjødsling gjennom Fullgjødse[®] 21-3-8 har som ventet økt Se-innholdet i avlingen sterkt, mest i ungt høstet gras. Se-innholdet avtar med utsatt høstetidspunkt. Det avtakende Se-innholdet ved utsatt høsting skyldes i stor grad en uttynning etter hvert som graset vokser og avlingen øker. Resultatene er som forventet sett på bakgrunn av tidligere undersøkelser om Se-opptak i forhold til utviklingsstadium.

Tabell 3. Innhold av K i % av tørr prøve ved ulike gjødsling og høstetidspunkt

Ledd	Høstetidspunkt A					Høstetidspunkt B				Høstetidspunkt C		
	1.	2.	3.	4.	Mid.	1.	2.	3.	Mid.	1.	2.	Mid.
1	3.0	3.1	3.1	4.6	3.5	2.9	3.0	4.7	3.5	3.0	3.5	3.3
2	3.0	3.2	3.1	4.6	3.5	3.0	2.9	4.5	3.5	2.9	3.5	3.2

Kaliuminnholdet i plantene var ganske likt for begge gjødselslag.

Tabell 4. Innhold av P i % av tørr prøve ved ulike gjødsling og høstetidspunkt

Ledd	Høstetidspunkt A					Høstetidspunkt B				Høstetidspunkt C		
	1.	2.	3.	4.	Mid.	1.	2.	3.	Mid.	1.	2.	Mid.
1	0.44	0.38	0.37	0.56	0.44	0.35	0.33	0.59	0.42	0.33	0.39	0.36
2	0.42	0.40	0.36	0.61	0.45	0.36	0.32	0.60	0.43	0.32	0.40	0.36

Også P-innholdet var ganske likt for begge gjødselslag selv om P-tilførselen gjennom Fullgjødsel[®] 21-3-8 gav en høyere P-tilførsel (1,2 kg mer P pr. daa). Det høye innholdet av lettøselig P i jorda har bidratt til å utviske denne forskjellen i tilført mengde P.

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 og ved 3 slåtter. Da Se-innholdet avtar etter hvert som plantene utvikler seg, reduseres Se-innholdet i avlingen ved utsatt høstetidspunkt.

2. DELT NITROGENGJØDSLING I BYGG

Forsøk i Trøndelag har vist at det kan være avlings- og kvalitetsmessige fordeler ved å dele opp nitrogen gjødslinga også i bygg. Mye taler for at førkornets kvalitet inklusiv proteininnhold vil bli relativt bedre betalt i framtida. Det er derfor interessant å teste ut ulike gjødslingsstrategier i bygg med formål å optimalisere avlingsresultatet. 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 som ble kalket før anlegg av forsøket i 2000 og innblandet 15 % hvitmosetorv før vekstsesongen 2001. Høsten 2001 var jordas pH ca 6.0. Jorda har bra fosfortilstand og middels kaliuminnhold, mens det ble korrigert for det lave innholdet av magnesium, kalsium og sink gjennom gjødsling og kalking (Tabell 1).

Tabell 1. Karakteristikk av jorda før grunn gjødsling, kalking og torvinnblanding

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

I 2001 ble jorda grunn gjødslet med Fullgjødsel[®] 17-5-13 tilsvarende 14 kg N pr. daa og HYDRO-PK[™] 5-17 tilsvarende 6 kg K pr. daa. Forsøket hadde 3 gjentak i 7 liters kar og ble tilsådd med 2 byggsorter, 6-rad Arve og 2-rad Tyra.

Forsøksplan:

Ledd 1: Uten delgjødsling, 4 kg N pr. daa i HYDRO-KAS[™] ved innblanding før såing

Ledd 2: Delgjødsling ved Z 31, 4 kg N pr. daa i Kalksalpeter[™]

Ledd 3: - " - " Z 39, 4 kg N pr. daa i Kalksalpeter[™]

Ledd 4: - " - " Z 49, 4 kg N pr. daa i Kalksalpeter[™]

Ledd 5: - " - " Z 31, 8 kg N pr. daa i Kalksalpeter[™]

Ledd 6: - " - " Z 39, 8 kg N pr. daa i Kalksalpeter[™]

Ledd 7: - " - " Z 49, 8 kg N pr. daa i Kalksalpeter[™]

Ledd 8: - " - " Z 31 og Z 39, 4 kg N pr. daa i Kalksalpeter[™] hver gang

Ledd 9: - " - " Z 31 og Z 49, 4 kg N pr. daa i Kalksalpeter[™] hver gang

Resultater:

Hele forsøket spirte jevnt og fint, men Arve spirte noe raskere enn Tyra. Begge sortene var grønne og frodige frem mot modning. Det ble ikke observert synlige forskjeller mellom de ulike gjødslingsoppleggene innenfor hver av de to sortene. Det ble vannet optimalt gjennom hele veksttida. Begge sortene ble høstet ved gulmodning. Avling av korn og halm, kornprosent, 1000-kornvekt og antall gule aks er presentert i tabell 2.

Tabell 2. Effekt på avling av ulike delgjødslingsopplegg i to sorter*

Ledd	Korn gram kar ⁻¹	Halm gram kar ⁻¹	Korn %	1000-korn gram	Antall gule aks
1. Vårgjødsling, 18 kg N	12.4 c	9.6 c	56.2 ab	36.4 cd	20.7 ab
2. Vår +Z31, 14 +4 kg N	12.9 c	9.9 c	56.6 ab	37.4 bcd	20.3 b
3. Vår +Z39, 14 +4 kg N	13.7 abc	10.3 bc	57.1 ab	38.1 abc	21.3 ab
4. Vår +Z49, 14 +4 kg N	13.5 bc	9.8 c	57.7 ab	36.8 cd	20.8 ab
5. Vår +Z31, 14 +8 kg N	13.5 bc	11.0 ab	55.0 b	36.5 cd	21.8 a
6. Vår +Z39, 14 +8 kg N	14.4 ab	10.9 ab	56.8 ab	39.7 a	21.0 ab
7. Vår +Z49, 14 +8 kg N	14.4 ab	11.5 a	55.8 ab	39.3 ab	20.3 b
8. Vår +Z31 +Z39, 14 +4 +4 kg N	15.1 a	10.9 ab	57.7 a	39.7 a	20.3 b
9. Vår +Z31 +Z49, 14 +4 +4 kg N	12.9 c	10.3 bc	55.6 ab	35.2 d	20.3 b

*) : Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

Innenfor hvert N nivå var det ingen avlingsforskjell mellom tidspunktene for N-tilførsel der delgjødslingen ble gitt én gang (ledd 2-7). Delgjødsling med 8 kg N ved Z39 eller Z49 gav høyere avling enn der det bare ble gitt grunnjødsling og leddet med 4 kg N ved Z31. Høyest avling ble oppnådd i ledd 8 der nitrogenmengden ble delt i strekningsperioden. Dette ser ut til å ha gitt en optimal N-tilførsel i veksttida. Kornprosenten var også høyest for denne gjødslingskombinasjonen, samtidig som tusenkornvekten var høy. Dette tyder på at kornet hadde behov for N-tilførsel seint i strekningsveksten.

Arve gav høyere kornavling enn Tyra for alle gjødslingsnivåer, samtidig som halmavlingen var lavere (Tabell 3). Høy temperatur i veksthuset sammen med optimal vanntilgang kan muligens favorisere en tidlig sort og dermed favorisere Arve. Dette kan også være grunnen til

at det ble funnet høyere kornprosent hos Arve enn hos Tyra. Tyra som er en toradssort, gav som forventet høyere tusenkornvekt sammenliknet med den noe mer småkornede seksradssorten Arve.

I middel for begge sorter viser tabell 3 ingen signifikant avlingseffekt av verken gjødslingstidspunkt eller N-nivå på avlingsnivået. Halmavlingen ble imidlertid høyere ved høyeste N-nivå, noe som skyldes mer vegetativ bladmasse ved høy N-tilførsel. Sein delgjødsling gav noe mer grønne korn, noe som tyder på økt tendens til utsatt modning sammenliknet med gjødsling ved Z31 (data ikke vist). Stigende mengder nitrogengjødsling til korn øker vanligvis buskingen og dermed også aksantallet (Hay and Walker, 1989). I dette forsøket var det ikke signifikante forskjeller på aksantallet mellom 4 og 8 kg N, selv om det var tendes til flest aks ved høyest mengde tilført N. Tusenkornvekten var høyere for N-tilførsel ved Z39 sammenliknet med Z31. Individuell kornvekt er avhengig av tilførsel av assimilater fra fotosyntesen i løpet av kjernefyllingsperioden, og dette kan ha påvirket tusenkornvekten. Tilført N-mengde har ikke påvirket tusenkornvekta signifikant, selv om det er økt tendens til tyngre korn ved høyest mengde N.

Tabell 3. Midlere effekt av behandlingene på avlingen i to sorter ved 3 gjødslingstidpunkt og 2 ulike N-nivå

Sorter, stadier, mengder	Korn gram kar ⁻¹	Halm gram kar ⁻¹	Korn %	1000-korn gram	Antall gule aks
Arve	14.4 a	9.8 b	59.5 a	34.0 b	20.0 b
Tyra	13.0 b	11.4 a	53.4 b	41.9 a	21.9 a
Z31	13.2 a	10.4 a	55.8 a	36.9 b	21.1 a
Z39	14.1 a	10.6 a	56.9 a	38.9 a	21.2 a
Z49	13.9 a	10.7 a	56.7 a	38.1 ab	20.6 a
4 kg N	13.4 a	10.0 b	57.1 a	37.4 a	20.8 a
8 kg N	14.1 a	11.2 a	55.9 a	38.5 a	21.1 a

*) Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

Tabell 4. Midlere effekt av behandlingene på N-innhold og N-opptak i to sorter og i middel av sorter ved alle 9 ledd

Sorter, stadier, mengder	N-innhold, %, korn	Opptak i korn mg kar ⁻¹	N-innhold, %, halm	Opptak i halm mg kar ⁻¹
Arve	2.9 b	416 a	1.8 b	174 b
Tyra	3.3 a	428 a	2.0 a	218 a
1. Vårgjødsling, 18 kg N	2.9 b	364 b	1.6 d	153 c
2. Vår +Z31, 14 +4 kg N	3.1 ab	400 ab	1.7 cd	171 bc
3. Vår +Z39, 14 +4 kg N	3.1 ab	422 a	1.8 bcd	183 abc
4. Vår +Z49, 14 +4 kg N	3.1 ab	414 ab	1.7 cd	170 bc
5. Vår +Z31, 14 +8 kg N	3.2 a	431 a	2.1 a	227 a
6. Vår +Z39, 14 +8 kg N	3.1 ab	448 a	2.1 a	228 a
7. Vår +Z49, 14 +8 kg N	3.2 a	454 a	1.8 bc	210 ab
8. Vår +Z31 +Z39, 14 +4 +4 kg N	3.0 ab	450 a	2.0 a	223 ab
9. Vår +Z31 +Z49, 14 +4 +4 kg N	3.2 a	416 ab	1.9 ab	201 abc

Det høye N-innholdet i avlingene viser at plantenes N-tilgang har vært meget stor selv ved minste tilførte N-mengde (Tabell 4). Tyra hadde et høyere N-innhold i kornet sammenliknet med Arve, men N-opptaket var likevel det samme i kornavlingen. De ulike gjødslingsleddene gav ikke noen klart utslag for N-innhold i kornet, men det var tydelige effekter av økt N-tilførsel på N-innholdet i halmen. Dette kan tyde på at translokasjonen av N ikke har vært fullstendig, noe som kan skyldes rask modning i veksthus under høy temperatur.

Konklusjon:

Arve ga større avling enn Tyra, men ulike gjødslingsstrategier ga små forskjeller i avling. Plantene gav en positiv respons på en todelt delgjødsling ved Z31 og Z39. Det var ingen forskjell i kornavling ved 4 eller 8 kg N som delgjødsling. Sein delgjødsling ved Z39 eller Z49 hadde positiv innvirkning på tusenkornvekten sammenliknet med delgjødsling ved Z31. De ulike gjødslingsledd gav ikke noe klart utslag for N-innhold i kornet. De små effektene av delgjødsling og økt N-mengde i dette forsøket må ses på bakgrunn av plantenes gode N-tilgang fra våren av og den raske utviklingen av plantene.

Referanse:

Hay, R.M.K. & Walker, A.J. 1989. An introduction to the physiology of crop yield. Longman Scientific & Technical, Essex, England.

3. MÅLING MED HYDRO N-TESTER I BYGG

I dette feltforsøket vurderes målinger med Hydro N-tester mot variasjoner i avlingsmengde ved 3 ulike nivå av N-gjødsling. Forsøksfeltet ble lagt ut på et areal med relativt homogen siltrik leirjord på Ås (Tabell 1). Hele feltet ble gjødslet, før såing, med 47 kg daa⁻¹ Fullgjødsel® 17-5-13

Tabell 1. Kjemisk analyse av forsøksjorda.

Jordtype	pH	P-AL	K-AL	Mg	Ca	Na	Volumvekt [g cm ⁻³]
		mg pr. 100 gram tørr jord					
Siltrik leirjord	5.6	10.4	15.3	13.1	162	1.5	1.11

Forsøksplan:

Forsøket bestod av følgende ledd

Ledd

- A: 8 kg N daa⁻¹ (Fullgjødsel 17 –5-13)
- B: 10 kg N daa⁻¹ (Som A + 2 kg N daa⁻¹ i form av Kalksalpeter™)
- C: 12 kg N daa⁻¹ (Som A + 4 kg N daa⁻¹ i form av Kalksalpeter™)

Hvert ledd hadde 3 gjentak, etter følgende opplegg:

Feltkart:

1	B	4	C	7	A
2	A	5	B	8	C
3	C	6	A	9	B

Hver anleggsrute var på 3,0 m x 7,0 m. Høsteruten var på 2,0 m x 5,0 m, og feltstørrelsen var totalt på 9 m x 21 m.

Feltet ble grunnjødslet med eksaktmaskin. Ledd B og C ble tilleggsgjødslet med hånd. Mest mulig jevn gjødsel­fordeling ble tilstrebet da dette var forventet å kunne ha stor innflytelse på testresultatet (Hydro N-tester).

Det ble utført klorofyllmålinger med Hydro N-tester i hver rute både på siste, og nest siste fullt utviklede blad. Målingene ble foretatt ved Z 31 (begynnende stråstrekning) og ved Z 37

(midt i stråstrekningen). De to bladene på samme plante ble målt med to forskjellige N-testere, men som viste tilnærmet like verdier. Målingene ble utført i 2 paralleller.

Kornavlingen ble registrert rutevis.

Resultater

Tabell 2. Kornavling, gjennomsnitt pr ledd.

Ledd	Kornavling [kg (TS) daa ⁻¹]
A	423 a
B	453 ab
C	476 b

*) : Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

Tabell 3. Klorofyllmålinger, gjennomsnitt for hvert ledd, utført med Hydro N-tester. Målt på siste (s) og nest-siste (n.s.) fullt utviklede blad, ved utviklingsstadiene Z 31 og Z 37.

Ledd	s, Z 31	n.s., Z 31	s, Z 37	n.s., Z 37
A	508 a	564 a	580 a	552 a
B	513 a	576 a	586 a	551 a
C	523 a	588 a	585 a	570 a

*) : Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

Gjennomsnittlige avlingstall viser at økt N-gjødsling generelt gav en trend i retning av økt avlingsmengde. Det var imidlertid kun ved en ekstra tilførsel av 4 kg N daa⁻¹ at økningen i avlingsmengde var signifikant forskjellig fra leddet som bare ble gjødslet med Fullgjødsel.

Resultatene fra klorofyllmålingene (Tabell 3) viser en tendens til økt klorofyllmengde ved økende N-tilførsel. Det er stor variasjon i målingene og ingen av forskjellene i middeltallene er derfor signifikante. Trenden er imidlertid tydeligst ved første måling (Z 31), både for måleseriene på siste, og måleserien på nest siste fullt utviklede blad. Ved siste måletidspunkt (Z 37) var trenden mindre tydelig.

Konklusjon:

Selv om målinger med Hydro N-tester gir stor variasjon i måleresultatene, ser det ut til at verktøyet kan gi måletall som korrelerer med målt avlingsmengde, og som dermed indirekte gir et bilde av plantenes N-status.

4. MIKRONÆRING TIL BYGG

I dette karforsøket testes ulike typer forsøkskjødsel med mikronæring fra Hydro Agri tilført på ulike måter. Det ble nyttet en Mn- og Zn-fattig, moldholdig, siltig finsand fra Sørumsund som forsøksjord (Tabell 1). Jorda ble grunnkjødslet med Fullkjødsel[®] 11-5-17 tilsvarende 7 kg N pr. daa, MgO tilsvarende 2 kg Mg pr. daa samt mikronæringsstoffene Cu og Mo. Etter høsting var pH i jorda redusert til ca 6.3.

Tabell 1. Kjemisk analyse av forsøksjorda før grunnkjødsling

Jordtype	pH	P-AL	K-AL	Mg-AL	Ca-AL	Na	Mn	Zn	Titr.alk
		mg pr. 100 gram tørr jord					mg pr. kg		
Siltig finsand	7.1	10.1	11.6	3.1	225	1.2	0.7	0.7	5.0

Forsøksplan:

Serie	Gjødseltype	Mn og Zn, gram per daa	
I:	NPK 21-3-10	0	0
II:	NPK 21-3-9 m/ Mn	466	0
III:	NPK 21-3-9 m/ Mn + ZnSO ₄ separat	466	204
IV:	NPK 21-3-9 m/ Mn og Zn	466	204

Gjødsla ble radkjødslet mellom og 4 cm dypere enn såradene i en mengde tilsvarende 12 kg N pr. daa. ZnSO₄ i serie III ble blandet jevnt inn i jorda ved grunnkjødsling.

Ledd	Gjødseltype	Mn og Zn, gram pr. daa		
1.	MAP, jevnt innblandet ved grunnkjødsling	0	0	- " -
2.	MAP, sammen med såfrøet på ledd 2 - 5	0	0	- " -
3.	MAP + 0,8 % Mn og 0,4 % Zn i sulfat separat	34	17	- " -
4.	MAP m/0,8 % Mn og 0,4 % Zn inngranulert	34	17	- " -
5.	MAP m/0,4 % Mn og 0,2 % Zn inngranulert	17	8,5	- " -

Gjødsla ble tilført i en mengde tilsvarende 0,5 kg N pr. daa, jevnt innblandet ved grunnkjødsling på ledd 1, sammen med såfrøet på ledd 2 - 5.

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 blad. I serie I og II fikk plantene etter hvert bleikere, mer grågrønne blad og hadde mindre strekningsvekst. Ved Z 39 hadde plantenes eldste blad gulnet over hele forsøket, men i serie 3 og 4 var plantene fortsatt noe høyere og

kraftigere. Jorda virket meget tett med vannet liggende i det øverste jordlaget. Forsøket så etter hvert utrivelig ut med korte, veike strå og små aks og korn. Symptomer på Mn-mangel ble ikke observert. Bleke blad og redusert strekningsvekst i serie 1 og 2 kan være et resultat av sinkmangel, selv om det ikke ble observert flekkvis nekrose, som er typiske sinkmangelsymptomer. Redusert strekningsvekst er derimot typisk for sinkmangel.

Resultater

Tabell 2. Avling, kornprosent og tusenkornvekt i forhold til serie

Serie	Korn gram kar ⁻¹	Halm gram kar ⁻¹	Korn %	1000-korn gram
1. NPK 21-3-10	4.7 a	12.9 ab	26.6 a	33.6 a
2. NPK 21-3-9 m/Mn	4.5 a	12.6 b	26.1 a	33.4 a
3. NPK 21-3-9 m/Mn+ZnSO ₄	5.0 a	12.9 ab	27.3 a	33.1 ab
4. NPK 21-3-9 m/Mn og Zn	5.2 a	13.3 a	28.2 a	32.5 b

*) : Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

Jorda inneholder svært lite mangan og sink, og skiftet som dyrkingsjorda er hentet fra disponerer for årvisst sinkmangel og også periodevis manganmangel. Grunnen til at ikke manganmangel ble observert i pottene kan være at jorda var svært tett med reduserende forhold, noe som også kan ses fra den raske nedgangen i pH fra 7.1 til 6.3. Gjennomsnittlig avling var høyere der hovedgjødseltypene var tilsatt Zn (Tabell 2), men utslagene var ikke signifikant forskjellige. Halmavlingene var også høyest der det var tilført Zn (serie 4). Inngranulering av Zn i hovedgjødselslaget ser ut til å ha en positiv innvirkning på både kornavling, halmavling og kornprosent i forhold til separat tilførsel av ZnSO₄.

Tabell 3. Avling, kornprosent og tusenkornvekt i forhold til ledd

Ledd	Korn gram kar ⁻¹	Halm gram kar ⁻¹	Korn %	1000-korn gram
1. MAP, ved grunnjødsling	3.9 b	12.3 c	23.3 b	33.2 ab
2. MAP, med såfrøet på ledd 2 - 5	5.2 a	12.5 bc	29.0 a	33.8 a
3. MAP +0,8 %Mn+0,4 % Zn i sulf.	5.3 a	13.7 a	27.9 ab	33.0 ab
4. MAP m/0,8%Mn +0,4%Zn inngran.	5.0 a	13.0 b	27.3 ab	32.7 b
5. MAP m/0,4%Mn +0,2%Zn inngran.	5.0 a	12.9 bc	27.6 ab	33.1 ab

Tabell 3 viser en tydelig avlingseffekt av plasseringen av MAP-gjødsel. Der MAP ble tilført sammen med grunnjødslingen (ledd 1) ble det registrert signifikant lavere kornavlinger enn der MAP-gjødsel ble plassert sammen med såfrøet. Det var ingen signifikante utslag for ulikt innhold av Mn og Zn i gjødsel (ledd 2-5). Den registrerte avlingsøkningen i ledd 2-5 i forhold til ledd 1 kan derfor tilskrives en positiv effekt av plasseringen av P, noe som også er registrert i felt, og denne effekten er spesielt gunstig der rotutviklingen hemmes enten pga. lav temperatur eller dårlig jordstruktur; sistnevnte var tilfelle i dette forsøket. Det var også positive effekter på kornprosenten ved å gi MAP-gjødsel sammen med såfrøet. Halmavlingene gav også avlingsrespons for plassering av MAP-gjødsel sammen med såfrøet. Halmavlingen for ledd 3 var signifikant forskjellig fra de andre behandlingene. Sammenliknet med ledd 4 har det her vært en positiv effekt av å gi Mn og Zn i form av sulfatpreparat sammenliknet med inngranulering.

Tabell 4. Innhold og opptak av Zn og Mn i korn i forhold til serie

Serie	Innhold i korn, mg kg ⁻¹		Opptak, mg potte ⁻¹	
	Zn	Mn	Zn	Mn
1. NPK 21-3-10	17.0 c	29.1 c	0.080 c	0.137 c
2. NPK 21-3-9 m/Mn	17.8 c	41.1 ab	0.080 c	0.184 b
3. NPK 21-3-9 m/Mn+ZnSO ₄	26.4 b	38.4 b	0.130 b	0.189 ab
4. NPK 21-3-9 m/Mn og Zn	47.5 a	43.7 a	0.249 a	0.228 a

*) Gjenomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

For hovedgjødseltypene (Tabell 4) var innholdet av Zn i kornet signifikant høyest der Zn var inngranulert, og dette har også klart gitt det høyeste opptaket. Denne behandlingen har også gitt det høyeste innholdet av Mn i kornet, selv om utslaget ikke var signifikant forskjellig fra ledd 2. Opptaket av Mn var også høyest for ledd 4, men var ikke signifikant forskjellig fra ledd 3.

Tabell 5. Innhold og opptak av Zn og Mn i korn i forhold til ledd

Ledd	Innhold i korn, mg kg ⁻¹		Opptak, mg potte ⁻¹	
	Zn	Mn	Zn	Mn
1. MAP, ved grunnkjødsling	28.4 a	40.3 a	0.116 b	0.156 b
2. MAP, med såfrøet på ledd 2 - 5	26.5 a	37.4 ab	0.133 ab	0.189 ab
3. MAP +0,8 %Mn+0,4 % Zn i sulf.	28.3 a	39.1 ab	0.155 a	0.211 a
4. MAP m/0,8%Mn +0,4%Zn inngran.	25.9 a	37.6 ab	0.130 ab	0.184 ab
5. MAP m/0,4%Mn +0,2%Zn inngran.	26.8 a	36.0 b	0.139 ab	0.182 ab

*) : Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

For MAP-gjødseltypene (Tabell 5) var det små og ikke signifikante forskjeller i kornets Zn-innhold. Grunnen til at ledd 1 viser relativt høyt innhold kan tilskrives den noe lavere avlingen som ble oppnådd i ledd 1 (Tabell 3). Også for Mn var det små forskjeller i innholdet i kornet. Siden man oppnår en fortyningseffekt, er det totale opptaket mest interessant i forbindelse med forsøk med mikronæringsstoffer. Opptaket av Zn og Mn var høyest for ledd 3, noe som skyldes relativ høy konsentrasjon av begge elementer i kornet samtidig som leddet gav høyest avling.

Tabell 6. Innhold og opptak av Zn og Mn i halm i forhold til serie

Serie	Innhold i halm, mg kg ⁻¹		Opptak, mg potte ⁻¹	
	Zn	Mn	Zn	Mn
1. NPK 21-3-10	10.3 c	37.8 c	0.133 c	486 d
2. NPK 21-3-9 m/Mn	13.1 bc	79.3 a	0.164 bc	997 b
3. NPK 21-3-9 m/Mn+ZnSO ₄	15.6 b	68.6 b	0.201 b	881 c
4. NPK 21-3-9 m/Mn og Zn	21.9 a	81.9 a	0.290 a	1084 a

*) : Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

Også for halmen var innholdet og opptaket av Zn høyest i serie 4 der Zn var inngranulert (Tabell 6). Tilførsel av Mn i serie 2-4 har klart gitt økt konsentrasjon og totalopptak i halmen i forhold til ledd 1.

Tabell 7. Innhold og opptak av Zn og Mn i halm i forhold til ledd

Ledd	Innhold i halm, mg kg ⁻¹		Opptak, mg potte ⁻¹	
	Zn	Mn	Zn	Mn
1. MAP, ved grunnkjødsling	15.3 a	72.3 a	0.191a	0.90 ab
2. MAP, med såfrøet på ledd 2 - 5	12.9 a	66.1 b	0.161a	0.82 b
3. MAP +0,8 %Mn+0,4 % Zn i sulf.	15.3 a	67.4 ab	0.209a	0.92 a
4. MAP m/0,8%Mn +0,4%Zn inngran.	16.6 a	65.0 b	0.217a	0.85 ab
5. MAP m/0,4%Mn +0,2%Zn inngran.	16.0 a	63.7 b	0.207a	0.82 b

*) Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

For MAP-gjødseltypene (Tabell 7) var det små og ikke signifikante forskjeller i halmens Zn-innhold. Ledd 4, der høyeste mengde Zn var inngranulert, gav høyest konsentrasjon i halmen. Også for Mn var det små forskjeller i halmens innholdet, bortsett fra for ledd 1. Opptaket av Zn var ganske likt i alle ledd der det var gitt Zn, og det var ingen signifikante forskjeller mellom behandlingene. Høyeste opptak av Mn ble også her funnet i ledd 3.

Tabell 8. Innhold av Zn og Mn i ferskt plantemateriale ved Z39 i forhold til serie

Serie	Innhold i bladverk, mg kg ⁻¹	
	Zn	Mn
1. NPK 21-3-10	19.1 b	27.4 c
2. NPK 21-3-9 m/Mn	18.0 b	33.4 ab
3. NPK 21-3-9 m/Mn+ZnSO ₄	22.8 a	29.5 bc
4. NPK 21-3-9 m/Mn og Zn	20.7 ab	36.3 a

*) Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

For hovedgjødsetypene tilsatt Zn, var det et høyere innhold av Zn i bladverket. Sinksulfat separat har gitt den høyeste konsentrasjonen i bladverket, men var ikke signifikant forskjellig fra ledd 4 der Zn var gitt inngranulert. Også for Mn har tilførsel av Mn i gjødsla hatt klar positiv effekt på innholdet i plantene. Der Mn er tilført sammen med ZnSO₄ er det lavere Mn innhold enn der Zn er inngranulert. Dette ser man også i analysene for halmen (Tabell 6) og

for korn (Tabell 4). Det kan se ut som at Zn har hatt sterkere antagonistisk virkning på Mn opptaket der Zn er tilført i form av sulfatpreparat.

Tabell 9. Innhold av Zn og Mn i ferskt plantemateriale ved Z39 i forhold til ledd

Ledd	Innhold i bladverk, mg kg ⁻¹	
	Zn	Mn
1. MAP, ved grunn gjødsling	18.4 a	31.7 a
2. MAP, med såfrøet på ledd 2 - 5	20.5 a	31.9 a
3. MAP +0,8 %Mn+0,4 % Zn i sulf.	21.0 a	31.6 a
4. MAP m/0,8%Mn +0,4%Zn inngran.	21.0 a	30.6 a
5. MAP m/0,4%Mn +0,2%Zn inngran.	20.0 a	32.4 a

*): Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

Forskjellige behandlinger med MAP-gjødsel gav jamt over likt innhold av Zn og Mn i plantene ved Z39.

Konklusjon:

Tilførsel av Mn og Zn gjennom mineralgjødsel hadde positiv innvirkning på både korn og halmavling. Inngranulering av Zn i hovedgjødselslag framfor Zn tilført separat i form av ZnSO₄ gav størst korn og halmavling, samt høyest opptak og innhold av Zn i kornet. Effekten av Mn og Zn av MAP-gjødsel var liten, men det var tydelig en avlingseffekt av å plassere MAP sammen med såfrøet i forhold til plassering som dypgjødsling.

5. GJØDSLING MED NITROGEN, SVOVEL OG BOR I VÅRRYBS

Oljevekstene har store krav til både svovel og bor for å sikre plantenes frøsetting. Mangel på disse næringsstoffene vil redusere både den vegetative veksten og utviklingen av skolmer og frø. Da både plantetilgjengelig svovel og bor lett vaskes ut av jorda i vinterhalvåret, bør det nyttes svovel- og borholdig gjødsel fra våren av. Svoveltilførselen bør balanseres i forhold til nitrogen da disse næringsstoffene samvirker ved proteindannelsen i plantene. Av samme grunner som i korn kan det være aktuelt å legge opp til delt gjødsling også i oljevekster.

Gjødsling med N og S i vårrybs

I dette karforsøket testes effekten av ulike gjødslingsstrategier med nitrogen og svovel i vårrybsorten Valo. Som forsøksjord ble det nyttet hvitmosetorv kalket med 1200 kg CaCO₃ pr. daa til pH 6.0. Det ble lagt opp til følgende forsøksplan:

Forsøksplan:

Serie I: Uten ekstra nitrogen i grunnjødslinga

Serie II: Med 6 kg N som HYDRO-KASTM i grunnjødslinga

Forsøksledd:

1. KAS + Ca-fosfat + KCl + KalksalpeterTM innblandet før såing
2. Fullgjødsel[®] 17-5-13 + KalksalpeterTM innblandet før såing
3. Fullgjødsel[®] 17-5-13 + Svovel-KalksalpeterTM innblandet før såing.
4. Fullgjødsel[®] 17-5-13 innbl. før såing + Kalksalp. delgjød. når toppskudd har 9 internodier
5. Fullgjødsel[®] 17-5-13 innbl. før såing + S.-Kalksalp. delgjød. når toppsk. har 9 internodier

Gjødselmengde: 13 kg N/daa i Fullgjødsel[®] 17-5-13 på leddene 2-5, og tilsvarende mengder næringsstoff på ledd 1 i form av HYDRO-KASTM, Ca-fosfat og KCl. 8 kg N/daa i KalksalpeterTM (KS) eller Svovel-KalksalpeterTM (S-KS) på alle ledd.

Grunnjødsling: Begge serier: 2,5 kg P /daa som Ca-fosfat; 6 kg K /daa som KCl; 2,5 kg Mg/daa som MgO, mikroblanding. Serie II: I tillegg 6 kg N i form av HYDRO-KASTM.

Leddvis måling med Hydro N-tester ble foretatt i hver serie på siste og nest siste fullt utvikla blad når 9 internodier er synlige. Ved modning ble forsøket høstet, og frø- og halmvekter

registrert. Total N og S i frø og halm ble analysert leddvis. I forsøket var det generelt dårlig frøsetting, noe som trolig skyldes lite pollinerende insekter.

Tabell 1. Gjennomsnittlig avling og frøprosent

Serie	Frø [gram kar ⁻¹]	Halm [gram kar ⁻¹]	Frø [%]
I. 0 kg N daa ⁻¹ ved grunn gjødsling	3.8 a	25.6 a	12.4 a
II. 6 kg N daa ⁻¹ (KAS) ved grunn gjødsling	4.4 a	27.5 a	12.9 a

*) : Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

Avlingen gav positiv respons på nitrogen ved 6 kg tilleggsgjødsling. Forskjellen i frøavling var større enn forskjellen i halmavling. Utslaget var ikke statistisk signifikant, men tendensen var ganske klar. I serie II stod plantene lenger grønne og var noe kraftigere ved blomstring på grunn av den ekstra N-tilførselen.

Tabell 2. Avling og frøprosent i middel av serier ved ulike behandlinger

Ledd	Frø [gram kar ⁻¹]	Halm [gram kar ⁻¹]	Frø [%]
1. 13 kg N daa ⁻¹ (KAS)+Ca-P+KCl (vår) + 8 kg N daa ⁻¹ (KS) vår	0.04 c	23.6 a	0.13 c
2. 13 kg N daa ⁻¹ (17-5-13) vår + 8 kg N daa ⁻¹ (KS) vår	5.3 ab	26.4 a	16.9 a
3. 13 kg N daa ⁻¹ (17-5-13) vår + 8 kg N daa ⁻¹ (S-KS) vår	4.5 b	28.3 a	14.0 b
4. 13 kg N(17-5-13) N daa ⁻¹ vår +8 kg N daa ⁻¹ (KS) delgjødsling ved toppskudd 9 nodier	5.8 a	27.0 a	17.7 a
5. 13 kg N(17-5-13) N daa ⁻¹ vår + 8 kg N daa ⁻¹ (S-KS) delgjødsling ved toppskudd 9 nodier	4.7 b	27.6 a	14.5 b

*) : Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

Misveksten i ledd 1 kan tilskrives svovelmangel. Det ble observert klare mangelsymptomer på kontrolledet. I ledd 2 og 3 der all gjødsel ble tilført ved såing startet avgulningen tidligere enn i ledd 4 og 5 som ble delgjødset. Delgjødsling har generelt hatt en positiv innvirkning på

frøavlingen, men har ikke hatt noen effekt på mengdene av halm. Svovel-Kalksalpeter™ har ikke gitt noe positivt avlingsbidrag. Sammenliknes ledd 5 med ledd 4, ser en at S-KS snarere har gitt lavere avling. Frøprosenten var klart mindre der det var gitt S-KS sammenliknet med alminnelig KS. Dette viser at S-tilførselen i Fullgjødsel® 17-5-13 har vært tilfredsstillende, og at plantene ikke har gitt noen positiv respons på ytterligere tilførsel.

Tabell 3. Måleverdier for Hydro N-tester

Ledd	Serie I	Serie II	Gjennomsnitt
1. 13 kg N daa ⁻¹ (KAS)+Ca-P+KCl (vår) + 8 kg N daa ⁻¹ (KS) vår	270	273	272
2. 13 kg N daa ⁻¹ (17-5-13) vår + 8 kg N daa ⁻¹ (KS) vår	300	342	321
3. 13 kg N daa ⁻¹ (17-5-13) vår + 8 kg N daa ⁻¹ (S-KS) vår	364	322	343
4. 13 kg N(17-5-13) N daa ⁻¹ vår +8 kg N daa ⁻¹ (KS) delgjødsling ved toppskudd 9 nodier	381	345	363
5. 13 kg N(17-5-13) N daa ⁻¹ vår + 8 kg N daa ⁻¹ (S-KS) delgjødsling ved toppskudd 9 nodier	336	298	317
Gjennomsnitt	330	316	

Målingene med Hydro N-tester ga liten sammenheng mellom målinger og N-gjødsling, men ledd 1 som ga minst avling, ga også de laveste måleverdiene. Ledd 4 som ga størst avling, ga de høyeste måleverdiene. Det var ikke noen klar sammenheng mellom de to N-nivåene i serie I og II og måleverdiene.

Tabell 4. Innhold av nitrogen og svovel i frø og halm i forhold til serie

Serie	Innhold i frø, [%]		Innhold i halm, [%]	
	N	S	N	S
I. 0 kg N daa ⁻¹ ved grunnkjødsling	4.4 a	0.41 a	0.69 a	0.28 a
II. 6 kg N daa ⁻¹ (KAS) ved grunnkjødsling	4.5 a	0.44 a	0.81 a	0.17 a

*) : Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

N-innholdet i halmen var høyest der det var gitt mest N, mens det var nokså likt innhold i frøene for begge N-nivå. Forskjellene var ikke statistisk signifikante. S-innholdet i halmen hadde en tendens til å være lavere der det var gitt mye N.

Tabell 5. Opptak av nitrogen og svovel i frø og halm i forhold til serie

Serie	Opptak i frø, [mg kar ⁻¹]		Opptak i halm, [mg kar ⁻¹]	
	N	S	N	S
I. 0 kg N daa ⁻¹ ved grunn gjødsling	165 b	19.3 a	176 a	73.8 a
II. 6 kg N daa ⁻¹ (KAS) ved grunn gjødsling	244 a	24.0 a	213 a	46.6 a

*) : Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

Ekstra tilførsel av N gav høyere totalopptak av N i både frø og halm. Svovelopptaket i halm tenderte til å være lavere der det ble gitt mest N. Dette kan skyldes antagonisme mellom N og S som begge hovedsakelig tas opp som anioner. Denne effekten kan også tilskrives en større overføring av S fra halm til frø.

Tabell 6. Innhold av nitrogen og svovel i frø og halm i forhold til ledd

Ledd	Innhold i frø, [%]		Innhold i halm, [%]	
	N	S	N	S
1. 13 kg N daa ⁻¹ (KAS)+Ca-P+KCl (vår) + 8 kg N daa ⁻¹ (KS) vår	-**	-**	1.4 a	0.076 b
2. 13 kg N daa ⁻¹ (17-5-13) vår + 8 kg N daa ⁻¹ (KS) vår	4.29 b	0.37 a	0.55 b	0.22 ab
3. 13 kg N daa ⁻¹ (17-5-13) vår + 8 kg N daa ⁻¹ (S-KS) vår	4.68 a	0.44 a	0.57 b	0.26 ab
4. 13 kg N(17-5-13) N daa ⁻¹ vår +8 kg N daa ⁻¹ (KS) delgjødsling ved toppskudd 9 nodier	4.24 b	0.44 a	0.57 b	0.32 a
5. 13 kg N(17-5-13) N daa ⁻¹ vår + 8 kg N daa ⁻¹ (S-KS) delgjødsling ved toppskudd 9 nodier	4.52 ab	0.46 a	0.63 b	0.24 ab

*) : Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

**): Verdi mangler pga. for lav avling

Ledd 3 og 5 der det er gitt ekstra S, har ikke gitt signifikant høyere S-konsentrasjon i frøet sammenliknet med der det er gitt Kalksalpeter™ (ledd 2 og 4). Dette tyder på at S-innholdet i grunnjødsla har vært tilstrekkelig. Sammenlikning av ledd 2 mot 4 og ledd 3 mot 5 viser ingen effekt av delgjødsla på nitrogeninnholdet. Innholdet av N i halmen viste heller ingen effekt av behandlingene. N-innholdet i ledd 1 er misvisende pga. meget lav avling. Heller ikke S-innholdet i halmen var påvirket av tilførselen av svovel, bortsett fra i ledd 1 som ikke fikk svovel. Dette viser at svoveltilførselen gjennom Fullgjødsla® har vært tilstrekkelig, og at ytterligere tilleggsgjødsla ikke har hatt noe effekt.

Tabell 7. Opptak av nitrogen og svovel i frø og halm i forhold til ledd

Ledd	Opptak i frø, [mg kar ⁻¹]		Opptak i halm, [mg kar ⁻¹]	
	N	S	N	S
1. 13 kg N daa ⁻¹ (KAS)+Ca-P+KCl (vår) + 8 kg N daa ⁻¹ (KS) vår	-**	-**	337 a	18.0 a
2. 13 kg N daa ⁻¹ (17-5-13) vår + 8 kg N daa ⁻¹ (KS) vår	228 a	19.2 a	143 b	56.4 a
3. 13 kg N daa ⁻¹ (17-5-13) vår + 8 kg N daa ⁻¹ (S-KS) vår	211 a	19.8 a	162 b	73.4 a
4. 13 kg N(17-5-13) N daa ⁻¹ vår +8 kg N daa ⁻¹ (KS) delgjødsla ved toppskudd 9 nodier	246 a	25.6 a	154 b	89.0 a
5. 13 kg N(17-5-13) N daa ⁻¹ vår + 8 kg N daa ⁻¹ (S-KS) delgjødsla ved toppskudd 9 nodier	214 a	21.8 a	174 b	64.3 a

*): Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

**): Verdi mangler pga. for lav avling

S-KS tenderer til å gi et noe lavere N-opptak i frøet sammenliknet med KS, mens S-opptaket var upåvirket. N-opptaket i halmen på ledd 1 økte sterkt der det var svovelmangel.

Konklusjon:

Svovelmangel kan gi store avlingstap hvis S ikke tilføres jorda. Tilført svovel gjennom Fullgjødsla® 17-5-13 gav optimalt resultat. Ekstra tilførsel av S gjennom S-KS gav avlingsreduksjon og lavere frøprosent i dette forsøket. Det er derfor nødvendig å tilpasse S-tilførselen etter plantenes behov. Delgjødsla av nitrogen gav høyere frøavling, men samme

halmavling. Delgjødning med N ser derfor ut til å være en interessant gjødningsstrategi i oljevekster. Resultatene fra forsøket er noe usikre pga. dårlig pollinering. Målinger med Hydro N-tester gav ikke noen god sammenheng mellom måleresultater og N-gjødnings.

Effekt av ekstra svovel og bor i vårrybs

I dette karforsøket testes ulike typer forsøksjødsel med forskjellig innhold av svovel og bor på to ulike sorter av vårrybs. Som forsøksjord ble det nyttet hvitmosetorv kalket med 1000 CaCO₃ pr. daa, og gjødslet etter følgende plan:

1. 8 kg N daa⁻¹ i Kalksalpeter™
2. 8 kg N daa⁻¹ i Kalksalpeter™ + 100 g B daa⁻¹
3. 8 kg N daa⁻¹ i Svovel-Kalksalpeter™
4. 8 kg N daa⁻¹ i Svovel-Kalksalpeter™ + 100 g B daa⁻¹
5. 8 kg N i Svovel-Kalksalpeter™ daa⁻¹ + 1 kg S i kiseritt daa⁻¹ + 100 g B daa⁻¹

Ekstra Mg i form av MgO ble tilført leddene 1, 2, 3 og 4. All forsøksjødsel ble blandet inn i jorda før såing. Alle pottene fikk tilført 18 kg N daa⁻¹ i form av Fullgjødning® 17-5-13 samt mikronæring untatt bor. Rybssortene som ble benyttet var markeds-sortene Valo og Agena. Avling av frø og halm ble registrert, og det ble tatt leddvise analyser nitrogen, svovel og bor i både frø og halm. Alle behandlinger ble gjentatt tre ganger.

Tabell 1. Gjennomsnittlig avling og frøprosent for begge sorter

Sort	Frø [gram kar ⁻¹]	Halm [gram kar ⁻¹]	Frø [%]
1. Valo	5.6 a	30.2 b	15.4 a
2. Agena	5.7 a	31.8 a	15.3 a

*) : Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

Under ett var det ingen forskjell i frøavling mellom Valo og Agena. Halmavlingen var større hos Agena, mens det var ingen signifikante forskjeller i frøprosenten. Frøavlingene var meget lave, noe som skyldes dårlig frøsetting på grunn av lite pollinerende insekter.

Tabell 2. Gjennomsnittlig avling og frøprosent for begge sorter ved ulike behandlinger

Serie	Frø [gram kar ⁻¹]	Halm [gram kar ⁻¹]	Frø %
1. 8 kg N i Kalksalpeter	6.0 a	31.3 ab	16.0 a
2. 8 kg N i Kalksalp. + 100 g B	6.4 a	32.4 a	16.4 a
3. 8 kg N i S-Kalksalp.	5.6 a	31.5 ab	15.2 a
4. 8 kg N i S-Kalksalp. + 100 g B	5.7 a	30.6 ab	15.8 a
5. 8 kg N i S-Kalksalp.+1 kg S+100 g B	4.5 b	29.3 b	13.3 b

*) : Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

Størst avling av frø og halm ble oppnådd i ledd 2. Avlingstallene for dette leddet er kun signifikant forskjellig fra ledd 5. Ellers var det små avlingsutslag for tilførsel av S og B i dette forsøket, noe som tyder på at de tilførte mengdene av S og B i grunnkjødslinga med Fullgjødse[®] 17-5-13 var tilstrekkelig.

Tabell 3. Innhold av Nitrogen, Svovel og Bor i oljefrø og halm i to sorter

Sort	Innhold i frø			Innhold i halm		
	N [%]	S [%]	B [mg kg ⁻¹]	N [%]	S [%]	B [mg kg ⁻¹]
1. Valo	4.5 a	0.43 a	14.8 a	0.66 a	0.29 a	81.6 a
2. Agena	4.6 a	0.43 a	15.1 a	0.66 a	0.28 a	84.8 a

*) : Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

Begge sortene hadde ganske likt innhold av N, S og B i både frø og halm. Frøene hadde et betydelig høyere innhold av N sammenliknet med halmen, og for B var forholdet motsatt. Dette viser at N var translokert i høy grad fra halm til frø, mens for B var transporten til frø relativt liten.

Tabell 4. Opptak av Nitrogen i oljefrø og halm i to sorter

Sort	Opptak		
	N frø [mg kar ⁻¹]	N halm [mg kar ⁻¹]	N sum [mg kar ⁻¹]
1. Valo	250 a	200 a	450 a
2. Agena	263 a	210 a	473 a

*) : Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

Det var kun små forskjeller i N-opptaket for begge sortene. Den lave avlingen gav en dårlig utnyttelse av tilført N.

Tabell 5. Opptak av Svovel i oljefrø og halm i to sorter

Sort	Opptak		
	S frø [mg kar ⁻¹]	S halm [mg kar ⁻¹]	S sum [mg kar ⁻¹]
1. Valo	23.9 a	87.7 a	112 a
2. Agena	24.4 a	89.9 a	114 a

*) Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

Svovelopptaket var ganske likt for begge sorter.

Tabell 6. Opptak av Bor i oljefrø og halm i to sorter

Sort	Opptak		
	B frø [mg kar ⁻¹]	B halm [mg kar ⁻¹]	B sum [mg kar ⁻¹]
1. Valo	0.08084 a	2.4630 a	2.5438 a
2. Agena	0.08659 a	2.6930 a	2.7796 a

*) Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

Det var heller ingen signifikante sortsforskjeller med hensyn på opptaket av bor.

Tabell 7. Innhold av Nitrogen, Svovel og Bor i oljefrø i forhold til ulike behandlinger

Serie	N [%]	S [%]	B [mg kg ⁻¹]
1. 8 kg N i Kalksalpeter	4.4 a	0.44 a	13.0 a
2. 8 kg N i Kalksalp. + 100 g B	4.6 a	0.43 a	14.5 a
3. 8 kg N i S-Kalksalp.	4.5 a	0.42 a	15.0 a
4. 8 kg N i S-Kalksalp. + 100 g B	4.4 a	0.41 a	15.7 a
5. 8 kg N i S-Kalksalp.+1 kg S+100 g B	4.8 a	0.42 a	16.8 a

*) Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

Tabell 8. Innhold av Nitrogen, Svovel og Bor i halm i forhold til ulike behandlinger

Serie	N [%]	S [%]	B [mg kg ⁻¹]
1. 8 kg N i Kalksalpeter	0.64 a	0.23 a	67.1 b
2. 8 kg N i Kalksalp. + 100 g B	0.68 a	0.26 a	100 a
3. 8 kg N i S-Kalksalp.	0.68 a	0.30 a	81.3 ab
4. 8 kg N i S-Kalksalp. + 100 g B	0.65 a	0.30 a	83.8 ab
5. 8 kg N i S-Kalksalp.+1 kg S+100 g B	0.64 a	0.36 a	83.4 ab

*) Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

Tabell 9. Opptak av Nitrogen i forhold til ulike behandlinger

Serie	N frø [mg kar ⁻¹]	N halm [mg kar ⁻¹]	N sum [mg kar ⁻¹]
1. 8 kg N i Kalksalpeter	263.5 a	201.3 a	464.8 a
2. 8 kg N i Kalksalp. + 100 g B	293.4 a	220.7 a	514.1 a
3. 8 kg N i S-Kalksalp.	250.2 a	215.6 a	465.8 a
4. 8 kg N i S-Kalksalp. + 100 g B	254.4 a	198.7 a	453.1 a
5. 8 kg N i S-Kalksalp.+1 kg S+100 g B	221.3 a	189.7 a	411.0 a

*) Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

Forskjellene i nitrogenopptaket var små, og ulik tilgang på svovel og bor har ikke gitt signifikant utslag for innholdet av N i verken frø eller halm.

Tabell 10. Opptak av Svovel i forhold til ulike behandlinger

Serie	S frø [mg kar ⁻¹]	S halm [mg kar ⁻¹]	S sum [mg kar ⁻¹]
1. 8 kg N i Kalksalpeter	26.3 a	70.6 b	96.9 a
2. 8 kg N i Kalksalp. + 100 g B	27.6 a	83.9 ab	111.5 a
3. 8 kg N i S-Kalksalp.	23.5 a	94.2 ab	117.7 a
4. 8 kg N i S-Kalksalp. + 100 g B	23.6 a	93.0 ab	116.6 a
5. 8 kg N i S-Kalksalp.+1 kg S+100 g B	19.7 a	102.3 a	122.0 a

*) Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

Opptaket S i halmen var langt høyere enn i frøet, hovedsakelig pga. høyere biomasse av halm. Ingen signifikante utslag for opptak i frøet kunne spores. I halmen derimot var det utslag for ekstra svoveltilførsel. Innholdet var størst i ledd 5 der det ble tilført 1 kg S pr. daa i form av kiseritt. I ledd 1 der det bare ble tilført KalksalpeterTM var innholdet av S i halmen lavest.

Tabell 11. Opptak av Bor i forhold til ulike behandlinger

Serie	B frø [mg kar ⁻¹]	B halm [mg kar ⁻¹]	B sum [mg kar ⁻¹]
1. 8 kg N i Kalksalpeter	0.07805 a	2.0971 b	2.1751 b
2. 8 kg N i Kalksalp. + 100 g B	0.09234 a	3.2427 a	3.3350 a
3. 8 kg N i S-Kalksalp.	0.08600 a	2.5557 b	2.6417 ab
4. 8 kg N i S-Kalksalp. + 100 g B	0.08853 a	2.5593 b	2.6479 ab
5. 8 kg N i S-Kalksalp.+1 kg S+100 g B	0.07365 a	2.4351 b	2.5088 b

*) : Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

Det var små forskjeller i B opptaket i frøene. I halmen ble det høyest opptak i ledd 2 der det ble gitt 100 gram bor sammen med KalksalpeterTM.

Konklusjon:

Ingen klare avlingsforskjeller ble oppnådd ved ekstra tilførsel av S og B. Dette tyder på at tilførselen av svovel og bor i grunnjødsla med Fullgjødsel[®] 17-5-13 har vært tilstrekkelig. Det kjemiske innholdet av S og B varierte lite mellom de ulike behandlingene. Agena og Valo gav lik avlingsrespons og hadde samme innhold av N, S og B.

6. SVOVELEFFEKT AV ULIKE GJØDSELTYPER

I denne forsøksserien testes svoveleffekten av ulike svovelkilder separat og innblandet i ulike gjødseltyper. Avprøvingen er et ledd i dokumentasjonen av gjødselprodukter fra Hydro Agri.

Svoveleffekt av ulike råstoffkilder

Forsøket ble utført for å dokumentere virkningen av svovel fra råstoffkildene kieseritt, gips og anhydritt. Undersøkelsene foregikk i veksthus. Som forsøksjord ble det nyttet hvitmosetorv, kalket med 900 kg per daa CaCO_3 per daa til pH 6,0. Som forsøksvekst ble ett-årig raigras benyttet. Jorda ble grunn gjødslet med 15 kg N per daa i form av HYDRO-KAS™, 6 kg P per daa i form av Ca-fosfat, 12 kg K per daa i form av KCl, samt mikronæring. Det ble så generelt overgjødslet etter 1., 2. og 3. slått med 12 kg N per daa i form av HYDRO-KAS™, og 9 kg K per daa i form av KCl.

Forsøksplan:

Gjødslingsleddene var som følgende

Gjødslingsledd:

- I: Uten svovel
- II: 3 kg S per daa som kieseritt, 22% S.
- III: 3 kg S per daa som gips, 17% S
- IV: 3 kg S per daa som anhydritt, 23% S

S-tilførselen i ledd II, III og IV ble utført på to forskjellige måter (serie 1 og serie 2). I serie 1 ble forsøks gjødsel innblandet ved anlegg. I serie 2 ble forsøks gjødsel overgjødslet etter 1. slått.

Tabell 1. Forsøksopplegget

Forsøksledd	Gjødslingsledd	Serie
1	I	Felles
2	II	1
3	III	1
4	IV	1
5	II	2
6	III	2
7	IV	2

Det ble holdt et optimalt fuktighetsregime under forsøket. Forsøket ble høstet 4 ganger. Forsøket inneholder 7 ledd (Tabell1) og hvert ledd har 3 gjentak. I høstet raigras ble det målt tørrstoff, samt gjort leddvise analyser for totalt innhold av N og S.

Resultater

Avlingsmengde

Ved 1. slått var avlingen fra forsøksleddene gjødsla med S ved anlegg (serie 1) signifikant høyere enn ved overgjødning etter 1. slått (serie 2). Dette var gjeldende for alle leddene bortsett fra leddene tilført S i form av anhydritt (ledd 4 og 7). På leddet tilført S i form av anhydritt var avlingen lik leddet uten ekstra tilførsel av S-gjødsel (ledd 1). Leddene 5 og 6, som ikke var gitt noe S før etter 1. slått (serie 2), ga signifikant lavere avling enn leddene gitt S i form av kieseritt og gips ved anlegg.

Ved 2. slått var det misvekst i leddet uten ekstra S-tilførsel, og alle leddene tilført S gav signifikant høyere avling. Av leddene som ble S-gjødsla ved anlegg, gav kieseritt den høyeste avlingen, og leddet gitt S som anhydritt den minste avlingen. Kieseritt ga signifikant høyere avling enn anhydritt. For leddene gitt S etter 1. slått, gav leddet tilført S som anhydritt den største avlingen, og denne var dessuten lik avlingsmengden ved bruk av

Tabell 2. Gjennomsnittlig avlingsmengde, etter hver høsting og totalt, i gram (TS) kar⁻¹.

Forsøksledd	Avling, 1. høst gram (TS) kar ⁻¹	Avling, 2. høst gram (TS) kar ⁻¹	Avling, 3. høst gram (TS) kar ⁻¹	Avling, 4. høst gram (TS) kar ⁻¹	Total avling gram (TS) kar ⁻¹
1. I	11.7 ab	4.3 c	2.6 d	0.5 d	19.1 c
2. II+s1	13.1 a	17.1 a	13.0 bc	6.6 bc	47.2 ab
3. III + s1	14.2 a	15.9 ab	13.4 abc	7.3 ab	50.9 a
4. IV + s1	12.3 ab	14.2 b	12.3 c	5.4 c	44.1 b
5. II + s2	10.2 b	14.3 b	13.9 ab	8.0 a	46.4 ab
6. III + s2	9.9 b	13.6 b	14.1 ab	8.3 a	45.9 ab
7. IV + s2	12.2 ab	17.1 a	14.6 a	7.4 ab	51.3 a

*) : Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

kieseritt i serie 1. Avlingene oppnådd i leddene tilført S i form av kiseritt og gips, etter 1. slått (serie 2), gav avlinger på nivå med anhydritt i serie 1 (laveste avling i serie 1).

Ved 3. slått var det fortsatt misvekst i leddet uten tilførsel av S (forsøksledd 1). Det er en trend i retning av at leddene overgjødset med S etter første slått nå gav noe bedre avling enn leddene gitt alt S ved anlegg, uten at dette er helt klart statistisk sett. Leddet gitt S som anhydritt ved anlegg gav nå signifikant lavere avling enn alle leddene overgjødset med S. Overgjødsling med S i form av anhydritt gav derimot nå den beste avlingen, en avling signifikant bedre enn avlingene i leddene gitt S i form av anhydritt og kiseritt ved anlegg.

Ved 4. slått hadde vi fortsatt misvekst i leddet uten tilførsel av S. Igjen er det en trend i retning av at S overgjødset etter 1. slått gav høyere avling enn når alt ved gitt ved anlegg. S gitt som anhydritt ved anlegg gav den laveste avlingen, signifikant lavere enn alle leddene overgjødset med S. Leddene overgjødset med S gav ikke innbyrdes signifikant forskjellige avlingsutslag.

Total sett gav tilførsel av S i form av gips, dersom gjødsla ble gitt ved anlegg, og tilførsel av S i form av anhydritt, ved overgjødsling etter 1. slått, den beste avlingen. Dette positive avlingsutslaget var imidlertid kun statistisk signifikant ved sammenligning med leddet tilført S som anhydritt ved anlegg, og leddet uten ekstra tilførsel av S.

Innhold og opptak av nitrogen og svovel

Ved kjemisk analyse av innhold av total N og S i plantematerialet er prøvene slått sammen leddvis. Denne reduksjonen i forsøksmaterialet gjør at vi statistisk kun kan sammenligne 1) tilførselsmåtene mot hverandre (serie I mot serie II for alle råstoffkildene), og 2) de ulike råstoffkildene mot hverandre men da ved å bruke materialet fra begge tilførselsmåtene (Tabell 3a)-6a)). Målt innhold av N og S, samt beregnet opptak av N og S, for hvert ledd er imidlertid gitt i tabellene 3b)-6b).

Bortsett i fra ved 1. høsting, ser det ut til at N-innholdet i plantene generelt er høyere når S tilføres ved anlegg enn om S tilføres etter 1. slått (Tabell 3a). Det er spesielt leddet tilført S i form av anhydritt ved anlegg som har et %-vis høyere innhold av N, og spesielt i 3. og 4. slått (Tabell 3b).

Tabell 3 a) og b). N i plantematerialet [%], raigras, etter hver høsting. Gjødslingsledd er avgitt som romertall, serie som s1 og s2.

a):

	N-innhold, 1. høst [%]	N-innhold, 2. høst [%]	N-innhold, 3. høst [%]	N-innhold, 4. høst [%]
S1/II,III,IV	1.5 b	2.0 a	2.7 a	4.1 a
S2/II,III,IV	2.0 a	1.9 a	2.5 b	3.7 b
*****	*****	*****	*****	*****
II/s1+2	1.7 a	2.0 a	2.6 a	3.8 b
III/s1+2	1.7 a	2.0 a	2.6 a	3.6 c
IV/s1+ 2	1.8 a	1.9 a	2.6 a	4.3 a

*) Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]. De statistiske sammenligningene er foretatt i øvre og nedre del av tabellen hver for seg, og kan ikke sammenlignes seg i mellom.

b):

Forsøksledd	N-innhold, 1. høst, [%]	N-innhold, 2. høst, [%]	N-innhold, 3. høst, [%]	N-innhold, 4. høst, [%]
1. I	1.8	5.7	8.2	10.4
2. II+s1	1.4	2.0	2.6	4.0
3. III + s1	1.5	1.9	2.7	3.7
4. IV + s1	1.5	2.1	2.9	4.7
5. II + s2	2.1	2.0	2.5	3.6
6. III + s2	1.9	2.1	2.5	3.5
7. IV + s2	2.1	1.7	2.4	4.0

Det er signifikant økning i N-opptaket i 4. slått når S tilføres etter 1.slått (serie 2), sammenlignet med leddene hvor alt S tilføres ved anlegg (Tabell 4a). Dette gjelder generelt for alle S-kildene, men S i form av anhydritt gir det aller høyeste N-opptaket (Tabell 4b). Totalt N-opptak er altså størst for leddet som gjødsles med anhydritt etter 1. slått, og minst for leddet som gjødsles med anhydritt ved anlegg (Tabell 4 b).

Tabell 4a) og b) . N-opptaket i raigras [mg (TS) kar⁻¹, etter hver høsting og totalt.

a):

	N-opptak, 1. høst [mg (TS) kar ⁻¹]	N-opptak, 2. høst [mg (TS) kar ⁻¹]	N-opptak, 3. høst [mg (TS) kar ⁻¹]	Totalt N-opptak, 4. høst [mg (TS) kar ⁻¹]	Totalt N-opptak [mg (TS) kar ⁻¹]
S1/II,III,IV	194 a	294 a	354 a	261 b	1104 a
S2/II,III,IV	220 a	284 a	349 a	292 a	1146 a
*****	*****	*****	*****	*****	*****
II/ s1+s2	197 a	282 a	345 a	277 a	1101 a
III/ s1+s2	205 a	296 a	359 a	281 a	1140 a
IV/ s1 + s2	220 a	290 a	351 a	273 a	1135 a

*) Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]. De statistiske sammenligningene er foretatt i øvre og nedre del av tabellen hver for seg, og kan ikke sammenlignes seg i mellom.

b):

Forsøksledd	N-opptak, 1. høst, [mg (TS) kar ⁻¹]	N-opptak, 2. høst, [mg (TS) kar ⁻¹]	N-opptak, 3. høst, [mg (TS) kar ⁻¹]	N-opptak, 4. høst, [mg (TS) kar ⁻¹]	N-opptak, Totalt, [mg (TS) kar ⁻¹]
1. I	215	246	213	52	726
2. II+s1	185	336	341	263	1124
3. III + s1	218	303	362	270	1153
4. IV + s1	181	295	360	253	1089
5. II + s2	209	279	349	291	1129
6. III + s2	193	288	353	292	1126
7. IV + s2	258	286	345	297	1185

S-tilførsel etter 1.slått (serie 2) gav generelt det høyeste S-innholdet i avlingen (Tabell 5a). Høyest S-innhold var det i leddet tilført S i form av gips etter 1. slått (serie 2) (Tabell 5 b).

Tabell 5a) og b). S i plantematerialet [%], raigras, etter hver høsting. Gjødslingsledd er avgitt som romertall, serie som s1 og s2.

a):

	S-innhold, 1. høst [%]	S-innhold, 2. høst [%]	S-innhold, 3. høst [%]	S-innhold, 4. høst [%]
Serie 1/II,III,IV	0.13 a	0.16 b	0.15 b	0.13 b
Serie 2/II,III,IV	0.07 b	0.20 a	0.18 a	0.14 a
*****	*****	*****	*****	*****
II/serie 1+2	0.09 b	0.18 a	0.16 b	0.12 c
III/serie 1+2	0.10 a	0.19 a	0.19 a	0.15 a
IV/serie 1+2	0.10 a	0.16 b	0.15 b	0.13 b

*) Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]. De statistiske sammenligningene er foretatt i øvere og nedre del av tabellen hver for seg, og kan ikke sammenlignes seg i mellom.

b):

Forsøksledd	S-innhold, 1. høst, [%]	S-innhold, 2. høst, [%]	S-innhold, 3. høst, [%]	S-innhold, 4. høst, [%]
1. I	0.07	0.06	0.07	0.06
2. II+s1	0.12	0.16	0.15	0.12
3. III + s1	0.13	0.17	0.16	0.14
4. IV + s1	0.13	0.16	0.14	0.13
5. II + s2	0.06	0.21	0.17	0.13
6. III + s2	0.07	0.22	0.22	0.16
7. IV + s2	0.07	0.16	0.15	0.13

Totalt S-opptak er generelt høyest når S tilføres etter 1. slått sammenlignet med tilførsel ved anlegg (Tabell 6a). Spesielt er det S i form av gips som gir det høyeste opptaket av S, mens anhydritt gir det laveste (Tabell 6 b). Denne interne fordelingen er tilsvarende også når alt S tilføres ved anlegg.

Tabell 6a) og b). S-opptaket i raigras [mg (TS) kar⁻¹], etter hver høsting og totalt

a):

	S-opptak, 1. høst [mg (TS) kar ⁻¹]	S-opptak, 2. høst [mg (TS) kar ⁻¹]	S-opptak, 3. høst [mg(TS) kar ⁻¹]	S-opptak, 4. høst [mg (TS) kar ⁻¹]	Totalt S-opptak [mg (TS) kar ⁻¹]
S1/II,III,IV	16.9 a	24.0 b	19.6 b	8.5 b	68.9 a
S2/II,III,IV	7.1 b	29.0 a	25.5 a	11.0 a	72.5 a
*****	*****	*****	*****	*****	*****
II/ s1+s2	10.9 a	26.5 a	21.5 b	9.0 b	67.9 b
III/ s1+s2	12.7 a	27.9 a	26.2 a	11.9 a	78.7 a
IV/ s1 + s2	12.3 a	25.0 a	20.0 b	8.3 b	65.6 b

*) : Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]. De statistiske sammenligningene er foretatt i øvre og nedre del av tabellen hver for seg, og kan ikke sammenlignes seg imellom.

b):

Forsøksledd	S-opptak, 1. høst, [mg (TS) kar ⁻¹]	S-opptak, 2. høst, [mg (TS) kar ⁻¹]	S-opptak, 3. høst, [mg (TS) kar ⁻¹]	S-opptak, 4. høst, [mg (TS) kar ⁻¹]	S-opptak, Totalt, [mg (TS) kar ⁻¹]
1. I	7.8	2.6	1.8	0.3	12.5
2. II+s1	15.4	26.8	19.4	8.0	69.5
3. III + s1	18.9	26.3	21.6	10.5	77.2
4. IV + s1	16.4	22.9	17.7	7.1	64.2
5. II + s2	6.5	30.3	23.5	10.0	70.4
6. III + s2	6.5	29.4	30.8	13.4	80.0
7. IV + s2	8.2	27.1	22.3	9.6	67.3

Konklusjon

Det ble oppnådd størst total avling når S ble tilført etter 1. slått i form av anhydritt eller i form av gips tilført ved anlegg. S tilført ved anlegg i form av anhydritt gav imidlertid den dårligste avlingen. Det kan altså se ut til at anhydritten er noe tungtløselig når den blandes inn i jorda, mens den derimot ser ut til å kunne være bedre egnet ved overgjødning gitt at vanntilførselen er optimal (slik som her i veksthus). Det burde imidlertid være nok vann i jorda til at anhydritten kunne bli hydrolysert, så denne observasjonen er ikke egentlig lett å forklare og bør nok dokumenteres over flere sesonger før den med sikkerhet kan sies å være reell.

Plantenes N-opptak er ikke signifikant påvirket av S-kilde, eller gjødslingstidspunkt.

S-opptaket er størst når S tilføres i form av gips, minst når S tilføres i form av anhydritt både ved tilførsel ved anlegg og tilførsel etter 1. slått.

Svoveeffekt av ulike gjødselslag

I dette karforsøket testes ulike typer forsøksgjødning fra Hydro Agri for å se på tilgjengeligheten av svovel for ulike gjødselslag.

Forsøksjord: Hvitmoseatorv, kalket med 1200 kg CaCO₃ pr. daa til pH 6,0

Forsøksvekst: Ett årig raigras

Forsøksplan:

1. HYDRO-KAS™ + Ca-fosfat + KCl
2. HYDRO-NK™ 20-10 + Ca-fosfat + KCl
3. Fullgjødning® 17-5-13

Grunngjødsling (kg pr.daa):

15 kg N i forsøksgjødning, mikronæring

Overgjødning (kg pr.daa):

Etter 1. slått: 12 kg N i forsøksgjødning unntatt Ca-fosfat

Etter 2 slått: 12 kg N i HYDRO-KAS™, 9 kg K i KCl

Det ble lagt ut 3 gjentak for hvert av de 3 leddene. Forsøket ble vannet optimalt og det ble foretatt 3 høstinger. Avlingen ble målt for hver høsting, og det ble tatt ut leddvise analyser for nitrogen og svovel. Tydelig svovelmangel kom tidlig til syne på kontrollleddet. De to leddene med svovel hadde jevn og fin vekst.

Tabell 1. Avling av raigras

Serie	Tilført S kg daa ⁻¹	Raigras, gram kar ⁻¹			
		1. høsting	2. høsting	3. høsting	Sum
1. HYDRO-KAS + Ca-fosfat + KC	0	5.7 a	2.9 b	1.6 c	10.2 b
2. HYDRO-NK 20-10 + Ca-fosfat + KCl	4.1	8.8 a	8.5 a	7.5 b	24.9 a
3. Fullgjødning 17-5-13	3.5	7.0 a	8.1 a	8.1 a	23.2 a

*) : Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

Svovelmangel reduserte avlingen mye i ledd 1. Avlingssvikten var spesielt tydelig i 2. og 3. slått. I sum for 3 slåtter ligger avlingen på under 50% av avlingen på ledd med svovel. I tredje høsting hadde 17-5-13 klart høyest avling, og er signifikant forskjellig fra NK 20-10. I sum for 3 slåtter er det derimot ingen forskjell på Fullgjødning 17-5-13 og NK 20-10.

Tabell 2. Innhold av N og S i raigras.

Ledd	1.slått		2.slått		3.slått	
	N [%]	S [%]	N [%]	S [%]	N [%]	S [%]
1. KAS + Ca-fosfat + KC	3.4	0.07	6.3	0.08	7.7	0.07
2. NK 20-10 + Ca-fosfat + KCl	1.5	0.12	3.3	0.22	3.5	0.20
3. Fullgjødning 17-5-13	1.2	0.12	3.1	0.27	3.1	0.24

Ledd 1 hadde betydelig høyere N-innhold grunnet det lave avlingsnivået. Svovelinholdet i ledd 1 var meget lavt. Innholdet av S i ledd 2 og 3 var ganske likt for alle slåttene.

Tabell 3. Opptak av N og S i raigras angitt i mg pr. kar

Ledd	1.slått		2.slått		3.slått		Sum	
	N	S	N	S	N	S	N	S
1. KAS + Ca-fosfat + KC	194	3.99	183	2.32	123	1.12	500	7.43
2. NK 20-10 + Ca-fosfat + KCl	132	10.6	281	18.7	263	15.0	676	44.3
3. Fullgjødning 17-5-13	84	8.40	251	21.9	251	19.4	586	49.7

Opptaket av S var meget lavt i ledd 1. Mellom ledd 2 og 3 var det ingen tydelige forskjeller i S-opptaket. Opptaket av N tenderte til å være høyest i ledd 2.

Konklusjon:

Svoveltilførsel gjennom gjødsla kan være avgjørende for å oppnå tilfredsstillende avlinger. Det var ingen klare forskjeller mellom bruk av Fullgjødning 17-5-13[®] og HYDRO-NK[™] 20-10 på verken avling eller innhold og opptak av nitrogen og svovel.

Svoveleffekt av anhydritt og kieseritt innblandet i

Kalksalpeter™

For å teste ut effekten av Kalksalpeter™ med svovel fra ulike råstoffkilder (anhydritt og kieseritt) ble det lagt ut et karforsøk med hvete på to ulike jordarter. Kieseritt som brukes i Svovel-Kalksalpeter™ foreligger som hydratisert magnesiumsulfat ($MgSO_4 \cdot H_2O$). Anhydritt ($CaSO_4$) er et sedimentært mineral dannet fra gips.

Forsøksjord: I. Moldfattig lettleir + 15 % hvitmosetorv, kalket til pH 6,0 med 800 kg $CaCO_3$ per daa.
II. Hvitmosetorv, Kalket med $CaCO_3$ pr. daa til pH 6,0

Forsøksvekst: Vårhvete (Bastian)

Forsøksplan: 1. Kalksalpeter™
2. Kalksalpeter m/anhydritt
3. Svovel-Kalksalpeter™
Overgjødsles ved begynnende stråstrekking (Z 31) og når flaggbladet er fullt utviklet (Z 39) med tilsvarende 5 kg N per daa per gang.

Grunngjødsling (per daa):

Alle ledd: 12 kg N i HYDRO-KAS, 6 kg P i Ca-fosfat, 12 kg K i KCl, mikronæring
Ledd 1 og 2: 2,5 kg Mg i MgO, ledd 3: 1,8 kg Mg i MgO

Alle behandlinger ble gjentatt 3 ganger. Forsøket ble vannet optimalt, og hveten ble høstet ved gulmodning. Det ble målt avling, og tatt leddvise analyser av totalt innhold av nitrogen og svovel i korn og halm. Hveten etablerte seg godt med kraftig vekst. Tydelig svovelmangel ble observert på hvitmosetorva, mens det ikke var synlig effekt av svovel på leirjorda. Plantene holdt seg grønnere lenger på leirjorda enn i hvitmose.

Resultater

Tabell 1. Avling, kornprosent og tusenkornvekt i forhold til jordart

Jordtype	Korn [gram kar^{-1}]	Halm [gram kar^{-1}]	Korn %	1000-korn [gram]
1. Moldfattig lettleire	15.9 a	18.1 a	49.4 a	30.9 b
2. Hvitmosetorv	17.5 a	15.7 a	52.8 a	33.2 a

*) : Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

Ingen signifikante forskjeller kunne finnes mellom de to jordartene i avling, kornprosent eller 1000-kornvekt. Det var likevel en tendens til at hvitmosetorva gav høyere avling. Dette kan skyldes ulike jordfysiske forhold.

Tabell 2. Avling, kornprosent og tusenkornvekt i forhold til ledd

Ledd	Korn [gram kar ⁻¹]	Halm [gram kar ⁻¹]	Korn %	1000-korn [gram]
1. Kalksalpeter	15.5 a	15.6 a	48.9 a	32.1 a
2. Kalksalpeter m/anhydritt	17.7 a	19.0 a	53.2 a	31.9 a
3. Svovel-Kalksalpeter	17.0 a	16.1 a	51.3 a	32.2 a

*): Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

Det var ingen statistisk sikre utslag for avling i forhold til råstoffkilde. Det er likevel en tendens til at både korn- og halmavlingen ble satt noe tilbake der det bare ble benyttet Kalksalpeter[™] uten svoveltilsetning. Forsøket viser at anhydritt ikke har satt avlingen tilbake sammenliknet med kieseritt.

Tabell 3. Innhold og opptak av N og S i forhold til jordart

Jordtype	Innhold i korn, [%]		Innhold i halm, [%]	
	N	S	N	S
1. Moldfattig lettleire	3.56 a	0.166 a	1.52 a	0.193 a
2. Hvitmosetorv	2.43 b	0.096 b	0.64 b	0.048 b

*): Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

Lettleira gav høyere innhold av både N og S i korn og halm sammenliknet hvitmosetorva. Dette viser at en N og S ble mineralisert fra lettleira i løpet av vekstsesongen.

Tabell 4. Opptak av N og S forhold til jordart

Ledd	Opptak i korn, [mg kar ⁻¹]		Opptak i halm, [mg kar ⁻¹]	
	N	S	N	S
1. Moldfattig lettleire	569 a	26.6 a	274 a	35.2 a
2. Hvitmosetorv	426 a	16.8 b	101 b	7.53 b

*) : Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

Opptak av de samme næringsstoffene viser det samme resultat som for innhold: Økt opptak på leirjorda pga. mineralisering.

Tabell 5. Innhold av N og S i forhold til ledd

Ledd	Innhold i korn, [%]		Innhold i halm, [%]	
	N	S	N	S
1. Kalksalpeter	3.16 a	0.116 a	1.23 a	0.104 a
2. Kalksalpeter m/anhydritt	2.96 a	0.136 a	1.01 a	0.126 a
3. Svovel-Kalksalpeter	2.87 a	0.142 a	1.01 a	0.132 a

*) : Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

Det var ikke noen statistisk signifikante utslag for de ulike svovelbehandlingene med tanke på innhold av N og S. Likevel var det klar tendens til økt innhold av S i korn og halm der det ble benyttet Svovel-KalksalpeterTM. Innholdet av N tenderte til å gå ned når S ble tilført gjennom gjødsel.

Tabell 6. Opptak av N og S forhold til ledd

Ledd	Opptak i korn, [mg kar ⁻¹]		Opptak i halm, [mg kar ⁻¹]	
	N	S	N	S
1. Kalksalpeter	481 a	16.9 a	190 a	15.8 a
2. Kalksalpeter m/anhydritt	531 a	24.4 a	210 a	26.9 a
3. Svovel-Kalksalpeter	480 a	23.8 a	162 a	21.3 a

*) : Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

Tilførsel av svovel gjennom anhydritt eller kieseritt har hatt en positiv effekt på opptaket av svovel i både korn og halm.

Konklusjon:

Begge de to S-holdige typene av Kalksalpeter™ hadde positiv innvirkning på både korn- og halmavling. Innholdet og opptaket av S var høyere der det ble brukt svovelholdig Kalksalpeter. Det var ingen forskjell i avling, innhold og opptak av svovel mellom de to ulike svovelkildene anhydritt og kieseritt.

7. POTETFORSØK

Ulik størrelse og vekt av settepotet kan være en årsak til avlingsvariasjoner i vekstforsøk både på friland og i veksthus. Målsettingen med dette karforsøket var å belyse denne naturlige variasjonen, og se på mulighetene for å redusere variasjonen gjennom å benytte knoller med mest mulig lik størrelse.

Forsøksopplegg

I forsøket ble det brukt en sur lettleire innblandet 50 % hvitmosetorv. Jorda ble kalket med en mengde tilsvarende 750 kg CaCO₃ pr. daa. Potteforsøket ble lagt opp med to behandlinger: Små settepoteter og store settepoteter; begge ledd med 9 gjentak. Potetene ble lysgrodd, knollvekt registrert, og antall spirer notert. 1 potet ble satt pr. kar. Potetene fikk optimal næringstilgang, tilsvarende 150 kg pr. daa Fullgjødse[®] 11-5-18 Mikro jevnt innblandet, og vanningen var optimal gjennom veksttida. Antall stengler ble notert på hver plante i veksttida. Ved høsting ble knollene sortert i klasse over og under 40 g, og avlingen veid.

Resultater

Tabell 1. Midlere data for settepoteter

Ledd	Vekt morpotet, g	Vektvariasjon morpotet, % *	Antall groer pr. potet	Variasjon i ant. groer, % *
1. Små settepoteter	39.2 b	15.7	2.6 a	44.0
2. Store settepoteter	76.3 a	6.1	2.8 a	30.0

Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

*Variasjon er beregnet som standardavvik i prosent av gjennomsnittet for observasjonene

Settepotetvekta i ledd 1 var ca halvparten av vekta for ledd 2. Variasjonen i settepotetvekt og variasjon i groantall var høyere for de små potetene sammenliknet med de store. Gjennomsnittelig antall groer pr. potet var ganske likt for begge gruppene. De store settepotetene hadde mindre variasjon i vekta sammenliknet med de små.

Tabell 2. Midlere avlingsdata, råvekt

Ledd	Total avling, g pr. potte	Variasjon avling, %*	Knollvekt, g i avling	Variasjon knollvekt, %*	Antall knoller pr. bol	Variasjon knollantall, %*
1. Små settepoteter	363.1 a	15.3	33.3 a	13.7	11.1 a	21.8
2. Store settepoteter	397.4 a	12.1	32.1 a	14.3	12.6 a	17.9

Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

*Variasjon er beregnet som standardavvik i prosent av gjennomsnittet for observasjonene

Avlingen ved bruk av store settepoteter var noe høyere enn der det ble brukt små (Tabell 2). Denne forskjellen var imidlertid ikke signifikant. Avlingsvariasjonen var noe mindre der det ble brukt store settepoteter.

Tabell 3. Salgbar avling og stenglobservasjoner

Ledd	Avling over 40 g	Avling under 40 g	Antall under 40 g	Antall over 40 g	Antall tynne stengler	Ant. kraftige stengler	Sum stengler
1. Små	238.2 a	124.9 a	7.1 a	4.0 a	1.4 b	2.7 b	4.1 b
2. Store	238.4 a	159.0 a	8.6 a	4.0 a	3.7 a	4.9 a	8.6 a

Gjennomsnitt med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig [LSD t-test, 5% nivå]

Fordelingen av avling over og under 40 gram var ganske lik for begge ledd. Antallet stengler var høyest der det ble brukt store settepoteter, noe som er karakteristisk for bruk av store poteter (Roer, 1986).

Konklusjon:

Bruk av store settepoteter gav noe høyere avling enn små i dette forsøket. Avlingsvariasjonen var noe mindre der det var brukt store settepoteter.

Litteratur:

Lars Roer. 1986. Forelesninger i potet. Landbruksbokhandelen, Ås-NLH.

