

Norsk landbruksforskning

Norwegian Agricultural Research

Vol. 6 1992 Nr. 3

NISK, BIBLIOTEKET



70266704



Statens fagtjeneste for landbruket, Ås, Norge
Norwegian Agricultural Advisory Service, Ås, Norway

NORSK LANDBRUKSFORSKING / NORWEGIAN AGRICULTURAL RESEARCH

Norsk landbruksforskning er en fortsettelse av Meldinger fra Norges landbrukshøgskole og Forskning og forsøk i landbruket og dekker et publiseringsbehov for norske forskningsresultater innenfor fagområdene: Akvakultur/*Aquaculture*, Husdyrbruk/*Animal Science*, Jordfag/*Soil Science*, Landbruksteknikk/*Agricultural Engineering and Technology*, Naturgrunnlag og miljø/*Natural Resources and Environment*, Næringsmiddelteknologi og hygiene/*Food Technology*, Plantedyrking jord- og hagebruk/*Crop Science*, Skogbruk/*Forestry*, Økonomi og samfunnsplanlegging/*Economics and Society Planning*.

Tidsskriftet har abstrakt, figur- og tabelltekster, overskrift samt nøkkelord på engelsk.

Articles published in the journal will always contain titles, abstracts, key words and figures and tables legends in English.

Ansvarlig redaktør/*Managing Editor*, Jan A. Breian

Redaksjonsråd/*Editorial Board*

Birger Halvorsen, Norsk institutt for skogforskning
Sigmund Huse, Norges landbrukshøgskole, Institutt for
biologi og naturforvaltning
Ådne Håland, Særheim forskingsstasjon
Åshild Krogdahl, Institutt for akvakulturforskning
Karl Alf Løken, Norges landbrukshøgskole, Institutt for
tekniske fag
Toralf Matre, Norges landbrukshøgskole, Institutt for hus-
dyrfag
Einar Myhr, Norges landbrukshøgskole, Institutt for tekni-
ske fag
Nils K. Nesheim, Norges landbrukshøgskole, Institutt for
økonomi og samfunnsfag
Kjell Bjarte Ringøy, Norsk institutt for landbruks-
økonomisk forskning
Ragnar Salte, Institutt for akvakulturforskning
Martin Sandvik, Norsk institutt for skogforskning
Hans Sevattal, Norges landbrukshøgskole, Institutt for
planfag og rettslære
Bal Ram Singh, Norges landbrukshøgskole, Institutt for
jordfag

Arne Oddvar Skjelvåg, Norges landbrukshøgskole, Institutt
for plantekultur
Anders Skrede, Norges landbrukshøgskole, Institutt for
husdyrfag
Grete Skrede, Norsk Institutt for næringsmiddelforskning
Kjell Steinholt, Norges landbrukshøgskole, Institutt for
meieri- og næringsmiddelfag
Arne H. Strand, Norges landbrukshøgskole, Institutt for
meieri- og næringsmiddelfag
Hans Staaland, Norges landbrukshøgskole, Institutt for bio-
logi og naturforvaltning
Asbjørn Svensrud, Norges landbrukshøgskole, Institutt for
skogfag
Geir Tuttoren, Norges landbrukshøgskole, Institutt for tek-
niske fag.
Odd Vangen, Norges landbrukshøgskole, Institutt for hus-
dyrfag
Sigbjørn Vestrheim, Norges landbrukshøgskole, Institutt
for hagebruk
Kåre Årsvoll, Statens plantevern

UTGIVER/*PUBLISHER*

Statens fag tjeneste for landbruket/*Norwegian Agricultural Advisory Service*, Moerveien 12, 1430 Ås, Norway. Norsk landbruksforskning/*Norwegian Agricultural Research* (ISSN 0801-5333) blir utgitt med fire hefter pr. år som utgjør et volum. Hvert hefte skal være på ca. 100 sider. Abonnementsprisen er NOK 400,- pr. år. Eventuelle supplementer vil bli sendt gratis til abonnenter, men kan bestilles separat hos utgiveren.

KORRESPONDANSE/*CORRESPONDENCE*

All korrespondanse av redaksjonell eller forretningsmessig karakter skal sendes til Statens fag-
tjeneste for landbruket/*Norwegian Agricultural Advisory Service*.

Tegningen på omslaget er fra «Guttene på broen» av Kjell Aukrust.

ISSN 0801-5333

Effekt av CO₂-tilskudd fra lav-NO_x brenner på veksten hos noen veksthusplanter

Effect of CO₂ enrichment from a low-NO_x burner on growth of some greenhouse plants

LEIV M. MORTENSEN

Statens forskingsstasjoner i landbruk, Særheim forskingsstasjon, Klepp st., Norge
/Norges landbrukshøgskole, Institutt for hagebruk, Ås, Norge

The Norwegian State Agricultural Research Stations, Særheim Research Station, Klepp st., Norway/Agricultural University of Norway, Department of Horticulture, Ås, Norway

Mortensen, L.M. 1992. Effect of CO₂ enrichment from a low-NO_x burner on growth of some greenhouse plants. Norsk landbruksforskning 6: 155-160. ISSN 0801-5333.

The effect of increasing the CO₂ concentration from 390 to 800 ppm either by pure liquid CO₂ from a container or by burning propane in a low-NO_x burner was investigated on some greenhouse plants in growth chambers. Although the increase in CO₂ concentration enhanced the dry weight of three lettuce cultivars by 14-38%, no difference in effect was found between the two CO₂ sources, except in the cv. Rapid where the effect of CO₂ enrichment from the CO₂-generator was somewhat lower than that from a container. Increasing the CO₂ concentration enhanced the dry weight of two *Begonia* cultivars (17-21%) and one of two pot rose cultivars (19%), but again no difference in effect was found between the two CO₂ sources. Neither was there any effect of CO₂ enrichment from the two CO₂ sources on the dry weight of two chrysanthemum and two cut rose cultivars. It therefore seems likely that burning propane in a low-NO_x burner would be a good alternative to pure CO₂ from containers. In some cases, however, a slightly lower effect of CO₂ enrichment may occur (e.g. the lettuce cv. Rapid) as a result of the content of nitrogen oxides in the combustion gases.

Key words: CO₂ enrichment, greenhouse plants, growth, low NO_x burner,

L.eiv M. Mortensen, Særheim Research Station, N-4062 Klepp st., Norway

I et tidligere forsøk ble effekten av CO₂-tilskudd fra en propan-basert lav-NO_x brenner (TWIN-HEAT) undersøkt på ulike tomatsorter ved ulike lysnivå (Mortensen 1992a). Det viste seg at CO₂ fra denne forbrenningen ga like god tilvekstøkning som ren CO₂ fra tank til tross for at innholdet av nitrogenoksyder (NO + NO₂ = NO_x) var ca. 70 ppb. Dette NO_x-nivået var imidlertid svært lavt sammenlignet med det som oppstår fra tradisjonelle brennere for CO₂-tilskudd. Før denne lav-NO_x brenneren anbefales til bruk i veksthus er det viktig at den blir utprøvd på flere planteslag.

Norsk institutt for skogforskning
Biblioteket

27 JULI 1992

Høgskoleveien 12, 1432 ÅS

MATERIALE OG METODER

Frø av tre salatsorter (*Lactuca sativa* L.), Norden, Salina og Rapid ble sådd i standard gjødslet torv (Floralux). Hos sorten Rapid fikk to planter vokse opp pr. potte, mens kun en hos de to andre sortene. Fem dager etter såing ble plantene plassert under ulike forsøksbetingelser i seks vekstkamre (Mortensen 1992b). Unge planter av *Rosa* 'Rubino Meilandina' og 'Coral Femini' (potteroser), ble skjært tilbake til 1 cm over pottetekanten før forsøket startet. Planter av to sorter snittroser, Kiss og Frisco, ble skjært tilbake og ett skudd fikk utvikle seg pr. plante i forsøksperioden. Rota stiklinger av *Begonia x hiemalis* 'Nette' og 'Nixe' ble kortdagsbehandlet i 18 dager ved 10 timer per dag før de ble satt i forsøk. Rota stiklinger av *Chrysanthemum x morifolium* 'Gaby' og 'Ritz', to planter i hver potte, ble toppet over fire blad ved forsøkets start. To skudd fikk utvikle seg på hver plante. Pottestørrelsen var 12 cm hos alle planteslag unntatt hos krysantemum hvor den var 11 cm. Det ble gjødslet med en fullstendig næringsløsning etter behov. Næringskonsentrasjonen i torva ble holdt på 1,5-2,0 mS cm⁻¹ og pH på ca. 6,0.

Følgende tre CO₂-behandlinger ble gitt i de seks vekstkabinettene: 1) 390 ppm (kontroll), 2) 800 ppm CO₂ gitt ved ren CO₂-gass fra tank (Hydrogas a.s.) og 3) 800 ppm CO₂ fra TWIN-HEAT CO₂-generatoren. Generatoren forbrente propan, mens den i Danmark er basert på forbrenning av naturgass. Samme behandling ble gjentatt i to vekstkamre, og alle klimadata er oppgitt i Tabell 1. Registreringer av de ulike klimafaktorene ble foretatt automatisk 8 ganger i timen og lagret på en datamaskin for senere behandling. Både temperatur og luftfuktighet var identisk i de tre behandlingene. I tillegg til dagslyset ble det gitt en fotonflux på 60 μmolm⁻²s⁻¹ (ca. 4000 lux) ved hjelp av høytrykk-natriumdamplamper (Thorn SON-XL-T) i 16 timer per døgn. I hvert kammer ble det for hver sort plassert 10 potter med salat, 8 med *Begonia*, 6 med snittroser, 5 med potteroser og 5 med krysantemum. Når det gjelder målinger av CO₂-, NO_x- og etylen-konsentrasjoner henvises det til tidligere rapport (Mortensen 1992a).

Tabell 1. Klimaregistreringer i seks vekstkamre med ulike CO₂-behandlinger og to gjentak. Gjennomsnitt for hele forsøksperioden (± standard avvik)

Table 1. The climate in six growth chambers including three CO₂ treatments and two replicates. Means (± SD) are given for the experimental period

	Kontroll		CO ₂ fra tank		CO ₂ fra generator	
	Gjentak 1	Gjentak 2	Gjentak 1	Gjentak 2	Gjentak 1	Gjentak 2
CO ₂ -kons.(ppm)	388 ± 18	393 ± 18	790 ± 80	805 ± 90	847 ± 150	777 ± 135
Temperatur (°C)	19,2 ± 0,6	19,2 ± 0,6	19,1 ± 0,7	19,0 ± 0,6	19,0 ± 1,0	19,1 ± 0,6
Relativ luftfuktighet (%)	78 ± 3	78 ± 3	78 ± 3	80 ± 2	79 ± 2	80 ± 3

Forsøket startet 21. januar, 1992, og krysantemum ble avsluttet 24. februar; salatsorten Norden 2. mars, Salina 6. mars og Rapid 11. mars; potterosene 9. mars og *Begonia* 11. mars. Snittrosene ble høstet etterhvert som de nådde et salgsferdig stadium. Tidspunktene for synlig blomsterfarge og åpen blomst ble registrert for roser og *Begonia*.

Frisk- og tørrvekt, plantehøyde og/eller diameter samt antall blomster ble registrert ved høsting.

RESULTATER

Tørrvekten hos de tre salatsortene Norden, Salina og Rapid økte med henholdsvis 14, 24 og 38% når CO₂-konsentrasjonen økte fra 390 til 800 ppm ved tilskudd av ren CO₂ (Tabell 2). Anvendelse av CO₂ fra generatoren ga samme effekt unntatt for sorten Rapid hvor tørrvekten lå mellom de to andre behandlingene. Hos to av salatsortene var det en tendens til at plantediameteren avtok ved CO₂-tilskudd, og dette var spesielt tilfelle hvor CO₂ fra generatoren ble anvendt.

Tabell 2. Effekter av CO₂-tilskudd fra tank eller CO₂-generator på veksten hos tre sorter salat. Verdier fulgt av forskjellige bokstaver innen hver kolonne er signifikant forskjellige ifølge Duncan's multiple range test på P<0.05 nivå. Signifikansnivå: ns, ikke signifikant; °, P<0.10; *, P<0.05; **, P<0.001; ***, P<0.001

Table 2. Effects of CO₂ enrichment from container or CO₂-generator on growth of three lettuce cultivars. Values followed by different letters are significantly different in accordance with Duncan's multiple range test at P<0.05 level. Significance level: ns, not significant; °, P<0.10; *, P<0.05; **, P<0.01; ***, P<0.001

CO ₂ -behandling (ppm)	'Norden'			'Salina'			'Rapid'	
	Friskvekt (g)	Tørrvekt (g)	Diameter (cm)	Friskvekt (g)	Tørrvekt (g)	Diameter (cm)	Friskvekt (g)	Tørrvekt (g)
390	47,5	2,02b	21,4a	46,4b	2,30b	29,5	71,5b	3,57c
800-tank	52,4	2,30a	20,5b	54,5a	2,86a	28,6ab	91,3a	4,93a
800-generator	49,4	2,14ab	19,7b	49,2ab	2,80a	27,2b	71,2b	4,38b
Signifikansnivå	°	**	***	*	***	*	***	***

Økning av CO₂-konsentrasjonen ved bruk av ren CO₂ ga 17- 21% økning i tørrvekten hos de to *Begonia*-sortene (Tabell 3). CO₂-tilskudd fra generatoren ga samme effekt som ren CO₂. Det var ingen effekt av CO₂-tilskudd på dager til synlig blomsterfarge, antall blomster, plantehøyde eller plantediameter hos de to sortene (data ikke presentert).

CO ₂ -behandling' (ppm) tørrvekt	'Nette'		'Nixe'	
	Tørrvekt (g)	% tørrvekt	Tørrvekt (g)	%
390	5,02b	5,3b	3,55b	5,3b
800-tank	6,08a	5,9a	4,14a	5,3b
800-generator	6,22a	6,0a	3,87ab	5,6a
Signifikansnivå	***	***	*	**

Tabell 3. Effekter av CO₂-tilskudd fra tank eller CO₂-generator på veksten hos to sorter *Begonia x hiemalis*
Table 3. Effects of CO₂ enrichment from a container or CO₂-generator on growth of two cultivars of *Begonia x hiemalis*

CO₂-tilskudd ga ingen signifikant økning i tørrvekt, prosent tørrvekt eller høyde hos de to krysantemumsortene (Tabell 4). Heller ikke antall blad (ca. 14) ble påvirket.

Tabell 4. Effekter av CO₂-tilskudd fra tank eller CO₂-generator på veksten hos to sorter krysantemum
Table 4. Effects of CO₂ enrichment from a container or CO₂-generator on growth of two chrysanthemum cultivars

CO ₂ -behandling (ppm)	'Gaby'			'Ritz'		
	Høyde (cm)	Tørrvekt (g)	% tørrvekt	Høyde (cm)	Tørrvekt (g)	% tørrvekt
390	24,9	6,32	9,0	17,2	3,52	8,5b
800-tank	26,7	6,99	9,3	18,6	4,14	9,2ab
800-generator	24,9	6,54	9,1	19,0	3,81	9,5a
Signifikansnivå	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Tilskudd av ren CO₂ førte til 19-21% økning i tørrvekten hos potteroser, men effekten var ikke signifikant hos den ene sorten (Tabell 5). CO₂ fra generatoren ga samme effekt som ren CO₂. Antall blomster var upåvirket av CO₂-konsentrasjonen, og dager til blomstring og plantehøyde var heller ikke påvirket (data ikke presentert).

Tabell 5. Effekter av CO₂-tilskudd fra tank eller CO₂-generator på veksten hos to sorter potteroser
Table 5. Effect of CO₂ enrichment from a container or CO₂-generator on growth of two pot rose cultivars

CO ₂ -behandling (ppm)	'Rubino Meilandina'			'Coral Femini'		
	Høyde (cm)	Tørrvekt (g)	Antall blomster	Høyde (cm)	Tørrvekt (g)	Antall blomster
390	29,7	7,92b	11,4	23,4	6,71	19,2
800-tank	32,8	9,39ab	12,0	26,0	8,14	22,5
800-generator	31,3	10,26a	11,8	24,7	8,07	19,7
Signifikansnivå	ns	*	ns	ns	ns	ns

Det var ingen signifikante effekter av CO₂-tilskudd på snittrosene, og resultatene er derfor ikke presentert. Verken hos snittrosen eller hos noen av de andre planteslagene ble det registrert synlige skader av CO₂-tilskudd fra brenneren.

DISKUSJON

Tidligere målinger over lang tid har vist at ved 800 ppm CO₂ ligger NO_x-konsentrasjonen på ca. 60 ppb ved CO₂-tilskudd fra lav-NO_x brenneren (Mortensen 1992a). Målingene viste også at etylen-konsentrasjonen lå svært lavt (ca. 1 ppb). Av de tilsammen 11 sortene i forsøket var det kun Rapid-salat som reagerte med en vekstreduksjon ved anvendelse av CO₂ fra brenneren sammenlignet med ren CO₂. Imidlertid var det fortsatt en positiv effekt av CO₂-tilskudd. Engelske forsøk har vist en negativ effekt av

500 ppb NO_x på tre salatsorter (Hand 1983), mens norske forsøk viste ingen effekt av 850-900 ppb NO_x på sju salatsorter, deriblant Salina (Mortensen 1985a, 1985b). Forskjeller i følsomhet overfor NO_x kan skyldes genetiske forskjeller mellom sortene, men også klimabetingelsene som lys og luftfuktighet spiller en viktig rolle (Mortensen 1986).

Rapid-salat er en tynn bladsalat og syntes spesielt følsom for NO_x. Lysnivået under forsøket var imidlertid noe for lavt til å gi en god vekst og kvalitet hos denne salatsorten som tydeligvis er relativt lyskrevende. En fotonfluks på minimum 100 μmolm⁻²s⁻¹ er derfor å anbefale til denne sorten. Ved en slik bedring i lysnivået er det å forvente at effekten av 60 ppb NO_x vil bli minimal siden effekten av NO_x avtar med lysnivået som tidligere vist med tomatplanter (Mortensen 1986).

Det er sjeldent blitt registrert negative effekter av NO_x-nivåer på rundt 60 ppb (Mortensen 1992a). Tidligere forsøk med ulike dekorasjonsplanter har vist vekst-reduksjoner ved 1 ppm NO_x (Saxe 1985). I et tidligere forsøk ble det ikke funnet noen effekt av 850 ppb på snittrosesorten Mercedes og to krysantemumsorter. (Mortensen 1985a).

Det synes svært sannsynlig at anvendelse av CO₂-tilskudd fra lav-NO_x brenneren TWIN-HEAT vil gi et godt resultat i veksthusammenheng. Det er lite sannsynlig at tilstedeværelsen av ca. 60 ppb NO_x vil føre til vekst- og avlingsreduksjoner. I verste fall vil det unntaksvis dreie seg om marginale effekter som sannsynligvis vil oppveies av en lavere pris på CO₂-gassen. Slangeagurk var ikke inkludert i forsøket, men tidligere forsøk med 850 ppb NO_x til sorten Farbiola ga ingen vekstreduksjon (Mortensen 1985a). Det er i dag en økende vinterproduksjon med slangeagurk. I denne produksjonen anvendes det svært høye lysnivå (ca. 15000 lux eller ca. 200 μmolm⁻²s⁻¹), og selv om en agurksort skulle være følsom for NO_x vil de gode lysforholdene etter all sannsynlighet eliminere en negativ effekt av forurensingen. Lignende betraktninger gjelder også den økende vinterproduksjonen av snittroser (Mortensen et al. 1992).

Ikke alle artene/sortene reagerte positivt på CO₂-tilskuddet. Dette skyldtes sannsynligvis i noen grad at kontrollkonsentrasjonen var noe høy (390 ppm). Dersom CO₂-tilskudd ikke anvendes i veksthus vil CO₂-konsentrasjonen raskt falle under 200 ppm i lysperioden (Sebesta og Reiersen 1981). Ulike effekter av CO₂-tilskudd skyldes også ulike grader av fotosyntetisk tilpasning overfor høye CO₂-konsentrasjoner over tid, men generelt gir CO₂-tilskudd en positiv effekt på veksthusplanter (Mortensen 1987).

SAMMENDRAG

Effekten av å øke CO₂-konsentrasjonen fra 390 til 800 ppm ved anvendelse av ren CO₂ fra tank eller ved forbrenning av propan i en lav-NO_x brenner ble undersøkt på noen veksthusplanter i vekstkamre. Konsentrasjonen av nitrogenoksyder (NO_x) ved propanforbrenningen var ca. 60 ppb. CO₂-tilskudd økte tørrvekten hos tre salatsorter med 14-38%. De to CO₂-kildene ga samme resultat unntatt for sorten Rapid hvor CO₂ fra brenneren ga noe dårligere tilvekst enn ren CO₂. Økning av CO₂-konsentrasjonen økte tørrvekten hos to *Begonia*-sorter (17-21%) og hos en av to potterosesorter (19%). Ingen forskjell ble observert for de to CO₂-kildene. CO₂-tilskudd ga ingen tørrvektøkning hos to krysantemum- og to snittrose-sorter.

Avbrenning av propan i lav-NO_x brenneren synes å være et godt alternativ til ren CO₂ på tank siden prisen på CO₂ vil være en god del lavere. Om noen negativ effekt av

60 ppb NO_x skulle oppstå vil denne etter all sansynlighet være helt marginal. Synlige skader vil neppe kunne oppstå ved et slikt NO_x-nivå.

ETTERORD

Dette arbeidet er blitt støttet av Statoil Norge A.S., og inngår i et større forskningsprosjekt finansiert av Norges landbruksvitenskaplige forskningsråd.

LITTERATUR

Hand, D.W. 1983. On guard for air pollution. *Grower* 100: 23- 28.

Mortensen, L.M. 1985a. Nitrogen oxides produced during CO₂ enrichment. I. Effects on different greenhouse plants. *New Phytol.* 101: 103-108.

Mortensen, L.M. 1985b. Nitrogen oxides produced during CO₂ enrichment. II. Effects on different tomato and lettuce cultivars. *New Phytol.* 101: 411-415.

Mortensen, L.M. 1986. Nitrogen oxides produced during CO₂ enrichment. III. Effects on tomato at different photon flux densities. *New Phytol.* 104: 653-660.

Mortensen, L.M. 1987. Review: CO₂ enrichment in greenhouses. Crop responses. *Scientia Hortic.* 33: 1-25.

Mortensen, L.M. 1992a. Effekt av CO₂-tilskudd fra lav-NO_x brenner på veksten hos tomat ved ulike lysnivå. *Norsk landbruksforskning* 6: 161-171.

Mortensen, L.M. 1992b. Effects of low ozone concentrations on growth of seven grass and one clover species. *Acta Agr. Scand.* (in press).

Mortensen, L.M., H.R. Gislerød, & H. Mikkelsen 1992. Maximizing the yield of greenhouse roses with respect to artificial lighting. *Nor. J. Agr. Sci.* 6: 27-34.

Saxe, H. 1985. Effects of carbon dioxide with and without nitric oxide pollution on growth, morphogenesis and production time on pot plants. *Environ. Pollut.* 38: 159-169.

Sebesta, Z. & D. Reiersen 1981. A comparison of single glass and double acrylic sheating with respect to heat loss and effects on plant environment. *Acta Hortic.*, 115: 409-416.

Effekt av CO₂-tilskudd fra lav-NO_x brenner på veksten hos tomat ved ulike lysnivå

Effect of CO₂ enrichment from a low-NO_x burner on growth of tomato at different light levels

LEIV M. MORTENSEN

Statens forskingsstasjoner i landbruk, Særheim forskingsstasjon, Klepp st., Norway
/Norges landbrukshøgskole, Institutt for hagebruk, Ås, Norway

The Norwegian State Agricultural Research Stations, Særheim Research Station, Klepp st., Norway/Agricultural University of Norway, Department of Horticulture, Ås, Norway

Mortensen, L.M. 1992. Effect of CO₂ enrichment from a low-NO_x burner on growth of tomato at different light levels. Norsk landbruksforskning 6: 161-171. ISSN 0801-5333.

The concentration of nitrogen oxides (NO_x) which occurred when burning propane on the low-NO_x burner TWIN-HEAT was about 60 ppb at a CO₂ level of 800 ppm. The ethylene concentration was negligible. The growth of tomato was significantly enhanced when the CO₂ level was increased from 350 to 950 ppm at the three levels of supplementary light used in the experiment (25, 80 and 150 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ photon flux density). The effect of increasing the CO₂ concentration on plant dry weight was the same whether CO₂ was applied from the burner or from pure liquid CO₂ in two out of three cultivars. Pure CO₂ from a container increased the amount of leaf injury and caused a reduction in growth in the third cultivar. Enrichment with CO₂ from the burner, however, did not have such an effect. CO₂ from the burner caused a slight decrease in plant height compared with liquid CO₂. It can therefore be concluded that the low-NO_x burner seems to be a very promising alternative to liquid CO₂ in greenhouses.

Key words: CO₂ enrichment, growth, light levels, low NO_x burner, tomato.

Leiv M. Mortensen, Særheim Research Station, N-4062 Klepp st., Norway

Karbondioksyd-tilskudd er en veletablert metodikk for å øke produksjon og kvalitet av blomster og grønnsaker i veksthus (Mortensen 1987). I Skandinavia anvendes hovedsaklig ren CO₂ fra flaske/tank, men noe avbrenning av propan og parafin anvendes fortsatt i veksthussammenheng. I 1950-60-årene ble hovedsaklig parafinbrenning anvendt, men på grunn av skader som oppstod forsvant etterhvert bruken av CO₂. Dette var tilfelle inntil ny forskning i begynnelsen av 80-årene kunne påvise den klart positive sammenhengen mellom bruk av flytende, komprimert CO₂ på flaske/tank, og avlingen i moderne veksthus (Mortensen 1987). Det ble også klart at tidligere negative erfaringer

med CO₂-tilskudd hadde sammenheng med luftforurensinger (etylen, svoveldioksyd og nitrogenoksyder) som ble dannet ved brenning av spesielt parafin, men også propan (Mortensen 1983). I løpet av 80-årene ble det en utstrakt bruk av CO₂ i veksthus i Norge samt i de andre nordiske landene. Generelt ble det anbefalt å bruke ren CO₂ til alle veksthuskulturer unntatt til salat som syntes å kunne tolerere de luftforurensingene som oppstod. Ved moderne brennerutstyr har problemet med dårlig forbrenning og dermed dannelse av etylen i stor grad blitt fjernet. Ved overgang til svovelfattig parafin forsvant også problemet med SO₂-forurensingen. Hovedproblemet inntil i dag har imidlertid vært nitrogenoksydene (NO_x) som dannes hovedsaklig på grunn av høy flammemetemperatur og reaksjon mellom molekylært N₂ og O₂ til NO_x (NO+NO₂). Disse gassene har vist seg å være skadelig for veksthusplanter (Saxe & Christensen 1984; Mortensen 1985a), og spesielt tomat er funnet å være følsom (Taylor & Eaton 1966; Spierings 1971; Capron & Mansfield 1977; Mortensen 1985b). Nitrogendioksyd (NO₂) absorberes flere ganger raskere enn NO i planter, og dette skulle tyde på at NO₂ ville være mere skadelig enn NO. Noen resultater tyder imidlertid på at de to gassene er like giftige (Hill & Bennet 1970; Capron & Mansfield 1976), andre at NO er mere giftig (Saxe 1986) eller mindre giftig enn NO₂ (Saxe & Murali 1989). I denne sammenheng synes det derfor mest riktig å operere med samlebetegnelsen NO_x hvor en antar at NO og NO₂ har omtrent samme giftighet.

Den nylig lanserte danske TWIN-HEAT CO₂-generatoren er en lav-NO_x brenner som gir NO_x-konsentrasjoner som ligger langt under hva tidligere brennere har gitt ved CO₂-tilskudd i veksthus. En lignende brenner er lansert i Nederland av Priva, og denne brenneren gir NO_x-konsentrasjoner på ca. 15% av tradisjonelle brennere (Verkade et al. 1988). Før disse brennerne tas i bruk bør det imidlertid undersøkes om reduksjonen i NO_x-gasser er tilstrekkelig til å unngå skader av NO_x. Spesielt er det viktig å være oppmerksom på at en gitt NO_x-dose ikke alltid gir samme effekt. Det er vist for tomat at skadeligheten av NO_x øker sterkt når lysforholdene blir dårligere (Mortensen 1986). Dette kan for eksempel bety at skadelig effekt kan oppstå i Norge om vinteren, men ikke i Nederland siden lysforholdene der er bedre på denne årstiden. Forsøket som danner basis for denne rapporten hadde derfor som siktemål å studere effekten av CO₂-tilskudd fra TWIN-HEAT CO₂-generatoren ved svært ulike lysforhold på planteslaget tomat som er kjent for sin NO_x-følsomhet. Tre sorter tomat ble inkludert, to av dem fordi de er viktige sorter i dag, og den tredje fordi tidligere forsøk har vist at den er spesielt følsom for NO_x (Mortensen 1985b).

MATERIALE OG METODER

Frø av tomat-sortene 'Sunniva', 'Criterium' og 'Rianto' ble sådd i 10 cm steinullklosser 6. Desember, 1991. Rianto er fra tidligere kjent som følsom for NO_x (Mortensen 1985b). Ved fullt utviklede frøblad, 20. Desember, ble frøplantene satt i forsøk i seks vekstkamre (Mortensen 1992) ved følgende behandlinger: 1) Normal CO₂-konsentrasjon (350 ppm), 2) 950 ppm CO₂ gitt ved ren CO₂-gass fra tank (Hydrogas a.s.) og 3) 950 ppm CO₂ fra TWIN-HEAT CO₂-generatoren. Generatoren forbrente propan, mens den i Danmark er basert på forbrenning av naturgass. Samme behandling ble gjentatt i to vekstkamre, og alle klimadata er oppgitt i Tabell 1. Registreringer av de ulike klimafaktorene ble foretatt automatisk 8 ganger i timen og lagret på en datamaskin for senere

behandling. Både temperatur og luftfuktighet var identisk i de tre behandlingene. I hvert kammer ble det gitt tre lysnivå ved hjelp av høytrykk-natriumdampplamper (Thorn SON-XL-T) i 16 timer per døgn: 25, 80 og 150 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ foton fluks tetthet, eller ca. 1700, 5500 og 10500 lux. Dagslyset i forsøksperioden utgjorde i størrelsesorden 15 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ som gjennomsnitt for en 16-timers lysperiode (Meteorologiske data fra Særheim forskingsstasjon, 1991-1992).

Tabell 1. Klimaregistreringer i seks vekstkamre med ulike CO₂-behandlinger og to gjentak. Gjennomsnitt for hele forsøksperioden (\pm standard avvik)

Table 1. The climate in six growth chambers including three CO₂ treatments and two replicates. Means (\pm SD) are given for the experimental period

	Kontroll		Ren CO ₂		TWIN-HEAT	
	Gjentak 1	Gjentak 2	Gjentak 1	Gjentak 2	Gjentak 1	Gjentak 2
CO ₂ -kons. (ppm)	347 \pm 14	355 \pm 14	927 \pm 88	972 \pm 79	1006 \pm 150	906 \pm 189
Temperatur (C°)	19,5 \pm 0,6	19,5 \pm 0,4	19,5 \pm 0,6	19,4 \pm 0,5	19,6 \pm 0,4	19,5 \pm 0,6
Relativ luftfuktighet (%)	80 \pm 3	78 \pm 3	79 \pm 3	82 \pm 3	80 \pm 3	81 \pm 3

Seks planter fra hvert av de tre lysnivåene i de seks vekstkamrene ble høstet 20. januar, 1992, og dette var tidspunktet da oppalsperioden ble regnet som ferdig. Bladskader ble registrert i en skala fra 0 til 10 (100 % skade), og bladfarge ved samme skala hvor 1 var helt lysegrønne blad og 10 blågrønne blad.

Konsentrasjonen av NO_x ble målt parallellt med CO₂ i lengre perioder ved de ulike behandlingene. NO_x-konsentrasjonen ble målt med en Monitor Lab. Inc. (Model 8840) analysator med en deteksjonsgrense på ca. 1 ppb, og CO₂-konsentrasjonen med en infrarød gassanalysator (ADC, Model 225 MK3). Noen luftprøvene fra de ulike CO₂-behandlingene ble tatt ut for analyse av etyleninnholdet (C₂H₄). Analysene ble utført ved hjelp av en gasskromatograf med flammeioniseringsdetektor (Carlo Erba Instrumentazione 4200) ved Institutt for hagebruk, Norges landbrukshøgskole, og deteksjonsgrensen var på 0,5 ppb.

RESULTATER

Målinger av NO_x og etylen

En NO_x-konsentrasjon på ca. 70 ppb, hvor NO utgjorde minst 90% av NO_x var typisk ved en CO₂-konsentrasjon på 950 ppm (Tabell 2). Analysene av etylen-innholdet viste ubetydelige mengder av denne skadelige gassen ved alle CO₂-behandlinger (Tabell 2).

Vekstforsøk

De tre tomatsortene reagerte som forventet med økning i tørrvekten ved alle tre lysnivå når CO₂-konsentrasjonen økte fra 350 til 950 ppm (Tabell 3,4 og 5). Hos Criterium og Rianto var CO₂-effekten lik ved de tre lysnivåene uansett om CO₂ ble gitt fra tank eller fra TWIN-HEAT-generatoren. Et unntak var sorten Sunniva hvor tørrstoffproduksjonen ved de to høyeste lysnivåene gikk markant ned ved tilskudd av ren CO₂

Tabell 2. NO_x og etylenkonsentrasjoner målt i vekstkamre med ulike CO₂-behandlinger

Table 2. NO_x and ethylene concentrations in the growth chambers at the different CO₂ treatments

CO ₂ -kilde	CO ₂ -kons. (ppm)	Etylenkons. (ppb)	NO _x -kons. (ppb)
Uteluft	350	0,6 ± 0,6	<5
CO ₂ -tank	950	0,0 ± 0,0	<5
Generator	950	1,2 ± 0,9	71 ± 5

mens CO₂ fra TWIN-HEAT generatoren ga en markant positiv effekt sammenlignet med 350 ppm CO₂ (Tabell 5). Dette skyldtes at plantene fikk store skader ved tilskudd av ren CO₂ ved de to høyeste lysnivåene. Samme skadesymptomer, bladkrølling etterfulgt av visning fra bladtuppen og innover, ble også observert ved 350 ppm og ved CO₂-tilskudd fra generatoren, men i adskillig mindre grad. Økt CO₂-konsentrasjon ga generelt noe høyere planter spesielt ved det laveste lysnivået. Hos Criterium og Rianto som reagerte normalt på CO₂-økningen, var det en tendens til at CO₂ fra generatoren ga noe lavere planter enn ren CO₂ fra flaske. Bladene ved det laveste lysnivået (25 μmolm⁻²s⁻¹) var lysgrønne, ved det mellomste (80 μmolm⁻²s⁻¹) grønne, og ved høyeste lysnivået (150 μmolm⁻²s⁻¹) mørkegrønne/blåaktige, mens de ulike CO₂-behandlingene hadde liten effekt på bladfargen. Ved det laveste lysnivået var blomsterknoppene ikke synlige ved høsting, ved det mellomste var de synlige, og ved det høyeste lysnivået var det like før de åpnet seg.

DISKUSJON

Forbrenning av propan i TWIN-HEAT-brenneren førte til en gjennomsnittlig NO_x-konsentrasjon på ca. 70 ppb ved en CO₂-konsentrasjon på 950 ppm CO₂. Ved 800 ppm CO₂ vil dette utgjøre en NO_x-konsentrasjon på 60 ppb. Dette er et NO_x-nivå som er svært lik den som er oppgitt fra Danmark ved forbrenning av naturgass, og også svært lik den konsentrasjonen som oppstår ved bruk av den nederlandske Priva lav-NO_x brenneren (Verkade et. al. 1988).

Tilskudd av CO₂ fra TWIN-HEAT-generatoren ga en markant tilvekstøkning hos de tre tomat-sortene, hvilket er i samsvar med forventet effekt av CO₂-tilskudd til dette planteslaget (Mortensen 1985b, 1986). Hovedspørsmålet i denne undersøkelsen var imidlertid om effekten av CO₂ fra generatoren var like god som effekten av ren CO₂ fra tank. Det fremgår klart av resultatene at til tross for ca. 70 ppb NO_x i lufta ga CO₂ fra TWIN-HEAT-brenneren akkurat samme tilvekst som CO₂ fra tank. I forsøket ble det lagt stor vekt på å skape et klima hvor plantene hadde maksimal følsomhet for NO_x. Til tross for svært dårlige lysforhold ved det laveste lysnivået hadde NO_x ingen innvirkning på tørrstoffproduksjonen. Dette betyr at disse tomat-sortene i praktisk dyrkning temmelig sikkert ikke vil bli negativt påvirket av NO_x-gassen i forbindelse med CO₂-tilførselen. Dette gjelder også for sorten Rianto som tidligere har vist en relativ høy følsomhet for NO_x (Mortensen 1985b). Resultatene tydet på at NO_x-innholdet fra generatoren førte til en liten reduksjon i høyden på planten, men en slik effekt er heller gunstig.

De omfattende skadene som utviklet seg hos sorten Sunniva ved tilskudd av CO₂ fra tank, men ikke fra generatoren, var meget uventet. De samme skadesymptomene var også tilstede uten CO₂-tilskudd. Her er det tale om en fysiologisk ubalanse i plantene som forsterkes dramatisk av en økning i CO₂-konsentrasjonen. Skader av høye CO₂-konsentrasjoner på planter er forsåvidt ikke noe nytt (Mortensen 1987), men det spesielle her er at skadene inntreffer ved såpass lave CO₂-konsentrasjoner. Det store spørsmålet her er imidlertid hvorfor CO₂ fra generatoren ikke ga det samme skadeomfanget som CO₂ fra tank, men tvert imot syntes å redusere skaden sammenlignet med 350 ppm behandlingen. På en eller annen måte syntes det som om at NO_x-forurensingen motvirket en fysiologisk ubalanse i planten. Dette er en ny oppdagelse som bør følges opp med et eget forskningsopplegg. For sorten Sunniva er det derfor mye som tyder på at CO₂ fra TWIN-HEAT-brenneren vil gi bedre resultat enn CO₂ fra tank. Det er viktig å slå fast at gartnere som driver oppal av denne tomatsorten og som tilfører CO₂ fra tank ikke har registrert så store skader som i forsøket selv om skadesymptomene ikke er ukjente.

En annen faktor som har sterk innflytelse på skadeligheten av en NO_x-dose er luftfuktigheten. Når luftfuktigheten er høy har bladenes spalteåpninger stor åpning og mye NO_x kan absorberes. Ved synkende luftfuktighet reduseres spalteåpningen, og både opp- og eventuelt skadelig virkning av NO_x avtar. Dette er lite studert når det gjelder NO_x-gasser, men en kjenner til denne sammenhengen fra andre luftforurensinger (Mortensen 1989). I forsøket lå luftfuktigheten på 75-85%, og i praktisk tomatdyrking bør ikke luftfuktigheten ligge særlig høyere på grunn av pollinering, fruktsetting og den generelle vitaliteten i plantene. Hvis den relative luftfuktigheten økes til 90-95% vil sannsynligvis følsomheten for NO_x også øke. Men alt tatt i betraktning er det lite sannsynlig at de NO_x-konsentrasjonene som oppstår i noe tilfelle vil føre til særlig vekst- og avlingsreduksjon hos de tre nevnte tomatsortene.

Et viktig spørsmål er om en kan forvente at CO₂ fra TWIN-HEAT-brenneren vil ha positiv virkning på alle veksthusplanter, og at tilstedeværelsen av opptil 70 ppb NO_x (CO₂-konsentrasjon ca. 950 ppm) ikke vil gi noen negativ effekt. En kan slå fast at synlige skader er helt usannsynlige ved slike NO_x-konsentrasjoner. I Tabell 6 og 7 er det laget en oversikt over effekter av NO_x på ulike planteslag. En ser at ca. 100 ppb i noen tilfeller gir negativ effekt, i andre ingen effekt, og til sist i noen tilfelle positiv effekt på veksten. I de fleste av forsøkene med NO_x som tidligere er blitt gjennomført er det blitt anvendt et normalt CO₂-nivå. Det er viktig å være klar over at ved høy CO₂-konsentrasjon lukker spalteåpningene seg litt igjen og absorpsjonen av luftforurensinger vil derfor avta noe (Mortensen 1990). Dette betyr at effekten av NO_x vil være mindre ved høyt sammenlignet med lavt CO₂-nivå. Konsentrasjoner i størrelsesorden 50-100 ppb må en imidlertid regne med ligger i grenselandet for hvor mulige vekstreduksjoner kan oppstå. Det er derfor viktig i veksthusammenheng å unngå NO_x-konsentrasjoner særlig over 50 ppb. Dette kan oppnås ved at en holder CO₂-konsentrasjonen under 800 ppm. Ved et slikt CO₂-nivå har en også i de aller fleste tilfelle nådd et optimalt CO₂-nivå for vekst og avling slik at det har ingen hensikt å gi høyere nivå (Mortensen 1987).

Det kan på bakgrunn av forsøksresultatene og vurdering av litteraturen med hensyn til NO_x og effekter på planter, slås fast at TWIN-HEAT-brenneren er meget interessant i forbindelse med CO₂-tilskudd i veksthus. Dersom høye CO₂-konsentrasjoner (>800 ppm) og dermed for høye NO_x-konsentrasjoner (>60 ppb) unngås kan en forvente at de aller fleste veksthusplanter vil dra like stor nytte av CO₂ fra generatoren som CO₂

Tabell 6. Effekt av NO_x på tørrstoffproduksjonen hos ulike jordbruksplanter
 Table 6. Effect of NO_x on the dry matter production in some agricultural plants

Norsk navn (latinsk navn)	Kons. (ppb)	NO _x Tid (mnd.)	% Effekt	Referanse
Grasarter:				
Bygg (<i>Hordeum vulgare</i>)	93	10	-20/+15	Pande & Mansfield (1985a) Pande & Mansfield (1985b)
	100	1	0	
Engrapp (<i>Poa pratensis</i>)	110	5	-27	Ashenden (1979) Whitmore & Mansfield (1983)
	100	6	-25/-45	
Hundegras (<i>Dactylis glomerata</i>)	110	5	-7/-46/-11 ^a	Ashenden (1979) Whitmore & Mansfield (1983) Lane & Bell (1984)
	100	7	0	
	24	7	0	
Italiensk raigras (<i>Lolium multiflorum</i>)	110	5	-20/-5/-35 ^a	Ashenden & Williams (1980)
Raigras (<i>Lolium perenne</i>)	100	7	-20	Whitmore & Mansfield (1983) Lane & Bell (1984)
	24	7	0	
Timotei (<i>Phleum pratense</i>)	100	6	0/-35	Whitmore & Mansfield (1983) Lane & Bell (1984) Ashenden & Williams (1980)
	24	7	0	
	110	5	0	
Andre jordbruksplanter:				
Mais (<i>Zea mays</i>)	100	0,5	+10	Elkiey et al. (1988)
Potet (<i>Solanum tuberosum</i>)	110	0,5	0	Pettite & Ormrod (1984) Elkiey et al. (1988)
	100	0,5	+10	
Sukkerert (<i>Pisum sativum</i>)	100	0,5	+5	Elkiey et al. (1988)

^a Effekt på blad/stilk/rot

fra tank. En må imidlertid understreke betydningen av et godt vedlikehold av brenneren for å unngå ufullstendig forbrenning og faren for etylendannelse. Etylen er et aldringshormon som lett fører til blomsterfall og bladaldring (Abeles, 1973), og konsentrasjonen bør ikke overstige ca. 10 ppb (Mortensen, 1989).

Det bør gjennomføres kontrollerte forsøk på noen flere viktige veksthuskulturer før en eventuelt går over fra ren CO₂ til anvendelse av TWIN-HEAT-brenneren som CO₂-generator i veksthus i stort omfang. Dette bør gjøres for å få en noe bredere dokumentasjon på at effekten fra brenneren er like god som fra ren CO₂ på tank. Kostnaden per kg CO₂ vil være betraktelig lavere ved forbrenning av propan enn ved bruk av CO₂ på tank. Om det vil lønne seg å gå over fra ren CO₂ til TWIN-HEAT-generatoren vil være avhengig av kapitalkostnader ved innkjøp, service-kostnader og årlig CO₂-forbruk.

Tabell 7. Effekt av NO_x på tørrstoffproduksjonen hos noen treslag
 Table 7. Effect of NO_x on the dry matter production in some tree species

Norsk navn (latinsk navn)	Kons. (ppb)	NO _x Tid (mnd.)	% Effekt	Referanse
Bjørk (vanlig) (<i>Betula pubescens</i>)	100	5/14	0	Freer-Smith (1984)
Eple (<i>Malus domestica</i>)	100	5/14	0	Freer-Smith (1984)
Gran (<i>Picea abies</i>)	500	11	0	Tischner et al. (1988)
Gråor (<i>Alnus incana</i>)	100	5/14	0/+60	Freer-Smith (1984)
Lind (<i>Tilia cordata</i>)	100	5/14	+40/0	Freer-Smith (1984)

Generatoren produserer ca. 6 kg CO₂ pr. time hvilket betyr at den kan dekke behovet over et veksthusareale på 1500-2000 m².

SAMMENDRAG

Ved brenning av propan i lav-NO_x brenneren TWIN-HEAT vil det dannes ca. 60 ppb NO_x ved en CO₂-konsentrasjon på 800 ppm. Dette er ca. 15% av NO_x-nivået som produseres fra tradisjonelle brennere. Etylenkonsentrasjonen som oppstår er ubetydelig.

Forsøk med tre tomatorter viste at CO₂-tilskudd fra brenneren ga like godt resultat som CO₂ fra tank. Dette gjaldt også en tomatort som tidligere har vist seg å være spesielt følsom for NO_x, samt ved lysforhold som skulle gjøre plantene spesielt følsomme for luftforurensinger. Ut fra dette forsøket samt på bakgrunn av litteraturstudium kan en forvente at CO₂ fra brenneren generelt vil gi samme effekt som ren CO₂ fra tank. Det er imidlertid viktig at CO₂-konsentrasjonen ikke i særlig grad overstiger ca. 800 ppm for å unngå NO_x-konsentrasjoner som kan gi vekst- og avlingsreduksjon.

Det kan konkluderes med at denne brenneren er svært interessant som CO₂-generator i veksthus dersom kostnadene blir lavere enn ved tilskudd av CO₂ fra tank. Det bør imidlertid gjennomføres kontrollerte forsøk på noen flere planteslag for å få en noe bredere dokumentasjon på TWIN-HEAT brenneren som CO₂-generator.

LITTERATUR

Abeles, F.B. 1973. Ethylene in Plant Biology. Academic Press, New York and London, 302 pp.

Ashenden, T.W. 1979. The effect of long-term exposure to SO₂ and NO₂ pollution on the growth of *Dactylis glomerata* L. and *Poa pratensis* L. Environ. Pollut. 18: 249-258.

- Ashenden, T.W. & I.A.D. Williams 1980. Growth reductions in *Lolium multiflorum* Lam. and *Phleum pratense* L. as a result of SO₂ and NO₂ pollution. Environ. Pollut. 21: 131-139.
- Capron, T.M. & T.A. Mansfield 1977. Inhibition of growth in tomato in air polluted with nitrogen oxides. J. Exp. Bot. 28: 112-116.
- Elkley, T., D.P. Ormrod, & B.A. Marie 1988. Growth responses of crop plants in the vegetative stage to sulphur dioxide and nitrogen dioxide. Gartenbauwiss. 53: 61-64.
- Freer-Smith, P.H. 1984. The responses of six broadleaved trees during long-term exposure to SO₂ and NO₂. New Phytol. 97: 49-61.
- Lane, P.I. & J.N.B. Bell 1984. The effect of simulated urban air pollution on grass yield - Performance of *Lolium perenne*, *Phleum pratense*, and *Dactylis glomerata* fumigated with SO₂, NO₂ and/or NO. Environ. Pollut. 35: 97-124.
- Mortensen, L.M. 1983. Luftforurensing og planteskader i veksthus. Melding nr. 281, Institutt for blomsterdyrking og veksthusforsøk, Norges landbrukshøgskole, 22s.
- Mortensen, L.M. 1985a. Nitrogen oxides produced during CO₂ enrichment. I. Effects on different greenhouse plants. New Phytol. 101: 103-108.
- Mortensen, L.M. 1985b. Nitrogen oxides produced during CO₂ enrichment. II. Effects on different tomato and lettuce cultivars. New Phytol. 101: 411-415.
- Mortensen, L.M. 1986. Nitrogen oxides produced during CO₂ enrichment. III. Effects on tomato at different photon flux densities. New Phytol. 104: 653-660.
- Mortensen, L.M. 1987. Review: CO₂ enrichment in greenhouses. Crop responses. Scientia Hort. 33: 1-25.
- Mortensen, L.M. 1989. Effect of ethylene on growth of greenhouse lettuce at different light and temperature levels. Scientia Hort. 39: 97-103.
- Mortensen, L.M. 1990. Effects of ozone on growth of *Triticum aestivum* L. at different light, air humidity and CO₂ levels. Nor. J. Agr. Sci. 4: 343-348.
- Mortensen, L.M. 1992. Effects of ozone and temperature on growth of several wild plant species. Nor. J. Agr. Sci. 6: 195-204.
- Pande, P.C. & Mansfield T.A. 1985a. Responses of spring barley to SO₂ and NO₂ pollution. Environ. Pollut. 38: 87- 97.
- Pande, P.C. & T.A. Mansfield 1985b. Responses of winter barley to SO₂ and NO₂ alone or in combination. Environ. Pollut. 39:281-291.

Petitte, J.M. & D.P. Ormrod 1984. Effects of sulfur dioxide and nitrogen oxide on four *Solanum tuberosum* L. cultivars. Am. Potato J. 61: 319-329.

Saxe, H. & O.V. Christensen 1984. Effects of carbon dioxide with and without nitric oxide pollution on growth, morphogenesis and production time of potted plants. Acta Hortic. 53: 475-482.

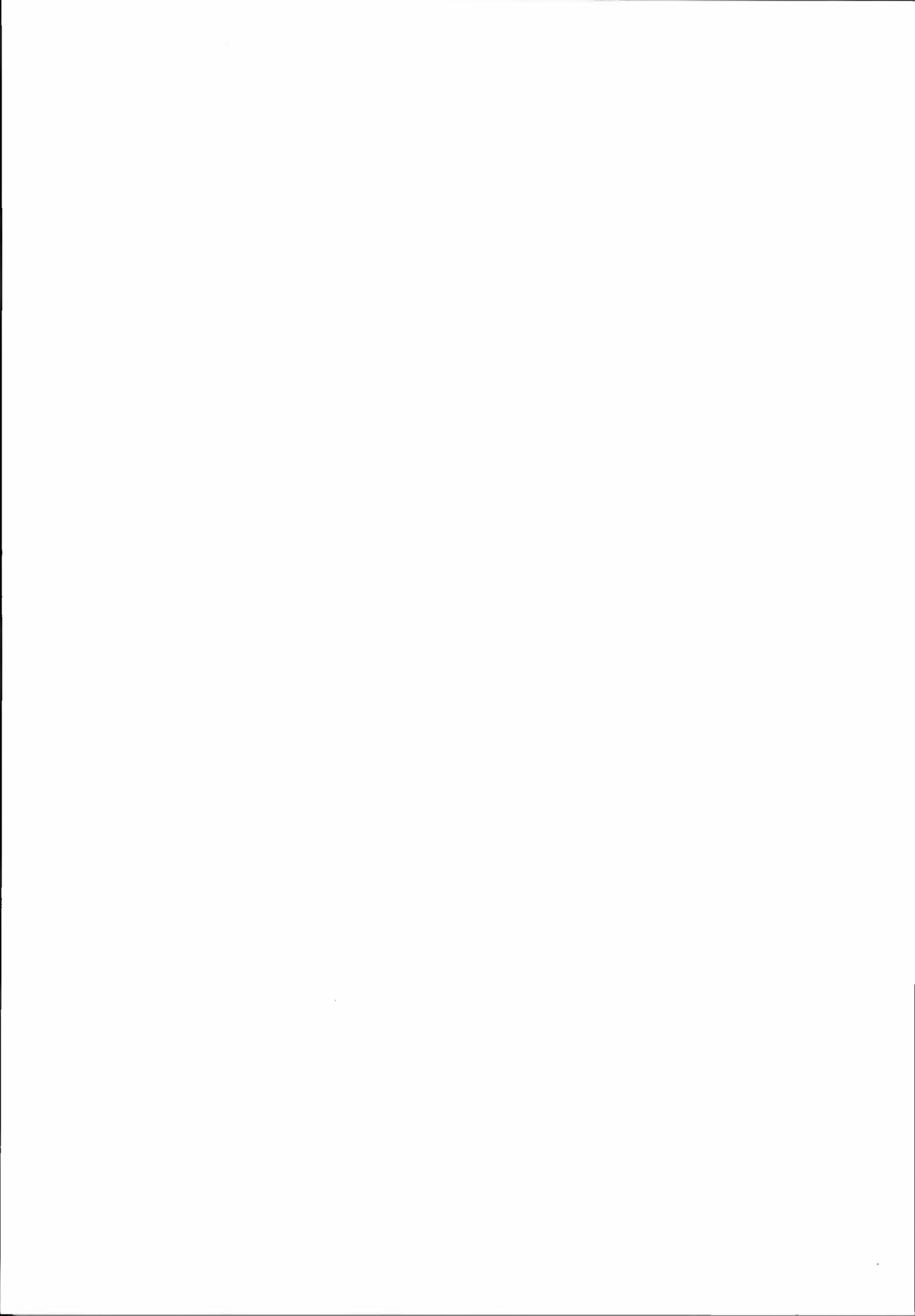
Spierings, F.H.F.G. 1971. Influence of fumigations with NO₂ on growth and yield of tomato plants. Neth. J. Plant Path. 77: 194-200.

Taylor, O.C. & F.M., Eaton 1966. Suppression of plant growth by nitrogen dioxide. Plant Physiol. 41: 132-135.

Tischner, R., A. Peuke, D.L. Godbold, R. Feig, G. Merg, & A. Huttermann, 1988. The effect of NO₂ fumigation on aseptically grown spruce seedlings. J. Plant Physiol. 133: 243-246.

Verkade, R., E.M. Nederhoff, E.V. Remortel & H.G. Wolting 1988. Veelbelovende resultaten met nieuw type brander. Groenten en fruit, desember: 36-37.

Whitmore, M.E. & T.A. Mansfield 1983. Effects of long-term exposures to SO₂ and NO₂ on *Poa pratensis* and other grasses. Environ. Pollut. 31: 217-235.



Virkning på avlingskomponenter og kvalitet i tre jordbærsorter av jorddekking med plastfolie, radtype og redusert styrke av soppmiddel mot gråskimmel (*Botrytis cinerea*)

*Effects of plastic mulch, row type and reduced dosage of fungicide against grey mould (*Botrytis cinerea*) on yield components and quality of three strawberry varieties*

ROLF NESTBY

Statens forskingsstasjoner i landbruk, Kvithamar forskingsstasjon, Stjørdal, Norge
The Norwegian State Agricultural Research Stations, Kvithamar Research Station, Stjørdal, Norway

Nestby, R. 1992. Effects of plastic mulch, row type and reduced dosage of fungicide against grey mould (*Botrytis cinerea*) on yield components and quality of three strawberry varieties. Norsk landbruksforskning 6: 173-181. ISSN 0801-5333.

In a study of three strawberry varieties it was found that 'Rubina' had a higher yield than 'Korona', which in turn had a higher yield than the standard variety 'Senga Sengana'. 'Korona' had larger berries and more berries in class 1 than the other varieties. 'Rubina' and 'Korona' ripened a few days earlier and tended not to rot as much as the standard variety. Five spraying treatments with a half dosage of the fungicide vinklozolin compared with the full dosage reduced the yield of class 1 berries in all three varieties by an average of 69 kg/daa totalled over two years, and the treatments were considered to provide satisfactory control over grey mould. Using brown polyethylene plastic mulch resulted in an increased total yield as a mean of two years for all varieties with the exception of 'Senga Sengana'. Single-row planting compared with double-row planting produced more berries in class 1 and larger berries for all varieties except 'Senga Sengana'. However, 'Senga Sengana' produced a higher yield with double-row planting compared with single-row planting, while there was no significant difference for the other varieties.

Key words: Cultivars, fungicide, grey mould, mulch, row type, strawberry.

Rolf Nestby, Kvithamar Research Station, N-7500 Stjørdal, Norway

For å opprettholde den norske jordbærproduksjonen er det viktig med stor avling pr. arealenhet, men høy bærkvalitet er like viktig. Stor salgbar avling av god kvalitet er

avhengig av sort, kulturtiltak, dyrkingssted og sprøyteprogram. Det stilles stadig spørsmål om det er best å dyrke med plast som jorddekke eller på bar jord. Clarkson (1960) viste at svart plast, foruten å ha en ugresseffekt, hadde en positiv effekt på konservering av nyttbart nitrogen i plantenes rotsone. Glossl (1977) påpekte at det under østerriske forhold generelt var en avlingsøkning på ca. 30% ved å dyrke på svart plast med økt andel i klasse I, og at plukkehastighet, tidlighet og gråskimmelbekjempingen ble enklere. Hos 'Senga Sengana' økte ikke totalavlingen i forsøk ved SFL Njøs ved å endre kultur fra bar jord til plastdekke (Nestby 1975). Også Tonkonzhenko (1985) viste at bærene modnet tidligere på plast. Til tross for disse klare fordelene blir det ofte plantet uten plast, særlig fordi det er vanskelig å bli kvitt plasten når feltet ryddes, og fordi forsøk og praksis ikke har vist entydige resultater. Det er også uklart hva som er fordeler og ulemper med planting i enkeltrad og dobbeltrad og hvilket nivå de eventuelt ligger på. Et annet viktig område for tiden er å lete etter muligheter til å redusere bruken av syntetiske plantevernmidler. Det er vist ved forsøk gjennomført på SFL Ullensvang og Kise (Meland 1988 og Hjeltnes 1991), at redusert dosering av soppmiddel har gitt fullgod effekt mot gråskimmel på jordbær. Det er reist spørsmål om disse positive resultatene også gjelder under midt-norske dyrkingsbetingelser.

Dette forsøket ble igangsatt ut fra disse prioriterte problemstillingene reist av jordbærprodusenter i Midt-Norge.

MATERIALE OG METODER

Forsøket ble plantet på en moldrik leirjord på Kvithamar forskingsstasjon den 11. juni 1989, på 10 cm høge driller. Forsøksplanen var split-plot med to gjentak, og følgende forsøksledd var med,

Storruter-Dyrkingssystem:	Enkeltrad/dobbeltrad.
Mellomruter-Jorddekking:	Bar jord/brun plastfolie.
Underruter-Gråskimmelsprøyting:	Fem sprøytinger med full og halv dosering av vinklozolin.
Småruter-Sort:	'Senga Sengana', 'Korona' og 'Rubina'.

I dyrkingssystemet med enkeltrad var avstanden mellom rader 120 cm, og planteavstanden 30 cm, tilsvarende 2777 planter pr. dekar. Dyrkingssystemet med dobbeltrader hadde 150 cm avstand mellom midten av dobbeltradene, mens det var 40 cm mellom radene på drillen og en planteavstand på 33 cm, tilsvarende 4040 planter pr. dekar. Disse avstandene er vanlige i praksis. På rutene med barjordkultur fikk utløperene fritt slå rot innenfor en bredde på 40 cm for dobbeltrad og 20 cm for enkeltrad, slik at antall planter på disse rutene var større i avlingsårene enn ved planting.

Sortene i forsøket ble valgt ut fra forskjellige kriterier. 'Senga Sengana' er hovedsorten i den midtnorske jordbærproduksjonen, og ble et naturlig valg som standard. 'Korona' er en nederlandsk sort som nylig er godkjent for offentlig avl i Norge, og som har en rekke gode karakterer (Thuesen 1985, Beese 1986 og Sakshaug 1987). Sorten 'Korona' er aktuell for dyrking i Midt-Norge fordi den har store bær, tiltalende kvalitet og er litt tidligere enn 'Senga Sengana'. 'Rubina' er en dansk sort som har gitt stor avling og lite råtne bær i tidligere verdiprøvingfelt på SFL Kvithamar (Nestby 1987).

Denne sorten er også litt tidligere enn 'Senga Sengana', og kan derfor være aktuell for dyrking i Midt-Norge.

Ved sprøyting mot gråskimmel ble det valgt å bruke vinklozolin (Gjærum 1983 og Meland 1988). Det ble ikke sprøytet i anleggsåret. I hvert av de to avlingsårene ble det sprøytet fra begynnende blomstring og totalt fem ganger med en knapp ukes mellomrom, slik at behandlingsfristen for midlet ble overholdt. Sprøytinga ble gjennomført med traktor og fastmontert jordbærbom. Det ble kjørt med jamn fart og likt trykk (10 kg/cm²), og det ble brukt 150 l væske pr. 1000 m enkeltrad. Det ble brukt 150 ml vinklozolin pr 1000 m enkeltrad ved full dosering - i henhold til etiketten for midlet -, og halvparten så mye ved halv dosering.

I første avlingsår ble bladtetthet registrert etter en poengskala fra 0-9. Ved 9 poeng dekkes 91-100 prosent av bakken for innsyn, og ved 0 poeng 0-10 prosent. Registreringen ble utført stående ved siden av planteraden.

Den statistiske behandlinga ble utført med SAS procedure GLM og figur 1 ble laget ved hjelp av SAS procedure Graph (SAS Inst. Inc. 1987). Det ble brukt oppdelte feil ved beregning av signifikanser.

RESULTAT OG DISKUSJON

Virkning av sort på avling og bærstørrelse

I middel av to år var det forskjeller mellom sortene i avlingsnivå. 'Rubina' hadde 186 kg/daa større totalavling enn 'Korona' og 518 kg/daa større enn 'Senga Sengana' (Tabell 1). Første avlingsåret var rekkefølgen den samme, men året etter var det ingen forskjell mellom 'Korona' og 'Rubina', og begge hadde større avling enn 'Senga Sengana'. Den høge førsteårsavlingen til 'Rubina' skyldtes det store antallet kroner og blomsterstilker pr. plante i juni (tabell 2). Den relativt høge avlingen til 'Korona' skyldtes noe av den samme effekten i tillegg til store bær (figur 1). I 1991 var det ingen forskjell i antall blomsterstilker og antall kroner ble ikke registrert.

Tabell 1. Virkning av sort på totalavling i kg/daa og på prosentandel av totalavlingen i klasse 1 (KL1), klasse 2 (KL2) og råtne bær i to år

Table 1. Effect of variety on total yield (kg/daa) and on percentage of total yield in class 1 (KL1), class 2 (KL2) and rotted berries in two years

Sort Variety	1990				1991				Middel			
	Total	KL1	KL2	Råte Rot	Total	KL1	KL2	Råte Rot	Total	KL1	KL2	Råte Rot
Senga Sengana	1052	70,7	7,1	9,2	1349	74,1	7,0	4,0	1201	72,4	7,1	6,6
Korona	1376	79,1	5,0	7,2	1691	75,1	3,1	4,4	1533	77,1	4,1	5,8
Rubina	1819	77,7	9,6	5,9	1619	59,6	12,8	5,2	1719	68,7	11,2	5,6
Middel Mean	1416	75,8	7,2	7,4	1553	69,6	7,6	4,5	1484	72,5	7,5	6,0
LSD _{5%}	232	2,5	1,0	1,3	177	2,4	1,6	0,8	136	3,1	1,2	0,9

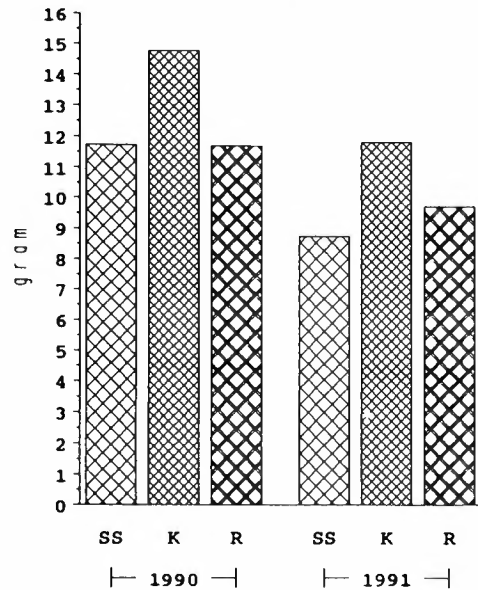
Tabell 2. Effekt av jordbærsorter på antall kroner og antall blomsterstilker pr. plante i 1990

Table 2. Effect of strawberry variety on number of crowns and number of flower stalks per plant in 1990

Sort Variety	Kroner Crowns	Blomsterstilker Flower stalks
Senga Sengana	9,0	11,0
Korona	11,3	12,2
Rubina	13,4	17,1
Middel 1.SD _{5%}	Mean 2,1	13,4 1,6

Figur 1. Bærstørrelse for jordbærsortene 'Senga Sengana' (SS), 'Korona' (K) og 'Rubina' (R) i to år

Figure 1. Berry size of the strawberry varieties 'Senga Sengana' (SS), 'Korona' (K) and 'Rubina' (R) in two years



Sorteringsresultatet var forskjellig mellom sortene. I middel for to år hadde 'Korona' 4,7 prosentpoeng større andel bær i klasse 1 enn 'Senga Sengana' som på sin side lå 3,7 prosentpoeng over 'Rubina'. Dette inntrykket var imidlertid ikke det samme når resultatet for hvert av årene ble vurdert. I 1990 var det ingen forskjell mellom 'Rubina' og 'Korona', og de hadde henholdsvis 7 og 8,5 prosentpoeng større andel bær i klasse 1 enn 'Senga Sengana'. Året etter var det ingen forskjeller mellom 'Korona' og 'Senga Sengana', og andelen av bær i klasse 1 hadde respektivt økt og gått ned i forhold til 1990. For 'Rubina' var andel bær i klasse 1 kraftig redusert fra første til andre året. Hovedårsaken til det var at 'Rubina' blomstret tidligere enn de andre sortene, og fikk skadd mye av primærblomsten av frost våren 1991, noe som gav mye knartbær.

Tabell 1 viser også at i middel av to år hadde 'Rubina' 4,1 prosentpoeng mere bær i klasse 2 enn 'Senga Sengana' som igjen hadde 3 prosentpoeng mere enn 'Korona'. Rekkefølgen mellom sortene var den samme begge årene.

Råteprosenten i middel av sprøyting med full og halv dosering med vinklozolin, viste ingen forskjell mellom 'Rubina' og 'Korona' i middel av begge år, og 'Rubina' hadde ett prosentpoeng mindre råtnede bær enn 'Senga Sengana'. Det var imidlertid forskjellig reaksjon mellom sortene i de to årene. I 1990 hadde 'Rubina' 1,3 prosentpoeng mindre

råtnede bær enn 'Korona' og 3,3 prosentpoeng mindre enn 'Senga Sengana'. Generelt var det mindre råtning i 1991 enn året før, men forholdet mellom sortene endret seg, og 'Rubina' hadde 1,2 prosentpoeng mer råtnede bær enn 'Senga Sengana' og 0,8 prosentpoeng mer enn 'Korona'. Det er mulig at denne forrykningen skyldtes mere frostskaad blomst hos 'Rubina' enn hos de to andre sortene. En av årsakene til at 'Rubina' hadde lite råtnede bær i 1990 kan skyldes at sorten hadde en bladtetthet på 1,8 sammenlignet med 4,3 for 'Senga Sengana' og 5,1 for 'Korona' ($LSD_{5\%} = 0,7$). Dette forholdet kan ha gitt raskere opptørking av bærene hos 'Rubina' enn hos de to andre sortene, og ventelig dårligere forhold for gråskimmel.

'Korona' hadde størst bær i begge år, og i 1990 var bærvekten ca. 3 gram tyngre enn hos de to andre sortene (Figur 1). I 1991 var bærene til 'Korona' ca. 2 gram tyngre enn for 'Rubina' og 3 gram tyngre enn for 'Senga Sengana'.

Dette viser at 'Korona' er en verdifull fornyelse av jordbærsortimentet til friskkonsum, fordi sorten har store bær og en stor andel av bærene i beste sortering. Den danske sorten 'Rubina' er også interessant, men er ikke godkjent til oppformering under offentlig avl i Norge. Sorten bør likevel prøves i praktisk dyrking i Midt-Norge. 'Rubina' har et meget høgt avlingsnivå og modner litt tidligere enn 'Senga Sengana', samtidig som bærene er minst like store som hos 'Senga Sengana' og råtner mindre. Bæret er mørkt rødt og godt gjennomfarget, og vil derfor sannsynligvis egne seg både til frisk- og konserverproduksjon. Sorten produserer få utløpere noe som vil være en ulempe i forbindelse med oppformering. Disse resultatene for 'Rubina' samsvarer med tidligere verdiprøving på Kvithamar (Nestby 1987).

Virkning av redusert dosering av soppmiddel

Sprøyting med full eller halv dosering av soppmiddel hadde ingen effekt på totalavlingen innen sort, men det var signifikante utslag for andel klasse 1 og råtnede bær. I middel av begge årene og alle sortene gav full dosering 2,6 prosentpoeng mere bær i klasse 1 enn halv dosering, men sortene oppførte seg forskjellig (Tabell 3), og det var bare for 'Rubina' at forskjellen var signifikant. I 1990 var det ikke forskjell i andel klasse 1 grunnet dosering, mens det var relativt klare utslag i 1991. Da gav 'Senga Sengana' og 'Rubina' henholdsvis 6 og 6,8 prosentpoeng mer bær i klasse 1 ved full enn ved redusert dosering, mens det ikke var noen forskjell for 'Korona'.

Registrering av prosentandel råtnede bær gav 1,4 prosentpoeng mere råte ved redusert dosering sammenlignet med full dosering i middel av begge år og alle sorter. For de enkelte sortene gikk utslagene i samme retning, men forskjellen var størst for 'Rubina'. I 1990 var det ingen forskjell mellom de to doseringene, mens forholdet i 1991 var det samme som for midlet av de to årene. Det var ingen signifikante samspillseffekter av dosering og radtype, dosering og jorddekking eller dosering og sort.

Dette viser at halvering av dosen med vinklozolin gav litt reduksjon i prosentandel klasse 1 og litt økning i prosentandel råtnede bær. Forskjellene var imidlertid ikke større enn at det vil være fullt forsvarlig å halvere doseringen av vinklozolin. I dette forsøket reduserte det avling av klasse 1 i middel av alle sortene med ca. 69 kg/daa i sum av de to årene.

Tabell 3. Prosentdel av totalavlingen sortert i klasse 1 (KL1) og i råtne bær i to år for tre jordbærsorter sprøytet med full og halv dosering av soppmiddel (vinklozolin)

Table 3. Percentage of total yield sorted in class 1 (KL1) and rotted berries in two years for three strawberry varieties sprayed with full and half dosage of fungicide (vinklozolin)

Sort Variety	1990		1991		Middel	Mean
	KL1	Råte Rot	KL1	Råte Rot	KL1	Råte Rot
Senga Sengana						
vinklozolin 0,10%	69,4	8,4	77,1	3,6	73,2	6,0
vinklozolin 0,05%	72,1	10,0	71,1	4,4	71,6	7,2
Korona						
vinklozolin 0,10%	80,0	6,6	75,9	4,1	77,9	5,3
vinklozolin 0,05%	78,0	7,8	74,2	4,9	76,1	6,3
Rubina						
vinklozolin 0,10%	78,6	5,3	63,0	3,9	70,8	4,6
vinklozolin 0,05%	76,7	6,5	56,2	6,6	66,5	6,5
Middel Mean						
vinklozolin 0,10%	76,0	6,8	72,0	3,9	74,0	5,3
vinklozolin 0,05%	75,6	8,1	67,1	5,3	71,4	6,7
LSD _{5%}	ns	ns	1,8	0,8	2,0	0,9

Virkning av jordekking

Dekking med brun polyetylen ga signifikant økning av totalavlinga i middel av to år og alle sorter på 113 kg/daa (Tabell 4). Ut fra resultater fra andre forsøk var også det forventet en øking i andel klasse 1 og bærstørrelse og en reduksjon i andel råtne bær (Glossl 1977, Tokonozhenko 1985). Dette forsøket gav imidlertid ingen slike signifikante utslag. Økningen i totalavling for 'Korona' og 'Rubina' var imidlertid stor nok til alene å forsvare jordekking med brun polyetylen for disse sortene. Kongsrud (1991) viste at det på morenejord var en positiv effekt av brun plastfolie for 'Korona' i det første men ikke i det andre avlingsåret. At det var en større positiv effekt av plastdekking på Kvithamar enn på Kise kan sannsynligvis tilskrives den tyngre jordtypen på Kvithamar. 'Senga Sengana' gav ikke økt totalavling på brun plast, noe som samsvarer med tidligere resultat på svart plast (Nestby 1975). Jordekking med plast for 'Senga Sengana', under de samme forutsetninger som i dette forsøket, kan derfor forsvares bare ut fra forventninger om redusert ugressarbeide og råtning, bedre sorteringsresultat og raskere høsting.

Virkning av radtype

Bruk av dobbel rad gav 135 kg/daa større totalavling enn dyrking på enkel rad i middel av to år og tre sorter. For de enkelte sortene gav dobbel rad en meravling for 'Senga Sengana' på 247 kg/daa, for de to andre sortene var det ingen signifikante forskjeller mellom radtyper, men det var en tendens til større avling på dobbelrad for 'Korona'. Imidlertid var det i 1991 (2. avlingsår) et samspill mellom sort og radtype. Årsaken var at 'Senga Sengana' og 'Korona' gav henholdsvis 276 og 195 kg/daa større avling på dobbel rad enn på enkel rad, mens 'Rubina' gav 175 kg/daa større avling på enkel rad enn på dobbel rad.

Tabell 4. Virkning av jorddekking med brun plast på totalavling i kg/daa, for kultivarene 'Senga Sengana' (SS), 'Korona' (K) og 'Rubina' (R), i middel av to år

Table 4. Effect of brown polyethylene plastic mulch on total yield (kg/daa) of the cultivars 'Senga Sengana' (SS), 'Korona' (K) and 'Rubina' (R), as a mean of two years

Jorddekke <i>Mulch</i>	SS	K	R	Middel <i>Mean</i>
Brun polyetylen <i>Brown polyethylene</i>	1191	1662	1760	1538
Bar jord <i>Open soil</i>	1210	1387	1678	1425
Middel <i>Mean</i>	1201	1533	1719	1484
LSD _{5%}	ns	ns	ns	66

Radtypen hadde også virkning på hvor stor prosentandel som ble sortert i klasse 1. Enkel rad hadde i middel for begge år og alle sorter 6 prosentpoeng større andel i klasse 1 enn dobbel rad. Den samme virkningen gikk igjen for alle sortene der 'Senga Sengana', 'Korona' og 'Rubina' hadde henholdsvis 4, 4,8 og 9,2 prosentpoeng større andel i klasse 1 på enkel rad enn på dobbel rad.

Det ble også registrert et samspill mellom sort og radtype for bærstørrelse. For 'Senga Sengana' var det ingen virkning av radtype, mens 'Korona' og 'Rubina' gav henholdsvis 1,5 og 0,8 gram større bær på enkel rad enn på dobbel rad.

Tabell 5. Totalavling i kg/daa, klasse 1 i prosent av totalavling og bærstørrelse i g/bær i middel av to år, for to radsystemer og jordbærsortene 'Senga Sengana' (SS), 'Korona' (K) og 'Rubina' (R)

Table 5. Total yield (kg/daa), class 1 as a percentage of the total yield and berry size in g/berry averaged over two years, of two row systems and the cultivars 'Senga Sengana' (SS), 'Korona' (K) and 'Rubina' (R)

Radsystem <i>Rowsystem</i>	Totalavling <i>Total yield</i>				Klasse 1 <i>Class 1</i>				Bærstørrelse <i>Berry size</i>			
	SS	K	R	Middel <i>Mean</i>	SS	K	R	Middel <i>Mean</i>	SS	K	R	Middel <i>Mean</i>
Enkel rad <i>Single Row</i>	1077	1472	1752	1375	74,4	79,0	73,2	75,5	10,0	13,9	11,1	11,7
Dobbel rad <i>Double row</i>	1324	1626	1686	1515	70,4	74,2	64,0	69,5	10,5	12,4	10,3	11,1
Middel <i>Mean</i>	1201	1533	1719	1484	72,4	76,6	68,6	72,5	10,3	13,2	10,7	11,4
LSD _{5%}	170	ns	ns	127	2,5	2,9	3,3	3,5	ns	1,1	0,4	ns

Dette viser at dersom målet er å produsere kvalitetsbær til friskkonsum, så er enkel rad den beste løsningen, siden det gav et bedre sorteringsresultat for alle sortene og for to av sortene større bær enn dobbel rad. Dersom målet er å produsere bare til konserver gav dobbel rad størst avling for 'Senga Sengana' og må anbefales. For 'Rubina' var enkel rad like bra som dobbel rad, og enkel rad vil være å foretrekke siden de fleste produserer både til friskkonsum og konserver. Kongsrud (1991) viste at det ved tilsvarende plantetetthet som i dette forsøket var en positiv avlingseffekt av dobbelrad for 'Korona'. Den effekten var ikke så tydelig i dette forsøket, noe som sannsynligvis skyldes

ulike vekstbetingelser. I Midt-Norge og på tilsvarende jordtype som i dette forsøket vil enkelrad være å foretrekke for 'Korona' også ved produksjon til konserver.

SAMMENDRAG

Tre jordbærsorter, 'Senga Sengana', 'Korona' og 'Rubina' ble sammenlignet i første og andre avlingsår. De ble plantet på brun plast og bar jord, og på enkel og dobbel rad. I tillegg ble virkningen av gråskimmelsprøyting med full og halv dose av vinklozolin sammenlignet. 'Rubina' hadde størst avling, men også 'Korona' gav større avling enn 'Senga Sengana'. 'Korona' hadde større bær og mer bær i klasse I enn begge de to andre sortene. Både 'Rubina' og 'Korona' modnet tidligere og råtnet mindre enn 'Senga Sengana'.

Reduksjon av soppmiddel til halv dosering førte til en mindre andel bær i klasse I for 'Rubina' og 'Senga Sengana' i det andre avlingsåret, mens det ikke var noen forskjell i det første året. For 'Korona' var det ingen forskjeller i noen av årene. Redusert dosering gav litt mer råtne bær enn full dosering i middel av begge årene, hovedsakelig p.g.a. forholdene i det andre avlingsåret, og utslagene gikk i samme retning for alle sortene.

Dekking med brun polyetylen økte avlingen for 'Rubina' og 'Korona', og denne effekten alene var stor nok til å forsvare bruk av plast. 'Senga Sengana' gav samme avling med og uten plast, og bruk av plast for denne sorten kan bare forsvares ut fra en forventning om redusert ugressarbeide og råtning, bedre sorteringsresultat og raskere høsting.

Enkel rad gav et bedre sorteringsresultat for alle sortene, og for 'Korona' og 'Rubina' også større bær enn dobbel rad. Siden begge disse sortene produserte like stor avling på begge radtypene, vil enkel rad derfor være den beste løsningen for dyrking både til konserver og friskkonsum under de samme dyrkingsbetingelser som i dette forsøket.

ETTERORD

Jeg vil takke forsker Lars Semb, Statens plantevern, Ås, for å ha bidratt til metoden for sprøyting mot gråskimmel. Videre vil jeg takke forsøktekniker Odd Slettan, SFL Kvithamar, som har ledet den praktiske gjennomføringen av forsøket.

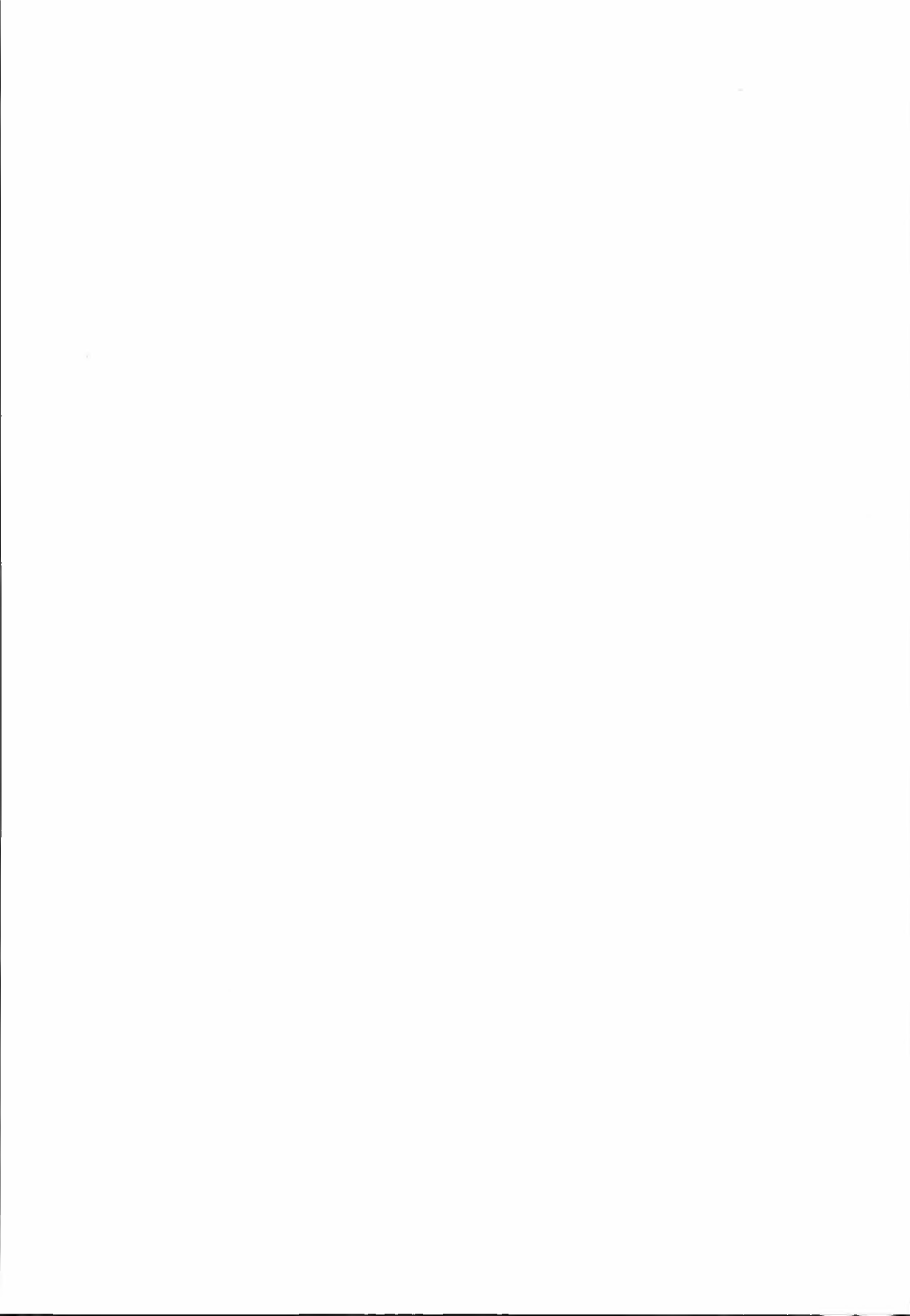
LITTERATUR

Clarkson, V.A. 1960. Effect of Black Polyethylene Mulch on Soil and Microclimate Temperature and Nitrate level. *Agron. Jour.* 52: 307-309.

Beese, M. 1986. 'Korona' - eine neue Erdbeersorte für den intensiven Anbau und für Kleinerzeuger. *Gartenbau* 33: 370-371.

Gjørum, H.B. & R. Langnes 1983. Prøving av soppmidler mot gråskimmel på jordbær. *Gartneryrket* 73: 296-300.

- Glossl, F. 1977. Vorteile und Nachteile der Mulchfolienkultur. *Besseres Obst* 4: 57-58.
- Hjeltnes, A. 1991. (Personlig meddelelse)
- Kongsrud, K.L. 1991. Kortkultur i jordbær. Statens fagtjeneste for landbruket, FAGINFO 1 1991: 61-67.
- Meland, M. 1988. Verknad av soppmiddel i redusert styrke mot gråskimmel i jordbær. *Norsk landbruksforskning* 2: 77-81.
- Nestby, R. 1975. Effekt av planteavstand, utviding av plantehullet i plasten, tilleggs-gjødsling med $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ og barjordkultur, på avling og bærstørrelse i jordbær ('Senga Sengana). *Forskning og forsøk i landbruket* 26: 63-69.
- Nestby, R. 1987. Verdiprøving i jordbær ved SFL Kvithamar og Tjøtta i 1986 og 1987. SFL Kvithamar Rapport 57 b. 15 s.
- Sakshaug, K. 1987. Sortsførsök med jordgubbar 1981-1985. *Trädgård* 329. 20 s.
- SAS Institute Inc., 1987. SAS User's Guide: Statistics, 1987 ed. Cary, North Carolina.
- Thuesen, A. 1985. Vurdering av jordbærsorter 1982-83. Statens Planteavlfsforsög 1805. 4 s.
- Tonkonzhenko, A.A. 1985. (Strawberry variety trials under various methods of cultivation.) *Sadovodstvo, Vinogradarstvo i Vinodelie Moldavii* 9:29-31. Engelsk abstract.



Vatning og frukttynning av eplesorten «Lobo»

Irrigation and fruit thinning of the apple cultivar «Lobo»

KRISTIAN LIE KONGSRUD

Statens forskingsstasjoner i landbruk, Kise forskingsstasjon, Nes, Hedmark, Norge
The Norwegian State Agricultural Research Stations, Kise Research Station, Nes, Hedmark, Norway

Kongsrud, K. L. 1992. Irrigation and fruit thinning of the apple cultivar «Lobo». Norsk landbruksforskning 6: 183-193. ISSN 0801-5333.

An irrigation trial was carried out from 1982 to 1989 at Kise Research Station (60°47'N 10°49'E) with the apple cultivar «Lobo», grown on seedling rootstocks. Chemical thinning was included as a split-plot treatment in the last five years of the trial. Irrigation levels corresponding to the rainfall deficit (pan evaporation minus rainfall) were insufficient to maintain soil moisture from July onwards, and gave no significant yield increase overall. With a 50% higher level of irrigation the yield was increased by 14%, which was mostly due to greater fruit numbers, whereas fruit size was little affected. Irrigation at the lower level reduced the number of Grade I apples larger than 60 mm, but no such effect was found at the higher irrigation level. Chemical thinning improved the proportion of Grade I apples in three cold years (1985-87), when fruit size was small. In two warm years (1988-89), when fruit size was generally large, there was no such increase in the proportion of Grade I apples, but thinning resulted in fewer apples in the 60-70 mm range and more apples larger than 70 mm. Averaged over all five years, thinning gave an increase in Grade I yields of 2.5 t/ha/year (about 9%).

Key words: Apple, chemical fruit thinning, irrigation.

Kristian Lie Kongsrud, Kise Research Station, N-2350 Nes Hedmark, Norway.

I tidligere vatningsforsøk med eple på Kise er virkningene av ulike uttørkingsgrader før vatning undersøkt i karforsøk (Kongsrud 1969 b). Resultatene viste at både vegetativ vekst, antall blomsterknopper, avling og fruktstørrelse ble sterkt redusert av økt uttørring (0,5 - 2,5 bar) før vatning. I et annet forsøk ble virkningene av tørke til fem ulike tidspunkt i vekstsesongen undersøkt (Kongsrud 1969 a). Tilveksten hos trea ble sterkest hemmet av tørke om forsommeren. Tørke like etter blomstring økte kartfallet. Samtidig virket tørke i denne perioden stimulerende på danninga av blomsterknopper. Fruktstørrelsen ble sterkt redusert av tørke de siste 3-4 ukene før høsting.

Det er ikke tidligere utført vatningsforsøk med eldre, etablerte frukttrær her i landet. Fra Sverige er det meldt om et langvarig forsøk, 1940-1963 (Nyhlén 1965). Vatning førte i dette forsøket til at trea kom raskere inn i bærefasen, og avlinga økte i middel

for forsøksperioden med 40 prosent. Videre framskyndet vatning modninga av frukta og bedret holdbarheten ved lagring.

For å få bedre kjennskap til nytten av vatning til etablerte frukttre under våre klimaforhold, ble det lagt ut vatningsforsøk i et felt med «Lobo» på Kise forskingsstasjon, Nes på Hedmark i 1982.

I denne meldinga blir det gjort rede for resultatene fra forsøket. Forskningstekniker Arild Bergersen har utført det meste av feltarbeidet.

FORSØKSPLAN OG VEKSTFORHOLD

Tre av «Lobo» på frøstamme var planta som «ettåringer» i 1969. Feltet var opprinnelig planta som «3 rads system» med 1,5 m mellom radene og 4,5 m kjøregang. Midtraden ble ryddet året før vatningsforsøket starta. Avstanden mellom trea i radene var 2 m, og tretallet etter rydding av midtraden var 133 tre/dekar. I forsøket som ble avslutet i 1989 ble vatningsrutene splittet opp med kjemisk tynning på underruter i 1985-89. Forsøket hadde tre gjentak og fire tre pr vatningsrute. I 1985 ble vatningsrutene splittet i to med kjemisk tynning på underruter. Ved hjelp av kjemiske ugrasmiddel ble jorda holdt uten plantedekke mellom trekkene.

Vatningsforsøket ble gjennomført på hovedrutene i årene 1982-89. Følgende forsøksledd var med:

Irrigation (main plots) 1982-89:

- | | |
|--|--|
| 1. Uvatna, bare nedbør | <i>Unirrigated (Precipitation only)</i> |
| 2. V1 = Vatna med 20 mm ved 20 mm nedbørunderskott | <i>Irrigated with 20 mm at 20 mm deficit</i> |
| 3. V2 = Vatna med 30 mm ved 20 mm nedbørunderskott | <i>Irrigated with 30 mm at 20 mm deficit</i> |

Kjemisk karttynning ble utført på underruter med to tre pr rute i årene 1985-89, med følgende forsøksledd:

Chemical fruit thinning (sub plots) 1985-89:

- | | |
|----------------------|-----------------------------------|
| 1. Utyнна (kontroll) | <i>Without thinning (control)</i> |
| 2. Tynna | <i>Thinning</i> |

Tynningsprøytinga ble utført med vanlig trykksprøyte til begynnende drypping fra bladverket, og på de samme trea hvert år. Følgende tynningsmidler ble brukt:

1985. NAA (1 naftyleddiksyre) 0,15 % Pomoxon (15 g/l) like etter avblomstring.
 1986. Karbaryl - 0,20 % Carba (500 g/kg) ved 10 - 15 mm frukt diameter.
 1987-89. NAA og karbaryl i blanding - 0,07 % Pomoxon + 0,15 % Carba like etter avblomstring.

Jorda i feltet var ei grusholdig lettleire (morene). I matjordlaget hadde fraksjonen < 2 mm 7,2 % humus. Mineralmaterialet besto av 45% sand, 40% silt og 15% leir. På

grunnlag av jordfysiske parametere er nyttbart vatn i jorda beregnet (Riley 1979). Jorda må karakteriseres som svært tørkesterk (tabell 1).

	0,1 - 1,0 bar*)	1,0 - 15 bar**)	Total
0 - 30 cm	16	60	76
30 - 60 cm	14	53	67
0 - 60 cm	30	113	143

Tabell 1. Tilgjengelig vatn i jorda (mm)
Table 1. Available water in the soil (mm)

*) Lett tilgjengelig vatn = *Readily available water*
**) Tyngre tilgjengelig vatn = *Strongly held available water*

Til vatning i feltet ble det brukt en minispreder pr vatningsrute. Hver spreder vatnet ei sirkelflate med radius på 3 m.

Begge vatningsleddene ble vatnet likt antall ganger, og vatnet ble spredt i ca 30 cm høyde over bakken.

Værforholdene i vekstperioden i 1982-1989 er vist i tabell 2.

Tabell 2. Lufttemperatur, nedbør, fordamping og nedbørunderskott i mai-september i 1982-89
Table 2. Mean air temperature, precipitation, evaporation from a free water surface and the precipitation deficit (May-September 1982-89)

	Lufttemp. <i>Air temperature</i>	Nedbør <i>Precipitation</i>	Fordamping <i>Evaporation</i>	Nedbør-underskott <i>Precipitation deficit</i>
1982	12,9	222	384	+ 162
1983	12,9	246	318	+ 72
1984	12,1	372	311	- 61
1985	11,7	434	271	- 163
1986	11,8	266	315	+ 49
1987	10,8	499	269	- 230
1988	13,3	471	330	- 141
1989	12,7	297	337	+ 40
Middel <i>Mean</i>	12,3	351	317	+ 34
Normal	12,5	317	335 *)	+ 18

*) Middeltall for fordamping 1963-89

Temperaturen var under det normale i fire av årene (1984-87) og særlig i 1987 var det ekstremt kjølig. Nedbøren var større enn normalt i 1984, 85, 87 og 88 og også i middel for alle år.

Nedbørunderskottet i vekstmånedene var størst i 1982, mens det var stort nedbør-overskott i 1985, 1987 og 1988. Til måling av fordamping ble det brukt «Thorsruds evaporimeter».

Avlinga ble hvert år sortert etter Norsk Standard nr 2801.

RESULTAT

Det ble ikke tilført vatn i mai i noen av forsøksårene. I tabell 3 er det vist hvor mange ganger det ble vatnet i månedene juni-september i forsøksårene, og hvor mye vatn det ble tilført i de to vatningsleddene.

Tabell 3. Antall vatninger og mengde vatn tilført hvert år
Table 3. Number of irrigations and amounts of water given each year

	1982	83	84	85	86	87	88	89
Juni	2	2		1	2	3	1	
Juli	2	2	2		2	1		3
August	2	2	2					
September								1
Sum	6	6	4	1	4	1	3	5
Sum mm: V1	120	120	80	20	80	20	60	100
V2	180	180	120	30	120	30	90	150

Virksomheter av vatning på avlinga

Med unntak for 1984 var totalavlinga i feltet stor i alle år (tabell 4). Med tretallet i feltet (133 tre/dekar) gav uvatna ledd 3950 kg som middelavling pr dekar og år. Ved minste vassmengde var det en tendens til økt avling de fire første årene, mens tendensen går i motsatt retning de fire siste.

Sikker effekt på totalavlinga var det bare i 1982 og 1984. Med største vassmengde var det sikker avlingsøkning i 1982, 1984, 1988, 1989 og i middel for alle år. Den midlere avlingsøkningen med største vassmengde var ca 14 prosent eller 545 kg/daa/år.

I de fire første årene ble det foretatt tensiometermålinger i 25 cm dyp. Disse målingene viste at vatning tilsvarende nedbørunderskottet var for lite til å fylle opp jordas vasskapasitet fra juli og utover.

I de tilfeller vatning gav avlingsøkning, skyldtes dette hovedsakelig en økning i antall epler pr tre, mens fruktstørrelsen var lite påvirket. Andelen av totalavlinga i klasse 1 > 60 mm ble redusert av minste vassmengde i 1983, 84, 85 og i middel for alle år (tabell 5). Det var derimot ingen sikker forskjell på grunn av største vassmengden i noen av årene. En legger ellers merke til at sorteringsresultatet var dårligst i de tre årene 1985-1987 da lufttemperaturen i vekstmånedene var lavest (tabell 1). Ekstremt dårlig var det i 1987 da bare ca 14 prosent av eplene ble sortert i klasse 1. Også i 1984 var lufttemperaturen i vekstmånedene litt under det normale, men dette året var det lita

	Uvatna <i>Unirrigated</i>	V 1	V 2	LSD, 5%
1982	24,7	+ 5,8	+ 6,4	4,7
1983	25,5	+ 3,8	+ 3,5	n.s.
1984	12,3	+ 6,8	+ 4,5	4,0
1985	29,7	+ 4,7	+ 4,7	n.s.
1986	26,7	- 1,9	+ 0,5	n.s.
1987	31,4	- 1,6	+ 0,1	n.s.
1988	49,4	- 1,5	+ 5,9	5,4
1989	37,5	- 0,6	+ 7,2	4,9
Middel <i>Mean</i>	29,7	+ 1,9	+ 4,1	3,8

Tabell 4. Total avling i kg/tre i uvatna ledd og effekt av vatning
 Table 4. Total yield (kg/tree) without irrigation and effects of irrigation

avling i feltet og sorteringsresultatet ble godt. De beste vekstforholdene i forsøksperioden hadde en i 1988, og selv med svært stor avling ble over 90 prosent sortert i klasse 1.

	Uvatna(kontroll) <i>Unirrigated</i>	V 1	V 2	LSD, 5%
1982	67	67	73	n.s.
1983	60	49	62	7,0
1984	85	76	80	8,4
1985	55	45	50	7,8
1986	33	32	31	n.s.
1987	15	13	14	n.s.
1988	94	90	95	n.s.
1989	82	78	79	n.s.
Middel <i>Mean</i>	61	56	61	3,4

Tabell 5. Effekt av vatning på prosent av totalavlinga i klasse 1 > 60 mm
 Table 5. Effect of irrigation on percentage of total yield in class 1 > 60 mm

I middel for alle år ble andelen av avlinga i størrelsesgraden > 70 mm redusert av minste vassmengden (Tabell 6).

Med det oppnådde sorteringsresultatet var middelavlinga i klasse 1 i uvatna ledd, V1 og V2 henholdsvis 2410, 2354 og 2739 kg pr dekar og år. Avlingsøkningen i klasse 1 for V2 (ca 14 prosent) var statistisk sikker.

Det dårlige sorteringsresultatet i V1 leddet skyldtes små og dårlig farga epler (tabell 7). Sikker skilnad var det bare for fruktfargen.

Virkninger av karttynning.

Det ble ikke funnet sikre samspill mellom forsøksfaktorene. I de tre årene (1985-87) med temperaturer under det normale (tabell 2) førte tynning til økt avling i klasse 1 (tabell 8). I de to siste årene, og særlig i 1988, var det stor avling i klasse 1 i utynna ledd

Tabell 6. Effekt av vatning på prosent av totalavlinga i klasse I 60-70 mm og > 70 mm. Middeltall 1982-89

Table 6. Effect of irrigation on percentage of total yield in class I 60-70 mm and >70 mm. Means 1982-89

	Uvatna (kontroll) <i>Unirrigated</i>	V 1	V 2	LSD, 5%
60-70 mm	36	35	37	n.s.
>70 mm	25	21	24	2,7
Sum	61	56	61	3,4

Tabell 7. Effekt av vatning på fruktstørrelse (g/eple), refraktometertall og fruktfarge. Middeltall 1986-89

Table 7. Effects of irrigation on fruit size (g/fruit), percentage soluble solids and surface colour. Means 1986-89

	Uvatna (kontroll) <i>Unirrigated</i>	V 1	V 2	LSD, 5%
Fruktstørrelse <i>Fruit size</i>	90,6	88,6	93,0	n.s.
Refraktometertall % soluble solids	12,6	12,7	12,7	n.s.
Fruktfarge (1-5)* <i>Surface colour (1-5)</i>	3,1	2,8	3,0	0,28

*) 1 er svært dårlig farge og 5 er svært god farge frukt
1 = very poor surface colour, 5 = very good surface colour

og ingen sikker tynningseffekt. I middel for alle år førte karttynning til avlingsøkning med 253 kg/daa/år i klasse I (ca 9 %).

Tabell 8. Avling i kg/tre i klasse I > 60 mm uten tynning og effekt av tynning

Table 8. Yield (kg/tree) in class I > 60 mm without thinning and effects of thinning

	Utyнна <i>Without thinning</i>	Tynna <i>Thinning</i>	LSD, 5%
1985	14,3	+ 4,2	3,7
1986	6,4	+ 3,2	2,8
1987	3,2	+ 1,6	1,0
1988	46,5	+ 1,4	n.s.
1989	31,5	- 0,7	n.s.
Middel <i>Mean</i>	20,5	+ 1,9	1,6

Sorteringsresultatet var relativt dårlig i 1985-87 og ekstremt dårlig i 1987 (tabell 9). I disse årene førte tynning til økt andel av epler i klasse I over 60 mm. De gode vekstforholdene i 1988 gav svært god kvalitet på eplene. Avlinga var stor, men likevel ble 92 prosent sortert i klasse I i utynna ledd. Også i 1989 var fruktkvaliteten god, og 80 prosent av avlinga kom i klasse I. Tynning hadde ingen effekt på den totale andelen av epler i klasse I > 60 mm i de to siste årene. I denne perioden gav tynning en reduksjon

i andelen av epler i størrelsen 60-70 mm og økte andelen av epler > 70 mm. I 1988 var andelen av epler > 70 mm i utynna og tynna ledd henholdsvis 52 og 68 prosent og året etter 48 og 56 prosent.

	Utnynna <i>Without thinning</i>	Tynna <i>Thinning</i>	LSD, 5%
1985	45	55	5,6
1986	28	33	3,1
1987	12	16	2,9
1988	92	93	n.s.
1989	80	79	n.s.
Middel <i>Mean</i>	51	55	2,6

Tabell 9. Effekt av tynning på prosent av totalavlinga i klasse 1 > 60 mm

Table 9. Effect of thinning on percentage of total yield in class 1 > 60 mm

Hovedårsaken til at tynning bedret sorteringsresultatet var økt fruktstørrelse (tabell 10). Tynning gav sikker økning i fruktstørrelsen i tre av de fire årene og i middel for alle år. Det var svært stor skilnad i fruktstørrelsen mellom de to kjøligste årene (1986 og 87) og de to varmeste (1988 og 89).

	Utnynna <i>Without thinning</i>	Tynna <i>Thinning</i>	LSD, 5%
1986	65	67	n.s.
1987	53	58	4,2
1988	112	121	8,0
1989	120	130	8,3
Middel	88	91	4,8

Tabell 10. Effekt av tynning på fruktstørrelsen (g/frukt)

Table 10. Effect of thinning on fruit size (g/fruit)

Refraktometertallene var ikke sikkert påvirket av tynning i noen av årene, og lå godt over nedre grense for sortering i klasse 1 (10,3 brix). Lavest var tallene i 1987 med 12,2 brix.

DRØFTING

«Lobo» er en sort som setter store krav til vekstklimate. Med de vekstforholdene vi har på Kise blir frukt kvaliteten ofte sterkere påvirket av temperaturen i vekstmånedene enn av vasstilgangen.

Fruktstørrelsen var den kvalitetsegenskapen som hadde størst betydning for sorteringsresultatet. Særlig i de årene temperaturen i vekstmånedene var under det normale var eplene små.

Resultatene fra forsøket viser at det er viktig å gi nok vatn ved hver vatning. Vatning tilsvarende nedbørunderskottet gav dårligere sorteringsresultat enn både uvatna ledd og ledd vatna med 30 mm ved nedbørunderskott på 20 mm. Hovedårsakene til det dårlige sorteringsresultatet i dette leddet var både en tendens til redusert fruktstørrelse og dårligere farga frukt (tabell 6 og 7). Den negative virkningen på fruktstørrelsen kan ha sammenheng med at vassmengden var tilstrekkelig til å øke fruktantallet (redusere kartfallet). Dette sammen med utilstrekkelig vassmengde ved hver vatning utover i vekstsesongen gav redusert fruktstørrelse.

Når det vatnes etter nedbørunderskottet, skal det tilføres 20-50 prosent mer vatn pr vatning enn det nedbørunderskottet tilsier, hevdet Aslyng & Hansen (1961). Dette vil imidlertid variere med måleutstyret eller beregningsmetoden som brukes for å uttrykke fordampingsstapet. Vatning har vanligvis en negativ virkning på temperaturen i jord og planter. Så lenge overflata er fuktig fordampes det vatn og til dette kreves det varme. Slik dette feltet var vatnet, med likt antall vatninger, har denne negative virkningen på temperaturen gjort seg like sterkt gjeldende ved begge vassmengdene som ble brukt. Bladverket på trærne ble ikke fuktet ved vatning.

I de tilfeller vatning økte avlinga skyldtes dette vesentlig en økning i antallet epler. Dette er i overensstemmelse med engelske undersøkelser (Goode & Ingram 1971 og Higgs & Jones 1990). Antall epler/tre hadde større betydning for fruktstørrelsen enn vasstilgangen. Fra tidligere undersøkelser er det kjent at tørke i den siste tida før høsting reduserer fruktstørrelsen (Kongsrud 1969 a). Til seine sorter som «Lobo» er det sjelden vi har vatningsbehov i denne tida.

For å uttrykke det økonomiske resultatet av vatning i forsøket ble det brukt følgende priser og kostnader:

Klasse 1 > 60 mm	kr 6,00/kg
Klasse 2 og frasortert	kr 1,00/kg
Avlingsavhengige kostnader	kr 2,00/kg

Med disse forutsetningene, det aktuelle tretallet (133 tre pr dekar), de oppnådde avlingene (tabell 4) og sorteringsresultatet (tabell 5) får en salgsinntekter som vist i tabell 11.

Tabell 11. Virkning av vatning på salgsinntektene, i 1000 kroner pr dekar og år (1982-89)

Table 11. Effects of irrigation on the value of saleable yield, 1000 kroner per decares and year (1982-89)

	Uvatna <i>Unirrigated</i>	V1	V2
Klasse 1 > 60 mm <i>Class 1 > 60 mm</i>	14,4	14,1	16,4
Klasse 2 og fras. <i>Class 2 & discarded</i>	1,5	1,8	1,8
Sum	15,9	15,9	18,2
Avlingsavhengige kostnader	7,9	8,4	9,0
Differanse	8,0	7,5	9,2

Som det går fram av tallene reduserte vatning med minste vassmengden inntektene med 500 kr pr dekar og år p.g.a. et dårligere sorteringsresultat. Med største vassmengde var det større avling av epler i klasse I enn i uvatna ledd. Avlingsøkningen med største vassmengdengden økte derfor salgsinntektene med 1200 kr pr dekar og år.

Atkinson & White (1976) fant at vatning hadde større betydning for vekst og avling i eplefelt med grasdekke enn der jordoverflata ble holdt rein med kjemisk ugrasbekjemping. Hipps & Samuelson (1991) fant at langtidsvirkningen av reinhold med kjemiske ugrasmidler førte til en sikker reduksjon i jordas innhold av organisk carbon, total nitrogen og ekstraherbart kalium og magnesium, sammenlignet med jord med grasdekke. De konkluderer med at for å verne jordas fruktbarhet over en årrekke er det nødvendig med grasdekke i frukthagen.

Fruktdyrkerne her i landet tar nå i bruk mer intensive dyrkingsmåter med tett planting og svake grunnstammer. En mye benyttet kulturmåte er ei vegetasjonsfri stripe i planteradene og permanent grasdekke i kjøregangene. I slike felt vil det bli større krav til jevn vasstilgang.

Kjemisk tynnig økte fruktstørrelsen (tabell 10), og andelen av epler i klasse I > 60 mm i år med små epler. I de to siste årene - og særlig i 1988 - var vekstforholdene gode og fruktstørrelsen tilfredsstillende. I disse årene var det ikke sikker effekt av tynning på den totale andelen av epler i klasse I > 60 mm, men andelen av store epler (> 70 mm) økte. I eldre plantinger og i år med god blomstring og gode forhold for fruktsetting er tynning ofte nødvendig for å få en tilfredsstillende fruktstørrelse. Av de to prøvde tynningsmidlene er NAA det mest aktuelle. Karbaryl er et middel som ved siden av å ha tynningseffekt også er et sterkt insektmiddel. Midlet kan øke problemene med spinnmidd fordi det dreper spinnmiddens naturlige fiender.

Kjemisk tynning bør ofte suppleres med håndtynning, og synes å være et godt hjelpemiddel til å redusere kostnadene med håndtynning. Den positive effekten av frukttyrning på fruktkvaliteten er dokumentert i mange forsøk (Grauslund 1985, Kongsrud 1991, Kvåle 1974).

I de siste årene har oppgjørspriisen på epler > 70 mm ligget ca 1 kr høyere enn for størrelsesgraden 60-70 mm.

Med en oppgjørspriis på kr 7,00/kg for den delen av avlinga som er sortert i klasse I > 70 mm og ellers de samme forutsetningene som ovenfor, har tynning økt inntektene med kr 1200 pr dekar og år (tabell 12).

SAMMENDRAG

På Kise forskingsstasjon ble det i årene 1982-1989 gjennomført vatningsforsøk med eplesorten «Lobo» på frøstamme. I de siste fem årene (1985-1989) var rutene splittet opp med kjemisk tynning på underruter.

Resultatene viser at vatning med mengder tilsvarende nedbørunderskottet var for lite til å utnytte jordas vasskapasitet fullt ut fra juli og utover. I middel for alle år var det ikke sikker avlingsøkning av vatning med minste vassmengde, mens vatning med største vassmengde økte avlinga med 14 prosent. Avlingsøkningen skyltes i vesentlig grad en økning i antall epler pr tre, mens fruktstørrelsen var lite påvirket.

Tabell 12. Virkning av tynning på salgsinntektene, kroner pr dekar og år (1985-89)

Table 12. Effects of thinning on the value of saleable yield, 1000 kroner per decares and year (1985-89)

	Utnynna <i>Without thinning</i>	Tynna <i>Thinning</i>
Klasse 1 60-70 mm <i>Class 1 60-70 mm</i>	9,7	8,5
Klasse 1 > 70 mm <i>Class 1 > 70 mm</i>	7,8	10,3
Klasse 2 og frasortert <i>Class 2 & discarded</i>	2,6	2,4
Sum	20,1	21,2
Avlingsavhengige kostnader	10,7	10,6
Differanse	9,4	10,6

Vatning tilsvarende nedbørunderskottet reduserte andelen av epler i klasse 1 > 60 mm. En tilsvarende negativ effekt på sorteringsresultatet ble ikke funnet i ledd vatna med største vassmengde.

I de tre kjøligste årene (1985-87) var det mye små epler, og tynning bedret sorteringsresultatet p.g.a. økt fruktstørrelse.

De to siste årene (1988 og 89), med betydelig bedre vekstforhold og større epler, var det ingen økning i den totale andelen av epler i klasse I ved tynning. I disse årene ga tynning en reduksjon i andelen av epler i størrelsesgraden 60-70 mm og økte andelen av epler > 70 mm.

I middel for alle år økte tynning avlinga i klasse 1 med 253 kg/dekar og år (ca 9 prosent).

LITTERATUR

Atkinson, D. & G.C. White 1976. Soil management with herbicides - the response of soils and plants. Proceedings of the British Plant Protection Conference - Weeds, 873-84.

Goode, J.E. & J. Ingram 1971. The effect of irrigation on the growth, cropping and nutrition of Cox's Orange Pippin apple trees. J.Hort.Sci. 46: 195-208.

Grauslund, J. 1985. Bedre kjemisk frugtudynding. Særtrykk av frugtavleren 14 nr. 5: 1-8.

Higgs, K.H. & H.G. Jones 1990. Response of apple rootstocks to irrigation in south-east England. J.Hort Sci. 65: 129-141.

Hipps, N.A. 1991. Good yields through the soil. Grower 24: 22- 23.

Hipps, N.A. & T.J. Samuelson 1991. Effects of long-term herbicide use, irrigation and nitrogen fertiliser in an apple orchard. *J. Sci. Food Agric.* 55: 377-387.

Kongsrud, K.L. 1991. Kjemisk tynning av eplesorten «Summerred» Norsk Landbruksforskning 5: 83-90.

Kongsrud, K.L. 1969 a. Virkningen av tørke til ulike tider av vekstsesongen på epletre og solbærbusker. *Forsk. Fors. Landbr.* 20: 351-365.

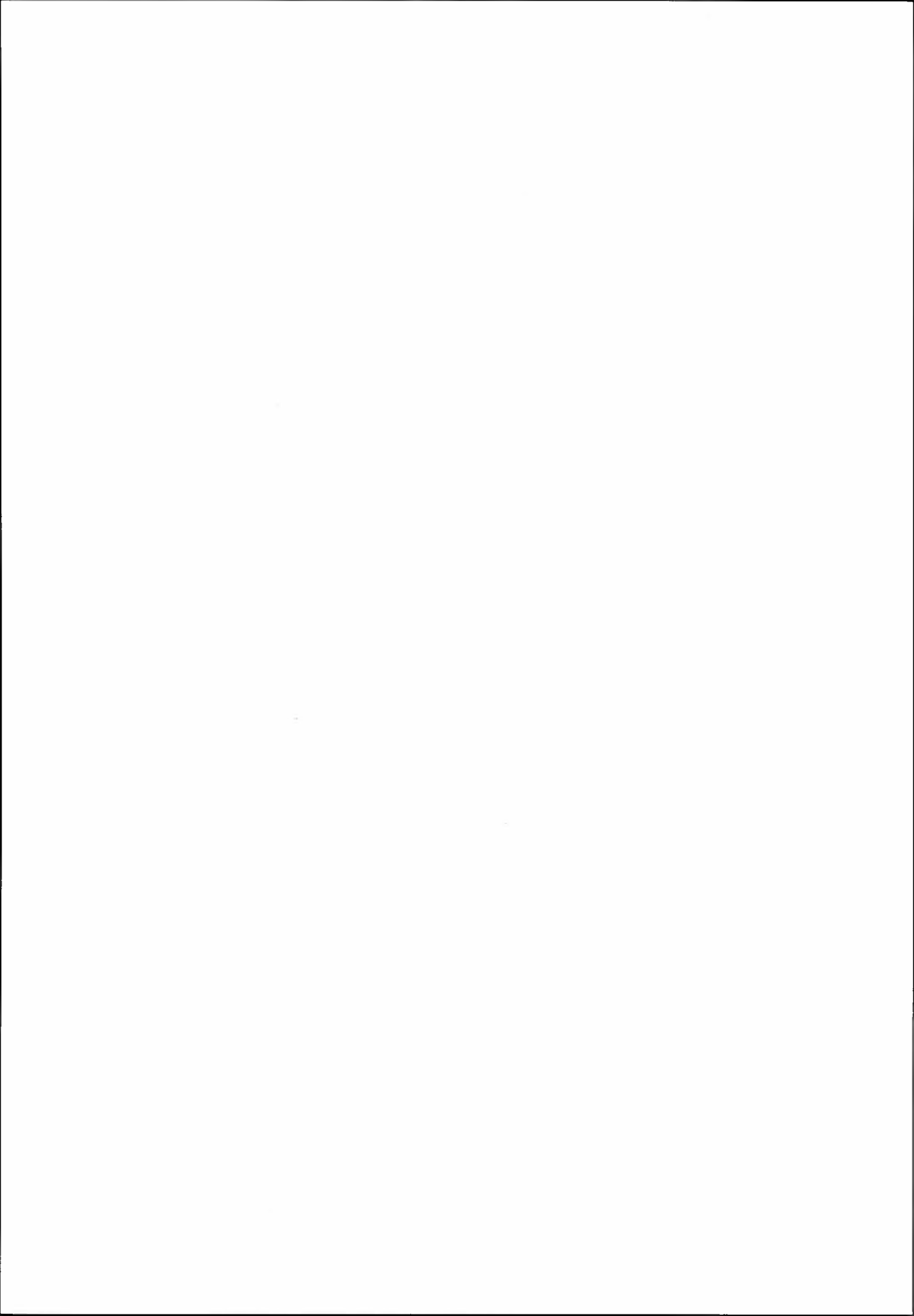
Kongsrud, K.L. 1969 b. Effects of soil moisture tension on growth and yield in black currants and apples. *Acta agric. Scand.* 19: 245-57.

Kvåle, A. 1974. Tynning av «Raud Prins» med etefon. *Forsk.Fors.Landbr.* 25: 347-352.

Nyhlèn, Å. 1965. Kulturförsök med äpple vid Nyckelby åren 1940-1963. *Lantbruks-högskolans medd. A 32 Uppsala.*

Nyhlèn, Å. 1986. Inverkan av väderlek och vattentilgång i et äppleförsök på Nyckelby. *Institutionen för Trädgårdsvetenskap, Sveriges Lantbruksuniversitet. Rapport 43: 20pp.*

Riley, H.C.F. 1979. Sammenhengen mellom jordas vannholdende evne og dens mekaniske sammensetning, moldinnhold og volumvekt. *Forsk. Fors. Landbr.* 30: 379-398.



Verknader av dekking og gjødsling på stiklingproduksjon, avling og bærstorleik hjå jordbærsorten 'Korona'

Effects of covering and fertilization on runner production, yield and berry size of the strawberry cultivar 'Korona'

ARNFINN NES & ARNE HJELTNES

Statens forskingsstasjoner i landbruk, Kise forskingsstasjon, Nes på Hedmark, Noreg
The Norwegian State Agricultural Research Stations, Kise Research Station, Nes Hedmark, Norway

Nes, A. & A. Hjeltnes 1992. Effects of covering and fertilization on runner production, yield and berry size of the strawberry cultivar 'Korona'. Norsk Landbruksforskning 6: 195-203. ISSN 0801-5333.

A series of studies was carried out on the strawberry cultivar 'Korona' at Kise Research Station, in order to evaluate the effects on runner production, yield and berry size of different fertilization strategies and covering with different types of film early in the spring. The plots were either fertilized at a normal rate only (45 kg N, 12 kg P and 36 kg K per ha) when covering the plants or were additionally dressed with 40 kg N per ha five weeks later. Dressing did not affect either the runner production or total yield, but it was found that the berries became significantly bigger after dressing. There were no differences between the two types of cover used. Covering increased the early production of runners significantly and time of ripening was affected by five days. Total yield was not affected, however, and berry size was reduced by covering.

Key words: Berry size, covering, fertilization, runner production, yield.

Arnfinn Nes, Kise Research Station, N-2350 Nes Hedmark, Norway

Stort plantetal pr. arealeining, friske småplanter av god kvalitet, tidleg planting og korte omløp er viktige vilkår for god økonomi i jordbærproduksjonen (Kongsrud 1991). Det krev mange stiklingplanter tidleg om sommaren, og det er difor viktig å granska tiltak som kan nyttast for å stimulera til tidleg og stor stiklingproduksjon.

Bruk av plast som jorddekke og god næringstilgang gjev god vekst i morplantene og auka tal stiklingar pr. plante (Brandstveit 1978). Bruk av plast eller klimafolie, tek sikte på å betra temperatur- og råmetilhøva i luft og jord. Plastdekking hever temperaturen meir enn fiberduk i klart vær (Guttormsen 1984).

Verknader av dekking av morplantene med plast eller klimafolie på stiklingsproduksjonen er tidlegare ikkje granska. Desse tiltaka er derimot ein del nytta for å få tidlegare bærmodning. Dyrking av jordbær under solfangar gjev tidlegare modning, men ofte noko redusert totalavling og bærstorleik (Nestby 1979, Vik 1959 og 1960). Dei same effektane har dekking med fiberduk eller holplast hatt (Meland & Måge 1984, Peerbooms & Veens 1982). Tørke i modningstida vil og gje tidlegare modning og redusert bærstorleik (Kongsrud 1970, 1978, 1980), medan auka N-gjødsling kan seinka modninga (Kongsrud 1980).

Jordbærsorten 'Korona' er ein halvtidleg sort som gjev stor avling og store bær. For produksjon av kvalitetsbær, er det m.a. viktig med korte omløp. Det krev at vi har gode planter som gjev stor avling alt første året etter planting. For å nå dette målet, må morplantene produsera mange stiklingsplanter tidleg. Det vart difor gjennomført forsøk ved Kise forskingsstasjon i 1988 og 1989 for å granska korleis bruk av fiberduk eller holplast kan framskunda stiklingsproduksjonen og bærmodninga. Resultata vert presenterte i denne meldinga.

MATERIAL OG METODE

Planter stukne i 3,5 cm torvblokker vart planta midt i september 1987 i dobbeltrader på drillar dekkja med svart plast. Avstanden mellom drilltoppane var 1,50 m, avstanden mellom dobbeltradene på drillane var 40 cm og planteavstanden var 30 cm. Feltet vart gjødsla med 30 kg Fullgjødsla 15-4-12 (4,5 kg N) pr. daa før planting. Plantene var små ved planting, og hadde liten tilvekst om hausten. Våren etter (26. april) vart det difor på nytt gjeve 4 kg N i Fullgjødsla 15-4-12 som grunnjødsling. Gjødsla vart spreidd oppå platen. Ved börjande bløming (30. mai) vart det gjeve 4 kg N i kalksalpeter som tilleggsgjødsling på halvparten av rutene. Gjødslinga var den same begge forsøksåra.

Forsøksplanen var Split-split-plot plan med tre gjentak. Storrutene var udekkja, dekkja med fiberduk eller holplast. Mellomrutene fekk grunnjødsling eller grunnjødsling og tilleggsgjødsling, og smårutene hadde kort eller lang dekketid. Første året vart dekket lagt på straks etter snøsmelting 28. april og låg på i 4 eller 8 veker (27. mai og 24. juni). Blomane som vaks fram første våren, vart fjerna for å stimulera til mest mogeleg utløparvekst. Andre året låg dekket på frå 21. april og fram til börjande bløming 27. mai. Rutene med lang dekketid vart i tillegg dekkja i ti dagar etter bløming. Feltet vart vatna etter behov og det vart nytta standard sprøyteprogram mot soppar og insekt. Det vart ikkje nytta ugrasmiddel under stiklingsproduksjonen. Året etter vart det nytta svimiddel mot ugraset mellom drillane. Klimadata er henta frå værstasjonen «Kise på Hedmark» som ligg 200 m frå forsøksfeltet. Første året vart verknadene på stiklingsproduksjonen granska, medan det neste år vart registrert bæravling.

RESULTAT

Stiklingsproduksjon

Tilleggsgjødsling førde ikkje til større stiklingsproduksjon i forsøket. Dekking gav derimot meir enn dobbelt så mange stiklingar pr. plante i den mest aktuelle stikkesesongen - fram til midt i juli, men dekking gav fleire stiklingar pr. plante heilt fram til slutten av

Tabell 1. Temperatur (°C) og nedbør (mm) april - juni i to år og normalverdiene
 Table 1. The averages for temperature (°C) and precipitation (mm) in April-June over two years

År year	Temperatur Temperature		Nedbør Precipitation					
	april	mai	juni	juli	april	mai	juni	juli
1988	1,1	8,1	16,8	16,2	34	25	39	145
1989	1,0	9,5	13,9	15,8	63	30	65	66
Normal averages	2,8	8,6	13,2	15,9	31	38	63	82

august (tabell 2). Dekking med holplast gav litt fleire stiklingar enn fiberduk, medan ulik dekketid ikkje hadde nokon verknad.

Dekking film	Dato date			
	24.06.	04.07.	14.07.	29.08.
Udekka Check	0,3	1,3	5,3	47,8
Fiberduk vlies	1,4	3,7	9,7	59,7
Holplast perforated plastic film	1,7	3,9	9,5	57,9
LSD 5 %	0,8	1,5	4,3	i.s.

Tabell 2. Akkumulert tal stiklingar pr. morplante av jordbærsorten 'Korona' sommaren 1988

Table 2. Accumulated number of runners per mother plant of the strawberry cultivar 'Korona' during the 1988 season

Bærproduksjon

Avling

Total bæravling er sett opp i tabell 3. Det var ingen sikre skilnader i avling mellom udekka og dekkja planter, eller om det vart nytta berre grunn gjødsling eller også tilleggsgjødsling. Det vart heller ikkje funne samspelseffektar av forsøksledda, sjølv om verknaden av tilleggsgjødslinga var større på udekka ruter. Ulik dekketid hadde heller ingen verknad på avlinga.

Bærstorleik

Bærstorleiken auka etter tilleggsgjødslinga, men vart redusert av dekkinga (tabell 4). Det var ingen sikre skilnader mellom fiberduk og holplast som dekkemiddel. Figurane 1 - 4 syner verdiene av bærstorleiken og sorteringsresultatet etter ulik gjødsling og dekking, og korleis dei endra seg utover i haustesesongen. Bæra vart større etter tilleggsgjødsling ved dei fleste haustingane og i middel for året (figur 1). Dette gav likevel lite utslag i sorteringsresultatet både gjennom sesongen og i middel for året (figur 2). Dekking

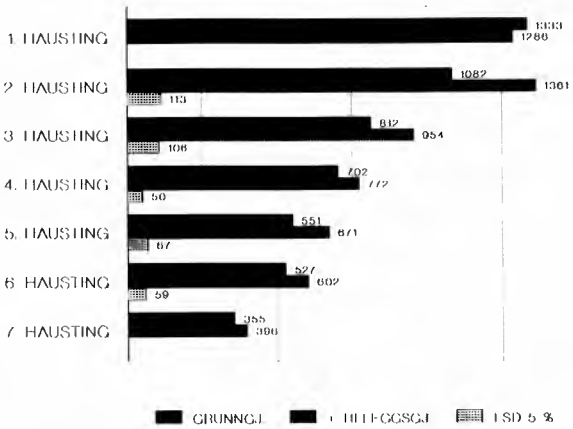
Tabell 3. Total bæravling (Kg/daa) hjå jordbærsorten 'Korona' etter ulik dekking og gjødsling
 Table 3. Total yield (kg/0.1 ha) of the strawberry cultivar 'Korona' covered with different films and at two levels of fertilization

Dekking <i>film</i>	Gjødsling fertilization		Middel <i>mean</i>	LSD 5 %
	Berre grunn- gjødsling <i>fertilization in the spring</i>	Tilleggs- gjødsling <i>dressing with 40 kg N/0.1 ha</i>		
Udekka <i>check</i>	2050	2324	2190	
Fiberduk <i>vlies</i>	2248	2274	2261	
Holplast <i>perforated plastic film</i>	2218	2258	2238	
Middel <i>mean</i>	2174	2285		i.s.
LSD 5 %				i.s.

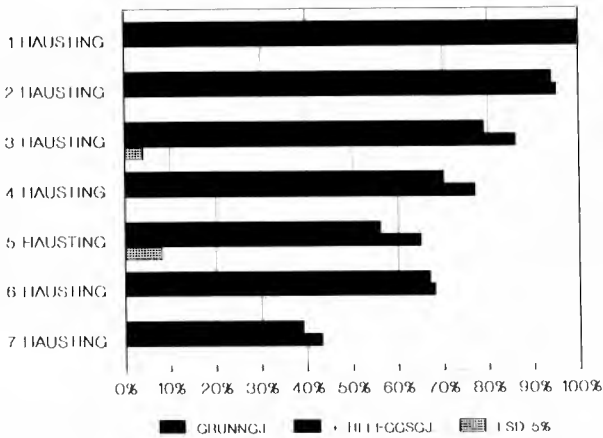
reduerte både bærstorleiken (figur 3) og avlinga av bær i Klasse 1 i prosent av totalavlinga (figur 4) heile tida etter første hausting og i middel for sesongen. Ulik dekketid hadde ingen verknad på bærstorleiken.

Tabell 4. Bærstorleik (gram/100 bær) hjå jordbærsorten 'Korona' etter ulik dekking og gjødsling
 Table 4. Berry size (g/100 berries) of the strawberry cultivar 'Korona' covered by different films and at two levels of fertilization

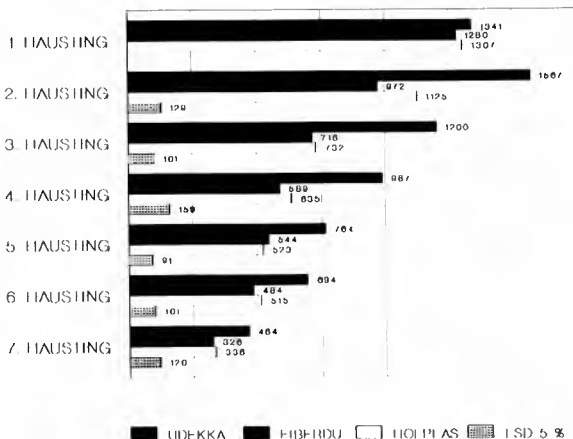
Dekking <i>film</i>	Gjødsling fertilization		Middel <i>mean</i>	LSD 5 %
	Berre grunn- gjødsling <i>fertilization in the spring</i>	Tilleggs- gjødsling <i>dressing with 40 kg N/0.1 ha</i>		
Udekka <i>check</i>	860	922	891	
Fiberduk <i>vlies</i>	739	760	749	
Holplast <i>perforated plastic film</i>	748	846	799	
Middel <i>mean</i>	782	843		52
LSD 5 %				94



Figur 1. Bærstorleik (g/100 bær) ved kvar hausting etter ulik gjødsling
Figure 1. Berry size (g/100 berries) at each harvest affected by fertilization



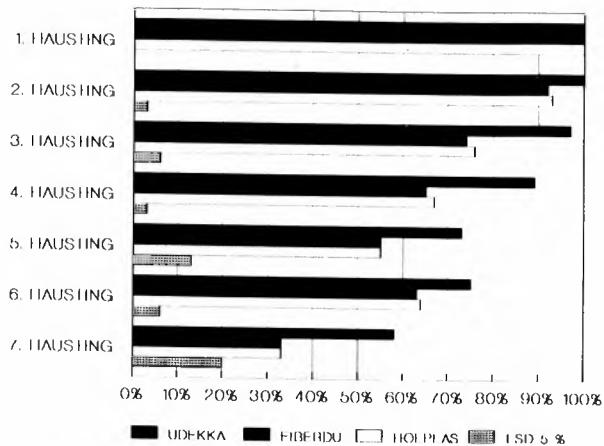
Figur 2. Prosent av avlinga i Klasse 1 ved kvar hausting etter ulik gjødsling
Figure 2. Percentage yield in class 1 (diameter > 30 mm) at each harvest affected by fertilization



Figur 3. Bærstorleik (g/100 bær) ved kvar hausting etter ulik dekking
Figure 3. Berry size (g/100 berries) at each harvest affected by covering

Figur 4. Prosent av avlinga i klasse I ved kvar hausting etter ulik dekking

Figure 4. Percentage yield in class I (diameter > 30 mm) at each harvest affected by covering



Modningstid

Gjødslinga gav ikkje statistisk sikre verknader på modninga, men det var likevel ein tendens til seinka modning etter tilleggsgjødsling. Avlinga på plantene som berre fekk grunnjødsling, var litt større dei to første og litt mindre dei siste vekene av haustesesongen (tabell 5 og 6). Formålet med å dekkja jordbærplantene er å framskunda modninga og dermed få høgare pris for ein større del av avlinga. Dekka planter gav statistisk større avling enn udekkja dei to første vekene av haustesesongen (tabell 5 og 6). Det var ingen sikre skilnader mellom dekking med fiberduk eller holplast. Ulik dekketid gav heller ingen verknader på modninga.

DRØFTING

Plantene vart begge åra dekkja frå sist i april. I 1988 var april og mai kjølegare enn normalt, medan både juni og juli var varmare (tabell 1). Juni var særst varm dette året.

Jordbærsortane produserer ulike mengder utløparar (Gjesdal 1979), og 'Korona' er ein sort som set mange greina utløparar. Det vert utvikla fleire stiklingsplanter på kvar utløpar, så tal stiklingar er difor særst stort hjå denne sorten.

Ulik dekketid hadde ingen verknader i dette forsøket. Meland (1986) fekk redusert avling når plantene vart dekkja etter at bløminga tok til.

Då dei første stiklingane vart skorne 24. juni, var det 5 gonger så mange stiklingar på dei dekkja rutene som på udekkja ruter (tabell 2). Etter andre haustinga vart det skore tre gonger så mange og etter tredje haustinga dobbelt så mange stiklingar på dekkja ruter som på udekkja. Sjølv om sommartemperaturen var svært høg, var såleis verknaden av dekking på veksten av utløparane og produksjonen av stiklingar svært stor i tida fram til midt i juli. Tilleggsgjødsling gav ikkje auke i stiklingsproduksjonen slik det er funne for sorten 'Senga Sengana' i tidlegare forsøk (Brandstveit 1978). Året etter vart verknaden av dekking på bærproduksjonen granska. Dette året var både april, mai og juni varmare enn normalt, medan temperaturen i juli var om lag som normalt. Bæra var difor modne tre veker tidlegare enn normalt dette året. Korkje tilleggsgjødsling eller dekking hadde sikker verknad på bæravlinga i forsøket (tabell 3), men på udekkja ruter var det tendens til positiv verknad av tilleggsgjødslinga. Dette er i samsvar med fleire

Tabell 5. Avling (Kg/daa) hjå jordbærsorten 'Korona' kvar veke etter ulik dekking og gjødsling
 Table 5. Weekly total yield (kg/0.1 ha) of the strawberry cultivar 'Korona' from plants covered with different films and at two levels of fertilization

	Hausteveke nr <i>week of harvest</i>					Middel <i>mean</i>
	1	2	3	4	5	
Grunngjødsling <i>fertilization in the spring</i>	372	934	621	172	74	2174
+ tilleggsgjødsl. <i>+ dressing</i>	321	903	740	190	131	2285
Middel <i>mean</i>	347	919	681	181	103	
LSD 5 %	i.s.	i.s.	79	i.s.	42	i.s.
Udekka <i>sheck</i>	63	780	860	270	217	2190
Fiberduk <i>vlies</i>	490	964	621	144	42	2261
Holplast <i>perforated plastic film</i>	488	1011	563	129	48	2238
LSD 5 %	110	161	205	64	38	i.s.

	Hausteveke nr <i>week of harvest</i>				
	1	2	3	4	5
Grunngjødsling <i>fertilization in the spring</i>	17	43	29	8	3
+ tilleggsgjødsl. <i>+ dressing</i>	14	40	32	8	6
Middel <i>mean</i>	16	42	31	8	5
LSD 5 %	i.s.	i.s.	i.s.	i.s.	2
Udekka <i>sheck</i>	3	36	39	12	10
Fiberduk <i>vlies</i>	22	42	28	6	2
Holplast <i>perforated plastic film</i>	22	45	25	6	2
LSD 5 %	5	4	6	3	1

Tabell 6. Prosent av avlinga plukka kvar veke hjå jordbærsorten 'Korona' etter ulik dekking og gjødsling
 Table 6. Percentage of total yield harvested each week of the strawberry cultivar 'Korona' covered with different films and at two levels of fertilization

tidlegare granskingar (Vik 1959, Nestby 1979). Kongsrud har synt at det er positivt samspel mellom vatning og gjødsling på avlinga (Kongsrud 1980), men at tilleggsgjødsling sjeldan gjev auka avling (Kongsrud 1986 og 1988). Når temperaturen er så høg som han var i tida før bærmodning dette året, er det vanskeleg å tilføra plantene nok vatn. Svak tørke kan difor vera årsak til at tilleggsgjødslinga ikkje førde til større avling i forsøket.

I andre forsøk med solfangarar har avlinga vorte redusert (Vik 1960, Meland 1986). Det kan ha samanheng med at temperaturen under solfangarane vert overoptimal (Guttormsen 1984), men det kan og ha samanheng med tørkeverknader.

Då vi fekk dei nye dekkemidlane fiberduk og holplast, synte forsøk ved NLH at dekking av jordbærfelt med fiberduk korkje førde til nedgang i avling eller bærstorleik (Meland & Måge 1984). Forsøk med dei same dekkemidlane i Ullensvang gav og same avling på dekkta forsøksruter som på friland (Meland & Måge 1984), men forsøk i Hjelmeland gav størst avling på udekkta ledd (Meland 1986).

I vårt forsøk gav tilleggsgjødsling auka bærstorleik. I tidlegare gjødslingsforsøk har sorten 'Bounty' fått auka bærstorleik av tilleggsgjødsling (Kongsrud 1988), medan sortane 'Senga Sengana' og 'Glima' ikkje har gjort det (Kongsrud 1980 og 1986).

Bærstorleiken har vorte redusert av dekkinga i dei fleste forsøka med driving av jordbær (Nestby 1979, Meland & Måge 1984 og Meland 1986). Denne verknaden var og tydeleg i forsøket med 'Korona'.

Modningtida er avhengig av når plantene börjar bløma. Høgare temperatur i tida mellom bløming og bærmodning reduserer tida mellom bløming og bærmodning lite (Vik 1960). Det var tendens til at modninga vart seinka av tilleggsgjødsling. Det er i samsvar med tidlegare resultat (Kongsrud 1986 og 1988). Dei første bæra vart modne fem dagar tidlegare etter dekking. Dekking av plantene gav såleis større avlingar dei to første haustevøkene. Tidlegare forsøk har synt at dekking har framskunda modninga 7 til 14 dagar (Vik 1959 og 1960, Nestby 1979, Meland 1986). Det er viktig å få størst mogeleg avling så tidleg råd er dersom prisen er høg i denne perioden. Økonomien i produksjonen er sjølvstøtt avhengig av kor mykje høgare pris det er råd å få for desse tidlegaste bæra.

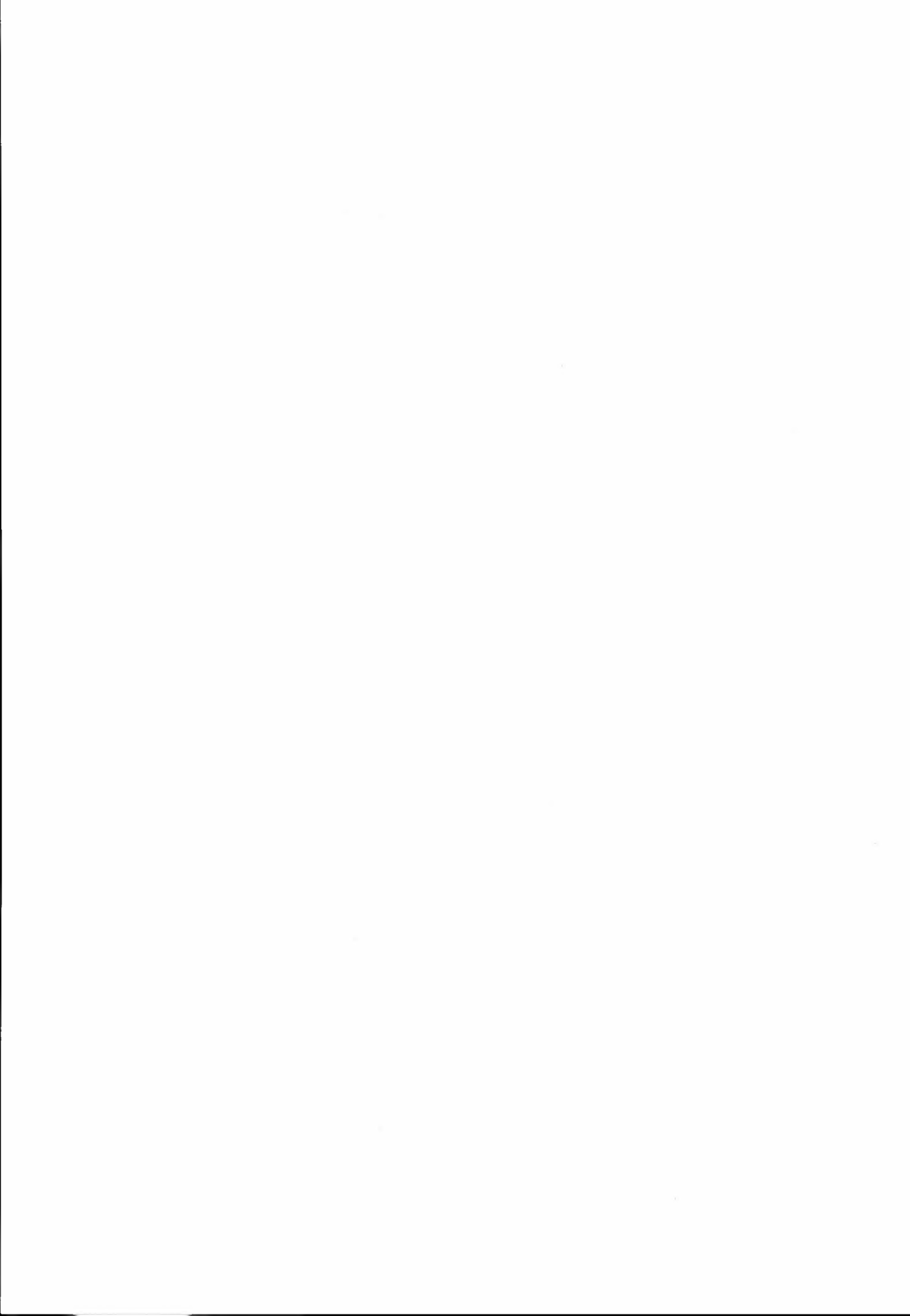
SAMANDRAG

Verknader av tilleggsgjødsling og dekking med fiberduk eller holplast på stiklingsproduksjon og bæravling hjå jordbærsorten 'Korona' vart granska i to år. Stiklingsproduksjonen vart registrert første året, og avlinga andre året.

Grunngjødslinga var 4,5 kg N i Fullgjødsel 15-4-12 og som tilleggsgjødsling vart det gjeve 4 kg N i Kalksalpeter sist i mai. Tilleggsgjødsling gav ingen verknad på stiklingsproduksjon eller avling, men auka bærstorleik. Dette gav likevel liten auke i prosent av avlinga i Klasse I. Det var ingen skilnader mellom dei to dekkemidlane. Dekking frå sist i april og i fire-fem veker fram til börjande bløming, gav stor auke i stiklingsproduksjonen fram til midt i august. Dekking utover denne tida hadde ingen verknad. Den totale bæravlinga vart ikkje påverka av dekking, men bæra modna 5-6 dagar tidlegare. Bærstorleiken vart redusert av dekking, men også her vart prosent av avlinga i Klasse I lite påverka av endra bærstorleik.

LITTERATUR

- Brandstveit, T., 1978. Øksling og produksjon av jordbærplanter. Ullensvang Forsøksgard, årsmelding 1978, 15-20.
- Gjesdal, V., 1979. Utløpardanning hjå jordbær. *Forskn. Fors. Landbr.* 30, (4): 319-33.
- Guttormsen, G., 1984. Klimaforbedring med plast - virkning av nye dekkematerialer. *Gartneryrket*, 74, 1984, 190-91.
- Kongsrud, K. L., 1970. Tørkevirkninger på jordbær til ulike tider av vekstsesongen. *Forskn. Fors. Landbr.* 21: 139-49.
- Kongsrud, K. L., 1978. Vatningsforsøk med jordbær. *Forskn. Fors. Landbr.* 29, (3): 301-12.
- Kongsrud, K. L., 1980. Nitrogengjødsling og vatning i jordbærsorten Senga Sengana. *Forskn. Fors. Landbr.* 31, (4): 381-90.
- Kongsrud, K. L., 1986. Nitrogengjødsling til jordbærsortene 'Senga Sengana' og 'Glima' med god vasstilgang. *Forskn. Fors. Landbr.* 37, (5): 281-88.
- Kongsrud, K. L., 1988. Nitrogengjødsling til jordbærsorten 'Bounty'. *Norsk landbr. forsk.* 2, (4): 265-72.
- Kongsrud, K. L., 1991. Kortkultur i jordbær. *Jord- og plantekultur på Østlandet. Informasjonsmøte 1991. Faginfo Nr 1 1991, Statens fagtjeneste for landbruket.*
- Meland, M., 1985. Nitrogengjødsling til fire jordbærsortar dyrka på svart plast. *Forskn. Fors. Landbr.* 36, (4): 141-48.
- Meland, M., 1986. Dekkemiddel ved tidlegproduksjon av jordbær. *Forskn. Fors. Landbr.* 37, (5): 275-81.
- Meland, M. & F. Måge, 1984. Fiberduk som solfangar til jordbær. *Gartneryrket*, 74, 1984, 187-88.
- Nestby, R., 1979. Avling og avlingskomponenter for fire jordbærkultivarer med og uten solfanger i årene 1976-1978. *Forskn. Fors. Landbr.* 30, (5): 433-42.
- Peerbooms, M., T. Veens, 1982. Tijdstip verwijderen geperforeerde folie bij aardbeiten zeer belangrijk. *Fruittelt* 72 (17): 558-59.
- Vik, J., 1959. Solfangarforsøk i jordbær, 1957-58. *Gartneryrket*, 49, 1959, 101-105.
- Vik, J., 1960. Solfangarforsøk i jordbær 1959. *Gartneryrket*, 50, 1960, 82-88.



Vinterproduksjon av veksthusagurk, en økonomisk vurdering

Winter production of greenhouse cucumber: An economic appraisal

BJØRN KRISTOFFERSEN, SVEIN O. GRIMSTAD & ZDENEK SEBESTA

Statens forskingsstasjoner i landbruk, Særheim forskingsstasjon, Klepp st., Norge

The Norwegian State Agricultural Research Stations, Særheim Research Station, Klepp st., Norway

Kristoffersen B., S.O. Grimstad & Z. Sebesta 1992. Winter production of greenhouse cucumber: An economic appraisal. Norsk landbruksforskning 6: 205-214. ISSN 0801-5333.

An economic evaluation of winter production of greenhouse cucumber has been carried out. In general, there was an increase in the gross margin of profit, when the level of supplementary light was increased from 5.5 to 20 klux. To obtain the most economical production, a rather high level of supplementary light is required (> 11 klux). Year-round production using supplementary light (16 klux) improved the gross margin by 203%. The results also show that new greenhouses built for winter production could be economically favourable. On the other hand, new buildings for the traditional type of cucumber production were not profitable. The economic returns seemed to be greatly influenced by fluctuations in cucumber and energy prices. However, alterations in product price affected the returns more than alterations in the energy price.

Key words: Economical appraisal, greenhouse cucumber, supplementary light.

Bjørn Kristoffersen, Særheim Research Station, N-4062 Klepp st., Norway.

Dyrking av veksthusagurk vinterstid har vært lite aktuelt i Norge på grunn av de naturlige lysforhold. Dessuten er det fri import av agurk i perioden 1. november til 15. mars. I et forsøk på en helårlig utnyttelse av veksthusarealene i grønnsaksproduksjonen har Særheim forskingsstasjon de siste årene vurdert de biologiske mulighetene for vinterproduksjon av veksthusagurk bl.a. ved endring av tradisjonell dyrkingsteknikk og bruk av kunstig tilleggslys (Grimstad 1991a, 1991b). Resultatene fra forskingsstasjonen viser at det er nødvendig med betydelige investeringer om produksjonen skal lykkes.

Hensikten med dette arbeidet er å vurdere de oppnådde resultatene i en økonomisk sammenheng. Spørsmålet er om det avlingsnivå og den produktkvalitet som er oppnådd er høy nok til å kompensere for de økte produksjons- og investeringskostnadene.

MATERIALE OG METODER

Dekningsbidraget for tilleggsbelysninger på henholdsvis 5,5 , 11 og 16 klux er beregnet med utgangspunkt i de avlinger og kvaliteter som ble oppnådd i forsøket ved Særheim forskingsstasjon vinteren 1990-1991 (Grimstad 1991b). I dette forsøket ble det høstet agurk i perioden uke 43 til 52. Da agurkprisen vanligvis er lavere før jul enn etter jul er det også foretatt inntektsberegninger for tilsvarende avlingsnivå med høsting i perioden uke 1 til 10.

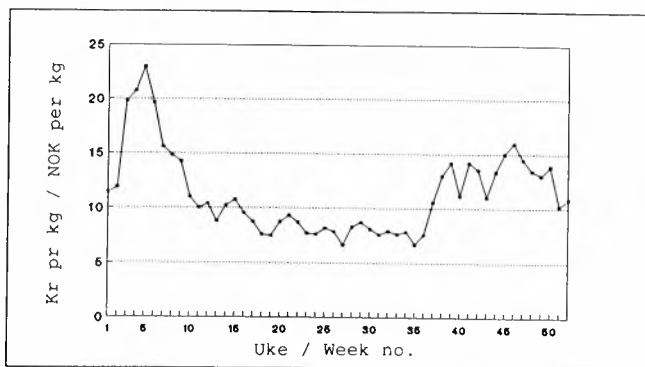
På bakgrunn av de avlinger som ble oppnådd med de ulike belysningsstyrkene samt avlingsresultater fra kanadiske forsøk (Blain et al. 1987), er det beregnet forventet avling med en belysningsstyrke på 20 klux. Beregningen er foretatt ved hjelp av lineær regresjonsanalyse i regnearket Planperfect. Videre er helårsproduksjon ved hjelp av kunstig tilleggslys vinterstid vurdert. Denne produksjonen er sammenlignet med et tradisjonelt produksjonsopplegg uten vekstlys. I denne forbindelse er følgende økonomiske forhold vurdert: 1. Hvordan vil investering av vekstlys virke inn på lønnsomheten i et gartneri som allerede driver med agurk? 2. Hvordan vil lønnsomheten ved nybygging av veksthus for helårsproduksjon av agurk være. Her er også forhold som endringer i prisen på elektrisk kraft og agurk vurdert.

I beregningene er følgende forutsetninger lagt til grunn:

Produksjonsinntekter

Prisberegningene tar utgangspunkt i opplysninger fra BAMA Stavanger og Norsk gartnerforbund om agurkpriser som er oppnådd ved levering til grossist i 1988 - 1991. I perioden med fri import (1. november til 15. mars) er agurkprisen basert på importprisene fra Holland og Spania i 1989, 1990 og 1991. På grunn av dårlig kvalitet er import av spansk vare ofte forbundet med stort svinn. I perioder med utelukkende spansk import er det derfor regnet et kvalitetstillegg på 3 kr pr kg for norskprodusert agurk. Nederlandsk agurk er normalt av svært god kvalitet, og prisen er normalt også høyere enn for spansk vare. I perioder med nederlandsk agurk på markedet er det derfor ikke beregnet noe høyere pris for egenprodusert vare. Ukepriser gjennom året, som beregningene er basert på, er vist i figur 1.

Figur 1. Ukentlig agurkpris (kr pr kg) gjennom året
 Figure 1. Weekly cucumber prices (NOK per kg) throughout the year



Ved beregning av produksjonsinntektene er det ikke tatt hensyn til subsidier. Dette gjør at lønnsomheten kan bli noe undervurdert i kalkylene, men en tar hensyn til den usikkerhet som er knyttet til offentlige næringsubsidier.

Kostnader

Energikostnader

Energiberegningene bygger på følgende forutsetninger (Sebesta & Tenningen 1983; Sebesta 1991):

1. Bruker glassveksthus på ca. 1000 m² der forholdet mellom glassflate og grunnflate er 1,6:1.
2. Lampene (400 W høytrykk-natriumdampplamper) gir 100 lux pr installert Watt. Dette tilsier eksempelvis at 160 Watt pr m² må installeres for å oppnå 16 klux.
3. Gjennom året forutsettes det følgende belysningstider:

Periode	1/1 - 31/3	20 timer pr døgn	
«	1/4 - 30/4	10	»
«	1/5 - 31/8	6	»
«	1/9 - 30/9	10	»
«	1/10 - 31/12	20	»
4. Varmeavgivelsen fra lampe/armatur utgjør 80 prosent av installert effekt.
5. Dyrkingstemperatur på 20°C konstant.
6. Utetemperaturer er basert på meteorologiske data for Ås 1981.
7. Det forutsettes at elektrisk kraft brukes til oppvarming.
8. Prisen for elektrisk kraft settes til 0,20 kr pr kWh.

Arbeidskostnader

Arbeidsforbruket er fastsatt utfra tall fra Handbok for driftsplanlegging (NHLF 1990), og egne opplysninger fra produsenter.

Ved vinterproduksjon forutsettes det bruk av nedsenkingsmetoden for å få den beste effekt av vekstlyset. Merarbeidet med denne dyrkingsmetoden i forhold til paraplymetoden er satt til 11 t pr daa pr uke. Tillegget beregnes fra og med fjerde uke etter utplantning, og fram til rydding.

Det skilles mellom arealproporsjonalt og avlingsproporsjonalt arbeidsforbruk. Arealproporsjonalt arbeidsforbruk er videre delt i arbeid som er avhengig av antall hold og arbeid som er avhengig av antall vekststuer. Arbeid som er avhengig av antall hold er beregnet til 75 t pr daa pr hold. Arbeid som er avhengig av antall vekststuer er beregnet til 20 t pr daa pr uke. Avlingsproporsjonalt arbeidsforbruk er satt til 1,4 timer pr 100 kg høstet agurk. Reparasjoner og vedlikehold er satt til 55 t pr daa pr år, mens driftsledertillegget er anslått til 5 prosent av samlet arbeidsforbruk i kulturen. Prisen på arbeidskraft er satt til 100 kr pr time (inkl. sosiale avgifter).

Andre variable kostnader

Plantekostnadene er satt til 12 kr pr plante. Ved en planteavstand på 40 cm (2,44 planter pr m²) tilsier dette en kostnad på 29,30 kr pr m² for hver planting. Det tilføres 850 ppm CO₂ så lenge luftelukene er lukket. Ukentlige CO₂-kostnader er beregnet til 1,23 kr pr m². Kostnadene til dyrkingsmedium er beregnet til 18,00 kr pr m² pr hold. Emballasjekostnadene og fraktkostnadene er beregnet til henholdsvis 1,0 og 0,15 kr pr

kg høstet agurk. Fra tallene i Handbok for driftsplanlegging (NILF 1990) er følgende kostnader beregnet til:

Gjødsel	0,32 kr pr m ² pr uke
Plantevern	0,05 »
Analyser	0,05 »
Oppbinding	0,40 »
Diverse	0,50 »

Faste kostnader

På bakgrunn av egne opplysninger fra produsenter er de årlige faste kostnader beregnet til 66 kr pr m² for et opplegg uten vekstlys, og 70 kr pr m² for et opplegg med vekstlys (16 klux). Kostnadene dekker vann, avløp, el. kraft (utenom belysning og oppvarming), forsikringer, vedlikehold, bokføring, telefon, etc.

Investeringskostnader

Prisen på en lysarmatur inkl. lampe er satt til 1075 kr, mens prisen for en enkel lampe er satt til 200 kr. Det forutsettes 10 prosent kvantumsrabatt. Installasjonskostnadene er satt til 350 kr pr lampepunkt (Grimstad 1984). Brukstiden for armaturene er satt til 6 år. For å oppnå en belysningsstyrke på 16 klux beregnes det 0,4 armaturer pr m². Investeringskostnadene til belysning vil dermed bli 527 kr pr m². Årlige vedlikeholdskostnader (arbeid til lampeskift og rengjøring av lysarmaturer) settes til 10 kr pr punkt, dvs. 4 kr pr m². Med de belysningstider som er valgt i eksempelet vil lampene brenne 4558 timer pr år. Forutsettes lampenes levetid til ca. 9000 timer må lampene skiftes ut annet hvert år. Hvert lampeskift er beregnet til å koste 72 kr pr m².

Produksjonsopplegg

For å vurdere det årlige økonomiske resultatet ved bruk av vekstlys tas det utgangspunkt i et produksjonsopplegg med tre plantinger hvert år. Ved planting tre uker før årsskiftet forutsettes det at en kan starte høstingen første uke i januar, og høste i ti uker. Deretter plantes et nytt hold med start av høsting i uke 14. Dette holdet høstes i 20 uker. Det siste holdet plantes i uke 34, og høstes fra uke 37 til uke 46. Med et slikt opplegg vil det være produksjon i veksthuset 49 uker pr år, hvorav det høstes i 40 uker. Tre uker er satt av til rengjøring, vedlikehold og annet arbeid.

For vinterproduksjon, dvs. begge tiukersholdene, forutsettes det 26,5 kg pr m² pr hold. For sommerholdet, 20 høsteuker, forutsettes en ukentlig gjennomsnittsavling på 2,5 kg pr m². Dette produksjonsopplegget sammenlignes med et tradisjonelt produksjonsopplegg hvor det plantes i uke fem og kulturen avsluttes i uke 43. Regnes det tre uker fra planting til første høsting vil det høstes i 35 uker. I denne perioden forutsettes det en total avling på 55 kg pr m². Denne avlingen er fordelt jevnt utover alle høsteukene.

RESULTATER OG DISKUSJON

Vinterproduksjon

Som det framgår av tabell 1 økte salgsinntektene med økende belysningsstyrke opp til 16 klux. På bakgrunn av kanadiske forsøk (Blain et al. 1987) er det rimelig å forvente

avlingsøkning også for høyere belyningsstyrker. Beregningene viser at salgsinntektene ville øke ca. 20 prosent om belyningsstyrken ble økt fra 16 til 20 klux.

Tabell 1. Virkningen av ulike belyningsstyrker på energiforbruk (kWh pr m²), arbeidsforbruk (t pr daa), inntekter, variable kostnader og dekningsbidrag (kr pr m²) for en 13 ukers agurkkultur. (Høstperiode 1 = uke 43-52, høstperiode 2 = uke 1-10)

Table 1. Effects of illuminance on energy consumption (kWh per m²), working hours (h per 1000 m²), income, variable costs and gross margin (NOK per m²) for a 13-week cucumber crop. (Harvesting period 1 = weeks no. 43-52, harvesting period 2 = weeks no. 1-10.)

	Høstperiode 1 Harvesting period 1 Belysningsstyrke (klux) Illuminance (klux)				Høstperiode 2 Harvesting period 2 Belysningsstyrke (klux) Illuminance (klux)			
	5,5	11	16	20	5,5	11	16	20
Energiforbruk Energy consumption	436	465	491	523	490	505	517	545
Arbeid Work	502	610	707	784	502	610	707	784
Inntekter Income	168	261	348	417	205	319	423	507
Variable kostnader Variable costs	220	245	267	287	231	253	273	292
Dekningsbidrag Gross margin	-52	16	81	130	-26	66	150	215

Beregningene viser at den laveste belyningsstyrken ga negativt dekningsbidrag (tabell 1). 5,5 klux er med andre ord for lite til å gi tilstrekkelig stor avling til å kompensere de høye energi- og arbeidskostnadene vinterproduksjonen medfører. Det er grunn til å merke seg at de variable kostnadene stiger relativt lite med økende belyningsstyrker. Dette kan bl.a. forklares med at energien som tilføres med vekstlyset vil også brukes til oppvarming av veksthuset.

Tar en utgangspunkt i de avlinger som ble oppnådd for de ulike belyningsstyrkene i forsøket (samt for 20 klux) og benytter prisnivået fra uke 1 til uke 10, vil dekningsbidragene øke med henholdsvis 26, 50, 69 og 85 kr pr m² for hver av belyningsstyrkene. Økningen av dekningsbidragene ble relativt stor selv om kaldere uteklime i denne perioden gjorde at energiforbruket også økte. Energiforbruket økte med 13 prosent for 5,5 klux og 4 prosent for 20 klux. At økningen er lavere ved høyere belyningsstyrker skyldes mindre utlufting av overskuddsenergi i periode 2.

For å være sikret et akseptabelt økonomisk resultat i vinterproduksjonen bør det installeres mye lys, helst over 15 klux. Dette tilsvarer et energiforbruk på ca. 150 W pr m². Med en varmeavgivelse på 80 prosent tilsvarer dette et energitilskudd i veksthuset på 120 W pr m². Energiberegningene forutsetter som tidligere nevnt bruk av glassveksthus. I veksthus bygget med doble kanalplater som dekkemateriale vil dette energitilskuddet føre til et temperaturløft på ca. 30°C (Stene 1990). I mildværperioder og på steder med mildt vinterklime må store deler av denne energien luftes ut. I forbindelse med luftingen reduseres muligheten for effektivt tilskudd av CO₂ som er en viktig vekstfaktor ved vinterproduksjon av agurk (Grimstad 1991a).

Helårsproduksjon

Som det framgår av tabell 2 vil årlig arbeidsforbruk være ca. 1300 timer pr daa med et produksjonsopplegg uten vekstlys. Tilsvarende varierer tall fra produsenter fra 1050 til 1400 timer pr daa. Ved bruk av vekstlys og helårsproduksjon er årlig arbeidsforbruk beregnet til ca. 2600 timer. Den store økningen skyldes tillegget ved bruk av nedsenkingsmetoden, flere vekstucker og økt avling. Erfaringene fra gartnerier som driver helårsproduksjon tyder på at arbeidsforbruket er i denne størrelsesorden. Beregningene viser også at energikostnadene vil øke med ca. 100 prosent når det benyttes en belysningsstyrke på 16 klux (tabell 2).

Tabell 2. Beregnet årlig energiforbruk (glassveksthus, kWh pr m²), arbeidsforbruk (t pr daa), avling (kg pr m²), inntekter, variable kostnader og dekningsbidrag (kr pr m²) for produksjonsopplegg med (16 klux) og uten vekstlys

Table 2. Calculated annual energy consumption (kWh per m²), working hours (h per 1000 m²), yield (kg per m²), income, variable costs and gross margin (NOK per m²) for production with (16 klux) and without supplementary lighting

	Med vekstlys <i>With supplementary light</i>	Uten vekstlys <i>Without supplementary light</i>
Energiforbruk <i>Energy consumption</i>	1127	561
Arbeid <i>Work</i>	2732	1304
Avling <i>Yield</i>	103	55
Inntekter <i>Income</i>	1195	532
Variable kostnader <i>Variable costs</i>	846	416
Dekningsbidrag <i>Gross margin</i>	352	116

Det er tatt utgangspunkt i at avlingene er 55 kg pr m² uten vekstlys og 103 kg pr m² med vekstlys (tabell 2), dvs. en økning på 87 prosent. Tilsvarende økning av produksjonsinntektene er 125 prosent. Dette skyldes at høyere priser i vinterhalvåret gir høyere gjennomsnittspris. Produksjonsopplegget med vekstlys gir langt høyere dekningsbidrag enn opplegget uten vekstlys. Forskjellen er på 236 kr pr m², dvs. en økning på 203 prosent.

Økonomisk virkning av vekstlysinvestering i et eksisterende anlegg

Ved å beregne forskjellen mellom dekningsbidragene for produksjonsoppleggene med og uten vekstlys får en tatt hensyn til det meste av inntekts- og kostnadsdifferansen. Som fratrekk kommer 4 kr pr m² for vedlikehold av lamper. Ellers forutsettes alle andre faste kostnader i produksjonen å være de samme for de ulike produksjonsopplegg. De årlige merinntekter som følge av vekstlysinvesteringen i et eksisterende anlegg er 232 kr pr m².

Tidligere er brukstiden til armaturene satt til seks år. I praksis vil trolig armaturene kunne nyttes over en noe lengre periode, noe som vil bedre lønnsomheten av investeringen.

Den reelle internrenten beregnes ved å sette summen av alle neddiskonterte betalingsoverskudd minus investeringsbeløpet lik null. Ut fra forutsetningene finner en betalingsoverskudd som gir en reell internrente lik 33 prosent. Forutsettes en prisstigning i perioden på 4 prosent pr år tilsvarer dette en nominell internrente på ca. 37 prosent. Sammenlignes den nominelle renten med f.eks. innskuddsrenten i banken, ser en at det er meget fornuftig kapitalforvaltning å investere i vekstlys i et eksisterende anlegg, gitt strømpris på 0,20 kr pr kWt.

Nyinvestering i et helt veksthusanlegg med vekstlys

Mange vil være uenige i størrelsen på de beløp som nyttes i en investeringkalkyle. Derfor tas det her utgangspunkt i hvor stort investeringsbeløpet kan være for at investeringen skal gi en bestemt avkastning.

Veksthusanleggets varighet settes til 18 år. I denne perioden forutsettes det at en må reinvestere i armaturer én gang (år ni). Lampene skiftes annet hvert år. Andre reinvesteringer forutsettes å komme innenfor rammen av de årlige vedlikeholdskostnader som allerede er tatt med i kalkylen.

Når det gjelder valg av størrelse på diskonteringsrenten er det flere faktorer en bør ta hensyn til. Særlig risiko og usikkerhet som er knyttet til investeringen bør influere på rentens størrelse. I kalkylene er kostnadene satt relativt høyt for ikke å gi et urealistisk bilde av lønnsomheten ved å bruke vekstlys. Avlingene er også satt noe lavere enn det som vi mener kan oppnås ved bruk av vekstlys. Kontanstrømmene har altså liten risiko m.h.p. kostnader og avlinger.

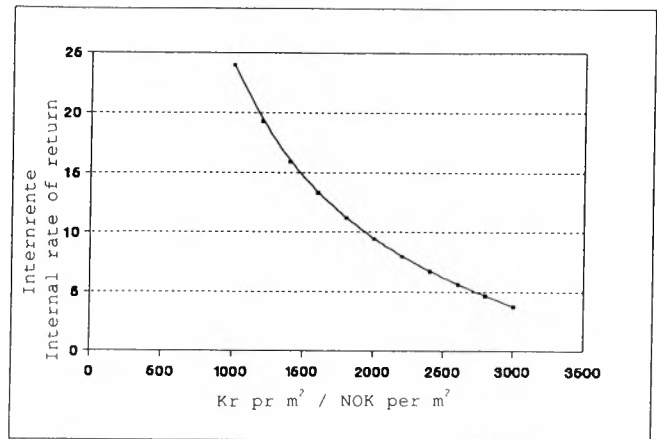
En veksthusinvestering vil normalt måtte inntjenes over en lengre periode. Spørsmålet som reiser seg i denne sammenheng er om prisnivået for agurk vil holde seg på det nivå som er nyttet i kalkylen. Det kan tenkes at prisen ikke øker i takt med prisene på de øvrige varer i samfunnet. Over en lengre periode kan dette få stor innvirkning på lønnsomheten i produksjonen. Risiko for prisfall på agurk og økning i prisen på elektrisk kraft vil utgjøre de største risikofaktorene. Virkningene av disse faktorene vil belyses til slutt.

Prosjektets internrente ved ulike investeringsbeløp er vist i figur 2. Beløpet skal fordeles på investeringskostnader til veksthus, klimareguleringsutstyr, gjødselautomat/vatningsutstyr, sorterings- og pakkemaskin, arbeidsbygg, varebil og annet. I praksis vil størrelsen på investeringsbeløpet pr m² avhenge av om en har noe av dette tilgjengelig allerede, og det gjelder selvfølgelig gartnere som driver agurkproduksjon.

Av figur 2 går det fram at dersom en setter internrenten til 9 prosent (realrente), må ikke investeringsbeløpet overstige 2000 kr pr m² veksthusareal. Når investeringbeløpet til vekstlys trekkes fra dette, står en igjen med ca. 1500 kr pr m², som skal dekke alle andre investeringskostnader. Det opplyses at kvadratmeterprisen for et komplett veksthus for agurkproduksjon ofte kommer på 1200-1300 kr. Det gjenstår da 200-300 kr pr m² til dekning av andre investeringskostnader. Konklusjonen blir at investeringen er gjennomførbart selv om det er nyttet strenge forutsetninger i kalkylen. En reell internrente før skatt på 9 prosent tilsvarer en nominell internrente på 13,3 prosent når prisstigningen settes til 4 prosent pr år gjennom perioden.

Figur 2. Virkning av investeringsbeløp i kr pr m², ved tidspunkt 0, på reell internrente

Figure 2. Effects of investment in NOK per m², at time 0, on internal real rate of return



En tilsvarende beregning med tallene for produksjonsopplegget uten vekstlys gir langt dårligere resultat. Velges reell internrente til 3 prosent, blir høyeste investeringssum ca. 700 kr pr m². Dette tyder på at lønnsomheten i agurkproduksjonen er mindre bra når det nyttes et tradisjonelt produksjonsopplegg.

Følsomhetsanalyse

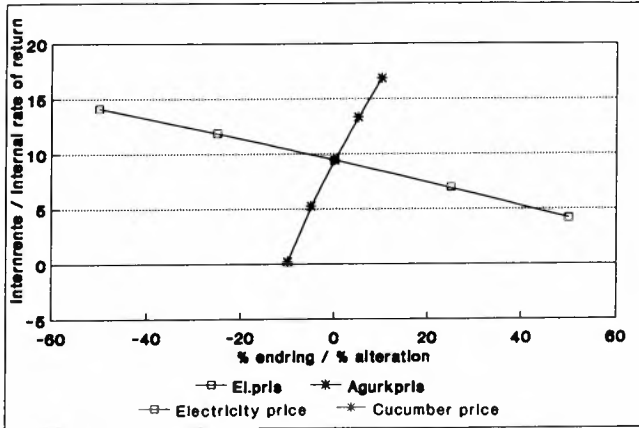
Usikkerhet med hensyn til agurkpris og pris på elektrisk kraft kan belyses med en følsomhetsanalyse (Bøhren & Michalsen 1985). En varierer hver av faktorene med prosentvis endring fra basis og ser hvordan endringene, hver for seg, påvirker prosjektets lønnsomhet. Analysen tar utgangspunkt i samme forutsetninger som er nyttet i avsnittet hvor nyinvestering av et helt veksthusanlegg er vurdert. Det forutsettes at investeringsbeløpet er 2000 kr pr m².

Agurkprisene som ble nyttet ved beregning av dekningsbidrag for helårsproduksjon tilsier en gjennomsnittspris på 11,6 kr pr kg. Dette er basisverdi for agurkpris.

Når det gjelder energikilder er det ofte slik at oljefyring brukes til oppvarming, ikke elektrisitet som forutsatt tidligere. Dagens oljepriser svarer til en strømpris på ca. 0,20 kr pr kWt. Det er derfor ikke feil bilde av energikostnadene i kalkylene selv om oljefyring brukes. Siden det finnes substitutter til oppvarmingsenergi holdes prisen på denne konstant i følsomhetsanalysen, mens prisen på energi til belysning varieres fra en basisverdi på 0,20 kr pr kWt.

Av figur 3 går det fram at agurkprisen har større innvirkning på internrenten enn energiprisen. Den bratte kurven for agurkpris forteller dette. 50 prosent endring i agurkpris gir ikke høyere energipris enn 0,30 kr pr kWt. I noen strøk av landet vil energiprisen være høyere enn dette. Det må understrekes at bare én av faktorene er variert i hvert tilfelle, i tillegg sier beregningene ikke noe om sannsynligheten for prosentvis avvik.

I energibetraktningene kan det være små variasjoner mellom det som er beregnet her og praksis i delen av energiforbruket som omfatter oppvarming. Energiforbruket til belysning er derimot beregnet nøyaktig. Endringene ovenfor vil derfor gjøre seg gjeldende uansett om energiforbruket til oppvarming er noe høyt i disse beregningene.



Figur 3. Virkning av endringer i agurkpris og strømpris på reell internrente
 Figure 3. Effect of alterations in cucumber prices and electricity prices on internal real rate of return

KONKLUSJON

Da lave belyningsstyrker gir lavt dekningsbidrag anbefales det at en gir mer enn 11 klux. Ved helårsproduksjon og tilstrekkelig høy belyningsstyrke, vil en oppnå et høyere dekningsbidrag enn ved produksjon uten bruk av vekstlys. Investering av vekstlys i eksisterende agurkveksthus vil bedre lønnsomheten. Nyinvestering i anlegg for agurkproduksjon kan også forsvares dersom en unngår redusert agurkpris og økning av prisen på elektrisk kraft.

LITTERATUR

Blain, J., A. Gosselin & M.J. Trudel 1987. Influence of HPS supplementary lighting on growth and yield of greenhouse cucumbers. HortScience 22: 36-38.

Bøhren, Ø. & D. Michalsen 1985. Analyse av usikre investeringer. Bedriftsøkonomisk institutt, Oslo. 143 s.

Grimstad, S.O. 1984. Hva koster plantebelysningen? Gartneryrket 74: 758.

Grimstad, S.O. 1991a. Vinterproduksjon av veksthusagurker. Virkning av lys, ledetall og sort. Norsk landbruksforskning 5: 167-173.

Grimstad, S.O. 1991b. Vinterproduksjon av veksthusagurker. Virkning av belyningsstyrke, plantetetthet og CO₂-tilskudd. Norsk landbruksforskning 5: 333-341.

Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning 1990. Handbok for driftsplanlegging 90/91: 156,184.

Sebesta, Z. & A. Tenningen 1983. Verifisering av ENCORE VEKSTHUS, et computerprogram for simulering av energitap fra veksthus. Meldinger fra Norges landbrukshøyskole 62(25): 22s.

Sebesta, Z. 1991. Vekstlys og behov for lufting. Gartneryrket 81(15): 13-14.

Stene, J. 1990. Vekstlys i planteproduksjonen. Aktuelt 22/90: 40. Statens fagtjeneste for landbruket, Ås.

Sukker og glukosinolat i kålrot (*Brassica napus* L. ssp. *rapifera*)

Sugar and glucosinolate content in swede (Brassica napus L. ssp. rapifera)

JAHN DAVIK

Statens forskingsstasjoner i landbruk, Kvithamar forskingsstasjon, Stjørdal, Norge
The Norwegian State Agricultural Research Stations, Kvithamar Research Station, Stjørdal, Norway

Davik, J. 1992. Sugar and glucosinolate content in swede (*Brassica napus* L. ssp. *rapifera*). Norsk landbruksforskning 6: 215-221. ISSN 0801-5333.

For the purpose of assessing the variability in swedes, 20 varieties and breeding lines were sampled from a field trial and the bulbs analysed for sugar- and glucosinolate-content. The mean total sugar content was 52.1% in the dry matter. Sucrose and glucose summed up to 38.0%. The sugar yield varied from 254.1 kg da⁻¹ to 463.5 kg da⁻¹ between cultivars, and thus there seems to be a potential for successful breeding. Twelve glucosinolates were found. Progoitrin was the predominant of these, amounting to 42.9% of the total glucosinolate content. The goitre fraction (= progoitrin + gluconapoleiferin) varied from 10.6 µmol g⁻¹ dm in Alta Sweet to 2.4 µmol g⁻¹ dm in one of our breeding lines. The total glucosinolate content varied from 9.0 µmol g⁻¹ dm to 18.5 µmol g⁻¹ dm. It is concluded that there is a potential for breeding swede with lower goitre and total glucosinolate content.

Key words: Glucosinolates, plant breeding, sugars, swede.

Jahn Davik, Kvithamar Research Station, N 7500 Stjørdal, Norway

Som mange andre medlemmar av kålslekta (*Brassicaceae*) inneheld kålrota fleire giftige og bitre sekundærmetylitter. Ei stoffgruppe som har fått mykje merksemd i seinare år er glukosinolata. Over 100 ulike glukosinolat er i alt identifisert, og innan kålslekta har ein funne minst 30 (Duncan & Milne 1989). Glukosinolata vert brotne ned (hydrolysert) av eit eller ei gruppe enzym kalla myrosinase. Myrosinase finn ein utan unntak i same planter som ein finn glukosinolata, men ikkje i same vevet (kompartmentaliserings). Straks plantevevet vert knust, til dømes ved tyggjing, startar den enzymatiske nedbrytinga av glukosinolata. Alt etter kva glukosinolat det er snakk om, kan produkta frå denne nedbrytinga ha uønskte fysiologiske verknader.

Vanlege nedbrytingsprodukt er isothiocyant, nitril, thiocyant og vinyl oxazolindition. Stort sett reknar ein nitril som lever- og nyre-gifter. Isothiocyant er goitrogene og gjev strumasymptom. Skal ein få forgifningssymptom lyt ein ta inn svært store

mengder, men nett det kan vere aktuelt i føringa. For human ernæring har glukosinolata mest interesse som smakskomponentar. Enkelte av dei gjev i seg sjølve, eller hydrolyseprodukta deira gjev, svært bitter smak.

I den endringa av førvurdering som no finn stad (Nordang 1990) vil kålrota sin proteinverdi verte oppgradert. Dette har si årsak i at gjerbare substansar, mellom anna karbohydrat, er minimumsemne i proteinomsetjinga hjå drøvtyggjarar. For matkålrot er innhaldet av sukker viktig for smaken og soleis ein komponent i kvalitetsomgrepet (Martens 1986).

I samband med kålrotforedlinga vi driv på Kvithamar forskingsstasjon har eg undersøkt sukker- og glukosinolat-innhald i ulikt kålrotmateriale. Hensikta var å sjå etter variasjon som kan nyttast i foredlingsprogrammet vårt.

MATERIAL OG METODE

Tjue kålrotsortar og foredlingslinjer (heretter kalla linjer) vart samla frå eit frilandsforsøk med tre gjentak. I dette forsøket gjorde vi observasjonar på mjøldogg, tørrstoffprosent og Brix % (prosent løyslege stoff i plantesafta).

Angrep av krossblomstmjøldogg (*Erysiphe cruciferarum* Opiz ex Junell) vart registrert visuelt og karaktersettt frå 0 (ingen synlege symptom) til 5 (planta overgrodd av mycel).

Tørrstoffprosenten vart registrert på 10 røtter frå kvar rute i frilandsforsøket. Tre kjegleprøver vart teke frå kvar rot etter Opsahl (1974) sin metode. Alle 30 kjeglene vart knuste sams i ein hurtigmiksar og tre 50-grams prøver tørka ved 80 °C i 40 timar.

Samstundes med tørrstoffprøvene tok vi òg prøver for Brix-målingane. Frå den knuste pulpen pressa vi ut saft og målte Brix % med eit Atago Digital Refractometer. Frå kvar rute tok vi 3 parallelle målingar.

Ti røtter frå kvart gjentak og kvar linje vart slått saman og sendt med kjøletransport til Cereallaboratoriet, Svalöv, for analyse av sukker og glukosinolat (GS). Sukkeranalysene vart gjort på gasskromatograf etter Davies' (1988) framgangsmåte, medan GS-analysene vart gjort på HPLC etter Official Journal of the European Communities Vol 33, 3. July 1990. Minst to parallelle målingar vart gjort av kvar prøve.

RESULTAT OG DISKUSJON.

Prosent totalsukker (summen av fruktose, glukose, sukrose og raffinose), varierte mellom 45.1 % og 60.1 % av tørrstoffet (Tabell 1). Dette samsvarar godt med kanadiske og skotske resultat (Suzuki & Cutcliffe 1981, Bradshaw & Griffiths 1990). Fordeilinga mellom fruktose, glukose og sukrose syntest å vere ulik den Bradshaw & Griffiths (l.c.) fann. Medan sukrosenivået var likt, var glukose- og fruktose-nivået lågare i mitt materiale, 11% og 17% i same rekkefølge.

Sukkeravlinga varierte mellom 254.1 kg da⁻¹ og 463.5 kg da⁻¹ (Tabell 1). I snitt var sukkerinnhaldet 52.1 % av tørrstoffet, og variasjonen mellom linjer syntest vesentleg (min = 45.1%, maks = 60.1%, SD = 4.2). Sjansane for å kunne selektere med suksess for høgare sukkerinnhald tykkjest soleis å vere til stades.

Tabell 1. Sukkerinnhold og avling fra kålrotsortar dyrka på Kvithamar 1991. Sortane er rangert etter friskvekt avling
 Table 1. Sugar content and sugar yield of swede cultivars grown at Kvithamar 1991. Arranged in order of fresh weight yield

Sortar Cultivars	Innhald (g kg ⁻¹ frisk vekt) Content (g kg ⁻¹ fresh weight)		Avling (kg da ⁻¹) Yield (kg da ⁻¹)		Samansetnad av sukkeret i tørrstoffet (g sukker kg ⁻¹ t.s.) Composition of dry matter sugar (g sugar kg ⁻¹ d.m.)					
	Tørrstoff Dry matter	Totalt sukker Total sugar	Frisk vekt Fresh weight	Tørrstoff Dry matter	Totalt sukker Total sugar	Fruktose Fructose	Glukose Glucose	Sukrose Sucrose	Raffinose Raffinose	Total
Garden Purple Improved	117.4	57.1	5196	610.3	296.6	175	271	33	7	486
Brandhaug	87.3	46.9	5423	473.2	254.1	202	284	42	9	537
Vige	95.4	55.1	5655	539.6	311.9	227	304	38	9	578
Trønder Hvilla	89.0	47.1	5681	505.4	267.4	204	281	36	8	529
Stenhaug	85.0	51.1	5933	504.3	303.1	204	340	36	13	601
Best of All	108.9	61.3	6019	655.6	369.1	216	309	30	8	563
Scotia	117.4	52.9	6118	718.1	323.9	165	261	22	3	451
Linje 3	103.6	54.0	6164	636.4	332.6	180	307	31	3	521
Linje 2	91.0	41.9	6230	567.0	260.8	183	243	26	6	460
Alta Sweet	108.7	56.6	6429	692.1	364.1	197	263	40	6	526
Laurentian	102.0	54.4	6429	655.7	349.5	200	289	37	7	533
Bangholm Olsgård	106.2	55.9	6693	710.8	373.9	181	310	30	5	526
Østgota Original	101.2	56.0	6759	684.1	378.3	186	310	47	8	553
Acme	103.4	52.4	6825	706.8	357.8	166	306	30	5	507
Marian	106.7	49.2	7090	756.3	348.6	151	279	29	2	461
Magnificent	103.6	47.8	7143	740.0	341.1	175	254	26	6	461
Gr.	107.8	55.1	7209	776.9	397.0	160	304	44	3	511
Ruta Ørofte	105.1	59.7	7386	776.5	441.1	205	314	43	6	568
Linje 1	101.4	50.9	7738	847.9	394.0	170	297	31	4	502
Linje 4	103.6	56.7	8182	847.3	463.5	193	307	41	6	547
Snitt	102.2	53.1	6515	667.1	346.4	187	293	35	6	521
Mean										
Standard avvik	8.6	4.8	786	105.5	55.5	20	24	7	3	42
Standard deviation										
Korrelasjon med tørrstoff Correlation with dry matter content		0.50**	0.21 ^{ns}	0.65**	0.46*	-0.46*	-0.20 ^{ns}	-0.25 ^{ns}	0.67**	-0.42 ^{ns}
Korrelasjon med Brix % Correlation with Brix %		0.92***	0.37 ^{ns}	0.73***	0.60**	-0.45*	-0.03 ^{ns}	-0.18 ^{ns}	-0.71***	-0.30 ^{ns}

I føringssamanhang er kålrota interessant som karbohydratkjelde og Tabell 1 syner at denne veksten er svært rik på lettmettelege mono- og di-sakkarid. Det er truleg hovuddårsaka til at kålrot-tørrstoffet har høgere nyttbar energiinnhald enn andre aktuelle karbohydratkjelder. Ei samanlikning gjort av Dewey & Wainman (1984) synte at nyttbar energi i til dømes bygg var 12.9 MJ kg⁻¹ tørrstoff, medan den for kålrot var 13.9 MJ kg⁻¹ tørrstoff.

Det er uttalt ernæringspolitikk at ein ønskjer å auke konsumet av friske grønnsaker og å få dei i dagleg bruk er viktig for å nå dette målet. Dersom til dømes kålrot skal vere ein del av ein dagleg diett, må den vere velsmakande. Ved å nytte multivariable statistiske metodar fann Martens & Martens (1986) samanhengar mellom kjemiske/fysiokjemiske målingar og vurderingar gjort av smakspanel. Søt smak var naturleg nok korrelert med fruktose/glukose/sukrose, men òg til tørrstoff og løyslege stoff målt ved Brix %. Bitter smak var derimot negativt korrelert med dei same variablane.

Brix-målingane ser ut til å vere sterkt korrelert til tørrstoffprosent (Tabell 1). Eg hadde venta at Brix var positivt korrelert med innhaldet av enkle sukker ut fra den hypotesa at hovuddelen av dei løyslege stoffa nettopp var slike sukker. Det ser ikkje ut til å stemme. Tvert imot var enkelte av sukकरa negativt korrelert med Brix-tallet. Det verkar soleis tvilsomt å nytte denne enkle målinga som sukker-indikator. Det er gjort liknande observasjonar i sitrusfrukt (Echeverria & Ismail 1990) og dette kan tyde at Brix-målingar ikkje er noko høveleg hjelpemiddel dersom ein vil auke sukkerinnhaldet i tørrstoffet.

Det vart funne tolv ulike glukosinolat i dette kålmaterialet (Tabell 2). Progoitrin (2-hydroxy-3-butenyl-GS) dominerte GS-fraksjonen i alle linjene. I snitt utgjorde progoitrin 43 % av total-GS. Glukonapoleiferin (2-hydroxy-4-pentenyl-GS) utgjorde 3 % av total-GS. Progoitrin og glukonapoleiferin er i seg sjølv smaklaus, men hydrolyseproduktet av desse, 5-vinyl-oxazolidinon, er bittert. Sensoriske studier syner at særleg progoitrin gjev sterk bittersmak og kan soleis vere ønskjeleg å redusere til dømes gjennom seleksjon av låg-typer (Fenwick & Griffiths 1981).

Tabell 2. Glukosinolat innhold ($\mu\text{mol g}^{-1}$ tørrstoff) i tjuе kålrotsortar dyrka på Kvithamar forskingsstasjon 1991

Table 2. Glucosinolate content ($\mu\text{mol g}^{-1}$ dry matter) in 20 swede cultivars grown at Kvithamar 1991

Trivial glukosinolat namn <i>Trivial glucosinate name</i>	Snitt ($\mu\text{mol g}^{-1}$ t.s.) <i>Mean ($\mu\text{mol g}^{-1}$ d.m.)</i>	Standard avvik <i>Standard deviation</i>	Minimum	Maximum
Glucoiberin	0.085	0.049	- 1)	0.200
Progoitrin	5.785	2.082	2.300	10.600
Epiprogoitrin	0.165	0.111	-	0.500
Glukonapoleiferin	0.435	0.305	-	1.200
Gluconapin	0.165	0.250	-	0.900
Glucobrassicinapin	0.190	0.192	-	0.800
Glucoerucin	1.130	0.447	0.500	2.100
Glucobrassicin	0.990	0.435	0.400	1.800
Gluconasturtiin	2.525	1.005	0.800	4.400
Neoglucobrassicin	0.935	0.437	0.300	1.700
4-OH-indole g.s.	0.755	0.239	0.500	1.300
4-metoxy-indole g.s.	0.385	0.135	0.200	0.700

1) Ikkje målbare mengder

1) *Not detectable*

Progoitrin og glukonapoleiferin utgjør tilsaman den goitrogene delen av total-GS. Det var stor variasjon i denne delen i vårt materiale (Tabell 3). Lågast var goitre-innhaldet i Linje 4, ei linje frå vårt eige foredlingsprogram. Her utgjorde goitre 26.7 % av total-GS medan vi i den kanadiske sorten Alta Sweet fann 68.8 % goitre. Når det gjeld dei totale nivåa er dei nemde linjene i kvar sin ytterdel av skalaen. Den mykje nytta kanadiske sorten Laurentian hadde dog eit høgare innhald av total-GS, 18 $\mu\text{mol g}^{-1}$ t.s., dobbelt så mykje som Linje 4 (Tabell 3).

Tabell 3. Totalt glukosinolatinnhald og goitre-fraksjon (progoitrin + glukonapoleiferin) i kålrot
 Table 3. Total glucosinolate content and goitre fraction (progoitrin + gluconapoleiferin) in swede

Sortar	Goitre ($\mu\text{mol g}^{-1}$ t.s.)	Total glukosinolat innhald ($\mu\text{mol g}^{-1}$ t.s.)	Goitre andel
Cultivars	Goitre ($\mu\text{mol g}^{-1}$ d.m.)	Total glucosinolate content ($\mu\text{mol g}^{-1}$ d.m.)	Goitre fraction
Garden Purple Improved	7.5	15.6	48.1
Brandhaug	5.4	12.3	43.5
Vige	4.9	12.3	39.8
Trønder Hylla	5.0	10.5	47.6
Stenhaug	6.2	12.0	51.7
Best of All	7.8	18.5	42.2
Scotia	6.1	14.6	41.8
Linje 3	6.5	12.9	50.4
Linje 2	6.0	12.5	48.0
Alta Sweet	10.6	15.4	68.8
Laurentian	10.6	18.0	58.9
Bangholm Olsgård	7.0	13.6	51.5
Østgøta Original	4.8	12.4	38.7
Acme	6.8	15.1	45.0
Marian	7.7	16.5	46.7
Magnificent	5.3	15.1	35.1
Gry	4.7	10.9	43.1
Ruta Øtofte	4.2	11.5	36.5
Linje 1	4.9	12.2	40.2
Linje 4	2.4	9.0	26.7
Snitt	6.2	13.5	45.2
Mean			
Standard avvik	2.0	2.5	9.0
Standard deviation			

Dei fysiologiske verknadane av glukosinolat er mange. I rotteforsøk har ein funne auka leverstorleik ved å gje progoitrin, sinigrin eller glukonapin i mengder som svarar til 2.5 $\mu\text{mol g}^{-1}$ t.s. i føret (Vermorel et al 1986). Auka nyrevekt og redusert kroppsvekt er óg vanlege observasjonar i denne type forsøk. Ved å gje glukosinolat saman med myrosinase fann Bjerg et al. (1989) signifikant reduksjon i kroppsvekta ved ein standarddiett med 2.5 mol g^{-1} t.s. Dersom ein soleis fører med t.d. Alta Sweet eller Laurentian og kålrota utgjør ca 25 % av tørrstoff-inntaket, kan ein etter desse danske forsøka få ei signifikant lågare kroppsvekt. Dette er ein så høg dagsrasjon at det er mogleg GS-innhaldet i dette sortimentet ikkje medfører problem i føringssamanhang.

Det var ein svak, signifikant korrelasjon mellom total-GS og mjøldoggangrep ($r = 0.45^*$). Vidare var det ein sterkare korrelasjon mellom progoitrin og mjøldoggangrep ($r = 0.63^{**}$). Om eit auka progoitrin-innhald er resultat av mjøldoggangrep, eller om det verkeleg er ei slags kobling, enten genetisk eller funksjonelt, er det ikkje mogleg å seie noko om frå dette materialet. Resultat frå raps tyder på indusering av GS-syntese ved soppangrep. Doughty et al (1991) fann auka innhald etter infeksjon med *Alternaria brassica*. Forsøk som kan klarleggje desse samanhangane er under planleggjing.

Denne granskinga vart gjort for å sjå på sjansane for vellukka seleksjon for høgare innhald av sukker og lågare innhald av glukosinolat. Dette materialet gir grunnlag for å svare positivt. Dersom kålrota skal nyttast som fôr, kan ein godt selektere for redusert total-GS. Dette vil vere billigare enn dersom ein lyt analysere på alle dei ulike GS. For human ernæring ønskjer ein at kålrøttene framleis skal smake kål. Ved å nytte samme strategi som for fôrtyper, ville ein truleg kome i konflikt med dette ønsket. Mange smaksdannande GS ville verte eliminerte. Ein ønskjer heller å få bort dei skadlege og bitre GS samstundes som ein let dei aromafremjande vere. Som våre analyser stadfester, er ein reduksjon i progoitrininnhaldet nærliggjande.

ETTERORD

Forfatteren takker Bjørg Vennatrø for teknisk hjelp.

LITTERATUR.

Bjerg, B., B.O. Eggum, I. Jacobsen, J. Otte & H. Sørensen 1989. Antinutritional and toxic effects in rats of individual glucosinolates (+/- myrosinases) added to a standard diet (2). *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 61: 227-244.

Bradshaw, J.E. & D.W. Griffiths 1990. Sugar content of Swedes for Stockfeeding. *J. Sci. Food. Agric.* 50: 167-172.

Dewey, P.J.S. & F.W. Wainman 1984. The metabolizable energy content of some swedes, kales, and cabbages. In: W.H. Macfarlane Smith & T. Hodkin (eds). *Proc Better Brassicas '84 Conference*. Scottish Crop Research Institute, Dundee. Pp. 62-66.

Doughty, K.J., A.J.R. Porter, A.M. Morton, G. Kiddle, C.H. Bock & R. Wallsgrove 1991. Variation in the glucosinolate content of oilseed rape (*Brassica napus* L.) leaves. II. Response to infection by *Alternaria brassicae* (Berk.) Sacc. *Ann. appl. Biol.* 118: 469-477.

Duncan, A.J. & J.A. Milne 1989. Glucosinolates. *Aspects of Applied Biology* 19: 75-92.

Echeverria, E. & M. Ismail 1990. Sugars unrelated to Brix changes in stored citrus fruits. *HortScience* 26: 710.

Fenwick, G.R. & N.M. Griffiths 1981. The identification of the goitrogen, (-)-5-vinyloxazolidine-2-thione (goitrin) as a bitter principle of cooked Brussels sprouts (*Brassica oleracea* L. var *gemmifera*). Z. Lebensmi. Unters. Forsch. 172: 90-92.

Martens, M. 1986. Determining sensory quality of vegetables: a multivariate study. Dr. agric. thesis. Norges Landbrukshøgskole, Ås.

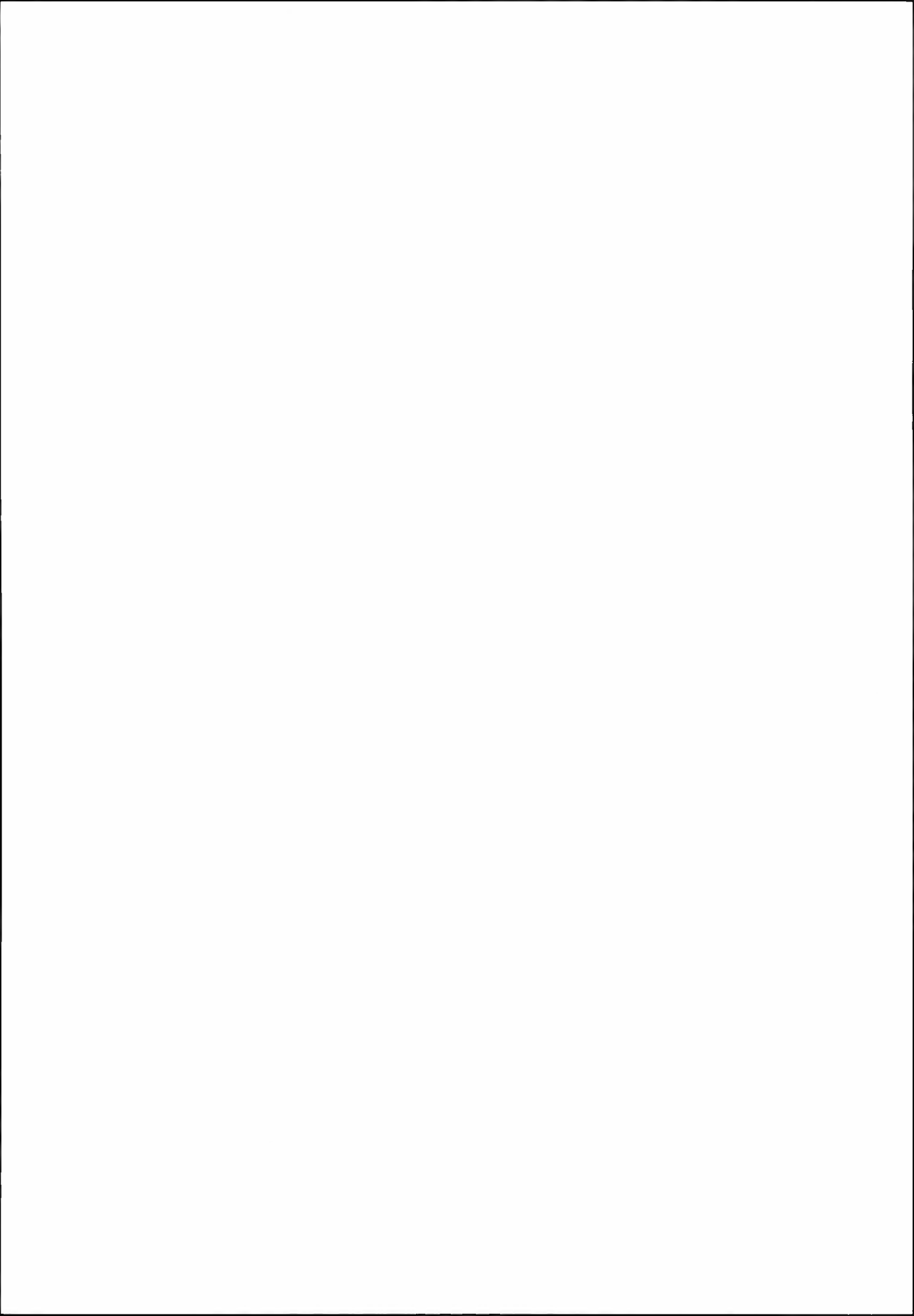
Martens, M. & H. Martens 1986. Partial Least Squares regression. In: J.R. Piggott (ed.), Statistical Procedures in Food Research, Elsevier Appl. Sci. Publ., London.

Nordang, L. 1991. N-gjødslingas verknad på kvalitet og proteinverdi. Agronomiske konsekvensar av nytt proteinvurderingssystem. I: Dyrking og utnytting av fôrvekstar. Faginfo nr 3. Statens fagtjeneste for landbruket, 375 pp.

Opsahl, B. 1974. Rotvekster. Forelesingsnotat. Landbruksbokhandelen Ås-NLH.

Suzuki, M. & J.A. Cutcliffe 1981. Sugars and eating quality of rutabagas. Can. J. Plant Sci. 61: 167-169.

Vermorel, M., R.K. Heaney & G.R. Fenwick 1986. Nutritive value of rapeseed meal: Effects of individual glucosinolates. J. Sci. Food Agric. 37: 1197-1202.



Redusert jordarbeiding på morenejord

Jordundersøkelser

Reduced tillage on loam soil

Soil investigations

EGIL EKEBERG

Statens forskingsstasjoner i landbruk, Kise forskingsstasjon, Nes Hedmark, Norge
The Norwegian State Agricultural Research Stations, Kise Research Station, Nes Hedmark, Norway

Ekeberg, E. 1992. Reduced tillage on loam soil. Soil investigations. Norsk landbruksforskning 6: 223-244. ISSN 0801-5333.

Investigations on the physical, chemical and biological properties of soil were carried out during the years 1986-91 on four long term tillage trials established on morainic loam in the period 1976 to 1979. In all four trials traditional plough tillage was compared with minimum tillage, and, in some cases, with intermediate tillage intensity. Cropping was predominantly cereals, but included potatoes, forage crops and vegetables in some cases. Fertilizer was incorporated at 4-6 cm depths by combine drill or similar equipment. Plant residues were removed or burnt. Trials were not irrigated. Out-of-season traffic was kept to a minimum, especially when conditions were wet. Unploughed tillage resulted in greater numbers of earthworms, higher bulk density, higher bearing capacity, lower air permeability at 13-17 cm depths, lower soil temperature during the growing season, greater soil moisture content in wet conditions, unchanged soil moisture content in dry conditions, accumulation of organic matter, total nitrogen, mineral nitrogen, available phosphorus and potassium in the upper soil horizon and lower pH throughout the topsoil. The analyses revealed that organic matter content increased by about 600 kg/ha/year and that soil acidification caused a lime requirement of about 100 kg CaO/ha/year.

Key words: Available nutrients, earthworms, minimum tillage, soil moisture, soil organic matter, soil porosity, soil reaction.

Egil Ekeberg, Kise Research Station, N-2350, Nes Hedmark, Norway

I fastliggende forsøk med ulik jordarbeiding blir det registrert forskjeller i spiring, veksthastighet, modningsforløp, avling og avlingskvalitet mellom forsøksbehandlingene. Dette skyldes endringer i jorda. Været har innflytelse på årsvariasjonene. På SFL Kise ligger noen jordarbeidingsfelt som ble anlagt i slutten av 1970-årene. Avlinga blir registrert hvert år, mens en del jordegenskaper blir målt med passende mellomrom.

Denne meldinga gjør greie for jordanalyser fra fire av de fastliggende jordarbeidingsfeltene på Kise. Det er tidligere skrevet meldinger om en del jordanalyser (Riley et

al. 1985, Riley 1985) og avlingsresultater (Riley 1985, Ekeberg et. al. 1985, Ekeberg 1987 a, b, c.) fra disse feltene.

MATERIALE OG METODER

Felt 1. Trial no. 1. Forsøksfeltet ble anlagt høsten 1976 og er det eldste med redusert jordarbeiding på forskingsstasjonen. Forsøksbehandlingen utføres om høsten:

- Split-plot - Stubbharving
Stubble cultivation
- Ingen stubbharving
No stubble cultivation
- * Høstpløying hvert år
Autumn ploughed each year
- * Høstpløying hvert 3. år
Autumn ploughed every third year
- * Ingen pløying
Unploughed

Om våren ble pløyerutene sloddet og hele feltet harvet likt. I kornårene ble det dyrket bygg og havre i veksling. I 1983 og 1987 var det potet på feltet. I 1987 var slodding av pløyerutene eneste vårjordarbeiding før setting. 32 ruter, 4,8 dekar.

Felt 2. Trial no. 2. Anlagt høsten 1977

- Høstpløying, slodding og harving om våren
Autumn ploughed, harrowed in spring
- Djup vårharving, 10-12 cm
Deep spring harrowing only
- Grunn vårharving, 5-6 cm
Shallow spring harrowing only
- Minimal jordarbeiding
Minimum tillage

Gjødsla ble plassert i 5-6 cm dybde med gjødselharv når så-/plante-/setteutstyret krevde løsjord i overflaten. Ved bruk av direktesåmaskiner og potetsettere ble ikke jorda bearbeidet i det hele tatt ved «minimal» jordarbeiding. Feltet har hatt mange vekstslag gjennom årene; korn, rybs, potet, kålrot, forbete, fôraps og fôrmargkål, med ulike kornarter som dominerende vekst. 16 ruter, 1,5 dekar.

Felt 3. Trial no. 3. Anlagt høsten 1979

- Høstpløying, slodding og harving om våren
Autumn ploughed, harrowed in spring
- Høstpløying, høstharving og vårharving
Autumn ploughed, harrowing in autumn and spring
- Djup vårharving, 10-12 cm
Deep spring harrowing only

- Grunn vårharving, 5-6 cm
Shallow spring harrowing only

Korn har vært den dominerende veksten på feltet, men kålrot, vinterkål, blomkål, rødbete, løk, gulrot og potet har vært med i 4 år. 16 ruter, 4,3 dekar.

Felt 4. Trial no. 4. Anlagt høsten 1979

- Høstpløying, slodding og harving om våren
Autumn ploughed, harrowed in spring
- Minimal jordarbeiding
Minimum tillage

I likhet med på felt 2 måtte vi enkelte år bruke gjødselharva til 5-6 cm dybde når vi manglet direktesåmaskin. Korn har vært dominerende vekst også på dette feltet, men de siste 7 årene har potet vært med i veksling med korn. Det er også dyrket rot- og førvekster enkelte år. 8 ruter, 4,0 dekar.

Feltene har 4 gjentak. På alle felt blir halmen fjernet eller brent. Det blir gjødslet med 8-12 kg N i fullgjødset pr. dekar. I førvekster og grønnsakvekster blir det gitt kalksalpeter i veksttida.

Jorda ble godt undersøkt ved flere anledninger. I denne meldinga blir bare resultater fra årene 1986 til 1991 lagt fram. Alderen på feltene var dermed fra 7 til 14 år når analysene ble utført. I 1987 ble det tatt prøver til pH-analyse og kjemisk analyse fra alle felt.

Jorda er typisk morene lettleire på alle felt. Humusinnholdet varierte betydelig mellom feltene, mens pH og innholdet av lettløselig fosfor og kalium varierte noe mindre (tabell 1).

RESULTATER

Temperatur

På felt 2 ble integrert jordtemperatur målt under bygg og potet ved «sukkermetoden» sommeren 1987 (Riley 1979 og pers. med.). Sommeren var regnfull og kjølig. Målinger ble utført for to forsøksbehandlinger; høstpløying og minimal jordarbeiding. Resultatene er vist i tabell 2.

Denne målemetoden gir middeltemperatur over perioder av ulik varighet. Det var høyest temperatur i pløyd jord. Utslaget var større i korn enn i potet. I begge vekster var det større om sommeren enn vår og høst.

Vann

Jordas vanninnhold ble målt ved flere anledninger. En har konsentrert seg om felt 2 og 4 ved to forsøksbehandlinger - med og uten pløying. En del målinger er vist i tabell 3.

Det var tildels betydelig mer vann i upløyd enn i pløyd jord. Differansen var størst når jorda var fuktigst. August 1987 var regnfull, med 21 regnværsdager og tilsammen 105 mm før potetopptak den 28. De siste 2 dager kom det 24 mm. Dette resulterte i 4 vektprosent mer vann i upløyd enn i pløyd jord (tabell 3). I mai og juni 1988 var jorda

Tabell 1. Noen egenskaper i matjordlaget målt høsten 1976 i forbindelse med jordkartlegging av eiendommen

Table 1. Some properties of the topsoil measured in autumn 1976 during soil survey of the area

	Felt 1 <i>Trial 1</i>	Felt 2 <i>Trial 2</i>	Felt 3 <i>Trial 3</i>	Felt 4 <i>Trial 4</i>	Middel <i>Mean</i>
Ant. prøver <i>No. samples</i>	6	3	6	6	
Grus > 2mm, % <i>Gravel</i>	13	18	21	21	18
Sand 2-0,06 mm, % <i>Sand</i>	54	45	44	44	47
Silt 0,06-0,002 mm, % <i>Silt</i>	30	37	37	40	36
Lær < 0,002 mm, % <i>Clay</i>	16	18	19	16	17
Mold, % <i>Organic matter</i>	9,3	11,9	7,1	4,3	8,2
P-AL, m/100 g <i>Avail. P</i>	6,4	8,7	6,1	5,8	6,8
K-AL, m/100 g <i>Avail. K</i>	10,0	9,9	12,8	19,5	13,1
pH (H ₂ O) <i>pH in water</i>	6,6	6,6	6,2	5,8	6,3

Tabell 2. Økning i temperatur, °C, i pløyd jord i forhold til upløyd i sjiktet 5 til 20 cm i to vekster 1987
Table 2. Increase in mean soil temperature (°C) of ploughed soil relative to unploughed soil, at 5-20 cm depths, under two crops in 1987

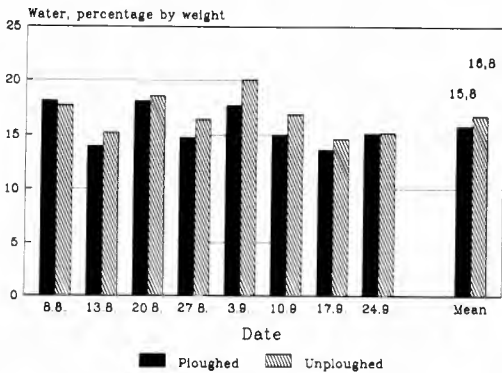
	Periode Dates				
	30.4-29.5	29.5-24.6	24.6-17.7	17.7-17.8	17.8-1.9 (bygg) (barley) (potet) (potato)
Bygg <i>Barley</i>	0,08	0,28	0,49	0,46	0,21
Potet <i>Potato</i>	0,08	0,12	0,18	0,06	-0,10

tørrere, og det var mindre forskjell mellom behandlingene. I mai falt det 20 mm nedbør og i juni, før den 17., 25 mm. (Tabell 3).

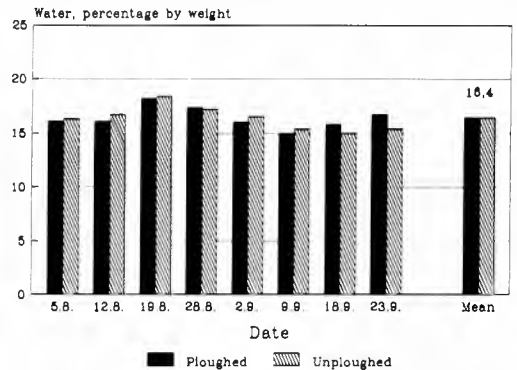
I 1990 og 1991 ble vanninnholdet i matjordlaget på felt 4 bestemt en gang i uka i august og september. I 1990 kom det 115 mm nedbør i denne perioden. Det var mest vann i upløyd jord, men differansen var i middel bare 1,0 vektprosent (figur 1). I 1991 var det tørrere om høsten med bare 52 mm nedbør i samme tidsrom. Under disse forhold ble det ikke registrert forskjell i vanninnhold mellom pløyd og upløyd jord (figur 2).

		Jordarbeiding <i>Tillage</i>		Merknad <i>Note</i>
		Pløyd <i>Ploughed</i>	Upløyd <i>Unploughed</i>	
Felt 2 <i>Trial no. 2</i>	29.4.1986	35,3	40,1	Før våronna <i>Before sowing</i>
	29.4.1987	30,5	31,7	Før våronna <i>Before sowing</i>
Felt 4 <i>Trial no. 4</i>	28.8.1987	21,4	25,4	Ved potetopptak <i>At harvest</i>
	30.5.1988	16,8	18,8	I byggåker <i>In barley stand</i>
	17.6.1988	14,1	15,6	I byggåker <i>In barley stand</i>

Tabell 3. Vann i matjordlaget, vektprosent av steinfri usåddet jord, ved to jordarbeidings-systemer, målt til ulike tider
Table 3. Topsoil moisture content (weight % of stone-free soil) in two tillage treatments, measured on different occasions



Figur 1. Vann i pløyd og upløyd jord målt i potetdrillen ved opptak i 1990. Felt 4
Figure 1. Soil moisture content in ploughed and unploughed soil, measured within potato ridges at harvest 1990 (trial no. 4)



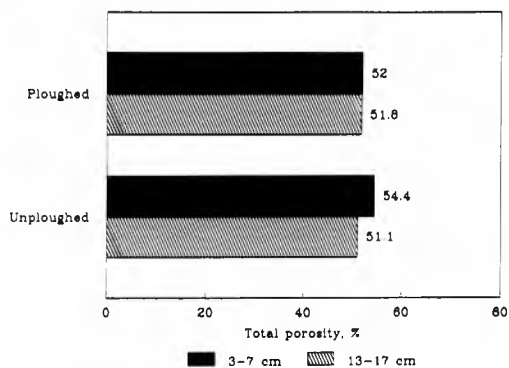
Figur 2. Vann i pløyd og upløyd jord målt i potetdrillen ved opptak i 1991. Felt 4
Figure 2. Soil moisture content in ploughed and unploughed soil, measured within potato ridges at harvest 1991 (trial no. 4)

Jordas evne til å holde på vann er også målt på alle felt ved hjelp av pF-analyse. Det var i underkant av 6 volumprosent lett tilgjengelig vann (pF 2,0 - 3,0), og noe over 16 volumprosent tyngre tilgjengelig (pF 3,0 - 4,2), uten påviselig forskjell mellom pløyd og upløyd jord. Det var heller ingen forskjell mellom sjiktene 3-7 cm og 13-17 cm i matjordlaget i denne egenskapen.

Luft

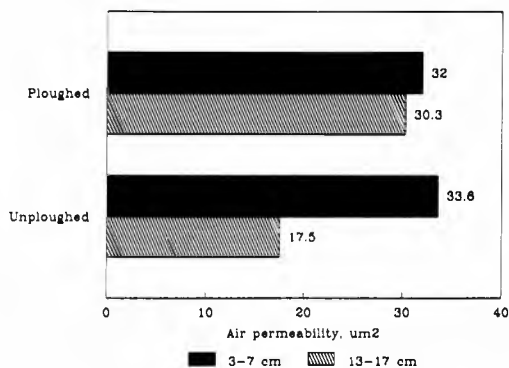
Luftinnholdet ved feltkapasitet (pF 2,0) var 18,4 volumprosent på pløyd jord og 20,5 på upløyd jord, i middel av alle felt, men differansen var ikke signifikant. Det totale porevolum var størst i øvre sjikt av upløyd jord og minst i nedre sjikt ved samme behandling. (figur 3). Luftpermeabiliteten var også påvirket av forsøksbehandlingen.

Resultatet er vist i figur 4. På upløyd jord var den gått kraftig (50 %) ned i nedre sjikt, men var likevel neppe redusert til et kritisk lavt nivå.



Figur 3. Porevolum i to sjikt i matjordlaget i pløyd og upløyd jord. Middell for fire felt, 8-10 år etter anlegg

Figure 3. Soil porosity at two depths in the topsoil of ploughed and unploughed soil. Means of four trials, measured 8-10 years after start



Figur 4. Luftpermeabiliteten i to sjikt i matjordlaget i pløyd og upløyd jord. Middell for fire felt, 8-10 år etter anlegg

Figure 4. Air permeability at two depths in the topsoil of ploughed and unploughed soil. Means of four trials, measured 8-10 years after start

Bæreevne, jordtetthet

Jordas bæreevne, eller framkommelighet, endret seg betydelig etter noen år med plogfri drift.

På felt 3 ble traktor med belastning på 3-punkts opphenget kjørt fire ganger i samme spor tvers over alle forsøksledd den 22. april 1988. Det ble stor forskjell i hjulsynkeningen mellom pløyd og upløyd jord. (Bilde 1, tabell 4). Jordtettheten var økt betydelig i sporet i pløyd jord mens den var tilnærmet uforandret i sporet på upløyd jord.

Bilde 1. Traktor med firehjulstrekk kjørt fire turer tvers over et fastliggende jordarbeidingsfelt den 22. april 1988. Feltet nr. 3 anlagt høsten 1979

Picture 1. Ruts after four passes of a 4 WD tractor across a long-term tillage trial on 22 April 1988 (Trial no. 3, started autumn 1979)



Jordtettheten ble også målt på alle fire felt i forbindelse med pH-analysene. Den var korrelert med moldinnholdet ($r = -0,89, P < 0,001$), og var lavest på felt 2 med i mid-

	Jordarbeiding <i>Tillage</i>		
	Pl.	Pl. + h.	Upl.
Spordybde, mm <i>Rut depth</i>	148	96	34
Jordtetthet, ved siden av sporet, t/m ³ <i>Bulk density between ruts</i>	1,29	1,29	1,32
Jordtetthet, i sporet, t/m ³ <i>Bulk density beneath rut</i>	1,47	1,46	1,35

Pl. = høstpløyd. *Autumn ploughed*

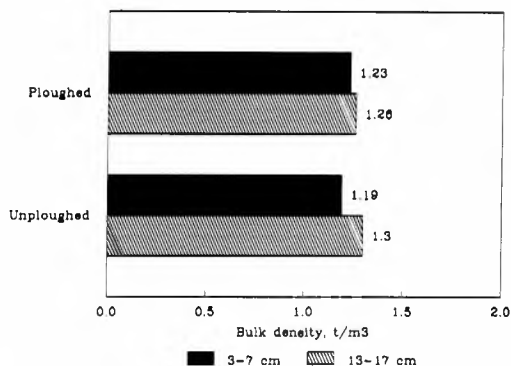
Pl. + h. = pløyd, sloddet og harvet om høsten. *Autumn ploughed and harrowed*

Upl. = upløyd. *Unploughed*

Tabell 4. Spordybde og jordtetthet ved ulik jordarbeiding etter fire turer med traktor i samme spor den 22. april 1988. Felt nr. 3, anlagt 1979

Table 4. Rut depth and bulk density beneath and between ruts, after four passes of a laden tractor on ploughed and unploughed soil on 22 April 1988 (Trial no. 3, started 1979)

del 1,08 t/m³ og høyest på felt 4 med 1,39 t/m³. I middel for feltene var jorda tettest i sjiktet 13-17 cm både på pløyd og upløyd jord med størst tetthet på upløyd jord (figur 5).



Figur 5. Jordtetthet i to sjikt i matjordlaget i pløyd og upløyd jord. Middel for fire felt, 8-10 år etter anlegg

Figure 5. Soil bulk density at two depths in the topsoil of ploughed and unploughed soil. Means of four trials, measured 8-10 years after start

Aggregatstørrelsesfordeling

Våren 1987 ble 4 liter jord fra hver forsøksrute tatt inn for aggregatanalyse. Jorda ble tørket og steinen fjernet. Sældene var 20 mm, 10 mm, 5 mm og 2 mm. Det var ikke forskjell i denne egenskapen mellom pløyd og upløyd jord på noen av de fire feltene som ble undersøkt. Andel aggregater i de fem gruppene fra over 20 mm og nedover var: 10%, 13%, 15%, 19% og 43%.

Meitemark

Høsten 1987 ble forekomsten av meitemark i sjiktet 0-20 cm kontrollert på to felt. Det hadde vært en fuktig sommer og høst og det var forventet at størstedelen av meite-

marken befant seg i matjordlaget. Jord fra 1m² pr. rute ble undersøkt manuelt. Resultatene går fram av tabell 5.

Tabell 5. Antall og vekt av levende meitemark pr m² i matjordlaget (0-20cm) ved to jordarbeidings-systemer. Målt om høsten 1987, omkring 8 - 10 år etter anlegg

Table 5. Number and weight of living earthworms per m² in the topsoil (0-20 cm) under two tillage systems. Measured in 1987, about 8-10 years after start of trial

	Antall Number		Vekt, g Weight	
	Pløyd Ploughed	Upløyd Unploughed	Pløyd Ploughed	Upløyd Unploughed
Felt 2. Trial nr. 2	21	28	18	32
Felt 4. Trial nr. 4	12	37	11	33
Middel. Mean	17	33	15	33
Middelvekt Weight per worm			0,88	1,01

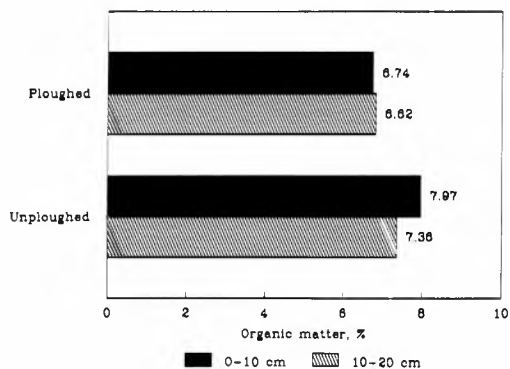
Det var flest og størst meitemark i oppløyd jord. Differansen var størst på felt 4.

Moldinnhold

Moldinnholdet varierte betydelig mellom feltene (tabell 1). I 1987, 8-10 år etter anlegg hadde forsøksbehandlingen påvirket moldinnholdet på oppløyd jord (figur 6). Den var da i middel av fire felt 8,0% av finmaterialet i sjiktet 0-10 cm og 7,4% i 10-20 cm. Øvre sjikt hadde dermed ca. 620 kg mer moldstoffer pr. dekar enn nedre ved denne forsøksbehandlingen. Pløyd jord hadde lavere moldinnhold, som kan tyde på at årlig pløying fører til raskere nedbryting av moldstoffene i jorda.

Figur 6. Moldinnholdet i to sjikt i matjordlaget i pløyd og oppløyd jord. Middel for fire felt, 8-10 år etter anlegg

Figure 6. Soil organic matter at two depths in the topsoil of ploughed and unploughed soil. Means of four trials, measured 8-10 years after start



Noen tilleggssanalyser som ble gjort i 1990 og 1991 bekrefter denne opphopningen. I 1990 var det, i middel av felt 2 og 4, 0,45% mer organisk materiale i 0-5 cm enn i 5-20 cm (tabell 7). I tabell 8 er resultatene for alle fire forsøksledd på felt 2 oppført. Pløying

hvert år ga lavest moldinnhold med gradvis økning for minkende jordarbeidingsintensitet.

Jordreaksjonen

I middel for alle felt var pH 6,0 i pløyd jord og 5,9 i upløyd jord ($P < 0,05$) i 1987 (tabell 6). Det var ikke forskjell mellom sjiktene 0-10 cm og 10-20 cm.

Felt Trial	Alder, år Age, year	Pløyd Ploughed	Upløyd Unploughed	Sign. Sign.
1	10	6,26	6,06	$P < 0,01$
2	10	6,34	6,18	$P < 0,01$
3	8	5,89	5,79	n.s.
4	8	5,51	5,48	n.s.
Middel Mean		6,01	5,88	

Tabell 6. Jordreaksjonen høsten 1987 i matjordlaget på fire fastliggende felt med ulik jordarbeiding
Table 6. Soil reaction (pH in water) in autumn 1987, in the topsoil of four long-term tillage trials

Tabell 7. Noen kjemiske egenskaper i to sjikt i matjordlaget av upløyd jord målt i 1990. Jordarbeiding: Grunn harving eller ingen jordarbeiding hvert år
Table 7. Some chemical properties at two depths in the topsoil of unploughed soil, measured in 1990. Tillage consisted of shallow harrowing or zero-tillage each year

	Alder år Age of trial	Sjikt cm Depth	Mold % OM	P-AL	K-AL mg/100g	K HNO ₃	Org.C %	Tot.-N %
Felt 2 Trial 2	13	0-5	11,25	7,0	12,6	59	5,95	0,49
		5-20	10,85	6,2	6,2	37	5,55	0,46
Felt 4 Trial 4	11	0-5	6,05	6,6	13,6	61	2,90	0,27
		5-20	5,55	4,8	8,4	53	2,77	0,25

Halve arealet på felt 2 ble kalket våren 1991. Midt på sommeren ble det tatt prøver av matjordlaget for analyse. Kalken hevet pH-tallet 0,3 enheter ($P < 0,001$), i både øvre og nedre sjikt, ved alle fire jordarbeidingsystemer. Analysene viste at jorda hadde blitt gradvis surere jo mindre jorda var blitt bearbeidet de siste 14 år (tabell 8).

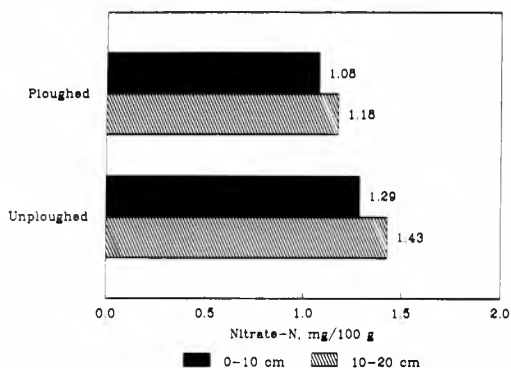
Mineralnitrogen

I 1987 ble mineralnitrogenet bestemt i to sjikt på alle felt. Det var noe høyere analysetall for nitrat i upløyd enn i pløyd jord henholdsvis 1,4 og 1,1 mg/100 g uten at differansen var signifikant (figur 7). Det var mest ammonium i upløyd jord - 0,7 mg/100 g mot 0,6 i pløyd jord ($P < 0,05$). (Figur 8). Forskjellen i mineralnitrogen mellom pløyd og upløyd jord kan ha sammenheng med forskjellen i moldinnholdet.

Mineralnitrogenet i matjordlaget ble kontrollert 3. juli 1991 på felt 2. Det var økende mengder av både nitrat og ammonium ved minkende jordarbeidingsintensitet (tabell 8).

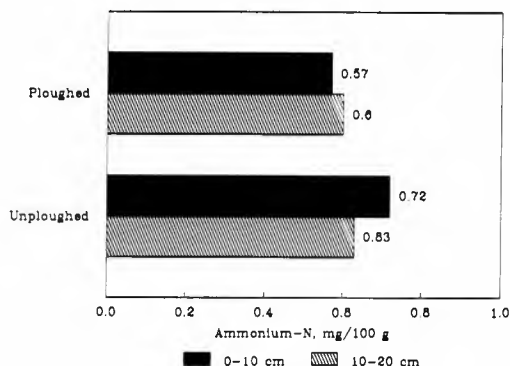
Tabell 8. Organisk materiale, pH og mineralnitrogen i matjordlaget den 3. juli 1991 ved fire jordarbeidingsystemer på felt 2
 Table 8. Organic matter, pH and mineral nitrogen in the topsoil measured on 3 July 1991, for four tillage treatments (trial no. 2)

	Jordarbeiding Tillage				Sign.
	Pløyning Ploughed	Djup vår- harving Deep harrow	Grunn vår- harving Shallow harrow	Minimal jordarb. Min. till	
Org.m., % OM	8,27	8,91	10,61	11,21	P<0,001
pH	6,10	5,99	5,95	5,91	P<0,01
NO ₃ -N, kg/daa	1,56	1,78	2,29	2,03	P<0,01
NH ₄ -N, kg/daa	0,63	0,75	0,86	0,97	P<0,001



Figur 7. Nitratnitrogen i to sjikt i matjordlaget i pløyd og upløyd jord høsten 1987. Middell for fire felt, 8-10 år etter anlegg

Figure 7. Nitrate nitrogen content at two depths in the topsoil of ploughed and unploughed soil in autumn 1987. Means of four trials, measured 8-10 years after start



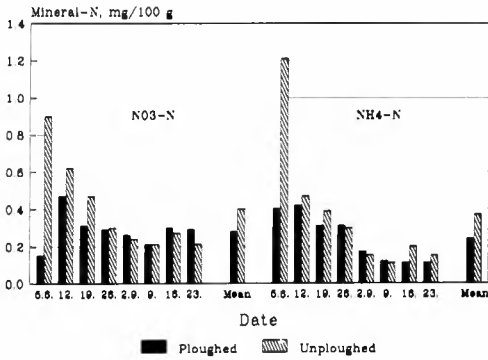
Figur 8. Ammoniumnitrogen i to sjikt i matjordlaget i pløyd og upløyd jord høsten 1987. Middell for fire felt, 8-10 år etter anlegg

Figure 8. Ammonium nitrogen at two depths in the topsoil of ploughed and unploughed soil in autumn 1987. Means of four trials, measured 8-10 years after start

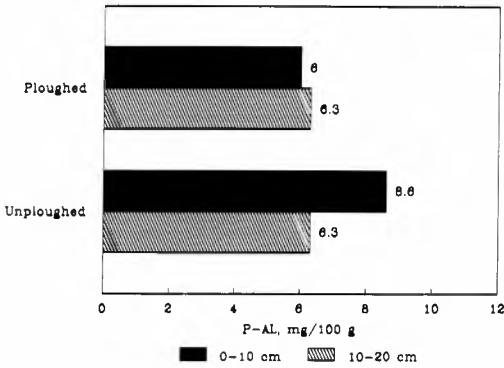
På felt 4 ble mineralnitrogen kontrollert ved potetopptak en gang i uka i 8 uker i 1991. De tre første ukene i august var det mest i jord som var upløyd siden 1979, men senere på høsten var det ingen forskjell. (Figur 9).

Fosfor

Øvre jordsjiktet viste i 1987 akkumulering av lettløselig fosfor på upløyd jord (figur 10). Differansen tilsvarer ca. 2,6 kg mer fosfor pr. dekar på upløyd enn på pløyd jord. Det var ikke forskjell i mengde lettløselig fosfor i nedre halvdel av matjordlaget mellom forsøksleddene.



Figur 9. Mineralnitrogen i pløyd og upløyd jord målt i potetdrillen ved opptak høsten 1991. Felt 4
 Figure 9. Mineral nitrogen in ploughed and unploughed soil, measured in potato ridges at harvest in autumn 1991 (trial no. 4)



Figur 10. Lettløselig fosfor i to sjikt i matjordlaget i pløyd og upløyd jord høsten 1987. Middelt for fire felt, 8-10 år etter anlegg
 Figure 10. Available phosphorus at two depths in the topsoil of ploughed and unploughed soil in autumn 1987. Means of four trials, measured 8-10 years after start

Høsten 1990 ble jorda på felt 2 og 4 igjen analysert for bl.a. fosfor. På de upløyde ruter var det i middel 24% mer fosfor i 0-5 cm enn i 5-20 cm dybde (tabell 7).

Kalium

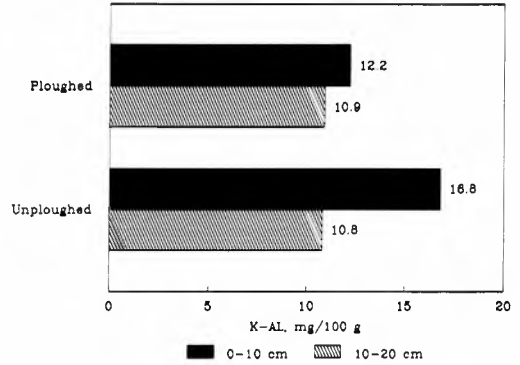
Også for kalium var det tydelig opphopning i øvre sjikt av upløyd jord (figur 11). Her var det nærmere 7 kg mer pr. dekar enn i pløyd jord.

På felt 1 innvirket stubbharving på K-Al-tallet. I øvre sjikt av upløyd jord hadde tallet økt 7,2 enheter uten stubbharving og bare 1,5 enheter med stubbharving. Forskjellen har trolig sammenheng med raskere nedvasking av kalium når halmen blandes inn i jorda.

Både lettløselig og syreløselig kalium ble kontrollert på to felt i 1990. Det var da 79% mer lettløselig K og 37% mer syreløselig K i 0-5 cm enn i 5-20 cm i upløyd jord (tabell 7).

Figur 11. Lettløselig kalium i to sjikt i matjordlaget i pløyd og upløyd jord høsten 1987. Middell for fire felt, 8-10 år etter anlegg

Figure 11. Available potassium at two depths in the topsoil of ploughed and unploughed soil in autumn 1987. Means of four trials, measured 8-10 years after start



C/N-forholdet

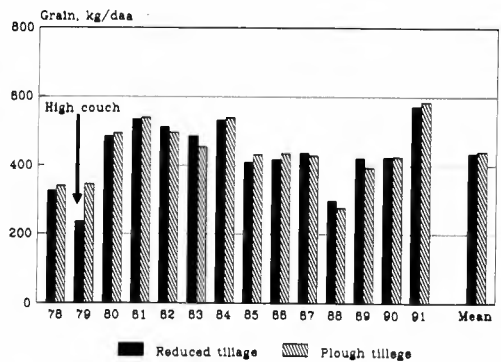
På felt 2 var C/N-forholdet 12,2 på upløyd jord og 11,5 på pløyd jord høsten 1990 (P<0,05). Det var ikke forskjell mellom de to undersøkte sjiktene i denne egenskap.

DISKUSJON

På morenejorda på Kise er avlinga opprettholdt uten pløying i 14 år når halmen er fjernet om høsten (fig. 12). Det kan ikke registreres noen klar positiv trend på avlinga for et forenklet jordarbeidingsystem, slik det er meldt fra Amerika (Mannering et. al. 1988) og Skottland (Ball et. al. 1989). I 1989 målte vi imidlertid ettervirkningen etter 9 år med ulik jordarbeiding ved å direkteså et halmrent felt. Avlinga ble 6% større (P<0,05) etter upløyd enn etter pløyd jord. (Eikeberg, 1990). Undersøkelser i USA viser at virkningen på avlinga av plogfri drift kan variere med jord, klima, år og forgrøde (Smith et.al. 1987).

Figur 12. Kornavlinga ved to jordarbeidingsystemer i perioden 1978-91. Tilsammen 52 årshøstinger i bygg, havre og hvete

Figure 12. Grain yields for two tillage systems over the period 1978-91, comprising 52 annual harvests of barley, oats and wheat



Analysen viste at mange av jordegenskapene endret seg ved overgang til plogfri drift på Kise.

Temperaturen ble målt i bare ett år på ett felt. Resultatet stemmer overens med norske (Børresen 1986) og utenlandske erfaringer (Mengel et. al. 1982, Erikson 1983, Kladviko et. al. 1985, Coote et. al. 1989); det ble kaldest jord uten pløying. Resultatet av dette har vi sett både i spiringsfasen (bilde 2), om sommeren (bilde 3) og om høsten i enkelte år. Størst virkning fikk vi i 1988 hvor opptørkinga var ca. 1 uke forsinket om våren (bilde 4) og modningen ca. 2 uker forsinket om høsten, både i korn og potet (bilde 5). De fleste år er forsinkelsen mer moderat, 2-3 dager om våren og ca. det dobbelte om høsten er mer vanlig.



Bilde 2. Forsinket spiring ved direkte-setting våren 1988 på felt 4
Picture 2. Delayed germination following direct drilling in spring 1988 on trial no. 4



Bilde 3. Størst vekstkraft ved direkte-setting. Risavlinga er ca. 20% større uten enn med pløying. Felt 4 1988.
Picture 3. Greatest vegetative growth of potatoes following direct planting. Haulm yield was about 20% higher than with ploughing (Trial no. 4, 1988)



Bilde 4. Opptørkinga om våren går senest i upløyd jord (sorte tverrstriper). Felt 4 1989
Picture 4. Soil drying in spring is slower on unploughed soil (dark stripes). Trial no. 4, 1989



Bilde 5. Modningen er fullendt på pløyd jord, i midten, mens potetene er i god vekst på upløyd jord, på begge sider
Picture 5. Potato haulm senescence is complete on ploughed soil (centre), whilst plant growth continues on unploughed soil (each side)

Vannforholdene i jorda endret seg ved overgang til plogfri drift. Mange forskere rapporterer at jorda får størst vannholdende evne uten pløying (Riley 1983, Mengel et. al. 1982, Phillips et. al. 1980, Ball et. al. 1989). På Kise var det mest vann i upløyd jord i fuktige perioder. I tørre perioder var det tydelig mindre forskjell. Under ekstrem tørke, som f. eks. høsten 1991, var det like tørt i upløyd som i pløyd jord. Fra USA (Logan et. al. 1991) blir det meldt at det i tørkeåret 1988 ble observert næringsmangel på upløyd jord fordi det øvre jordlag, som var rik på planterester og næringsstoffer, og dermed hadde stor rottetthet, hadde tørket ut. I danske undersøkelser (Rasmussen, 1991) er det også funnet mest røtter i øvre jordlag, 0-5 cm, ved plogfri drift. I ekstremt tørre år kan dermed plantene bli mest tørkeskadd ved plogfri drift, spesielt hvis tørken kommer noe sent i veksttida.

Vi gjorde en interessant observasjon i potetåker på Kise i 1991. Det var satt 10 rader med Pimpernel på tvers av fire gjentak med pløyd og upløyd jord (felt 4, anlagt 1979). Får nr. 1 var grensefår, mens får nr. 2 til nr. 9 ble høstet fortløpende, en gang i uka fra 5. august. Det var ikke avlingsforskjeller mellom jordarbeidingsystemene på forsøksfeltet i noen av høstingene. Det var ikke forskjell i jordas vanninnhold mellom pløyd og upløyd jord i denne perioden, som var meget tørr. Avlinga ble bare 2600 kg pr. dekar. Får nr. 1, som hadde 1 m friareal på den ene siden og, etter 5. august, også friareal på den andre siden, ble kontrollhøstet til slutt. På denne færa var avlinga 3600 kg pr. dekar på pløyd jord og 4100 på upløyd jord ($P < 0,001$). Det er rimelig å anta at nedbøren ble samlet best opp i upløyd jord og at friarealet, som ikke hadde vegetasjon, kunne tilføre den upløyde færa mere vann enn den pløyde. Dette er et godt eksempel på at det skal være større plass til hver plante ved ugunstige enn ved gunstige vekst-vilkår.

Luftinnholdet i jorda kan være en viktig faktor for plantenes trivsel. På morenejorda på Kise regnes dette ikke å være noe problem ved redusert jordarbeiding. Luftpermeabiliteten ble redusert i nedre matjordlag etter noen år uten pløying, men nivået er likevel relativt høyt (Riley, pers. med.). På siltjord og bakkeplanert jord kan derimot luftledningsevnen trolig bli begrensende for plantenes trivsel på upløyd jord (Riley 1983), spesielt etter mye kjøring under fuktige forhold.

Bæreevnen ble betydelig forbedret på upløyd jord. Dette ble klart demonstrert på felt 3 våren 1988 og på felt 4 sommeren 1991 (bilde 1 og 6). Marti (1984) fant større forskjell i bæreevne mellom pløyd og upløyd jord om våren enn om høsten. Andre har funnet god bæreevne etter 2-3 år uten pløying (Pidgeon et. al. 1978). Om høsten merker vi ofte stor forskjell i fremkommelighet på pløyd og upløyd jord på Kise.

Bilde 6. Kjøring med varebil juni 1991 etter en regnværsperiode. På upløyd jord gikk transporten lett, på pløyd jord ble det hjulsynkning og firehjulstrekket måtte koples inn.

Picture 6. Trafficability following rainfall. A light weight van crossed the unploughed plots with ease, but became bogged down on the ploughed plots



Coote (1989) fant større penetrometermotstand i 0-20 cm dybde på oppløyd enn på pløyd jord i Ontario i Canada. I større dybde var det omvendt, - altså ingen pakkingskader i undergrunnsjorda på oppløyd jord.

I Danmark fant Schjønning og Rasmussen (1989) større tetthet like under harvelaget i oppløyd enn i pløyd jord. Dette laget kunne hindre rotutviklingen etter mange års plogfri drift.

Det er vanlig oppfatning at jordpakking kan bli et problem ved overgang til plogfri drift. Forsøkene på Kise viser imidlertid at den pløyde jorda er mest utsatt for pakking. Det er rimelig å tro at løs jord er lettere å pakke enn fast jord. Denne oppfatningen kan sammenlignes med påstandene om at potet og kålrot trenger løs jord til stor dybde for å trives (Hessayon et. al. 1961, Nedrebø et. al. 1986). Det er nå forsøk som viser at potetene ikke nødvendigvis må ha djup pløying (Rydberg et. al. 1990, Parker et. al. 1989) og neppe heller løs jord til stor dybde før setting (Ekeberg 1987 b), så lenge knollene dekkes tilstrekkelig. Også kålrot trives like godt på oppløyd som på pløyd jord (Ekeberg 1987 c). Dette er eksempler på foreldet rettledning uten bakgrunn i forskningsresultater. Kjøreskader i forbindelse med plogfri drift er lite undersøkt i Norge. Nyere lærebøker gir imidlertid oppdatert rettledning om redusert jordarbeiding (Skøien 1989).

I Ohio, USA (Lal et. al. 1990) ble vanninfiltrasjonen funnet tilfredsstillende etter 25 års direktesåing av mais. Det var med andre ord ingen jordpakkingsproblem i denne sammenheng her heller.

På Kise ble det imidlertid målt lavere infiltrasjonshastighet på oppløyd enn på pløyd jord etter 8 år (Riley 1988).

Meitemarken trives best i oppløyd jord (Ehlers 1975, De St. Remy et. al. 1982, Syres et. al. 1984, Andersen 1987, Haukka 1988). Årsaken er muligens sterk mekanisk belastning under jordarbeidinga, forstyrning under formeringa og at fugler kan fjerne en større andel. Et annet poeng er at det øvre jordlag blir moldrikere med et bedre næringsgrunnlag for marken (Mackay et. al. 1985).

Meitemarken har positiv virkning på vertikale bioporer (Lal et al. 1990). Disse åpne porene gir et sterkt jordsjelett og bidrar til bedre luft- og vannsirkulasjon i fuktige perioder, større bæreevne, og kan øke muligheten til plogfri drift på kald, dårlig drenert jord - ihvertfall etter en del år uten pløying.

Moldinnholdet øker i øvre jordlag ved plogfri drift. På Kise er det nå over 600 kg mer moldstoffer pr. dekar i 0-10 cm enn i 10-20 cm på oppløyd jord i middel av fire forsøksfelt. Det tilsvarer en akkumulering på 60-70 kg pr. dekar og år. I Danmark (Rasmussen et.al. 1991) ga halmtilførsel til sammenligning hvert år 0,2 prosentenheter mer mold etter 30 år, mens økningen i norske forsøk var 0,3 prosentenheter etter 19 år (Njøs et.al. 1991) og det samme etter 31 år i et annet forsøk (Uhlen 1991). På Kise er økningen 0,6% i øvre 10 cm, tilsvarende 0,3% i 0-20 cm, etter 8-10 år - uten halmtilførsel. Dette beviser at moldoppbyggingen går raskere ved å slutte å pløye enn ved å pløye ned halmen ved korndyrkinga. På moldfattig jord, f. eks. på enkelte bakkeplanerte arealer, ville nok moldinnholdet øke raskere ved plogfri drift enn ved årlig nedpløying av halmrester. På pløyd jord var moldinnholdet 0,9% lavere i 0-20 cm enn på oppløyd jord på Kise. Dette tilsvarer nærmere 1800 kg pr. dekar. Det er antagelig flere årsaker til dette. For det første vil pløyd jord få mere luft og mere varme og dermed sterkere oksydasjon av organisk materiale enn oppløyd jord. For det andre ble det byttet plog i forsøksperioden. Ved overgang til vendepløg har sannsynligvis pløyedybden økt og for-

årsaket uttynning av moldstoffer i 0-20 cm dybde. Det siste kan forringe jordas produksjonsevne på sikt (Pereira 1975, Rydberg et. al. 1990), mens det i andre forsøk har gitt liten virkning på avlinga (Njøs et. al. 1980).

Jordreaksjonen var 0,13 enheter lavere i matjordlaget på upløyd enn på pløyd jord på Kise i 1987. Dette tilsvarer et kalkforbruk på ca. 10 kg CaO pr. dekar og år på denne jorda (Ekeberg 1988). I kortvarige forsøk har det vært vanskelig å finne forsureningen ved plogfri drift (Riley et. al. 1985, Riley et. al. 1989), mens det blir meldt om målbar nedgang på langvarige felt (Griffith et. al. 1982, Rasmussen 1988, Lal et. al. 1990). Dick (1983) fant en nedgang i hele matjordlaget på henholdsvis 0,1 og 0,3 enheter i to jordarter etter nærmere 20 års plogfri drift. I norske forsøk er det målt en nedgang på 0,2 enheter etter 6 år uten pløying (Ekeberg 1985). Børresen (pers. med.) fant signifikant nedgang på leirjord etter 14 år.

Innholdet av total nitrogen i jorda økte i takt med økningen av moldstoffer i øvre sjikt ved plogfri dyrking. Også den mineraliserte delen, nitrat og ammonium, økte. Det er mange rapporter som konkluderer med at redusert jordarbeiding krever sterkere nitrogen gjødsling (Kahnt 1976, Phillips et. al. 1980, Ball et. al. 1989). I Danmark fant Rasmussen (1988) mest legde ved tradisjonell jordarbeiding. Dowdell m.fl. (1983) fant mest nitrat i pløyd jord. Det samme fant Rice m.fl. (1983) de første årene med plogfri drift. Etter 13 år var det omvendt (Rice et. al. 1986).

I norske forsøk er det funnet mest legde ved redusert jordarbeiding (Marti 1984, Riley 1985, Ekeberg 1987a, Børresen 1986). I tillegg er det på Kise de senere år målt høyere N-konsentrasjon og større N-opptak i avlinga hos korn og potet på upløyd enn på pløyd jord (Ekeberg 1990). Resultatet synes rimelig på langvarige felt i og med at moldinnholdet er økt. I Australia (Thiagalingam et. al. 1991) er det meldt om tilsvarende virkning. Kanskje det blir riktig å anbefale redusert N-gjødsling etter noen år med plogfri drift.

På Kise er halmen fjernet i alle år. Ved de sammenlignende forsøk i utlandet er halmen enten harvet inn i øvre jordlag eller den har blitt nedbrutt på jordoverflaten. Når halmen brytes ned krever den tilførsel av nitrogen. Randall m.fl. (1987) anslår forbruket til 1 kg N pr. 500 kg halm. Dette kan være noe av årsaken til at feltene på Kise viser størst naturlig N-tilførsel ved plogfri drift. Ved langvarig nedharving av halmen oppheves den negative virkningen ifølge Rice m.fl. (1986).

Fosfor og kalium ble akkumulert i øvre sjikt i upløyd jord, mens nedre sjikt i matjordlaget var uberørt uansett jordarbeidingssystem. I danske forsøk med direktesåing ble det målt økt innhold av fosfor i øvre sjikt og noe lavere innhold i nedre del av matjordlaget (Rasmussen 1988), mens det var mer kalium ved direktesåing enn ved pløying i hele matjordlaget. Dick (1983) fant at plogfri dyrking økte innholdet av både fosfor og kalium i matjordlaget. Det samme er funnet i norske forsøk (Marti 1984, Riley et. al. 1985, Ekeberg 1985).

KONKLUSJON

Undersøkelsen har gitt følgende endringer i noen egenskaper i matjordlaget ved overgang fra tradisjonell jordarbeiding til plogfri jordarbeiding:

Biologiske:

- Fordobling av meitemarkbestanden

Fysiske:

- Lavere temperatur
- større vanninnhold i fuktige perioder med gradvis utjevning ved opptørrking
- Lavere luftpermeabilitet i nedre del av matjordlaget
- Høyere jordtetthet i nedre del av matjordlaget
- Større bæreevne og bedre fremkommelighet i fuktige perioder.
- Høyere moldinnhold i øvre del av matjordlaget

Kjemiske:

- Høyere innhold av total nitrogen, karbon, lettløselig fosfor og lettløselig kalium i øvre del av matjordlaget.
- Høyere innhold av mineralnitrogen i hele matjordlaget
- Lavere pH i hele matjordlaget

Det er ikke funnet negative virkninger på plantenes vekst og avling som kan tilskrives noen av disse endringene i jorda.

SAMMENDRAG

Jorda på fire fastliggende jordarbeidingsfelt på lettleire anlagt høsten 1976, 1977, og to i 1979 er undersøkt for en del fysiske, kjemiske og biologiske egenskaper i årene 1986-91. På alle felt er tradisjonell jordarbeiding sammenlignet med minimal jordarbeiding, på noen felt også med moderat jordarbeidingsintensitet. Det er dyrket mest korn, men potet, førvekster og grønnsaker var med i en del felt. Gjødsel er plassert i rotsonen, 4-6 cm dybde, med kombimaskin eller med gjødselharv. Planterester er enten fjernet eller brent. Feltene er ikke vannet i tørkeperioder. Det har vært minimal kjøring på feltene utenom veksttida. En har prøvd å unngå tung transport på fuktig jord. Plogfri dyrking sammenlignet med tradisjonell jordarbeiding ga jord med mere meitemark, større tetthet, større bæreevne, lavere luftpermeabilitet i 13-17 cm dybde, lavere temperatur i veksttida, mere vann i fuktige perioder, likt vanninnhold i tørre perioder, akkumulasjon av organisk materiale, totalnitrogen, mineralnitrogen, fosfor og kalium i øvre jordlag og lavere pH i hele matjordlaget. Analysene viste at det organiske materiale økte med ca. 60 kg pr. dekar og år mens forsuringen tilsvarte ca. 10 kg CaO pr. dekar og år.



Bilde 7 og 8. Våren 1989: Oppsamlet stein med vekt over 1 kg fra 1,6 dekar med plogfri jordarbeiding siden 1979 (til venstre) og fra 1,6 dekar med tradisjonell jordarbeiding (til høyre). Steinmassen var henholdsvis 220 kg og 650 kg

Picture 7 and 8. Spring 1989: Stones over 1 kg in weight collected from 1.6 decares unploughed soil since 1979 (left) and from 1.6 decares of traditionally tilled soil (right); total weights of stones about 220 kg and 650 kg, respectively

LITTERATUR

Andersen, A. 1987. Regnorme uddrevet med strøm i forsøg med direkte såning og pløjing. Tidsskr. Planteavl 91: 3-14.

Ball, B.C., R.W. Lang, M.F. O'Sullivan & M.F. Franklin 1989. Cultivation and nitrogen requirements for continuous winter barley on a gleysol and a cambisol. Soil Tillage Res. 13: 333-352.

Børresen, T. 1986. Tre jordarbeidingsystemer for korn kombinert med ulik pakking og halmdekking. Virkning på avling, jordtemperatur og fysiske egenskaper på leirjord i Ås og Tune, 1983-1984. Avhandl. Dr. Scient. Inst. for Jordkultur, NI.11, 156 s.

Coote, D.R. & C.A. Malcolm-McGovern 1989. Effects of conventional and no-till corn grown in rotation on three soils in eastern Ontario, Canada. Soil Tillage Res. 14: 67-84.

De St. Remy, F.A. & T.B. Daynard 1982. Effects of tillage methods on earthworm populations in monoculture corn. Can. J. Soil Sci. 62: 699-793.

Dick, W.A. 1983. Organic carbon, nitrogen and phosphorus concentrations and pH in soil profiles as affected by tillage intensity. Soil Sci. Soc. Am. J. 47: 102-107.

Dick, W.A. & D.M. van Doren 1985. Continuous Tillage and Rotation Combinations on Corn, Soybean and Oat Yields. Agron. J. 77: 459-465.

- Dowdell, R.J., R.C. Crees & R.Q. Cannell 1983. A field study of effects of contrasting methods of cultivation on soil nitrate content during autumn, winter and spring. *J. Soil Sci.* 34:367-379.
- Ehlers, W. 1975. Observations on earthworm channels and infiltration on tilled and untilled loess soil. *Soil Sci.* 119: 242-249.
- Ekeberg, E. 1985. Jordarbeiding høst og vår til vårkorn. *Forskn. fors. landbr.* 36: 133-139.
- Ekeberg, E. 1987 a. Redusert jordarbeiding på morenejord. I. Korn. *Norsk Landbruksforskning* 1: 1-6.
- Ekeberg, E. 1987 b. Redusert jordarbeiding på morenejord. II. Potet. *Norsk Landbruksforskning* 1: 7-14.
- Ekeberg, E. 1987 c. Redusert jordarbeiding på morenejord. III. Korsblomstrede vekster. *Norsk Landbruksforskning* 1: 15-21.
- Ekeberg, E. 1988. Ti år med ulik vatning og gjødsling på et fastliggende felt og ettervirkninger 11. og 12. år. *Aktuelt fra SFFL* nr. 2: 73-86.
- Ekeberg, E. 1990. Nye resultater ved redusert jordarbeiding. *Aktuelt fra SFFL* nr. 2:89-106.
- Ekeberg, E., H. Riley & A. Njøs 1985. Plogfri jordarbeiding til vårkorn. I. Avling og kveke. *Forsk. Fors. Landbr.* 36: 45-51.
- Ericson, E. 1983. No-till Corn with Intercrops. *Futures*, Michigan State University Agricultural Experiment Station, Vol. 2, No 1: 11-13.
- Griffith, D.R., J.V. Mannering, D.B. Mengel, S.D. Parsons, T.T. Bauman, D.H. Scott, F.T. Turpin & D.H. Doster 1982. A guide to till-planting for corn and soybeans in Indiana. Cooperative extension service, Purdue University, West Lafayette, Indiana (Tillage) 10-148, 8 s.
- Haukka, J. 1988. Effect of reduced cultivation on earthworms. *Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. Avd. før jordbearbetning. Rapporter* 77: 83-89.
- Hessayon, D.G. & O.G. Fenimore 1961. *Potato Growers Handbook*. Pan Britannica Industries Ltd., Waltham Abbey, Essex and C. Lennig & Co. Ltd., Bedford row, London, 35 s.
- Kahnt, G. 1976. *Ackerbau ohne pflug*. Ulmer Fachbuch, Stuttgart: 128 s.

Kladivko, E.J., D.R. Griffith & J.V. Mannering 1985. Soil Physical Properties and Crop Growth with Conservation Tillage in Indiana. Purdue University, W. Lafayette, Indiana, USA. Proc. 10th Conf. of ISTRO, University of Guelph, Ontario, Canada.

Lal, R. & D.M. VanDoren Jr. 1990. Influence of 25 years of continuous corn production by three tillage methods on water infiltration for two soils in Ohio. Soil Tillage Res. 16: 71-84.

Logan, T.J., R. Lal & W.A. Dick 1991. Tillage systems and soil properties in North America. Soil Tillage Res. 20: 241-270.

Mackay, A.D. & E.J. Klavdivko 1985. Earthworms and rate of breakdown of soybean and maize residues in soil. Soil Biol Biochem, 17: 851-857.

Mannering, J.V., D.R. Griffith, S.D. Parsons & C.R. Meyer 1988. The use of expert systems to provide conservation tillage recommendations. Proc. 11th Conf. of ISTRO, Edinburgh, Scotland: 763-768.

Marti, M. 1984. Kontinuerlicher Getreidebau ohne Pflug im Sudosten Norwegens - Wirkung auf Ertrag, Physicalische und Chemische Bodenparameter. Dr. scient avhandling, Institutt for jordkultur, Norges Landbrukshøgskole: 155 s.

Mengel, D.B., D.W. Nelson & D.W. Huber 1982. Placement of nitrogen fertilizers for no-till and conventional till to corn. Agron. J. Vol. 74: 515-518.

Nedrebø, O. & A. Nome 1986. Jordkultur og kort om plantevern. Landbruksforlaget Oslo, 210 s.

Njøs, A. & E. Ekeberg 1980. Forsøk med pløying til to dybder høst og vår på morenejord i Stange i årene 1969-75. Forsk. Fors. Landbr. 31: 221-242.

Njøs, A. & T. Børresen 1991. Long-term experiment with straw management, stubble cultivation, autumn and spring ploughing on a clay soil in S. E. Norway. Soil Tillage Res. 21: 53-66.

Parker, C.J., M.K.V. Carr, N.J. Narvis, M.T.B. Evans & V.H. Lee 1989. Effects of subsoil loosening and irrigation on an soil physical properties, root distribution and water uptake of potatoes (*Solanum tuberosum*). Soil Tillage Res. 13: 267-285.

Pereira, H.C. 1975. Agricultural science and the traditions of tillage. Outl. Agric. 8: 211-212.

Phillips, R. E., R. L. Blevins, G. W. Thomas, W. W. Frye & S. H. Phillips 1980. No-tillage agriculture. Science 208: 1108-1113.

- Pidgeon, J.D. & B.D. Soane 1978. Soil structure and strength relations following tillage, zero-tillage and wheel traffic in Scotland. In: W.W. Emerson, R.D. Bond and A.R. Dexter (ed.). *Modifications of Soil Structure*, John Wiley, Chichester. Pp. 371-379.
- Randall, G.W. & V.A. Bandal 1987. Overview of nitrogen management for conservation tillage systems: an overview. In: T.J. Logan, J.M. Davidson, J.L. Baker & M.R. Overcash (ed.). *Effects of conservation Tillage on Groundwater Quality*. Lewis, Chelsea, Michigan, Pp. 39-63.
- Rasmussen, K.J. 1988. Pløjing, direkte såning og redusert jordbearbejdning til korn. *Tidsskr. Planteavl* 92: 233-248.
- Rasmussen, K. J. 1991. Redusert jordbearbejdning og italiensk rajgræs som efterafgrøde. II. Jordtæthed, rodudvikling og jordkjemi. *Tidsskr. Planteavl* 95: 139-154.
- Rasmussen, K.J. & A. Andersen 1991. Nedmuldning af halm og efterafgrøde ved forskjellig jordbearbejdning og kvælstofgødskning i fastliggende forsøg med vårbyg. *Tidsskr. Planteavl* 95: 105-118.
- Rice, C.W. & M.S. Smith 1983. Nitrification of fertilizer and mineralized ammonium in no-till and plowed soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 47: 1125-1129.
- Rice, C.W., M.S. Smith & R.L. Blevins 1986. Soil nitrogen and availability after long-term continuous no-tillage and conventional tillage corn production. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50: 1206-1210.
- Riley, H. 1979. En enkel metode for måling av integrerte temperaturer i feltundersøkelser. *Kise-informasjon* nr. 1.
- Riley, H. 1983. Redusert jordarbeiding og halmbehandling til vårkorn på ulike jordarter. II Jordfysiske forhold. *Forsk. Fors. Landbr.* 34: 221-228
- Riley, H. 1985. Redusert jordarbeiding til vårkorn. Ulike såmaskiner og såtider. *Forsk. Fors. Landbr.* 36: 61-70.
- Riley, H. 1988. Virkningen av redusert jordarbeiding på jordfysiske og jordkjemiske forhold. Sveriges Landbruksuniversitet. Rapport nr. 77 från Inst. för markvetenskap: 45-57.
- Riley, H., A. Njøs & E. Ekeberg 1985. Plogfri jordarbeiding til vårkorn. II. Jordundersøkelse. *Forsk. Fors. Landbr.* 36: 53-59.
- Riley, H. & E. Ekeberg 1989. Plogfri dyrking på store forsøksruter. II. Kjemiske og fysiske jordundersøkelser. *Norsk Landbruksforskning* 3: 107-115.

- Rydberg, T., M. McAfee & B. Gillberg 1990. Djuppløying på letta mineraljordar. Rapport nr. 80, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Markvetenskap, Uppsala: 50 s.
- Schjønning, P. & K.J. Rasmussen 1989. Long-term reduced cultivation. I. Soil strength and stability. *Soil Tillage Res.* 15: 79-90.
- Skøien, S., 1989. *Jordkultur*. Landbruksforlaget, 175 s.
- Smith, M.S. & R.L. Blevins 1987. Effects of conservation tillage on biological and chemical soil conditions: regional and temporal variability. In: Terry J. Logen et al. (eds.) *Effects of Conservations Tillage on Groundwater Quality: Nitrates and Pesticides*. Lewis Publishers, Inc. Chelsea, Michigan 48118, USA.
- Syres, J.K. & J.A. Springett 1984. Earthworms and soil fertility. *Plant and soil* 76: 93-104.
- Thiagalingam, K., T. McNamara & N.S. Gould 1991. No-till technology and legume rotation for sustainable crop production in the Douglas Daly Region of the Northern Territory, Australia. *Soil Tillage Res.* 20: 285-292.
- Uhlen, G. 1991. Long-term Effects of Fertilizers, Manure, Straw and Crop Rotation on Total-N and Total-C in Soil. *Acta Agric. Scand.* 41: 119-127.

Vanning, tørkeperioder og N-gjødsling i frøeng av engsvingel

Effects of experimental drought periods, irrigation and N-fertilization in meadow fescue (Festuca pratensis Huds.) seed meadows

GUNVALD HENNING JONASSEN

Statens forskingsstasjoner i landbruk, Landvik forskingsstasjon, Grimstad, Norge
*The Norwegian State Agricultural Research Stations, Landvik Research Station,
Grimstad, Norway*

Jonassen, G.H. 1992. Effects of experimental drought periods, irrigation and N-fertilization in meadow fescue (*Festuca pratensis* Huds.) seed meadows. Norsk landbruksforskning 6: 245-260. ISSN 0801-5333.

The effects of irrigation, drought and N fertilization on *Festuca pratensis* cv. Løken were investigated in field trials during 1978-81 at Landvik Research Station (58°N). The treatment included (1) natural rainfall, (2) irrigation throughout the season, (3), (4) and (5) were all as (2), but with a three-week experimental drought period starting on 1 June, 20 June, 10 July to harvest, from harvest to 20 August, and from 20 August to 10 September respectively. N-fertilizer was applied at either 30 and 60, or 60 and 90 kg/ha in autumn and spring, respectively. The effects of drought were less negative between flowering and seed ripeness than before flowering and after seed harvest. A good water supply was important during the tillering stage. It was found that drought-induced damage before flowering and after seed harvest could not be corrected by later irrigation. The higher N rates gave a higher yield.

Key words: Drought periods, meadow fescue, nitrogen, seed production.

Gunvald H. Jonassen, Landvik Research Station, N-4890 Grimstad, Norway

Hvordan frøeng reagerer på ulik vanntilgang på forskjellige utviklingstidspunkter er lite kjent. For å få en best mulig vanningsøkonomi er det viktig å vite hvordan plantene reagerer på ulik vanntilgang på forskjellige utviklingsstadier.

Forsøk har vist at f.eks. kornartene har forskjellige krav til vanntilgang på ulike utviklingstidspunkter (Dragland 1979, 1984). Her i landet er det tidligere utført vanningsforsøk i frøeng av timotei (Myhr & Rognerud 1973). Både dette forsøket og forsøk i utlandet har vist varierende virkning av vanning, alt etter nedbørsforholdene de enkelte år (Lambert 1967, Hebblethwaite 1977).

For å få bedre kjennskap til hvordan frøeng reagerer på ulik vanntilgang vedtok «Fagutvalg for frøavlsforskning» å starte forsøk med vanning til frøeng. Første serie omhandlet vanning og N-gjødsling i engsvingelfrøeng (Jonassen & Ekeberg 1988).

Denne meldingen omhandler undersøkelser i hvordan engsvingel- frøeng reagerer på ulik vanntilgang på ulike utviklings- tidspunkter.

MATERIALE OG METODER

Det ble anlagt et forsøk på Landvik forskingsstasjon i 1977 som ble høstet i de fire følgende år.

Forsøksplan: Split-plot, faktoriell, fire gjentak

Experimental design: Split-plot, factorial, four replications

Forsøksspørsmålene for vannfaktoren var: *Experimental treatments were:*

UV Bare nedbør

Precipitation only

V Vanning, ingen tørkeperiode

Irrigation, no drought period

T1 Vanning, tørkeperiode fra 1. juni til 20. juni

Irrigation, drought period from 1 June to 20 June

T2 Vanning, tørkeperiode fra 21. juni til 10. juli

Irrigation, drought period from 21 June to 10 July

T3 Vanning, tørkeperiode fra 11. juli til høsting

Irrigation, drought period from 11 July to seed harvest

T4 Vanning, tørkeperiode fra høsting til 20. august

Irrigation, drought period from seed harvest to 20 August

T5 Vanning, tørkeperiode fra 21. august til 10. september

Irrigation, drought period from 21 August to 10 September

Utenom tørkeperiodene ble frøenga vannet som i ledd V.

Apart from in drought periods, stands were irrigated as in treatment V

Nitrogenmengde: N1: 3 kg N pr. daa om høsten og 6 kg N pr. daa om våren

N2: 6 kg N pr. daa om høsten og 9 kg N pr. daa om våren

Levels of nitrogen: N1: 30 kg N per ha in the autumn and 60 kg N per ha in the spring

N2: 60 kg N per ha in the autumn and 90 kg N per ha in the spring

Ved såing ble det gitt 6 kg N, 1,5 kg P og 2,6 kg K, alt pr. dekar. I høsteårene ble det tilført 4 kg P og 12,8 kg K pr. dekar i tillegg til forsøksgjødslingen med nitrogen.

Frøenga var sådd med bygg som dekkvekst, såmengden for kornet var 15 kg pr. dekar og for grasset 0,5 kg pr. dekar.

Kornet ble høstet 30. august, og halmen fjernet 31. august. Frøenga ble ikke avpusset i såingsåret. Tidspunktene for forsøksgjødslingen, høsting og avpussing er vist i tabell 1.

Tabell 1. Dato for forsøksgjødsling, høsting og avpussing
Table 1. Dates of experimental fertilization, harvesting and cutting

År Year	Gjødsling Fertilization		Høsting Harvesting	Avpussing Cutting
	Vår Spring	Høst Autumn		
1977 (såingsår) (sowing year)	-	2. september 2 September	-	Ingen None
1978	10. april 10 April	11. august 11 August	1. august 1 August	11. august 11 August
1979	19. april 19 April	25. august 25 August	6. august 6 August	7. august 7 August
1980	29. april 29 April	8. august 8 August	29. juli 29 July	2. august 2 August
1981	21. april 21 April	-	15. august 15 August	-

Vann ble tilført gjennom 4x4m store vogner med nedadrettede dyser. De ga 30 mm pr. time med et trykk på 2 kg pr. cm².

Plastfolie trukket over stålboylor skjermet mot nedbør i tørkeperiodene. For å sikre minst mulig temperatureffekt av skjermene var begge gavlene åpne. Plasten var ikke trukket helt ned på sidene.

Jorda kan karakteriseres som tørkesterk (tab. 2). Innholdet av fosfor og magnesium var stort, mens kaliuminnholdet kan karakteriseres som middels. Ph-verdien var noe lav for frødyrking.

Det ble også foretatt volumetrisk bestemmelse av vann, luft og porer på forsøksfeltet (tab.3). Det nyttbare vannet ligger på 11 volum% i matjordlaget og 16 volum% i undergrunnen, mens vanninnholdet ved feltkapasitet var 46 volum% i matjordlaget.

Vannforsyningen

Nedbør og fordamping

Ved normal nedbørsfordeling i vekstmånedene i Grimstad er det nedbørsunderskott i mai, juni og juli, og nedbørsoverskott i høstmånedene. Nedbørssummene for de enkelte måneder avvek betydelig fra normalen. Juli 1978, mai 1979, juni 1980 og juli 1981 var spesielt fuktige, mens det i juli 1979 og 1980 kom lite nedbør (tab. 4).

Tabell 2. Noen egenskaper ved jorda i forskjellige dybder
 Table 2. Some properties of the soil at different depths

	Dybde, cm Depths, cm		
	10-14	50-54	100-104
Volumvekt, kg dm ⁻³ Bulk density, kg dm ⁻³	1,18	1,29	1,59
Partikkeltetthet, g cm ⁻² Particle density, g cm ⁻²	2,46	2,58	2,63
Organisk materiale, % Organic matter, %	8,3	1,3	0,2
Sand, 2,00-0,06 mm, % Sand, 2,00-0,06 mm, %	20	13	92
Silt, 0,06-0,002 mm, % Silt, 0,06-0,002 mm, %	70	56	8
Leire, <0,002 mm, % Clay, <0,002 mm, %	10	31	0
pH pH	4,6	-	-
P-AI, mg pr. 100 g Available P, mg per 100 g	18	-	-
K-AI, mg pr. 100 g Available K, mg per 100 g	13	-	-
Mg-AI, mg pr. 100 g Available Mg, mg per 100 g	6,2	-	-

Tabell 3. Volumetrisk analyse av vann, luft og porer i jorda
 Table 3. Volumetric analysis of water, air and pores in the soil

Dybde, cm Depth, cm	Volum prosent Volume percentage						
	Vann ved Water at				Luft ved Air at	Porer ved Pores at	Tilgj. vannkap.*) Available water cap.†)
	pF = 1,3	pF = 2,0	pF = 3,0	pF = 4,2	pF = 2,0	pF = 2,0	
10-14	51	46	40	11	6	52	35
50-54	50	47	42	16	3	50	31

*) Tilgjengelig vann i område pF = 2,0 til pF = 4,2

†) Available water in range pF = 2,0 to pF = 4,2

Sum nedbør pr. måned sier lite om de faktiske tørkeperioder. F.eks. var det i juni 1978 et betydelig nedbørsunderskott helt til 30. juni, da falt det hele 60 mm nedbør på ett døgn. Også mai dette året hadde underskott på vann. Dette førte til sterk tørke helt fram til 30. juni. Under tørkeperioden fra 1. til 20. juni (T1) falt det bare 4 mm nedbør med en nedbørsdefisit på hele 78 mm, mens det under den påfølgende tørkeperioden (T2) kom hele 177 mm nedbør, med en nedbørsdefisit på -124 mm (tab. 5). Også under tørkeperiodene T3 og T4 var det nedbørsoverskott.

I 1979 var det bare nedbørsunderskott under tørkeperioden T1, ellers var det en jamn fordeling av nedbøren i hele vekstsesongen (tab. 5). Det var likevel perioder hvor

Tabell 4. Nedbør (P), fordampning (PE) og nedbørdefisitt (PE-P) i forsøksperioden
 Table 4. Precipitation (P), potential evaporation (PE) and rainfall deficits (PE-P) in the experimental period

	Mai May	Juni June	Juli July	August August	September September
1978					
P	45	105	164	111	80
PE	78	113	69	72	44
PE-P	33	8	-05	-39	-36
P i % av normal in % of normal	73	148	175	82	60
PE i % av normal in % of normal	106	108	70	96	101
1979					
P	137	79	44	159	35
PE	54	79	110	74	63
PE-P	-83	0	66	-85	28
P i % av normal in % of normal	220	114	47	118	27
PE i % av normal in % of normal	73	75	112	98	145
1980					
P	37	184	54	106	120
PE	82	70	128	-	-
PE-P	45	-114	74	-	-
P i % av normal in % of normal	60	260	58	71	91
PE i % av normal in % of normal	132	67	130	-	-
1981					
P	88	104	146	-	-
PE	93	72	88	-	-
PE-P	5	-32	-58	-	-
P i % av normal in % of normal	62	71	94	-	-
PE i % av normal in % of normal	126	69	90	-	-
P normal 1931-60 normal 1931-60	62	71	94	135	132
PE normal 1967-77 normal 1967-77	74	105	98	76	44

fordampningen var større enn nedbøren, henholdsvis fra 1. mai til 16. mai, 31. mai til 20. juni, 30. juni til 20. juli og fra 24. august til 13. september.

I 1980 kom det mye nedbør under tørkeperioden T1, men størstedelen av nedbøren kom etter 15. juni, slik at det var betydelig nedbørsunderskott fram til 15. juni (tab. 5).

Tabell 5. Nedbør (P), vanning (I), fordampning (PE) og nedbørdefisit (PE-P) i mai og under tørkeperiodene

Table 5. Precipitation (P), irrigation (I), potential evaporation (PE) and rainfall deficit (PE-P) in May and during the drought periods

	Mai	T1	T2	T3	T4	T5
1978						
P	45	4	177	81	103	32
I	30	60	0	0	0	30
PE	78	82	53	47	38	47
PE-(P+I)	3	18	-124	-34	-65	-15
PE-P	33	78	-124	-34	-65	15
1979						
P	137	24	66	69	97	32
I	0	30	30	30	30	0
PE	54	57	82	88	71	42
PE-(P+I)	-83	3	-44	-11	-56	10
PE-P	-83	33	-14	19	-26	10
1980						
P	37	106	81	39	82	33
I	0	60	0	0	0	0
PE	82	48	65	72	-	-
PE-(P+I)	45	-118	-16	33	-	-
PE-P	45	-58	-16	33	-	-
1981						
P	80	76	81	97	-	-
I	0	0	0	0	-	-
PE	93	45	52	108	-	-
PE-(P+I)	13	-31	-29	11	-	-
PE-P	13	-31	-29	11	-	-

Fra 1. mai til 15. juni var det bare fem dager at nedbøren var større enn fordampningen. Tall for august og september mangler.

Gjennom hele vekstsesongen i 1981 var det en jevn fordeling av nedbøren (tab. 5). Det var dette året ingen utpreget tørkeperiode, forsøket ble derfor ikke vannet.

Vanninnhold i jorda

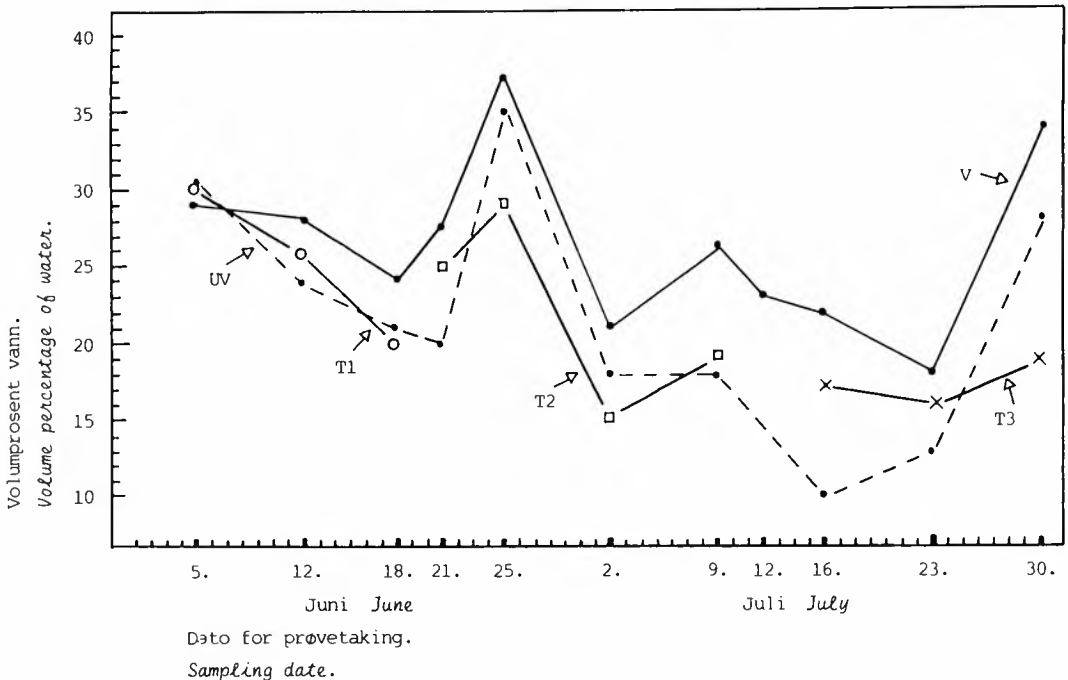
I 1978 ble jordfuktigheten målt fire ganger fra 8. juni til 27. juli (tab. 6). Vanninnholdet i jorda var den samme på ledd med tørkeperiode (T1) som på ledd uten vanning (UV) den 8. juni, mens ledd som var vannet hadde 10 prosentenheter høyere vanninnhold. Senere i vekstperiodene var det bare de aktuelle tørkeperiodene som skilte seg ut med lavere vanninnhold.

Det var større forskjell i jordas vanninnhold særlig i første halvdel av juli mellom ledd som var vannet (V) og ledd uten vanning (UV) i 1979, enn året før (fig. 1). Uttørkingen av jorda under nedbørskjermene var derimot mindre sammenliknet med andre ledd for vannfaktoren. Den største forskjellen ble funnet i slutten av juli.

I 1980 var jordfuktigheten nær den samme på ledd som var vannet og på ledd uten vanning, i alle fall på de tidspunkter målingene ble tatt (fig. 2). Med unntak av tørke-

Dato Sampling date	UV	V	T1	T2	T3
8. juni 8 June	22	34	22	-	-
4. juli 4 July	46	48	45	26	35
17. juli 17 July	36	36	36	21	35
27. juli 27 July	-	37	-	-	29

Tabell 6. Volumprosent vann i jorda i 1978
Table 6. Volume percentage of water in the soil in 1978

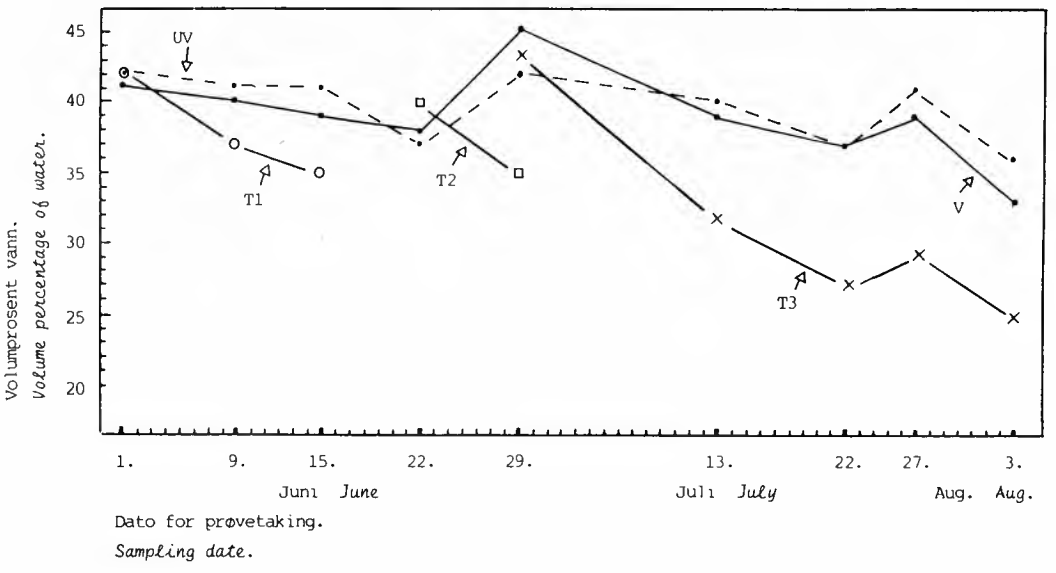
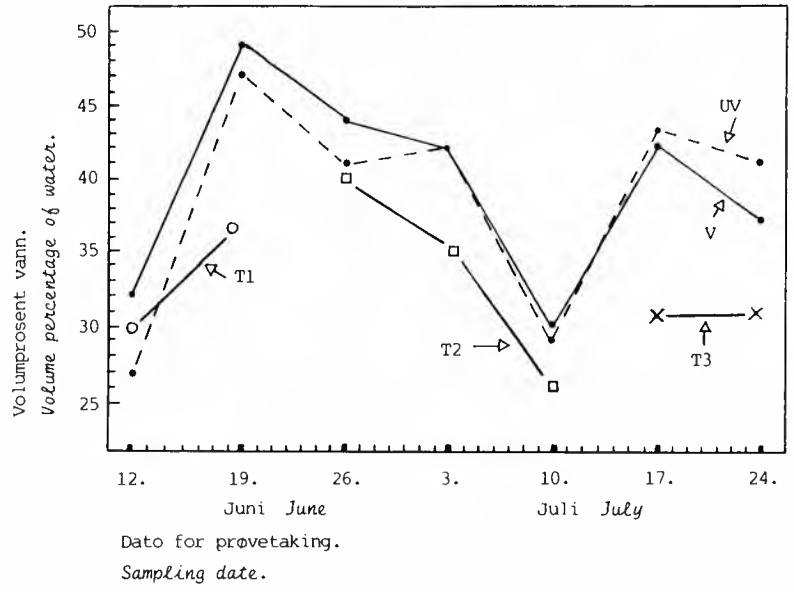


Figur 1. Vanninnhold i jorda i 1979
Figure 1. Soil moisture in 1979

perioden i juli (T3) var det heller ikke stor forskjell i jordfuktigheten mellom ledd som hadde fått tørkeperioder og andre ledd for vannfaktoren.

En jevn nedbørsfordeling med liten fordampning gjennom vekstsesongen førte til at det ikke var behov for vanning i 1981 (fig. 3). Uttørkingen av jorda var størst i tørkeperioden fra 11. juli til høsting (T3). For de to første tørkeperiodene ble vanninnholdet i jorda ikke målt i slutten av tørkeperioden. Uttørkingen har ventelig vært større enn det som er vist i figuren.

Figur 2. Vanninnhold i jorda 1980
 Figure 2. Soil moisture in 1980



Figur 3. Vanninnhold i jorda 1981
 Figure 3. Soil moisture in 1981

RESULTATER

Frøavling

Vanning (V) virket svakt positivt i 1978 og 1980 og svakt negativt i 1979 (tab. 7). I middel var det ingen forskjell mellom ledd som var vannet og ledd uten vanning. Tørke under skytingen (T1) virket svakt negativt i forhold til ledd som var vannet gjennom hele vekstperioden (V) i tre av forsøksårene og i gjennomsnitt for alle år. Kombinasjonen vanning med tørkeperiode fra 21. juni til 10. juli (T2) virket klart positivt i 1978, svakt positivt i 1979, og svakt negativt i 1980 og 1981 i forhold til vanning (V). Tørke under frømodningen (T3) virket klart positivt i tre av forsøksårene og negativt i 1980 jamført med andre ledd for vannfaktoren. Tørke etter frøhøsting (T4) virket negativt alle år jamført med vanning (V), mens tørke fra 20. august til 10. september (T5) i 1978 og 1980 hadde mindre betydning. Samme tørkeperiode i 1979 virket negativt på frøavlingen året etter.

Tabell 7. Virkning av vanning, tørkeperioder og N-gjødsling på frøavling, kg rent frø pr. dekar
 Table 7. Effects of irrigation, drought periods and N-fertilization on seed yield, kg seed per decare (100% purity)

UV	V	T1	T2	T3	T4	T5	Middel Average	P	N1	N2	P
							1978				
32	34	30	37	47	-	-	36	<0,01	34	38	>0,05
							1979				
51	49	50	52	57	47	48	50	>0,05	48	53	>0,05
							1980				
38	42	38	39	34	36	34	37	>0,05	35	40	<0,01
							1981				
35	34	27	31	40	30	34	33	<0,05	31	35	<0,05
							Middel 1978-81 Average 1978-81				
39	39	36	40	45	-	-	40	<0,001	37	41	<0,01
							Middel 1979-81 Average 1979-81				
42	41	38	40	44	38	39	40	>0,5	38	43	<0,001

Største nitrogenmengde hadde klart positiv virkning i 1980 og 1981 og svakt positiv i 1978 og 1979. Det var ikke statistisk sikkert samspill mellom nitrogenmengde og ledd for vannfaktoren.

Spireprosent

Det var ingen forskjell i spireprosenten, hverken mellom vannfaktoren eller nitrogen-gjødslingen. I middel varierte spireprosenten fra 86 i 1979 til 90 i 1981.

1000-frøvekt

Vannfaktoren virket signifikant forskjellig på 1000-frøvekten i 1978 og i gjennomsnitt for høsteårene (tab. 7). Vanning hadde liten betydning for frøvekten. Tørke under skyting (T1) virket negativt jamført med andre ledd for vannfaktoren, mens tørke fra 10. juli til høsting (T3) virket positivt. Tørke etter frømodning hadde ingen betydning for frøvekten.

Største nitrogenmengde virket negativt på 1000-frøvekten, men det var bare i gjennomsnitt for høsteårene at forskjellen var statistisk sikker (tab. 8). Det var ingen signifikant samspill mellom nitrogenmengde og ledd for vannfaktoren.

Tabell 8. Virkning av vanning, tørkeperioder og N-gjødsling på 1000-frøvekten, g.
Table 8. Effects of irrigation, drought periods and N-fertilization on 1000-seed weight (g)

UV	V	T1	T2	T3	T4	T5	P	N1	N2	P
					Middel 1978-81 Average 1978-81					
2,33	2,32	2,19	2,34	2,37	-	-	<0,01	2,34	2,30	<0,05
					Middel 1979-81 Average 1979-81					
2,38	2,36	2,34	2,37	2,39	2,36	2,35	<0,05	2,39	2,35	<0,01

Legde ved blomstring

Det var bare i første høsteår og i gjennomsnitt for alle høsteårene at prosent legde ved blomstring var signifikant forskjellig (tab. 9). Ledd som var vannet (V) og ledd som var vannet fram til 10. juli (T3) hadde betydelig større legde enn andre ledd for vannfaktoren i første høsteår. Det samme var tilfelle i middel for alle år, men forskjellene var mindre i de andre høsteårene enn i 1978.

Tabell 9. Virkning av vanning, tørkeperioder og N-gjødsling på prosent legde ved blomstring
Table 9. Effects of irrigation, drought periods and N-fertilization on percentage of lodging at flowering

UV	V	T1	T2	T3	Middel Average	P	N1	N2	P
					1978				
1	54	10	3	49	23	<0,001	17	30	<0,05
					Middel 1978-81 Average 1978-81				
36	59	40	37	59	46	<0,01	41	52	<0,01

Største nitrogenmengde ga større legde alle år. Det var ingen signifikant samspill mellom nitrogenmengde og ledd for vannfaktoren.

Legde ved høsting

Også ved høsting var det størst legde på ledd som var vannet (V) og lavest på ledd uten vanning (UV) i 1978 (tab. 10). Særlig ledd som hadde fått tørke fra 21. juni til 10. juli (T2) hadde betydelig større legde ved høsting enn ved blomstring. Legden var betydelig større i 1979, 1980 og 1981 på ledd uten vanning (UV), tørke under skyting (T1) og på ledd som hadde fått tørke fra 21. juni til 10. juli (T2) enn i 1978, slik at forskjellene var mindre mellom ledd for vannfaktoren i gjennomsnitt for høstetårene.

Tabell 10. Virkning av vanning, tørkeperioder og N-gjødsling på prosent legde ved høsting
 Table 10. Effects of irrigation, drought periods and N-fertilization on percentage of lodging at harvesting

UV	V	T1	T2	T3	T4	T5	Middel Average	P	N1	N2	P
							1978				
7	61	14	36	51	-	-	34	<0,01	29	39	<0,05
							Middel 1978-81 Average 1978-81				
45	62	54	66	67	-	-	59	<0,001	53	65	<0,001
							Middel 1979-81 Average 1979-81				
57	71	62	74	69	71	75	68	<0,01	62	75	<0,001

Tidspunkt for skyting og blomstring

Ved visuell bedømming av skyting og blomstringstidspunkt fant en ingen forskjell i tidlighet. I tabell 11 er vist skytings- og blomstringstidspunkt i middel for alle behandlinger. Skytingen foregår over et relativt langt tidsrom. I 1978 startet skytingen 26. mai, og først 20. juni hadde alle fertile skudd synlig topp, og i 1979 var tilsvarende datoer 3. juni og 28. juni.

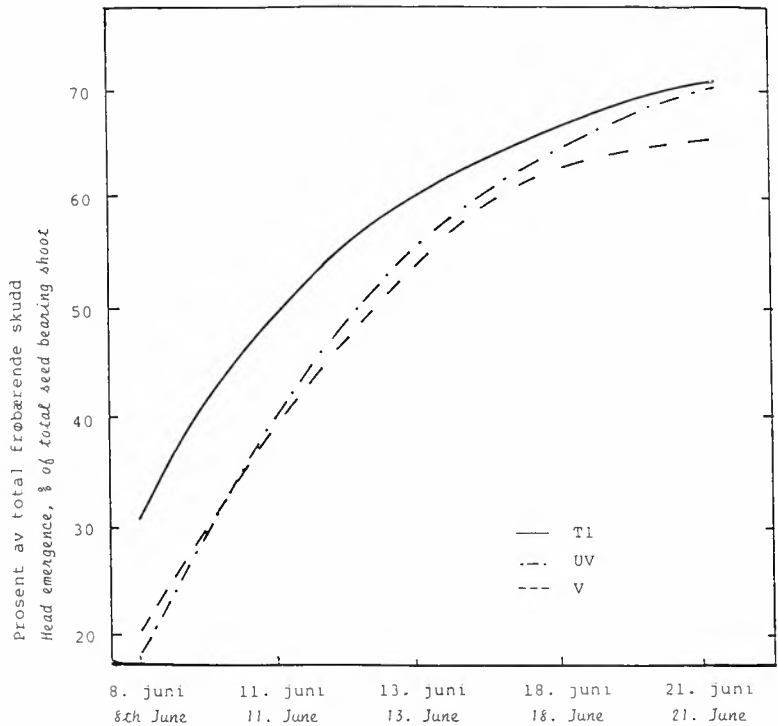
	Skyting dato Head emergence	Blomstringsdato Peak anthesis
1978	5. juni 5 June	18. juni 18 June
1979	13. juni 13 June	3. juli 3 July
1980	6. juni 6 June	17. juni 17 June
1981	10. juni 10 June	20. juni 20 June

Tabell 11. Skytings- og blomstringsdato
 Table 11. Head emergence and peak anthesis

I 1978 ble antall skudd med synlig topp i prosent av totalt antall generative skudd bestemt den 8. juni, og i 1979 til fem ulike tider fra 8. juni til 21. juni. Det var tendens til at tørke under skytingen (T1) ga tidligere skyting enn ledd med vanning (V) eller

uten vanning (UV) (fig. 4). I 1978 var tallene henholdsvis 73 og 66 for ledd med tørke under skyting (T1) og ledd som var vannet (V) eller ledd uten vanning (UV).

Figur 4. Prosent skudd med synlig topp av totalt antall frøbærende skudd
Figure 4. Percent head emergence of total seed-bearing shoots



Årull skudd om høsten

Antall skudd ble telt flere ganger utover høsten i 1978 (20/8, 10/9, 20/9, 11/10 og 9/11). Det var ikke signifikant forskjell mellom de forsøksbehandlinger som var med, før ved siste telling (tab. 12). Tørke fra 21. august til 10. september virket sterkt negativt, og største nitrogenmengde sterkt positivt på skuddanningen. Den positive virkningen av nitrogen var større ved god vannføring enn ved tørke.

Tabell 12. Antall skudd pr. m² om høsten 1978
Table 12. Number of shoots per m² autumn 1978

	V	T1	Middel Average
N1	808	656	732
N2	1564	844	1204
Middel Average	1188	752	

Antall fertile skudd

Det var ingen signifikant forskjell i antall fertile skudd mellom noen behandlinger, men det var tendens til at tørke under skyting (T1) ga færrest fertile skudd (tab. 13).

Tabell 13. Virkning av vanning, tørkeperioder og N-gjødsling på antall fertile skudd pr. m²
 Table 13. Effects of irrigation, drought periods and N-fertilization on number of seed-bearing shoots per m²

UV	V	T1	T2	T3	T4	T5	P	N1	N2	P
					Middel 1978-81 Average 1978-81					
492	492	417	451	492	-	-	>0,05	494	507	>0,05
					Middel 1979-81 Average 1979-81					
515	528	417	479	518	515	503	>0,05	494	507	>0,05

Antall frø pr. topp

Det var tendens til at tørke etter blomstring virket positivt på antall frø pr. topp (tab. 14). Vanning hadde ingen betydning for antallet sammenliknet med ledd uten vanning. Det var også tendens til at økt nitrogen gjødsling ga flere frø pr. topp.

Tabell 14. Virkning av vanning, tørkeperioder og N-gjødsling på antall frø pr. topp
 Table 14. Effects of irrigation, drought periods and N-fertilization on number of seeds per seed-bearing shoot

UV	V	T1	T2	T3	T4	T5	P	N1	N2	P
					Middel 1978-81 Average 1978-81					
38	39	40	46	44	-	-	>0,05	39	41	>0,05
					Middel 1979-81 Average 1979-81					
38	37	41	45	40	35	36	>0,05	37	41	>0,05

DISKUSJON

Vanning gjennom hele vekstperioden hadde liten virkning på frøavlingen sammenliknet med ledd uten vanning. Dette skyldes at forsøket var plassert på tørkesterk jord, med stor vannholdende evne. Det var også gjennomgående rikelig nedbør med liten uttørring av jorda. Jonassen & Ekeberg (1988) fant heller ingen virkning av vanning i forsøk utført i 1977-79 på samme skifte. Det var størst forskjell i jordfuktigheten mellom ledd som var vannet og ledd uten vanning i 1978 og 1979. I 1978 var uttørkingen størst i juni. Dette året ga vanning en liten meravling. I 1979 ga vanning heller redusert avling, og dette året var uttørkingen i ledd uten vanning størst i juli. Dette viser at faren for tørkeskade er større under skyting enn seinere. Tilsvarende resultater er funnet i hundegras (Jonassen, 1989). Dragland (1979) fant ingen fordel med vanning etter fullaksskyting i bygg og i hvete fra to uker etter aksskyting. Myhr & Rognerud (1973) fikk ingen meravling i timotei ved vanning bare etter skyting, sammenliknet med ledd uten vanning. Ledd som var vannet både før og etter skyting ga avlingsøkning.

Vanning hadde ingen virkning på de enkelte avlingskomponenter som 1000-frøvekt, antall frø pr. topp eller antall fertile skudd. Undersøkelser i andre grasarter har vist at vannmangel ofte gir færre frø pr. topp, lettere frø og færre frøstengler (Lambert 1967, Hebbletwaite 1977, Jonassen (manuskri.). Mangel på utslag for vanning i denne undersøkelsen må skyldes de gode fuktighetsforholdene som var tilstede også på ledd som ikke var vannet.

Tørke under skyting hadde en liten negativ virkning på frøavlingen i 1978, 1980 og 1981 i forhold til vanning. Tørke etter skyting hadde heller positiv virkning, og den positive virkningen var større ved tørke under frømodningen enn tidligere. I 1979 var det ingen forskjell mellom ledd som var vannet og ledd som hadde fått tørke under skyting. Dette året var det svært liten uttørring under nedbørskjermene i juni, slik at en ikke kunne vente noen avlingsforskjell mellom ledd som var vannet og ledd som hadde fått tørke.

Det var sterkere uttørring av jorda på ledd med tørke under frømodningen i juli enn ved tidligere tørkeperioder, men dette har heller gitt avlingsøkning. Virkningen av tørkeperiodene viser at engsvingel er mer utsatt for tørkeskade før og under skyting enn etter blomstring. Det samme er funnet i hundegras (Jonassen 1989). I timotei viste Lambert (1967) at denne grasarten var særlig følsom for tørke ved blomsterinitiering. Hebbletwaite (1979) fant at raigras reagerte på tørke før blomstring.

Vanninnholdet i jorda ble ikke undersøkt etter frøhøsting noen år. Normalt avtar fordampningen fra juni til september, samtidig er nedbøren ofte høyere i august-september enn i juni-juli. Det var bare september 1979 som utmerket seg med svært lite nedbør. August 1980 hadde mindre nedbør enn normalt, samtidig kom det lite nedbør i juli, slik at vannreservene i jorda var små i august. Selv om virkningen av tørke om høsten sannsynlig var liten, var det likevel en svak avlingsreduksjon etter tørke i september 1979 og august 1980.

De skudd som gir frø dannes i hovedsak om høsten året før frøhøsting (Langer & Lambert 1959). Under danske forhold dannes de fleste skudd i engsvingel som gir frø året etter, i august-september (Odgaard 1968, 1970). Dette er ventelig tilfelle også under norske forhold. Ugunstige vekstbetingelser om høsten, som tørke og næringsmangel skulle derfor gi redusert skuddutvikling om høsten, og færre frøbærende skudd året etter. Høsten 1978, da det ble foretatt skuddtelling, fant en redusert skuddantall om høsten på ledd som hadde fått tørke fra 21. august til 10. september. Derimot hadde tørke mindre betydning for antall fertile skudd året etter.

Legden var gjennomgående større både ved blomstring og høsting på ledd som var vannet gjennom hele vekstperioden og ledd som var vannet fram til 10. juli, enn andre ledd for vannfaktoren. Legde ved blomstring kan ha negativ virkning på frøavling ved at sterk legde kan redusere frøsetting (Andersen 1978), mens legde seinere kan ha positiv virkning ved at dette gir mindre dryssing (Madsen 1972, 1976). Selv om det var kraftig legde ved blomstring på ledd som var vannet, i de forsøk som er omtalt her, har denne ikke vært stor nok til å gi avlingsreduksjon. En eventuell negativ virkning av legden ved blomstring kan ha blitt oppveiet av kraftigere legde ved høsting på ledd som var vannet. Tørke under modningen ga tyngre frø enn tørke tidligere. Dette kan skyldes at det var mindre legde på ledd som hadde fått tørke under skyting enn på ledd som hadde fått tørke seinere. Dette kan ha gitt større dryssing på ledd som hadde fått tørke under skyting enn tørke seinere. Jensen (1969) viste at det er de letteste frøene som drysser først.

Andre undersøkelser har vist at tørke under modning har negativ virkning på 1000-frøvekten (Hebbletwaite 1977).

Største nitrogenmengde ga størst frøavling i middel for alle vanningsledd. Det var ikke signifikant samspill mellom nitrogen- gjødsling og vanntilgang. Andre forsøk med vanning og N-gjødsling har gitt varierende resultater. Hos mais var det positivt samspill mellom vanning i juli-august og tilført N-mengde (Buchner & Sturm 1971). Lambert (1967) fant negativ samspill hos timotei, mens Hebbletwaite (1977) ikke observerte virkning av N- tilførselen på utslaget for vanning i frøeng av raigras.

Minste nitrogenmengde virket positivt på frøstørrelse. Tilsvarende resultater er funnet i flere grasarter (Nordestgaard & Larsen 1971, Nordestgaard 1972, 1974, 1981, Lambert 1963). Lambert (1967) forklarer denne virkningen av nitrogengjødsel med at økt nitrogengjødsling gir flere frø pr. topp og dermed skapes næringsmangel i toppen og begrenser utviklingen av individuelle frø. Også i undersøkelsen som er omtalt her var det tendens til at største nitrogenmengde ga flere frø pr. topp enn minste nitrogenmengde.

SAMMENDRAG

Vanning uten og med tørkeperioder, og med to nitrogenmengder, ble prøvd på et forsøk i frøeng av engsvingel, med fire årshøstinger på Landvik forskingsstasjon i årene 1978-81. Jorda på forsøks- feltet var tørkesterk og inneholdt 70% silt i matjordlaget.

I middel var det ingen forskjell mellom ledd som var vannet og ledd uten vanning. Tørke under skyting førte til en liten avlingsreduksjon, mens tørke fra omkring blomstring til modning ga avlingsøkning. Tørke etter frøhøsting i august reduserte frøavlingen året etter. Økning i årlig N-mengde fra 9 til 15 kg pr. daa ga økt frøavling.

LITTERATUR

Andersen, S. 1978. Græssernes bestøvnings- og befruktningforhold. Dansk Frøavl 20: 388-389.

Buchner, A. & H. Sturm 1971. Die Düngung im Intensivbetrieb. 3. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 225 s.

Dragland, S. 1979. Virkninger av forskjellig vasstilgang til bygg og hvete. Forskning og forsøk i landbruket 30: 399- 413.

Hebbletwaite, P.D. 1977. Irrigation and nitrogen studies in ryegrass S 23 grown for seed. I. Growth development, seed yield components and seed yield. Journal of Agricultural Science, Cambridge: 605-614.

Jensen, H.A. 1969. En undersøgelse af frøtabet hos engsvingel (*Festuca pratensis* Huds.) ved tiltagende modenhet. Beretn. Statsfrøkontroll 98: 62-70.

- Jonassen, G.H. 1990. Virkning av fordampning og jordfuktighet på frøavl av hundegras. I Engfrøavl s. 179-187. NJI's seksjon II-Plantedyrking. Seminarium nr. 173.
- Jonassen, G.H. & E. Eikeberg 1988. Vanning og N-gjødsling til engsvingel frøeng. Norsk landbruksforskning 2 (4): 245-250.
- Lambert, D.A. 1963. The influence of density and nitrogen in seed production stands of S 37 cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.). Journal of Agricultural Science, Cambridge 61: 361-375.
- Lambert, D.A. 1967. The effect of nitrogen and irrigation on timothy (*Phleum pratense*) grown for production of seed. II. Reproduction growth and yield of seed. Journal of Agricultural Science, Cambridge 69: 225-239.
- Langer, R.H.M. & D.A. Lambert 1959. Earbearing capacity of tillers arising at different times in herbage grasses grown for seed. Journal of the British Grassland Society 14: 137-140.
- Madsen, N.P. 1972. Mejetærsking af græsfrø direkte på roden. Nye Danske Landbr. 3: 24-27.
- Madsen, N.P. 1976. Ingen grund at skårlægge rajgræsser, engsvingel og rødsvingel. Dansk Frøavl 11: 198-200.
- Myhr, E. & B. Rognerud 1973. Vatning og ulik gjødsling til 3-årige omløp av poteter, bygg og timotei. Forskning og forsøk i landbruket 25: 45-62.
- Nordestgaard A. 1972. Stigende mengder efterårs- og forårsudbragt kvælstof ved frøavl af hundegræs (*Dactylis glomerata* L.). Tidsskrift for Planteavl 76: 625-645.
- Nordestgaard, A. 1974. Stigende mengder efterårs- og forårsudbragt kvælstof ved frøavl af engsvingel (*Festuca pratensis* L.). Tidsskrift for Planteavl 78: 395-407.
- Nordestgaard, A. 1981. Forskellige udbringningstider for kvælstof om foråret ved frøavl af engsvingel (*Festuca pratensis* L.). Tidsskrift for Planteavl 85: 1-12.
- Nordestgaard, A. & A. Larsen 1971. Stigende mengder efterårs- og forårs udbragt kvælstof ved frøavl af rødsvingel (*Festuca rubra* L.). Tidsskrift for Planteavl 75: 27-46.
- Odgaard, P. 1968. Foreløbige resultater fra undersøgelser over skuddannelse hos græsser til frøavl. I Ref. af indlæg ved 2. nordiske seminar vedrørende frøavlsforsøg s. 43-56. Statens Forsøgsstation, Årslev, Danmark.
- Odgaard, P. 1970. Fortsatte undersøgelser over skuddannelse m.m. hos græsser til frøavl. I Referat af indlæg ved 4. nordiske seminar vedrørende frøavlsforsøg, i Norge, s. 39-57.

Vanning, tørkeperioder og N-gjødsling i plantet og sådd frøeng av hundegras

*Irrigation, drought periods and N-fertilization in planted and sown stands of cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.)*

GUNVALD HENNING JONASSEN

Statens forskingsstasjoner i landbruk, Landvik forskingsstasjon, Grimstad, Norge
*The Norwegian State Agricultural Research Stations, Landvik Research Station,
Grimstad, Norway*

Jonassen, G.H. 1992. Irrigation, drought periods and N-fertilization in planted and sown seed stands of cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.). Norsk landbruksforskning 6: 261-274. ISSN 0801-5333.

The effects of irrigation, drought periods and N-fertilization on *Dactylis glomerata* cv. Hattfjelldal were investigated in field trials during 1983-85 at Landvik Research Station (58°N). The treatments included (1) natural rainfall, (2) irrigation throughout the season, (3), (4), (5), (6) and (7) were all as (2), but with a drought period being introduced during May, during June, from July to harvest (16 to 22 July), from harvest throughout August, and during September, respectively. Irrigation throughout the seasons 1984 and 1985 increased seed yield but had no effect in the wet season of 1983, when the soil pH was never below 3 in May and June. A drought period before flowering resulted in a decreased seed yield, while drought between flowering and seed ripening increased the seed yield. Drought after seed harvest had a less negative effect than drought before flowering. Drought in August, during the tillering stage, reduced the seed yield the following year. The negative effects of drought before flowering or after harvest could not be compensated by later irrigation. Increasing the N rate from 90 to 180 kg/ha/year increased the seed yield.

Key words: Cocksfoot, drought periods, irrigation, nitrogen, seed production.

Gunvald Henning Jonassen, Landvik Research Station, N-4890 Grimstad, Norway.

Det er kjent at forskjellige vekster har ulike krav til vanning, og at vannbehovet hos den enkelte arten varierer fra den vegetative til den generative fasen. Hvordan gras reagerer på ulik vanntilgang til forskjellig tid i den generative fasen, er lite kjent.

I tidligere forsøk har utslagene for vanning til frøeng variert i samsvar med nedbørsforholdene de enkelte år (Lambert 1967, Myhr & Rognerud 1973, Hebblethwaite 1977).

MATERIALE OG METODER

Det ble anlagt et forsøk på Landvik forskingsstasjon i 1982, som ble høstet i de tre følgende år. Forsøksplanen var split-plot med vanning/tørke på storruter og to nitrogenmengder på småruter. Innenfor hver gjødslingsrute var den én sådd og én plantet del. Alle forsøksleddene var tilfeldig fordelt innenfor hvert av fire gjentak.

Forsøksspørsmålene for vannfaktoren var:

Experimental treatments were:

UV Naturlig nedbør
Precipitation only

V Vanning, ingen tørkeperiode
Irrigation, no drought period

T1 Vanning, tørkeperiode fra 1. til 31. mai
Irrigation, drought period from 1 to 31 May

T2 Vanning, tørkeperiode fra 1. til 30. juni
Irrigation, drought period from 1 to 30 June

T3 Vanning, tørkeperiode fra 1. juli til høsting
Irrigation, drought period from 1 July to seed harvest

T4 Vanning, tørkeperiode fra høsting til 31 august
Irrigation, drought period from seed harvest to 31 August

T5 Vanning, tørkeperiode fra 1. til 30 september
Irrigation, drought period from 1 to 30 September

Utenom tørkeperiodene ble frøenga vannet som i ledd V.

Apart from the drought periods stands were irrigated as in treatment V.

Nitrogenmengder: N1: 3 kg N pr. daa om høsten og 6 kg N pr. daa om våren
N2: 6 kg N pr. daa om høsten og 12 kg N pr. daa om våren

Levels of nitrogen: N1: 30 kg N per ha in the autumn and 60 kg N per ha in the spring
N2: 60 kg N per ha in the autumn and 120 kg N per ha in the spring

Vannet ble tilført gjennom vogner med nedadrettede dyser. Hver vogn vannet 16 m², som tilsvarte en storrute. Vognene ga 30 mm pr. time med et trykk på 2 kg pr. cm². Plastfolie trukket over stålbøyer, skjermet mot nedbør i tørkeperiodene. For å sikre minst mulig temperatureffekt av skjermene, var begge gavlene åpne. Plasten var heller ikke trukket helt ned på sidene.

Vanninnholdet i jorda ble bestemt i 5-15 cm dybde i 1983, 1984 og 1985, og dessuten i 15-30 cm dybde de to siste årene.

Ved såing ble det gjødslet med 50 kg NPK 16-7-12 pr. dekar. I tillegg til forsøks-gjødslingen ble det i frøavlsårene tilført 80 kg PK 5-16 pr. dekar. Nitrogenet ble tilført sist i april alle år, og datoene for høstgjødslingen var henholdsvis 3. september, 17. august og 27. juli i såingsåret og i første og andre høsteår.

For tiltrekning av planter ble frø av 'Hattfjelldal' hundegras sådd i torvpotter sist i april, i veksthus. Etter spiring ble det tynnet til én plante pr. potte. På den halvdel av feltet som skulle sås med maskin, ble såinga gjennomført den 3. juni. Den andre halvparten ble tilplantet med planter fra pottene den 10. juni, planteavstand 20 x 20 cm, 40 planter pr. rute.

I tabell 1 er vist tidspunkter for skyting, blomstring og høsting.

Tabell 1. Dato for skyting, blomstring og høsting
Table 1. Date of head emergence, anthesis and harvesting

	Skyting <i>Head emergence</i>	Blomstring <i>Anthesis</i>	Høsting <i>Harvesting</i>	
			Plantet del <i>Planted stands</i>	Sådd del <i>Sown stands</i>
Første høsteår (1983) <i>First harvest year (1983)</i>	31. mai <i>31 May</i>	20. juni <i>20 June</i>	18. juli <i>18 July</i>	22. juli <i>22 July</i>
Andre høsteår (1984) <i>Second harvest year (1984)</i>	25. mai <i>25 May</i>	15. juni <i>15 June</i>	16. juli <i>16 July</i>	19. juli* <i>19 July*</i>
Tredje høsteår (1985) <i>Third harvest year (1985)</i>	1. juni <i>1 June</i>	25. juni <i>25 June</i>	22. juli <i>22 July</i>	22. juli** <i>22 July**</i>

* 2. tresking 26. juli
2nd threshing 26th July

** 2. tresking 29. juli
2nd threshing 29 July

Sådde ruter ble høstet med skurtresker. I andre og tredje høsteår ble forsøket tresket to ganger, andre gang en uke etter første tresking. På grunn av en feil under skurtreskingen i andre høsteår, er middeltallene for dette året usikre, og resultatene er derfor ikke tatt med. Den plantede delen ble høstet for hånd. Frøloa ble tørket på kaldluftstørke og tresket med laboratorietresker. Feltet ble avpusset med forhøster henholdsvis 30. august, 17. august og 27. august i såingsåret, og i første og andre høsteår.

Feltet var anlagt på moderat til godt drenert strandavsetning. Jorda er tørkesvak. I tabell 2 er vist noen egenskaper hos jorda.

Tabell 2. Noen jordparametre i to dybder på forsøksfeltet
 Table 2. Some properties of the soil at two depths

	Dybde, cm Depth, cm	
	5-10	30-35
Volumvekt, kg/dm ³ Bulk density, kg/dm ³	1,4	1,6
Tilgjengelig vann *) , vol-% Available water *) , %	14,1	5,7
Av prøven < 2 mm:	Material < 2 mm:	
- sand, 2-0,06 mm, %	91	98
- silt, 0,06-0,002 mm, %	6	2
- leir, <0,002 mm, %	3	0
- glødetap, %	3,9	0,8
pH <i>pH</i>	5,3	-
p-Al. mg/100 g, Available P, mg per 100 g	40	-
K-Al. " " , Available K, mg per 100 g	8	-
Mg-Al. " " , Available Mg, mg per 100 g	5	-

*) Tilgjengelig vann i området pF 2,0 til pF 4,2
 Available water in the range pF 2.0 to 4.2

VANNFORSYNINGEN TIL PLANTEN

Nedbørsforholdene

Ved normal nedbørsfordeling i vekstmånedene i Grimstad er det nedbørsunderskott i mai, juni og juli, og nedbørsoverskott i høstmånedene (tab. 3). I 1983 var det nedbørsoverskott i mai og september. Juli og august dette året var spesielt nedbørsfattige (tab. 3).

Det var nedbørsunderskott i månedene juni, juli og august i 1984, og nedbørsoverskott i mai og september (tab. 3). Siste høstear hadde mye nedbør i juli, men størstedelen av nedbøren kom etter høstingen 25. juli. Fra 1. juli til høsting falt det 91 mm nedbør (tab. 3).

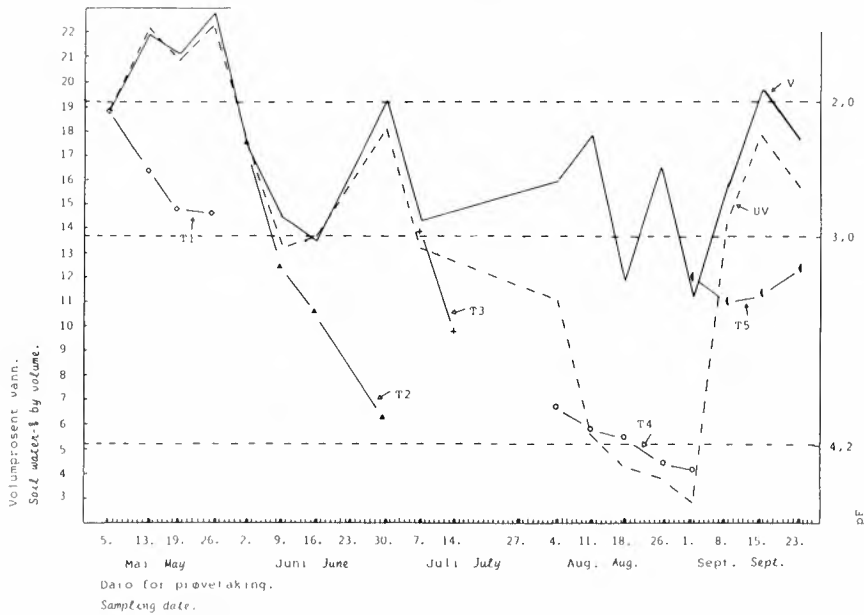
Vann i jord

Vannforsyningen i 1983 på ledd som var vannet, var god gjennom hele vekstperioden, og det var bare i to tørkeperioder i august at pF i jorda var høyere enn 3 (fig. 1). Fram til første halvdel av juli var det liten uttørking på ledd uten vanning. Fra da av tørket jorda sterkt, slik at vanninnholdet var svært lavt i august. Også på ledd som var skjermet mot nedbør i denne måneden, var det sterk uttørking. Rikelig nedbør og liten fordampning i september førte til liten uttørking på alle ledd denne måneden.

Også i 1984 var vannforsyningen god i ledd som var vannet. Det var bare i to korte perioder i slutten av juli og i midten av august at pF i jorda var over 3 (fig. 2). Vann-

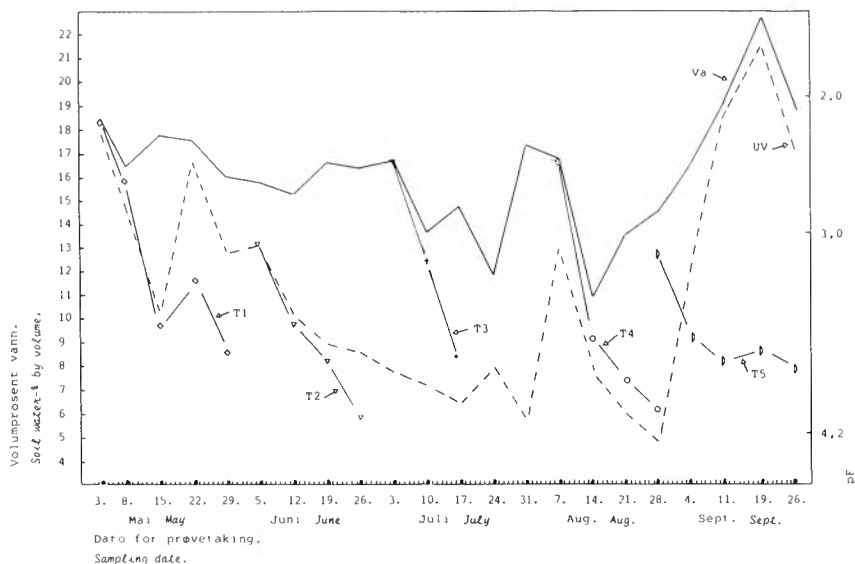
Tabell 3. Nedbør (P), fordamping (PE), nedbørsunderskudd (PE-P) og tilført vann (W) i forsøksperioden
 Table 3. Precipitation (P), potential evaporation (PE), rainfall deficits (PE-P) and irrigation (W) in the experimental period

		Mai May	Juni June	Juli July	Aug. Aug	Sept. Sept.
1983						
Nedbør, mm	(P)	225	61	13	15	241
Fordamping, mm	(PE)	51	85	114	97	55
Nedbørsunderskudd, mm	(PE-P)	-174	21	101	82	-186
Tilført vann, mm	(W)	0	30	60	30	0
1984						
Nedbør, mm	(P)	80	42	24	25	157
Fordamping, mm	(PE)	53	90	104	79	35
Nedbørsunderskudd, mm	(PE-P)	-27	48	80	54	-122
Tilført vann, mm	(W)	30	60	60	60	0
1985						
Nedbør, mm	(P)	43	49	236	222	130
Fordamping, mm	(PE)	63	77	66	71	42
Nedbørsunderskudd, mm	(PE-P)	20	28	-170	-151	-88
Tilført vann, mm	(W)	90	60	30	0	0
Normal nedbør 1931-60, mm		62	71	94	135	132
Normal precipitation, mm						
Middel fordamping 1967-77, mm		74	105	98	76	44
Mean potential evaporation, mm						



Figur 1. Vanninnhold i jorda (5-15 cm) i 1983
 Figure 1. Soil moisture (5-15 cm) in 1983

innholdet i jorda var lavt gjennom store deler av vekstsesongen på ledd uten vanning. Uttørkingen var også sterk i alle tørkeperiodene på ledd som var skjermet mot nedbør.



Figur 2. Vanninnhold i jorda (5-15 cm) i 1984
Figure 2. Soil moisture (5-15 cm) in 1984

Vanninnholdet i jorda var jamt over høyere i 15-30 cm dybde enn i 5-15 (fig. 3). Forskjellen var minst ved høyt vanninnhold i jorda. Uttørkingen gikk saktere i 15-30 cm dybde, og vanninnholdet var 3-4 volumprosent høyere ved slutten av tørkeperiodene, enn i 5-15 cm dybde. Forskjellen var størst i perioder med liten fordampning, f.eks. i mai og september.

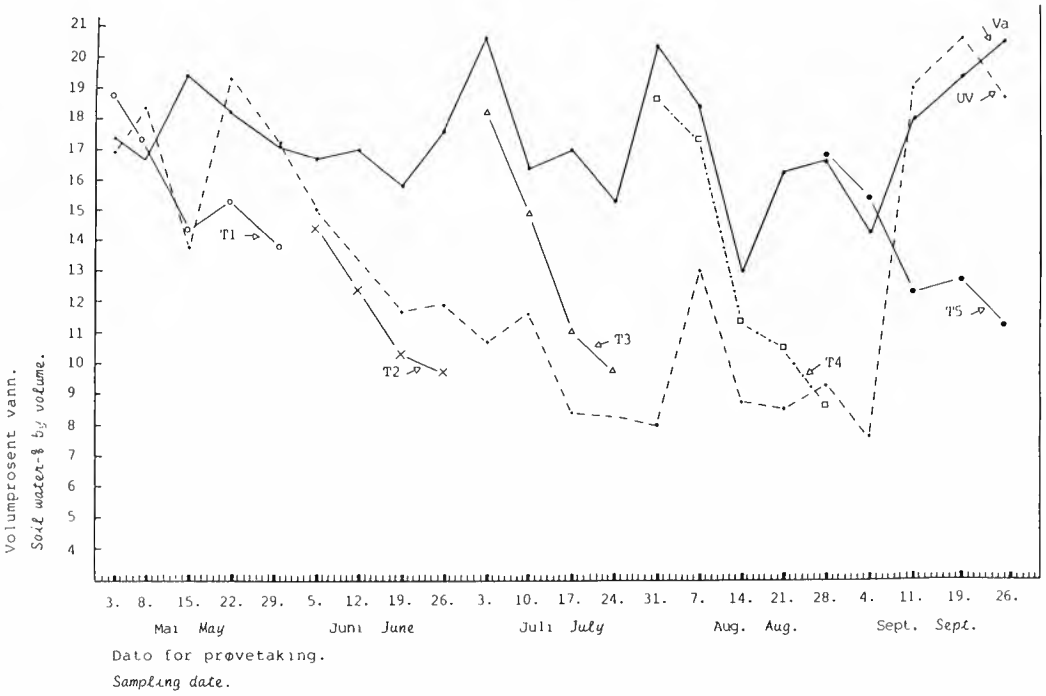
I 1985 var pF i jorda på ledd som var vannet, høyere enn 3 i flere perioder enn i de to foregående år. Uttørkingen var, på ledd uten vanning, spesielt sterk i første del av juni og i første del av juli (fig 4). Skjerming mot nedbør førte til sterk uttørking både i mai, juni og juli.

Også dette året var uttørkingen mindre i 15-30 cm dybde enn i 5-15 (fig. 5). På ledd som var vannet, var det bare i en kort periode i juli at vanninnholdet var lavere enn 14 volumprosent. I perioden med sterk fordampning i juli var vanninnholdet på ledd uten vanning liten, ca. 6 volumprosent. Under tørke i mai var det særlig stor forskjell i jordas vanninnhold i de to dybdene. I slutten av mai var forskjellen over 5 volumprosent, og i slutten av juni og juli ca. 3 volumprosent.

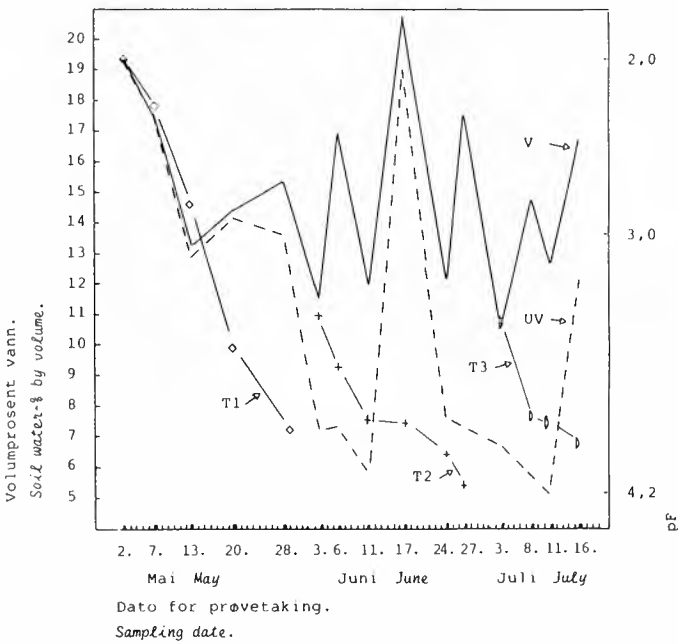
RESULTATER

Frøavling

I 1983 hadde vanning helst en negativ virkning på frøavlingen sammenliknet med naturlig nedbør. I 1984 og 1985 var det derimot en klar positiv virkning av vanning.

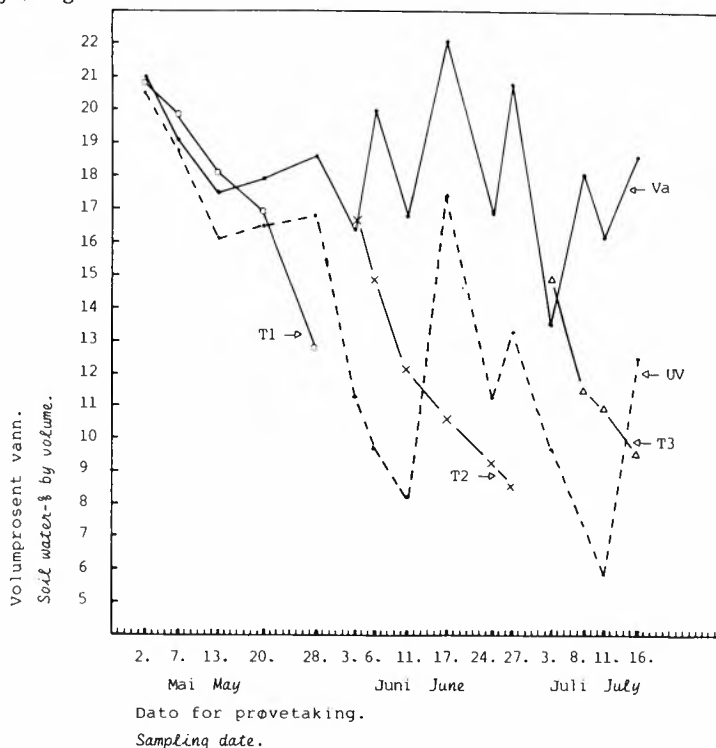


Figur 3. Vanninnhold i jorda (15-30 cm) i 1984
Figure 3. Soil moisture (15-30 cm) in 1984



Figur 4. Vanninnhold i jorda (5-15 cm) i 1985
Figure 4. Soil moisture (5-15 cm) in 1985

Figur 5. Vanninnhold i jorda (15-30 cm) i 1985
 Figure 5. Soil moisture (15-30 cm) in 1985



Den negative virkningen av vanning i 1983 sammenliknet med avling på ruter med naturlig nedbør, ble opphevet av en tørkeperiode i mai (T1). Dette var tilfelle både i sådd og plantet bestand. I 1984 og 1985 eliminerte denne tørkeperioden den positive virkningen av vanning, og frøavlingen ble derfor den samme på T1 som ved naturlig nedbør.

En tørkeperiode i juni (T2) virket klart uheldig i alle år, og på begge bestandstyper. I 1984 og 1985 var denne negative virkningen likevel ikke så mye forskjellig fra det en fikk ved tørkeperiode i mai.

En tørkeperiode fra 1. juli til høsting (T3) hadde en avgjort positiv virkning på frøavlingen uansett hvilke ledd en sammenliknet med, og uten hensyn til bestandstype.

Tørke seinere i veksttiden (T4 og T5) hadde stort sett liten betydning for avlingen neste år sammenliknet med avling på ledd som var vannet.

Det var en fordel med to gangers tresking for alle behandlinger, spesielt på ledd som var vannet og på ledd som hadde fått tørke i juli (T3). Det var noe mer frø igjen i frøloa etter frøstegangstresking ved største nitrogenmengde.

Frøavling - N-gjødsling

Største nitrogenmengde hadde klart positiv virkning alle år. Det var ikke statistisk sikkert samspill mellom nitrogenmengde og ledd for vannfaktoren. Likevel tyder resultatene på at en har fått mindre virkning av største nitrogenmengde ved tørke i mai- juni, sammenliknet med andre ledd for vannfaktoren.

Tabell 4. Virkning av vanning, tørkeperioder og N-gjødsling på frøavling i sådd bestand, kg frø pr. daa
 Table 4. The effects of irrigation, drought periods and N fertilization on the seed yield, kg seed per daa

	UV	V	T1	T2	T3	T4	T5	P	N1	N2	P
	1983										
1. tresking <i>1st threshing</i>	47	40	49	34	54	-	-	<0,01	41	47	<0,001
	1985										
1. tresking <i>1st threshing</i>	36	45	34	31	60	42	41	<0,01	39	49	<0,001
2. tresking <i>2nd threshing</i>	9	15	10	8	17	15	17	<0,001	11	15	<0,01
Sum avling <i>Total yield</i>	45	60	44	39	77	57	58	<0,001	50	64	<0,001

Tabell 5. Virkning av vanning, tørkeperioder og N-gjødsling på frøavling i plantet bestand, kg pr. daa
 Table 5. The effects of irrigation, drought periods and N-fertilization on the seed yield in planted stand, kg per daa

	UV	V	T1	T2	T3	T4	T5	Gjennomsnitt <i>Average</i>	P
	1983								
N1	64	51	60	45	84	-	-	61	
N2	70	67	72	49	93			70	
Gjennomsnitt <i>Average</i>	67	59	66	47	88				<0,01
	1984								
N1	95	122	100	107	157	126	148	122	
N2	104	167	101	101	170	141	159	135	
Gjennomsnitt <i>Average</i>	100	144	101	104	164	133	154		<0,001
	1985								
N1	59	89	68	65	96	86	89	79	
N2	71	123	63	68	131	114	91	94	
Gjennomsnitt <i>Average</i>	65	106	65	66	113	100	90		<0,001

N-gjødsling *N-fertilization*:
 1983: p < 0,01
 1984: p < 0,01
 1985: p < 0,001

Andre plantekarakterer

I sådd frøeng var det ikke statistisk sikker virkning av vanntilgangen på antall fertile skudd i noen av forsøksåra. I plantet frøeng førte tørke i august til redusert skuddantall. Vanning hele sesongen virket positivt på skuddantallet, i 1984 (tab. 6), men ikke i 1983.

Tabell 6. Virkning av vanning, tørkeperioder og N-gjødsling på noen plantekarakterer i plantet frøeng
Table 6. The effects of irrigation, drought periods and N-fertilization on some plant characteristics in planted seed stands

UV	V	T1	T2	T3	T4	T5	P	N1	N2	P
Antall frøbærende skudd pr. m ² (1981) <i>No. of seed bearing shoots per m² (1984)</i>										
328	355	329	323	327	304	328	<0,01	324	332	<0,05
Plantehøyde ved høsting, cm (1984) <i>Plant height at harvesting, cm (1984)</i>										
114	128	114	115	130	127	125	<0,001	123	121	<0,05
Plantehøyde om høsten, cm (1983) <i>Plant height in the autumn, cm (1983)</i>										
20	22	28	25	27	15	24	<0,001	22	24	<0,01
1000-frøvekt, g (1985) <i>1000-seed weight, g (1985)</i>										
1.15	1.16	1.16	1.25	1.12	1.18	1.14	<0,01	1.17	1.16	>0,05
Antall frø pr. stengel (1984) <i>No. of seeds per stem (1984)</i>										
249	345	269	273	446	355	403	<0,5	325	344	>0,05

Tørke i mai-juni og bare naturlig vanntilgang førte til redusert høydevekst (tab. 6). Det var bare små forskjeller mellom de andre vanningsleddene. Det var lite utslag for sterkeste nitrogen-gjødsling på plantehøyden ved høsting.

Plantehøyden ble også målt ved vekstavslutning høsten 1983. Virkningen av vanntilgangen var signifikant både i sådd og plantet frøeng, med redusert vekst ved tørke i august. Ledd som hadde fått tørkeperioder før høsting, hadde størst høydevekst (tab. 6). Økt nitrogen-gjødsling virket positivt på plantehøyden ved vekstavslutning, både i sådd og plantet frøeng.

Tørke i juni virket positivt på 1000-frøvekten og tørke i juli negativt, både i sådd og plantet frøeng, men det var bare i 1985, i plantet frøeng, at forskjellene var signifikante (tab. 6). Forskjellig nitrogen-gjødsling hadde liten virkning på 1000-frøvekten. Det var likevel tendens til at økt nitrogen-gjødsling virket negativt.

Etter tørke i juli økte antallet frø pr. topp, noe mer i plantet frøeng enn i sådd, mens tørke i mai-juni og bare naturlig vanntilgang ga redusert antall (tab. 6). En økning i nitrogen- mengden førte til en liten, men ikke statistisk sikker økning i antall frø pr. topp.

Det var ingen signifikant forskjell i modningstidspunkt uttrykt som vanninnhold i frøet mellom noen behandlinger, men det var tendens til at tørke i juni (T2) og naturlig nedbør (UV) fremskyndet modningen.

Det kunne ikke påvises virkning av behandlingene på spireprosenten. Det var ingen legde ved noen behandlinger, hverken ved blomstring eller høsting.

DISKUSJON

Resultatene av dette forsøket samsvarer godt med tidligere undersøkelser i andre grasarter, der frøavlingen er blitt redusert ved tørke før blomstring. I timotei viste Lambert (1967) at denne grasarten var særlig følsom for tørke ved blomsterinitiering. Hebbletwaite (1977) fant at raigras reagerte negativt på tørke før blomstring. Også kornartene reagerer forskjellig på vannmangel i forskjellige utviklingsstadier (Dragland 1979, Salter & Goode 1967). I engsvingel fikk Jonassen (1984) avlingsreduksjon ved tørke før blomstring, og dette kunne ikke rettes opp ved vanning senere i vekstperioden. Myhr & Rognerud (1973) fant større positiv virkning av vanning gjennom hele vekstsesongen enn vanning bare ved aksskyting eller bare etter aksskyting. Det var stort sett bare behov for vanning før aksskyting, slik at den positive effekten også her kan tilskrives tidlig vanning.

I de forsøk som er omtalt her, var det positiv virkning av vanning janiført med ledd uten vanning i 1984 og 1985, men ikke i 1983. Sammenliknet med de to følgende år hadde 1983 et betydelig nedbørsoverskott i mai. Det var derfor vannreserve i jorda som kompenserte for nedbørsunderskottet i juni. Vanninnholdet i jorda i 1983 var nær det samme på ledd som var vannet og ledd uten vanning fram til midten av juli, mens det var sterk uttørking i juni i de to følgende år. Det høye vanninnholdet i jorda uten vanning fram til midten av juli i 1983, gjorde at det ikke ble nedsatt avling, selv om det var høy fordampning i juli. Nedbørsfordelingen var motsatt i 1985, med lite nedbør i første halvdel av juni og mye nedbør under frømodningen, og dette året var det en positiv virkning av vanning.

Lambert (1967) fant større positiv virkning av vanning i første høsteår enn i eldre frøeng av timotei, selv om jordfuktigheten var størst i første høsteår. Han forklarer dette med større og mer dyptgående rotsystem med økende alder av frøenga. Det ble ikke funnet noe tilsvarende i denne undersøkelsen i hundegras fordi uttørkingen av jorda, selv i det øvre sjikt, ikke var så stor at det ble vannmangel i første engåret.

I 1984 og 1985 var det negativ virkning av tørke både i mai og juni, mens bare tørke i juni hadde slik virkning i 1983. På grunn av mye nedbør og liten fordampning i mai 1983 var vanninnholdet i jorda under nedbørsskjermene betydelig høyere i mai (ca. 15 volumprosent) enn i juni (ca. 6 volumprosent) dette året. I 1984 og 1985 var det sterk uttørking både i mai og juni, med henholdsvis 7-8 og 5-6 volumprosent vann i jorda i de to årene. Dette er trolig årsaken til variasjonene.

Tørke i august 1983 ga redusert frøavling året etter, sammenliknet med tørke i september, mens effekten av tørkeperiodene i 1984 var motsatt. I 1983 var uttørkingen av jorda langt større i august enn i september, mens det var mindre forskjell året etter. Resultatene viser også at hundegras er mer følsomt for tørke i mai-juni enn om høsten.

Avlingsøkningen ved kombinasjonen vanning før blomstring og tørke i siste del av modningsprosessen skyldes i hovedsak at denne behandlingen virket positivt på antall frø pr. topp, særlig i 1984. Også ledd som var vannet gjennom hele vekstsesongen, ga flere frø pr. topp enn ledd som bare hadde fått naturlig nedbør eller tørke i mai-juni i 1984, mens det ikke var noen slik forskjell i 1983.

Denne årsvariasjonen kan tilskrives forskjellen i jordfuktigheten i de to årene. Det var ingen forskjell i jordfuktigheten fra mai til ca. 2 uker etter blomstring i 1983, mellom ledd som bare hadde fått naturlig nedbør og ledd som var vannet i denne perioden. I 1984 derimot, var forskjellen i jordfuktighet stor både i mai, juni og helt fram til høsting. Særlig var uttørkingen sterk fra blomstring til høsting dette året. Denne perioden er viktig for frøsettingen (Hebbletwaite 1977). Lambert (1967) fant at vanning øker andelen av blomster som utvikler seg til frø hos timotei. Brouwer (1959) viste at antall korn pr. aks ble sterkt redusert ved vannmangel rundt initieringsstadiet. Salter & Goode (1967) forklarer dette med at det dannes abnormt og sterilt pollen under slike tørkeforhold.

Økningen i antall frø pr. topp ved tørke i juli er vanskelig å forklare ut fra plante-fysiologiske forhold. Noe av årsaken må være at plantene var skjermet for nedbør og vind og dermed mindre utsatt for dryssing. I engsvingel fant Jonassen (manusk.) redusert dryssing på ledd som var skjermet for nedbør under modningen, men dette kunne ikke forklare hele økningen i antall frø.

Det var tendens til at tørke under frøutvikling og modning førte til smått frø. Antall frø var derimot større, og dette kan ha gitt økt konkurranse om assimilater for frøutviklingen (Hebbletwaite 1977). Det er også vist at planteorganer i sterkest vekst, blir mest påvirket av ulike stressfaktorer (Aspinall et al. 1964).

I sådd bestand var det ingen signifikant forskjell i antall fertile skudd. Dette skyldes for små observasjonsruter (0,36 m²). Dette førte til stor tilfeldig variasjon. I plantet bestand var variasjonen mindre, og her førte vanning uten tørkeperioder til større antall fertile skudd, mens tørke i august ga redusert antall skudd året etter.

De skudd som gir frø, dannes i hovedsak om høsten året før frøhøsting (Langer & Lambert 1959). I hundegras fant Odgaard (1970) at ca. 90% av de skudd som ble fertile, var dannet før 1. november under danske forhold. Kirshin (1979) viste også at skudd av hundegras måtte ha 6-7 blad for å bli indusert. Det er derfor rimelig at tørke i august fører til færre fertile skudd året etter. Vanning senere om høsten eller i frøbærringsåret kunne i dette forsøket ikke rette opp skaden av tørke i august.

Vanninnholdet i frøet ved høsting ble målt i 1984, og dette året var det tendens til at naturlig vannforsyning og tørkeperiode i juni framskyndet modningen, mens tørke under modningen i juli ikke hadde noen slik virkning. Uttørkingen av jorda var om lag den samme på disse leddene. Liknende resultater er funnet i engsvingel (Jonassen, manusk.), timotei (Lambert 1967) og raigras (Hebbletwaite 1977).

Største nitrogenmengde ga størst frøavling i middel for alle vanningsledd. Det var ikke signifikant samspill mellom nitrogen gjødsling og vanntilgang. Men det var klar tendens til at virkningen av største nitrogenmengde var mindre på ledd som hadde fått naturlig nedbør eller tørke i mai-juni, enn på de øvrige leddene. Andre forsøk med vanning og N-gjødsling har gitt varierende resultater. Hos mais var det positivt samspill mellom vanning i juli og august og tilført N-mengde (Buchner & Sturm 1971). Lambert (1967) fant negativt samspill hos timotei, mens Hebbletwaite (1977) ikke observerte virkning av N-mengden på utslaget for vanning i frøeng av raigras.

Når det i denne undersøkelsen var liten sammenheng mellom nitrogen gjødsling og vanning, kan det skyldes at forskjellen mellom de to gjødslingstrinn var for liten til å få fram slike effekter. Sammenliknet med andre grasarter krever hundegras store nitrogenmengder for å gi maksimal frøavling (Jonassen 1978, Nordestgaard 1972).

Forskjellig nitrogengjødsling hadde liten virkning på antall fertile skudd, 1000-frøvekt og antall frø pr. stengel, men det var likevel tendens til at øket nitrogenmengde virket positivt på antall skudd og antall frø pr. topp. I andre forsøk er det funnet positiv virkning av nitrogengjødsling på skuddantallet i flere grasarter (Larsen & Nordestgaard 1969, Nordestgaard & Larsen 1971, Nordestgaard 1972). Lambert (1967) fant at økningen i antall skudd etter vanning avtok med økende nitrogengjødsling. Slikt samspill ble ikke funnet i denne undersøkelsen.

Det var mindre frø igjen i frøhalnen etter førstegangstresking i ledd som hadde fått tørkeperiode i mai-juni og i ledd med naturlig nedbør, enn i andre ledd for vannfaktoren. Også økt nitrogengjødsling førte til dårligere uttresking ved førstegangstresking. I andre forsøk er vist at vanning og økt nitrogengjødsling kan føre til seinere modning, større grønnmasse og større halmavling (Jonassen & Ekeberg 1988, Hebbletwaite 1977, Lambert 1967, Nordestgaard 1972). Slike forhold kan ha ført til dårligere uttresking i denne undersøkelsen.

SAMMENDRAG

Vanning uten og med tørkeperioder, og med to nitrogenmengder, ble prøvd på et forsøk i sådd og plantet frøeng av hundegras, med tre årshøstinger på Landvik forskingsstasjon i årene 1983-85. Jorda på forsøksfeltet var tørkesvak og inneholdt 91% sand i matjordlaget.

Vanning førte til avlingsøkning i to av forsøksårene sammenliknet med ledd med naturlig nedbør. Tørke i mai-juni førte til avlingsnedgang, mens tørke fra omkring blomstring til modning ga avlingsøkning. Tørke i august-september reduserte frøavlingen året etter, og i mindre grad enn tørke i mai-juni i høstetåret. Økning i årlig N-mengde fra 9 til 18 kg pr. dekar ga økt frøavling på alle vanningsledd.

LITTERATUR

Aspinall, D., P.B. Nicholls & L.H. May, 1964. The effects of soil moisture stress on the growth of barley. I. Vegetative development and grain yield. *Austrial Journal of Agricultural Research*: 729-45.

Brouwer, W. 1959. *Die Feldberegnung*. 4. Auflage, DLG-Verlag Frankfurt am Main, 248 s.

Buchner, A. & H. Sturm, 1971. *Die Düngung im Intensivbetrieb*. 3. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 225 s.

Dragland, S. 1979. Virkninger av forskjellig vasstilgang til bygg og hvete. *Forskning og forsøk i landbruket* 30: 399-413.

Hebbletwaite, P.D. 1977. Irrigation and nitrogen studies in ryegrass S 23 grown for seed. 1. Growth, development, seed yield components and seed yield. *Journal of Agricultural Science*. Cambridge: 605-614.

Jonassen, G.H. & E. Ekeberg, 1988. Vanning og N-gjødsling til engsvingel frøeng. Norsk landbruksforskning 2 (4): 245-250.

Jonassen, G.H. 1978. Gjødsling av hundegrasfrøeng, s. 94 i Referat af indlæg ved 7. nordiske seminar vedrørende frøavlsforsøg. Åbo, Finland.

Jonassen, G.H. 1982. Tørkeperioder og vanning i frøeng av engsvingel, s. 171-182 i A. Nordestgaard (red.) - Engfrøavl, Roskilde. Danmark.

Kirshin, I.K. 1970. The autumn induction of flowering of perennial grasses. USSR Agricultural Biology 5: 829-835.

Lambert, D.A. 1967. The effect of nitrogen and irrigation on timothy (*Phleum pratense*) grown for production of seed. II. Reproduction growth and yield of seed. Journal of Agricultural Science, Cambridge 69: 225-239.

Langer, R.H.M. & D.A. Lambert, 1959. Earbearing capacity of tillers arising at different times in herbage grasses grown for seed. Journal of the British Grassland Society 14: 137-140.

Larsen, A. & A. Nordestgaard, 1969. Stigende mængder efterårs- og forårsudbragt kalksalpeter til engras til frøavl. Tidsskrift for planteavl 73: 45-56.

Myhr, E. & B. Rognerud, 1973. Vatning og ulik gjødsling til 3-årige omløp av poteter, bygg og timotei. Forskning og forsøk i landbruket 25: 45-62.

Nordestgaard, A. & A. Larsen, 1971. Stigende mængder efterårs- og forårsudbragt kvælstof ved frøavl af rødsvingel (*Festuca rubra* L.). Tidsskrift for planteavl 75: 27-46.

Nordestgaard, A. 1972. Stigende mængder efterårs- og forårsudbragt kvælstof ved frøavl af hundegræs (*Dactylis glomerata* L.). Tidsskrift for planteavl 76: 625-645.

Odgaard, P. 1970. Fortsatte undersøgelser over skuddannelse m.m. hos græsser til frøavl, s. 39-57 i Referat af indlæg ved 4. nordiske seminar vedrørende frøavlsforsøk. Hellerud, Norge.

Salter, P.J. & J.E. Goode, 1967. Crops responses to water at different stages of growth. Research Review No. 2, Commonwealth Bureau of Horticultural and Plantation Crops: 44-48.

Kalle - en ny tidlig høstvetesort

Kalle - a new early winter wheat variety

ANNE KJERSTI UHLEN, KÅRE RINGLUND & HELGE SKINNES
Norges landbrukshøgskole, Institutt for plantekultur, Ås, Norge
Agricultural University of Norway, Department of Crop Science, Ås, Norway

Uhlen, A.K., K. Ringlund & H. Skinnes 1992. Kalle - a new early winter wheat variety. *Norsk landbruksforskning* 6: 275-283. ISSN 0801-5333.

The new variety Kalle was selected from the cross MØ70-66/Kavkas/MØ70-41. The most promising F₂-lines were selected and tested in field trials at Ås in 1982-85. Of the two lines submitted for official variety testing in 1986, V2158 was released as 'Kalle' in 1990. 'Kalle' is an early, winter-hardy variety with good resistance to stripe rust, a disease that has caused severe yield reductions in winter wheat crops in recent years. 'Kalle' has a longer straw compared with that of the modern wheat varieties. However, the straw stiffness is better than in the presently grown winter wheat variety 'Rida'. 'Kalle' has a soft endosperm texture, and is therefore less suitable for production of leavened bread. The protein quality, however, is superior to that of the other winter wheat varieties released in Norway. 'Kalle', which has a higher yield than 'Rida', but a lower yield than the later Swedish variety 'Følke', is suitable for areas where duration of the growing period and the winter climate are limiting factors.

Key words: Glutenins, pearling index, *Puccinia striiformis*, varieties, winter wheat.

Anne Kjersti Uhlen, Agricultural University of Norway, Department of Crop Science, P.O. Box 41, 1432 Ås.

I 1990 godkjente Statens planteavlslråd en ny høstvetesort med navnet Kalle. Kalle er foredlet ved Institutt for plantekultur, N.I.I. Sortseier er Statens Kornforretning (STATKORN) som er oppdragsgiver for Kornforedlingsprosjektet.

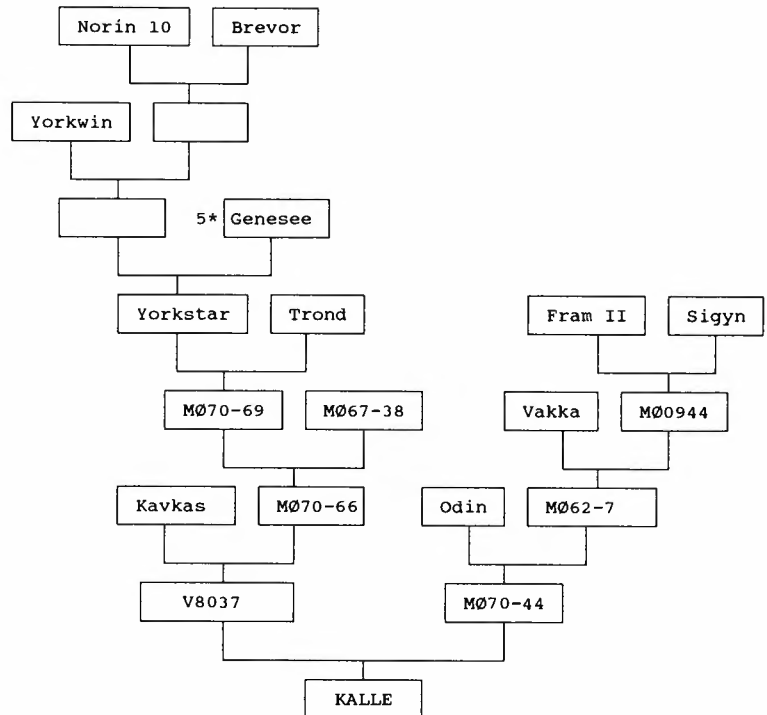
I Kalle er det kombinert gener fra norske høstvetelinjer fra forsøksgården Møystad (MØ-linjer), og fra den russiske sorten Kavkas. Dette har gitt en tidlig høstvetesort med god overvintringsevne og med god resistens mot sopp sykdommen gulrust. I det etterfølgende er sorten Kalle beskrevet, og dens dyrkingsverdi er vurdert ut fra foredlerens egne resultater og ut fra forsøk fra offisiell verdiprøving.

AVSTAMNING OG FOREDLINGSARBEID

Avstamningen til Kalle er vist i figur 1. Møystadlinja MØ 70-66 ble krysset med den russiske sorten Kavkas tidlig på 1970-tallet. En linje fra denne kryssningen ble så krysset med en annen Møystad-linje, MØ 70-44 i 1978. I anene til denne linja finnes

flere av de gamle, nordiske hvetesortene: de norske sortene Sigyn og Fram II (vårhveite), den finske sorten Vakka og den svenske sorten Odin. MØ 70-66 har en noe mer eksotisk genbakgrunn. Blant anene finnes sorten Yorkstar fra USA, som er en tilbakekryssning til sorten Genesee. Genesee var en hovedsort av typen Soft White Winter (SWW) i New York på 1970-tallet. I avstamningen til Yorkstar finner vi også Norin 10/Brevor, som inneholder dverg-genene Rht 1 og Rht 2 (Gale and Marshall 1978). Dette materialet har blitt mye brukt i foredlingsprogrammer verden over.

Figur 1. Avstamningen til Kalle høstvetete
Figure 1. The pedigree of the winter wheat variety Kalle



Sorten Kavkas ble mye brukt som foreldresort i det norske foredlingsprogrammet i høstvetete på 1970-tallet. Denne sorten hadde gode resistens-egenskaper samt tilfredsstillende overvintringsevne og tidlighet. Kavkas inneholder rug-translokasjonen 1BL/1RS (Merker 1982), som innebærer at den korte armen av kromosom 1B hos hvete er byttet ut med den korte armen av kromosom 1R fra rug. Dette har gitt sorten viktige resistensgener mot mjøldogg (Pm8) og rust (Sr31, Lr26, Yr9) (McIntosh 1988).

F1 av krysningen ble oppformert i felt i 1979, og det ble gjort aksutvalg i F2 på grunnlag av visuelle bedømmelser i felt i 1980. Avkommet fra de selekterte aksene ble dyrket på enkeltrader i 1981, og det ble på ny gjort aksutvalg i de beste radene. Samtidig ble de beste og mest homozygote radene høstet. I 1981 var det sterke angrep av soppsykdommen hveteaksprikk (*Septoria nodorum*). Etter høsting ble det derfor foretatt en ny indirekte seleksjon for resistens mot hveteaksprikk etter graden av skruppne korn. Korn fra 24 selekterte enkeltrader ble sådd ut på 4m² store ruter høsten 1981. I F4 ble de 8 beste av disse F2-familiene valgt ut på grunnlag av overvintringsevne, tid-

lighet, resistens, avkastningsevne og homozygoti. F5 og F6 ble dyrket i avkastningsforsøk med gjentak på Vollebekk i 1983 og 1984. I 1985 var materialet redusert til to linjer, V2142 og V2158, som kom med i avkastningsforsøk på flere lokaliteter. Samme år ble det gjort nytt aksutvalg for oppformering av nytt såkorn. De samme to linjene kom med i offisiell verdiprøving i 1986. Etter 4 års prøving ble V2158 godkjent vinteren 1990 med navnet Kalle.

FOREDLINGSFELTENE 1984-90

Været i perioden

I Ås var det i perioden fra 1984 til 1987 forholdsvis normal temperatur og nedbør om vinteren (Meteorologiske data for Ås 1984-90), og det var sammenhengende snødekke i ca. 4 mnd. Dette gav noe overvintringspåkjenninger på høstkornet, spesielt i året 1985. Skadene var dette året først og fremst forårsaket av snømugg (*Fusarium nivale*). Siste del av perioden, spesielt årene 1989 og 1990, var det uvanlig milde vintre med lite snø og gode overvintringsforhold.

Været i vekstsesongene (April-sept.) var forholdsvis normale i perioden, bortsett fra 1987, da det var mye kjølig vær og fuktig høst. Planteutviklingen gikk langsomt, og modningen ble opptil flere uker seinere enn normalt.

Været på de andre lokalitetene på Østlandet følger stort sett de samme tendensene som på Ås.

Forsøksdata

Kalle ble testet i foredlingsfelt med flere gjentak og på flere lokaliteter i perioden 1984-1990. Lokalitetene på Østlandet var Ås (Institutt for plantekultur), Kapp (SF Apelsvoll), Staur (Statens Kornforretnings forsøksgård), Søndre Østfold (Søndre Østfold forsøks- og driftsplanring) og Vestfold (Vestfoldringen). Kalle har også blitt prøvd i foredlingsfelt i Trøndelag 1988-90 (totalt 3 felt ved SF Kvithamar).

Forsøkene har vært lagt ut som lattice planer med 2-4 gjentak på enkeltfeltene. Gjødsling og ugrasbehandling har vært som vanlig praksis på de ulike lokalitetene. Det ble ikke brukt fungicider/insekticider på feltene.

Ved Institutt for plantekultur, Ås, ble Kalle også prøvd i faktorielle forsøk i 1989-90, etter planer med tre nitrogenmengder (totalt 13 - 16 - 19 kg N/daa) og to tidspunkt for tilførsel av N-gjødsling (alt gitt på våren - delgjødsling med 3 kg N/daa gitt ved aks-skyting).

Resultatene er behandlet statistisk med lattice variansanalyse, toveis variansanalyse og faktoriell variansanalyse med programpakken MSTAT (Nissen og Mosleth 1986) og fra 1989 med NM*. I tabellene er det presentert middeltall med middelfeil.

* NM, ITAS, Boks 58, 1430 Ås

DYRKINGSVERDI

Dyrkingsegenskapene til Kalle høstvetete sammenlignet med markedssorten Rida i årene 1984-90 (totalt 24 foredlingsforsøk), og markedssortene Rida og Folke i årene 1988-90 (totalt 12 foredlingsforsøk) er vist i tabell 1 og 2. Videre er resultatene fra offisielle verdiprøvningsfelt i årene 1986-90 vist i tabell 3 (Snipstad et al. 1989) og tabell 4 (Snipstad et al. 1990).

Tabell 1. Agronomi- og kvalitetsegenskaper hos Kalle og Rida. Data fra 24 foredlingsfelt i høstvetete i perioden 1984-90
Table 1. Agronomic and quality properties of the winter wheat varieties Kalle and Rida. Data from 24 breeder's trials 1984-90

Sort	Over- vintr. %	Strå i cm	Legde %	Sykdom Eg ¹ Ps ²	Kornavling Kg/daa %	Vann- inh. %	11- vekt Kg/hl	1000 korn vekt 1000 Fal- ling	Prot- ein %	Zel. sed. ³ ml			
Variety	Winter surv %	Plant height cm	Lodg- ing %	Disease inf Eg ¹ Ps ²	Yield Kg/daa %	Moist. cont. %	Test wt. Kg/hl	1000 kern wt. No.	Prot- ein cont.	Zel. sed. ³ ml			
Rida	80	89	24	28	40	390	100	20.9	77.0	36.0	209	11.9	32
Kalle	86	88	17	31	3	460	117	21.1	79.2	36.1	236	11.7	35
Mid.feil s. e.	4	1	5	2	7	15		.3	.4	.5	10	.1	1

¹ *Erysiphe graminis* (Mjøkklogg) (Mildew)

² *Puccinia striiformis* (Gulrust) (Stripe rust)

³ Zeleny sedimentasjonsvolum Zeleny sedimentation volume

Tabell 2. Agronomi- og kvalitetsegenskaper hos Rida, Kalle og Folke. Data fra 12 foredlingsfelt i høstvetete i perioden 1988-90

Table 2. Agronomic and quality properties of the winter wheat varieties Kalle, Rida and Folke. Data from 12 breeder's trials 1988-90

Sort	Over- vintr. %	Strå i cm	Legde %	Sykdom Eg ¹ Ps ²	Kornavling Kg/daa %	Vann- inh. %	11- vekt Kg/hl	1000 korn vekt 1000 Fal- ling	Prot- ein %	Zel. sed. ³ ml			
Variety	Winter surv %	Plant height cm	Lodg- ing %	Disease inf Eg ¹ Ps ²	Yield Kg/daa %	Moist. cont. %	Test wt. Kg/hl	1000 kern wt. No.	Prot- ein cont.	Zel. sed. ³ ml			
Rida	90	83	26	21	43	364	100	18.2	77.2	35.3	232	13.1	34
Kalle	89	80	6	24	2	444	122	18.8	80.4	37.3	278	13.1	39
Folke	87	83	2	18	3	517	142	23.9	82.3	39.7	274	11.8	31
Mid.feil s. e.	1	2	8	2	9	24		.5	.8	.9	19	.2	1

¹ *Erysiphe graminis* (Mjøkklogg) (Mildew)

² *Puccinia striiformis* (Gulrust) (Stripe rust)

³ Zeleny sedimentasjonsvolum Zeleny sedimentation volume

Tabell 3. Dyrkingsegenskaper hos sorter av høstkorn. Resultater fra offisiell verdiprøving (Snipstad et al. 1989). Verditall: laveste eller dårligste verdi = 1, høyeste eller beste verdi = 10

Table 3. Agronomic and quality properties of winter wheat varieties. Data from official trials for variety testing (Snipstad et al. 1989). Rating scale: lowest score = 1, highest or best score = 10

Sort	Mod- nings- tid ¹	Strå- styrke	Strå- lengd	Eg ²	Sykdom Ps ³	res. Su ⁴	III- vekt	1000 korn vekt	Fall tall	Spire- treg- het	Over- vintr %
Variety	Ear- li- ness ¹	Straw stiff- ness	Plant height	Discase res. Eg ²	Ps ³	Su ⁴	Test wt. Kg/hl	1000 kern. wt.	Fal- ling No.	Dor- mancy	Winter surv.
Rida	-	6	6	5	2	3	5	7	6	4	7
Kalle	+1	6	6	5	7	5	5	7	6	4	6
Folke	+8	8	7	8	8	7	5	6	7	8	6

¹ Antall dager seinere (+) eller tidligere (-) enn Rida. No. of days later (+) or earlier (-) than Rida

² *Erysiphe graminis* (Mjøldogg) (Mildew)

³ *Puccinia striiformis* (Gulrust) (Stripe rust)

⁴ *Septoria nodorum* (Hveteaksprikk) (Septoria)

Veksttid og overvintringsevne

Kalle er en tidlig høstvetesort. Den krever i gjennomsnitt 1 dag lenger veksttid (dager til gulmodning) enn Rida, og har 7 dager kortere veksttid enn Folke. Resultatene viser også at Kalle har overvintringsevne som er fullt på høyde med Rida.

Sykdomsresistens

Kalle har ikke fått overført 1B1/1RS-translokasjonen fra Kavkas som inneholder viktige resistensgener. Dette er konstatert ved undersøkelse av lagerproteinenes sammensetning ved elektroforese. Med denne teknikken kan sorter som har denne translokasjonen lett plukkes ut (Fribe et al. 1989).

Kalle har likevel god resistens mot gulrust (*Puccinia striiformis*), en soppsykdom som har gitt store skader på høstkorn i seinere år. Kalle har en klart bedre resistens mot gulrust enn Rida, og er ikke mye forskjellig fra Folke i denne egenskapen. Kalle er imidlertid like mottagelig som Rida for mjøldogg (*Erysiphe graminis*), og begge disse sortene er mer mottagelig for mjøldogg enn Folke. Når det gjelder angrep av sykdommen hveteaksprikk (*Septoria nodorum*) foreligger det få observasjoner. Resultatene fra de offisielle forsøkene (tabell 3) tyder på at Kalle er noe sterkere mot angrep enn Rida, men svakere enn Folke.

Avkastning og stråstyrke

Kalle har i foredlingsforsøk på Østlandet i perioden 1984-90 gitt 17% større avling enn Rida (tabell 1). I offisielle forsøk i perioden 1986-90, (tabell 4) lå Kalle 20% over Rida i forsøk på Østlandet. Videre har Kalle gjort det best i forhold til Rida på Nord-Østlandet med et merutbytte på 30%. På Sør-Østlandet har Kalle gitt 14% større avling enn Rida, mens meravlingen var 13% i Trøndelag (resultater fra foredlingsfelt i Trøndelag 1988-90).

Kalle har lavere avkastning enn Folke. I foredlingsforsøkene i perioden 1988-90 gav Folke 16% større avling enn Kalle (tabell 2), mens de offisielle forsøkene 1986-90 viser

Tabell 4. Resultater fra offisiell verdiprøving i høsthvete 1986-90 (Snipstad et al. 1990)
 Table 4. Results from the official trials of winter wheat variety testing 1986-90 (Snipstad & al 1990)

	Avling, kg/daa og i % av Rida			Vann % v/høst	Legde % v/høst	Mjøl- dogg %	Gul- rust %
	Hele Østl.	Sør- Østl.	Nord- Østl.				
	Yield, Kg/daa and relative to Rida						
Østl.	South- Østl.	North- Østl.	Moist. cont. %	Lot- ging %	Disease infection Eg ¹ %	Ps ² %	
Anrall felt No. of trials	40	22	18	26	18	16	14
Rida	421	448	385	20,2	40	15	40
Følge	138	129	152	27,7	28	6	1
Kalle	120	114	130	20,9	31	14	2

¹ *Erysiphe graminis* (Mjøldogg) (Mildew)

² *Puccinia striiformis* (Gulrust) (Stripe rust)

en avlingsforskjell på 15% (tabell 4). Det større avlingspotensialet hos Følge i forhold til Kalle skyldes i første rekke den lengre veksttiden hos sorten Følge.

Mye av avlingsframgangen hos Kalle i forhold til Rida skyldes bedre resistens mot gulrust, men Kalle har også noe bedre stråstyrke enn Rida. I foredlingsforsøkene (tabell 1) hadde Kalle i middel noe mindre legde enn Rida, men denne forskjellen er ikke signifikant. Imidlertid har Kalle en betydelig større avling (+70kg/daa) enn Rida å holde oppe. Denne forskjellen i stråstyrke mellom Kalle og Rida kommer tydeligere fram i tabell 2, resultater fra foredlingsforsøk 1988-90. I de offisielle forsøkene (tabell 4) hadde Kalle i middel mindre legde enn Rida. Kalle har imidlertid noe mer legde enn Følge, og blir derfor vurdert som noe mer stråsvak enn denne sorten (tabell 3).

Rida, Kalle og Følge har omtrent like langt strå, og de må i forhold til andre moderne hvetesorter karakteriseres som lange sorter. Forskjellene i legdeprosent mellom de 3 sortene må derfor skyldes forskjeller i stråets egenskaper (spesifikk stråstyrke).

Kornkvalitet

I foredlingsforsøkene har Kalle hatt høyere hektolitervekt enn Rida (tabell 1). Dette skyldes sannsynligvis de sterke gulrustangrepene på Rida som har gitt noe skrumpte korn. I de andre kvalitetsegenskapene som prisen graderes etter, falltall og proteininnhold, er det ikke forskjell på Rida og Kalle. Følge har imidlertid lavere proteininnhold enn Rida og Kalle (tabell 2), men dette må ses i sammenheng med den høyere avlinga som denne sorten gir. Ved riktig nitrogendosering er det mulig å få like høyt proteininnhold også i Følge (Åssveen 1991).

Zeleny sedimentasjon er en enkel test for bakekvalitet. Denne testen uttrykker både effekten av proteininnhold og proteinkvalitet for bakekvaliteten til brød, og høyere sedimentasjonsverdier gir bedre bakekvalitet. Resultatene viser at Kalle har høyere sedimentasjonsverdi enn Rida. Dette forklares først og fremst med at Kalle har bedre proteinkvalitet siden proteininnholdet i disse sortene er likt. Følge har også lavere sedi-

mentasjonsverdi enn Kalle. Dette har sammenheng med et lavere proteininnhold, men kan også skyldes en noe dårligere proteinkvalitet (Uhlen 1991, under utarbeidelse).

Sammensetningen av «høymolekylære (HMW) glutenin enheter», en gruppe polypeptider som utgjør en del av proteinfraksjonen glutenin, og som har stor betydning for bakekvaliteten, er undersøkt hos norske hvetesorter (Uhlen 1991, under utarbeidelse). Både Rida og Kalle har bl.a. HMW glutenin enhetene 5 + 10, mens Folke har enhetene 2 + 12. Denne forskjellen i sammensetning av HMW glutenin enheter har stor betydning for bakekvaliteten. Ved produksjon av brød har sorter med HMW glutenin enhetene 5 + 10 gitt en klart bedre kvalitet enn sorter med enhetene 2 + 12 (se Uhlen 1990 for litteraturoversikt).

Resultater fra nitrogen gjødslingsforsøkene ved Institutt for plantekultur i 1989-90 som gjelder avling og effekter på kornkvaliteten er vist i tabell 5. Avlingsnivået var lavt, og proteininnholdet ble høyt i disse forsøkene. Proteininnholdet i kornet hos Kalle økte helt opp til høyeste nitrogen-nivå. Zeleny sedimentasjon økte med proteininnholdet i kornet. Ved deling av nitrogen-gjødsel, her ved å gi 3 kg N/daa ved aksskyting, økte proteininnholdet i kornet med 0,7 prosentenheter. Kalle viste omtrent samme reaksjonsmønster på delgjødsling og økende nitrogen gjødsling som andre hvetesorter som er prøvd i tilsvarende forsøk (Stabbetorp 1991, Sogn & Skorge 1988; 1991, Åssveen 1991). For de andre kvalitetsegenskapene, hektolitervekt, tusenkornvekt og falltall, var det imidlertid ingen signifikante utslag hos Kalle av de nevnte behandlinger.

Tabell 5. Avling og kvalitet hos Kalle. Resultater fra faktorielle nitrogen gjødslingsforsøk i 1989-90
Table 5. Yield and quality properties of Kalle. Data from trials with different nitrogen applications 1989-90

Behandling	Avling Kg/daa	III- vekt Test wt.	Tk.- vekt 1000 korn.	Fall- tall Fal- ling No.	Protein innh. % Protein content %	Zeleny sed. ml Zeleny sed. ml
Treatment	Yield Kg/daa	Kg/hl	wt.			
13 kg N/daa	374	80.7	37.9	242	13.3	54
16 kg N/daa	384	80.9	37.7	240	14.1	59
19 kg N/daa	384	80.9	37.8	227	14.4	61
middelfeil s. e.	6	1.3	1.4	8	0.7	0.6
alt om våren all N in spring	382	80.7	37.8	232	13.6	56
3 kg N/daa v/aksskyt 3 kg N/daa at heading	379	81.0	37.9	241	14.3	60
middelfeil s. e.	5	1.1	1.2	7	0.6	0.5
Antall felt No. of trials	4	4	4	2	4	4

I tillegg til de nevnte egenskapene proteininnhold, proteinkvalitet og falltall har også egenskapen endosperm tekstur, «hard» eller «bløt» («soft»), betydning for bakekvaliteten. Til brød ønskes en hard endosperm tekstur, mens en bløt tekstur er bedre til kaker og kjeks. Prøver av 1990-avlinga av sortene Rida, Kalle og Folke ble analysert for endosperm tekstur ved Weibullsholm Växtförädlingsinstitut, Landskrona, Sverige. Resultatene er vist i tabell 6 og er angitt i «Pearling Index», som er en vanlig analysemetode for endosperm tekstur (Taylor et al. 1939). Sorten Neepawa, en hard Canadian Western Red Spring (CWRS) hvete dyrket i Canada ble tatt med som en referanse-sort.

Tabell 6. Endosperm tekstur angitt i Pearling Index for høstvetesortene Rida, Kalle og Folke. Vårhvetesorten Neepawa av CWRS-typen er med som referansesort

Table 6. Endosperm texture measured by the Pearling Index method of the winter wheat varieties Rida, Kalle and Folke. The spring wheat CWRS variety Neepawa is included as a control

Sort/ Variety	Pearling Index
Rida	4.8
Kalle	5.1
Folke	7.3
Neepawa	7.6

Resultatene viser at både Rida og Kalle har bløt endosperm tekstur, mens Folke har hard endosperm tekstur.

KONKLUSJON

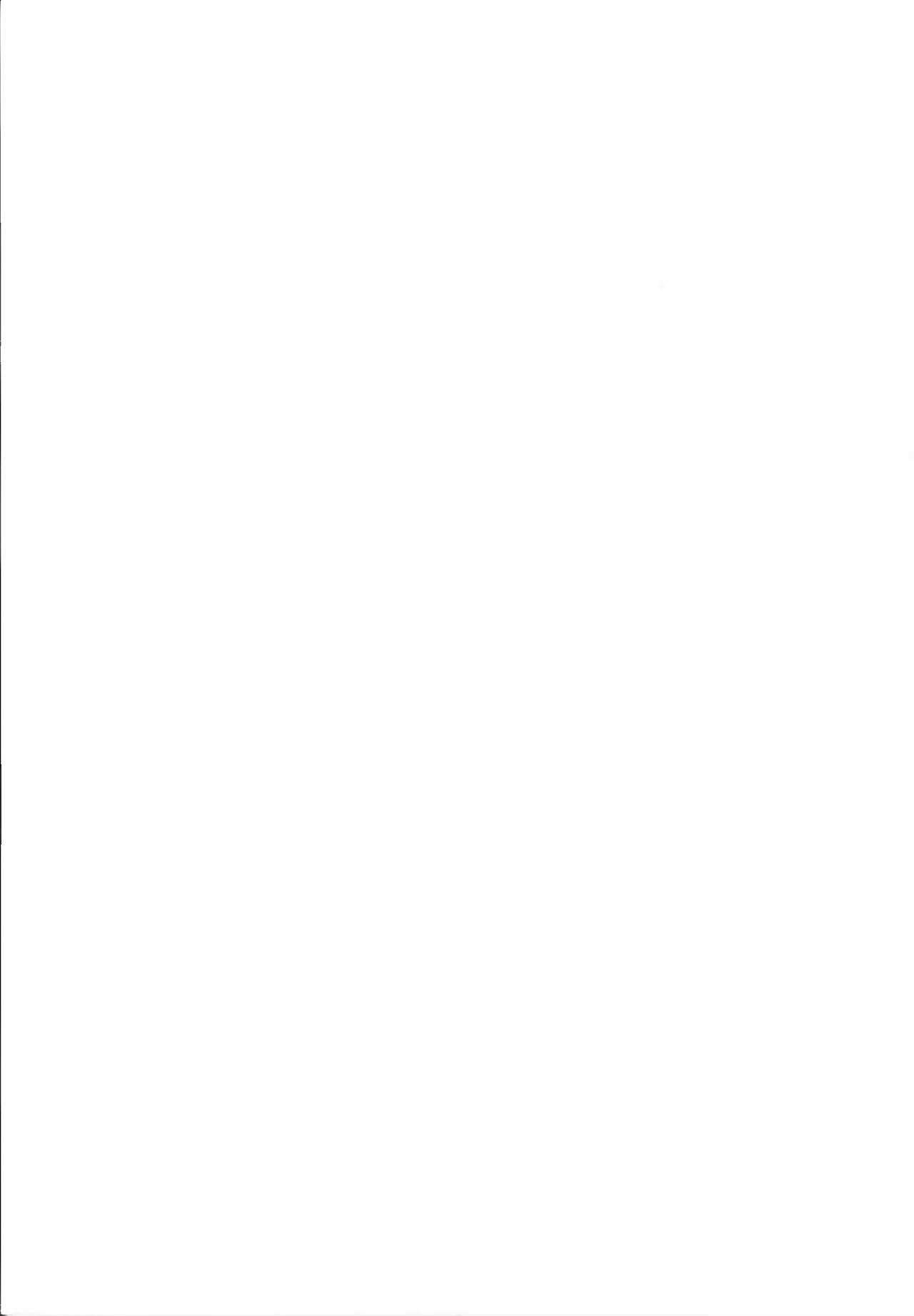
Kalle er en tidlig høstvetesort med veksttid som Rida, og med god overvintringsevne. I sortsvalget vil derfor Kalle først og fremst erstatte Rida, og være et godt alternativ i de strøk av landet hvor disse egenskapene er av stor betydning. I de søndre områdene hvor veksttida er lang, kan ikke Kalle konkurrere med Folke i avkastning. Den viktigste forbedringen hos Kalle i forhold til Rida er resistensen mot gulrust. Kvalitetsegenskapene for produksjon av brød viser at Kalle har rimelige gode proteinegenskaper til høsthvete å være, men Kalle scorer noe lavere når det gjelder endosperm tekstur. Kalle er således ikke ideell som brødhvete, men den kan gi et godt bakeresultat i blanding med andre hvetesorter.

LITERATUR

Gale, M.D. & G.A. Marshall 1978. A classification of the Norin 10 and Tom Thumb dwarfing genes in hexaploid bread wheat. p.p. 995-1001 In: Ramanujam, S. (ed.) Proc. 5th Int. Wheat Genetics Symp., New Delhi 1978.

Fribe, B., M. Heun & W. Bushuk 1989. Cytological characterization, powdery mildew resistance and storage protein composition of tetraploid and hexaploid 1B1/1RS wheat-rye translocation lines. TAG 78: 425-32.

- McIntosh, R.A. 1988. Catalogue of gene symbols for wheat. p.p. 1225-1323 In: 7th Int. Wheat Genetics Symp., Cambridge, UK 1988, Institute of Plant Science Research, Cambridge Laboratory, Trumpington, Cambridge. Vol. 2, 1225-1323.
- Merker, A. 1982. «Veery», a CIMMYT spring wheat with the IBL/IRS translocation, Cereal Res. Comm. 10:105-106.
- Nissen, Ø. & E. Mosleth 1986. Brukerveiledning for MSTAT. Landbruksbokhandelen Ås-NLH. 4. utg. ISBN 82-557-0225-3.
- Snipstad, A., M. Åssveen & H. Oskarsen 1989. Kornsorter for Østlandet, Trøndelag og Sør-Vestlandet. Aktuelt fra Statens fagtjeneste for landbruket. Nr. 1. 1989. ISSN 0333-1121. 68s.
- Snipstad, A., M. Åssveen & M.A. Bleken 1990. Kornsorter for Østlandet, Trøndelag og Sør-Vestlandet. Aktuelt fra Statens fagtjeneste for landbruket. Nr 16 1990. ISSN 0333-1121. 77s.
- Sogn, L. & P.G. Skorge 1988. Delt nitrogen gjødsling til hvete. Virkning på proteininnhold, avling og bakekvalitet. s. 134- 144 I: Jord og plantekultur på Østlandet, Aktuelt fra Statens fagtjeneste for Landbruket nr 2 1988. ISSN 0333-1121.
- Sogn, L. & P.G. Skorge 1991. Delt nitrogen gjødsling til hvete. s. 280-87 I: Jord- og plantekultur på Østlandet. FAGINFO SFFL Nr 1. 1991. ISSN 0803-2173.
- Stabbetorp, H. 1991. Ulike nitrogen gjødselslag til delt gjødsling i hvete. s. 273-279 I: Jord- og plantekultur på Østlandet. FAGINFO SFFL Nr 1. 1991. ISSN 0803-2173.
- Taylor, J.W., B.B. Bayles & C.C. Fifeild 1939. A simple measure of kernel hardness in wheat. J. Amer. Soc. Agron. 31: 775-84.
- Uhlen, A.K. 1990. The composition of high molecular weight glutenin subunits in Norwegian wheats and their relation to bread-making quality. Norwegian J. Agric. Sci. 4: 1-17.
- Uhlen, A.K. 1991. Proteinsammensetning hos norske hvetesorter - betydning for bakekvalitetsegenskaper og for bruk i sortsidentifisering. (Under utarbeidelse).
- Åssveen, M. 1991. Forsøk med delgjødsling, samt sprøyting med stråforkortnings-, sopp- og insektmidler i Rida og Folke høsthvete. s. 259-272. I: Jord- og plantekultur på Østlandet. FAGINFO SFFL Nr 1. 1991. ISSN 0803-2173.







RETTLEIING FOR FORFATTARAR

MANUSKRIFTET

Manuskriptet skal vera maskinskrive på ei side av papiret. Bruk 8 mm lineavstand (3 liner per tomme) og ein marg på minst 3 cm. Lat kvar av dei følgjande bolkane byrja på nytt ark: (1) tittel, (2) utdrag og nøkkelord, (3) teksta, (4) etterord, (5) litteraturliste, (6) tabellar, (7) figurtekster.

Nummerer sidene med 1 på tittelsida.

Artikkelen skal normalt vera delt inn i (1) innleiing, (2) materiale og metodar, (3) resultat, (4) drøfting og (5) samandrag.

Det kan brukast tre gradar av underoverskrifter, som deler opp og klargjer teksta. Artiklane skal vera så korte som råd og vanlegvis ikkje lengre enn 20 manussider medrekna tabellar og figurar. Dei må sendast redaksjonen i to eksemplar.

TITTELSIDA

På tittelsida skal stå:

1. Tittelen på artikkelen.

Gjer tittelen presis, men så kort som råd. Undertittel kan brukast, men òg han må vera stutt. Både tittel og undertittel skal vera omsette til engelsk.

2. Ein forkorta tittel, som skal brukast som kolumnetittel, og som ikkje bør vera på meir enn 40 bokstavar.

3. Fullt namn på alle forfattarar.

4. Namn og adresse på institusjonar og/eller avdelingar med fagleg ansvar for granskinga. Institusjonsnamna skal også vera på engelsk.

UTDRAG OG NØKKELOD

Utdrag og nøkkelord skal vera på engelsk (abstract, key words). Bruk nøkkelord som er lista i Agrovoc. Utdraget skal ikkje vera lengre enn 150 ord. Det skal gi eit kort samandrag av artikkelen med hovudvekt på resultat og konklusjonar og mindre vekt på føremålet med granskinga og metodane. Bruk berre standard forkortingar i utdraget.

Bruk ikkje fleire enn 10 nøkkelord, som skal forast opp alfabetisk. Oppgi namn og adresse på den forfattaren som skal ta imot eventuell korrespondanse, korrektur og særprent.

ETTERORD

Takk skal rettast berre til personar som har ytt noko vesentleg til granskinga. Forfattaren skal sikra seg at personar som vert nemnde, kan gå god for resultatane og konklusjonane i artikkelen.

TABELLAR

Skriv kvar tabell med 8 mm lineavstand på eige ark. Nummerer tabellane med arabiske tal. Gi kvar tabell ei stutt, men dekkjande tekst så lesaren kan skjønna tabellen utan å sjå i artikkelteksta. Bruk fotnotar til forklaring av forkortingar o.l., og bruk desse symbola i rekkjefølgja: ¹⁾, ²⁾, ³⁾, ⁴⁾, ⁵⁾.

Unngå loddrette og vassrette liner i tabellane. Tabellteksta og all tekst i tabellen skal vera omsett til engelsk.

FIGURAR

Alle illustrasjonar vert rekna som figurar. Dei skal nummererast med arabiske tal. Bokstavar, tal og symbol må vera klare, stå i høve til kvarandre og vera store nok til å tåla minsking. Forfattaren bør gjera seg opp ei meining om figurane skal dekkja 1, 1½ eller 2 spaltar og teikna figurane slik at tal og bokstavar i alle vert om lag like store etter minskinga. Fotografi bør vera så nær den prenta storleiken som mogleg. Om forstøring eller minsking er viktig for fotografiet, bør målestokken stå på baksida av fotografiet og ikkje i teksta til bildet. Kvar figur skal ha ei tekst som gjer han skjønleg utan å sjå i artikkelteksta. Alle figurtekstene skal skrivast på eige ark og med engelsk omsetjing.

LITTERATURTILVISINGAR

I teksta vert det vist til litteratur ved forfattarnamn og årstal etter Harvardsystemet: Høeg (1971) eller (Høeg 1971). Eit arbeid av to forfattarar vert vist til ved begge namna kvar gong: Oen & Vestrheim (1985) eller (Oen & Vestrheim 1985). Når det er fleire enn to forfattarar, skal ein visa til første forfattaren med tillegget «et al.»: Aase et al. (1977) eller (Aase et al. 1977).

Litteraturlista vert ordna alfabetisk etter forfattarnamn, og under kvar forfattar i kronologisk orden. Er ein vist til fleire publikasjonar av same forfattar same året, må ein føya til a, b osv. etter årstalet både i litteraturlista og ved tilvising i teksta.

Høeg, O.A. 1971. Vitenskapelig forfatterskap. 2. utg. Universitetsforlaget, Oslo. 131 s.

Juntilla, O. & I. Schjelderup 1984. Seed production and vivipary in timothy (*Phleum pratense* L.), s. 51–55 i H. Riley & A.O. Skjelvåg (red.). The Impact of Climate on Grass Production and Quality. Proceedings of The 10th General Meeting of The European Grassland Federation, Ås–Norway 26–30 June 1984.

Oen, H. & S. Vestrheim 1985. Detection of non-volatile acids in sweet cherry fruits. *Acta agriculturae scandinavica* 35: 145–152.

Strømnes, R. 1983. Maskinell markberedning og manuell planting. Landbrukets årbok 1984: 265–278.

Uhlen, G. 1968. Nitrogengjødsling til ettårig raigras. *Jord og avling* 10 (3) : 5–8.

Aase, K.F., F. Sundstøl & K. Myhr 1977. Forsøk med strandrøyr og nokre andre grasarter. *Forskning og forsøk i landbruket* 27: 575–604.

Legg merke til at:

- Berre første forfattaren skal ha etternamnet først
- Teiknet & vert brukt mellom forfattarnamn
- Årstalet etter forfattarnamnet er prenteåret for publikasjonen
- Hefte nummer vert sett i parentes etter band/årgangsnummer. Hefte nummer vert teke med berre når kvart hefte byrjar med side 1
- Det skal brukast kolon framfor sidetal for tidskriftartiklar
- Årstal skal nyttast der band/årgangsnummer vantar
- Ved tilvising til bok skal forlag og utgjevarstad først opp etter tittelen på boka. Dersom boka har komme i fleire utgåver, skal det står kva for utgåve som er nytta
- Det vert ikkje tilrådd å forkorta namnet på publikasjonar. Eventuelle forkortingar bør følgja World List of Scientific Periodicals med tillegg av BUCOP, British Union Catalogue of Periodicals

FORKORTINGAR

Bruk standard forkortingar. Avstyttingar som ikkje er standard, skal forklarast i teksta første gongen dei vert brukte. Kvantum og einingar skal vera i samsvar med «Système International d'Unités» (SI).

KORREKTUR

Første korrektur, som er på ferdigmonterte sider, vert send til forfattaren, som straks les gjennom og returnerer korrektoren til redaksjonen. Prentefeil skal rettast med blått og eventuelle endringar som forfattaren gjer, med raudt. Andre korrektur vert lesen av redaksjonen.

SÆRPRENT

Saman med førstekorrektoren til forfattaren vert det sendt ei prisliste og eit kort til tinging av særprent. Forfattaren får 50 særprent gratis. Tinginga må sendast redaksjonen saman med korrektoren.

Norsk landbruksforskning

Vol. 6 1992 Nr. 3

Innhold/Content	Side/Page
Effekt av CO ₂ -tilskudd fra lav-NO _x brenner på veksten hos noen veksthusplanter <i>Effect of CO₂ enrichment from a low-NO_x burner on growth of some greenhouse plants</i>	Leiv M. Mortensen 155
Effekt av CO ₂ -tilskudd fra lav-NO _x brenner på veksten hos tomat ved ulike lysnivå <i>Effect of CO₂ enrichment from a low-NO_x burner on growth of tomato at different light levels</i>	Leiv M. Mortensen 161
Virkning på avlingskomponenter og kvalitet i tre jordbærsorter av jorddekking med plastfolie, radtype og redusert styrke av soppmiddel mot gråskimmel (<i>Botrytis cinerea</i>) <i>Effects of plastic mulch, row type and reduced dosage of fungicide against grey mould (Botrytis cinerea) on yield components and quality of three strawberry varieties</i>	Rolf Nestby 173
Vatning og frukttykning av eplesorten "Lobo" <i>Irrigation and fruit thinning of the apple cultivar "Lobo"</i>	Kristian Lie Kongsrud 183
Verknader av dekking og gjødsling på stiklingproduksjon, avling og bærstorleik hjå jordbærsorten 'Korona' <i>Effects of covering and fertilization on runner production, yield and berry size of the strawberry cultivar 'Korona'</i>	Arnfinn Nes & Arne Hjeltnes 195
Vinterproduksjon av veksthusagurk, en økonomisk vurdering <i>Winter production of greenhouse cucumber: An economic appraisal</i>	Bjørn Kristoffersen, Svein O. Grimstad & Zdenek Sebesta 205
Sukker og glukosinolat i kålrot (<i>Brassica napus</i> L. ssp. <i>rapifera</i>) <i>Sugar and glucosinolate content in swede (Brassica napus L. ssp. rapifera)</i>	Jahn Davik 215
Redusert jordarbeiding på morenejord. Jordundersøkelser <i>Reduced tillage on loam soil. Soil investigations</i>	Egil Ekeberg 223
Vanning, tørkeperioder og N-gjødsling i frøeng av engsvingel <i>Effects of experimental drought periods, irrigation and N-fertilization in meadow fescue (Festuca pratensis Huds.) seed meadows</i>	Gunvald Henning Jonassen 245
Vanning, tørkeperioder og N-gjødsling i plantet og sådd frøeng av hundegras <i>Irrigation, drought periods and N-fertilization in planted and sown stands of cocksfoot (Dactylis glomerata L.)</i>	Gunvald Henning Jonassen 261
Kalle - en ny tidlig høstvetesort <i>Kalle - a new early winter wheat variety</i>	Anne Kjersti Uhlen, Kåre Ringlund & Helge Skinnes 275

Statens fagjeneste for landbruket, Moerveien 12, 1430 Ås, Norge
Norwegian Agricultural Advisory Service, Moerveien 12, 1430 Ås, Norway