

4
(481)N

15 DES 1989

Norsk landbruksforskning

Norwegian Agricultural Research

Vol. 3 1989 Nr. 3

NISK, BIBLIOTEKET



70266699



Norsk institutt for skogforskning
Bibliotek
P.O. 41 - 1432 ÅS-NLH

Statens fagtjeneste for landbruget, Ås, Norge
Norwegian Agricultural Advisory Centre, 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

Fagredaktører/Subject Editors

Even Bratberg	Unni Dahl Gruc	Atle Kvåle	Jon Stene
Rolf Enge	Knut Heie	Fridtjov Sannan	Steinar Tveitnes
Ketil Gravir	Arne Hermansen	Trygve Skjævdal	

Redaksjonsråd/Editorial Board

Sigmund Christensen, Norges landbrukshøgskole, Institutt for maskinlære	Arne Oddvar Skjelvåg, Norges landbrukshøgskole, Institutt for plantekultur
Birger Halvorsen, Norsk institutt for skogforskning	Anders Skrede, Norges landbrukshøgskole, Institutt for husdyrfag
Sigmund Huse, Norges landbrukshøgskole, Institutt for naturforvaltning	Grete Skrede, Norsk Institutt for næringsmiddelforskning
Ole Øvind Hvatum, Norges landbrukshøgskole, Institutt for jordfag	Kjell Steinsholt, Norges landbrukshøgskole, Institutt for meieri- og næringsmiddelfag
Ådne Håland, Særheim forskingsstasjon	Arne H. Strand, Norges landbrukshøgskole, Institutt for meieri- og næringsmiddelfag
Åshild Krogdahl, Institutt for akvakulturforskning	Hans Staaland, Norges landbrukshøgskole, Zoologisk Institutt
Karl Alf Løken, Norges landbrukshøgskole, Institutt for bygningsteknikk	Asbjørn Svendsrud, Norges landbrukshøgskole, Institutt for skogøkonomi
Toralv Matre, Norges landbrukshøgskole, Institutt for husdyrfag	Geir Tutturen, Landbruksteknisk institutt
Einar Myhr, Norges landbrukshøgskole, Institutt for hydroteknikk	Odd Vangen, Norges landbrukshøgskole, Institutt for husdyrfag
Kjell Bjarte Ringøy, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning	Sigbjørn Vestrheim, Norges landbrukshøgskole, Institutt for hagebruk
Ragnar Salte, Institutt for akvakulturforskning	Kåre Årsvoll, Statens plantevern
Martin Sandvik, Norsk institutt for skogforskning	
Hans Sevatdal, Norges landbrukshøgskole, Institutt for jordskifte og arealplanlegging	

UTGIVER/PUBLISHER

Statens fagteneste for landbruket/*Norwegian Agricultural Advisory Centre*, 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 fagteneste for landbruket/*Norwegian Agricultural Advisory Centre*.

TØRKE VED ULIKE UTVIKLINGSSTADIER HOS VÅRRYBS

Drought periods at different stages of growth of spring sown oil-seed rape (Brassica campestris, cv. Tove)

HUGH RILEY

Statens forskingsstasjoner i landbruk, Kise forskingsstasjon, Nes på Hedmark, Norge

The Norwegian State Agricultural Research Stations, Kise Research Station, Nes på Hedmark, Norway

Riley, H. 1989. Drought periods at different stages of growth of spring sown oil-seed rape (*Brassica campestris*, cv. Tove). Norsk landbruksforskning 3:167-175. ISSN 0801-5333.

The effect of sheltering oil-seed rape from precipitation at different growth stages was compared over four years with irrigation whenever soil tension at 10-20 cm depth exceed 0.4 bar. Soil moisture depletion was greatest during flowering and pod development. Sheltering during the vegetative growth period gave large reductions (20-26%) in leaf and stalk weights at harvest in three out of the four years, but had no consistent effect on seed yield. Sheltering during flowering decreased yield by 48% and 9% in years with high and low evaporative demand respectively. Sheltering during pod development reduced seed yield by about 8% in all years, whilst sheltering for 3-4 weeks prior to harvest had little effect on seed yield. The nitrogen concentration in seeds indicated a strong negative correlation with yield level, whereas the oil concentration was positively correlated with yield.

Key words: Drought, evaporation, growth stages, irrigation, nitrogen concentration, oil content, rape yield.

Hugh Riley, The Norwegian State Agricultural Research Stations, Kise Research Station, N-2350 Nes på Hedmark, Norway.

Det er rapportert om betydelige utslag for vanning hos oljevekster i Norden, Kanada og Australia. I flere tilfeller er det nevnt at vanning bør fortsette til etter blomstring (Krogman og Hobbs 1975, Clarke og Simpson 1978, Wright et al. 1988). Tidlig vanning gir stor økning i plantemasse, men det er usikkert om dette fører til økt frøavling (Linnér 1981). I danske forsøk er det funnet at for

mye vann i strekningsfasen (før blomstring) lett fører til legde, med påfølgende avlingstap (Jensen 1986). I en australsk undersøkelse av gjødslingstidspunkt til raps (*Brassica napus*) vises det imidlertid til en sammenheng mellom stort bladareal og stort antall skolmer, som var den viktigste avlingskomponent hos denne veksten (Wright et al. 1988).

Denne meldingen tar for seg resultatene av fire års forsøk på Kise forskingsstasjon, hvor tørkefølsomheten hos vårrybs (*Brassica campestris*) er undersøkt i ulike vekststadier.

MATERIALE OG METODER

Forsøksopplegget var av samme type som tidligere benyttet på Kise til lignende undersøkelser hos andre vekster (Dragland 1975). Fire forsøksledd, som ble skjermet mot nedbør til forskjellige tider i vekstsesongen, ble sammenlignet med et ledd hvor jorda ble holdt godt oppfuktet hele tiden (tensiometersug < 0,4 bar i 10 - 20 cm dybde). For å oppnå rask uttørking av jorda ved skjerming, ble forsøket utført på tørkesvak jord (mold- og grusrik lettleire, med grus under). Jordas lagringsevne for tilgjengelig vann var ca. 70 mm ned til 50 cm dybde.

Vårrybssorten 'Tove' ble sådd med 13 cm radavstand, 1,2 kg/daa såmengde og 48 kg/daa fullgjødning 21-4-10 (10 kg N/daa). Forsøket hadde fire gjentak, og rutestørrelsen var 4 x 4 m. Sådatoen varierte mellom 6. mai og 14. mai, mens første spiring var omkring 20. mai i alle år.

Datoene med skjerming er vist i tabell 1. Den første skjermingsperioden omfattet vegetativ utvikling fra rosettdannelse til slutten av knoppstadiet (2.1 til 3.3 på FAO-skalaen) og var av 3 til 4 ukers varighet. De neste to periodene varte ca. 3 uker, og falt sammen med

henholdsvis blomstring (4.1 til 4.4 etter FAO) og skolmutvikling (5.1 til 5.3 etter FAO). Den siste perioden, som var under modningsfasen (5.4 til 5.5 etter FAO), varte fra 3 til 4 uker, avhengig av værforholdene.

Opplysninger om potensiell fordampning i de ulike vekstperiodene er gitt i tabell 2, sammen med nedbørmengdene på uskjermete ruter, sammenlignet med normale verdier. Fordampingskravet i den vegetative fasen lå nær det normale unntatt i 1987 da været var mye kaldere enn normalt, og med ekstremt mye nedbør. I blomstringsfasen var to av årene kaldere enn normalt ('85 og '87) og to var varmere ('86 og '88). Under skolmutvikling var det lavere fordampning enn normalt i 1985 og 1988, mens det var både kaldere og fuktigere enn normalt alle år under modningsfasen.

Vanningsbehov ble bedømt ved bruk av tensiometre i 10 - 20 cm dybde. Kontroll-leddet ble vannet med 100 mm i 1985, 195 mm i 1986, 95 mm i 1987 og 105 mm i 1988, med 20 - 25 mm hver gang. De øvrige leddene ble vannet ved avsluttet skjerming, og ellers som på kontroll-leddet. Vanninnholdet i 0 - 50 cm dybde ble målt ved bruk av nøytronmeter på to gjentak.

RESULTAT

Jordfuktighet

Jordas vanninnhold før og etter skjerming er vist i figur 1, sammenlignet med

Tabell 1. Perioder med skjerming mot nedbør i ulike utviklingsstadier
Table 1. Periods with sheltering against precipitation at different stages of growth

År Year	Utviklingsstadium Growth stage			
	Vegetativ Vegetative	Blomstring Flowering	Skolmutvikling Pod development	Modning Ripening
1985	24.05-21.06	22.06-12.07	13.07-02.08	03.08-02.09
1986	22.05-20.06	21.06-11.07	12.07-01.08	02.08-26.08
1987	22.05-19.06	20.06-13.07	14.07-03.08	04.08-31.08
1988	24.05-17.06	18.06-08.07	09.07-29.07	30.07-18.08

Tabell 2. Potensiell fordampning fra fri vannflate (Thorsrud 2500) og nedbørmengder på uskjermete forsøksledd i ulike vekstperioder
 Table 2. Potential evaporation from open water (0.25 m²) and amounts of precipitation on unsheltered plots at different stages of growth

Vekststadium: Growth stage Uker fra spiring: Weeks from germination		Vegativ Vegetative 1-4	Blomstring Flowering 5-7	Skolmutvikling Pod development 8-10	Modning Ripening 11-14
Fordampings- sum (mm)	1985	66	40	44	50
	1986	67	75	59	39
Evap. sum (mm)	1987	49	53	51	42
	1988	68	74	43	43
	20-års normal ¹	75	62	53	63
Fordampning pr. døgn (mm)	1985	2,3	1,9	2,1	1,6
	1986	2,2	3,6	2,8	1,5
Evap./day (mm)	1987	1,7	2,2	2,4	1,6
	1988	2,7	3,5	2,0	2,0
	20-års normal ¹	2,6	2,8	2,5	2,2
Nedbørsum (mm)	1985	30	62	81	146
	1986	42	9	34	77
Precip. sum (mm)	1987	151	44	46	96
	1988	35	33	122	67
	20-års normal ¹	36	60	43	52

¹) 1967-1986 ved Kise forskingsstasjon
 Twenty-year normal values

kontroll-leddet. Uttørkinga var sterkast under blomstring og skolmutvikling. Omtrent 70 - 80 % av jordas tilgjengelig vannkapasitet ble oppbrukt i disse fasene, bortsett fra i 1985 da forbruket var 50 %.

I de tidligere og senere vekstfasene ble som regel bare 25 - 50 % av det tilgjengelige vannet oppbrukt. Dette skyldes trolig både mindre grønn bladmasse og mindre potensiell fordampning i disse periodene.

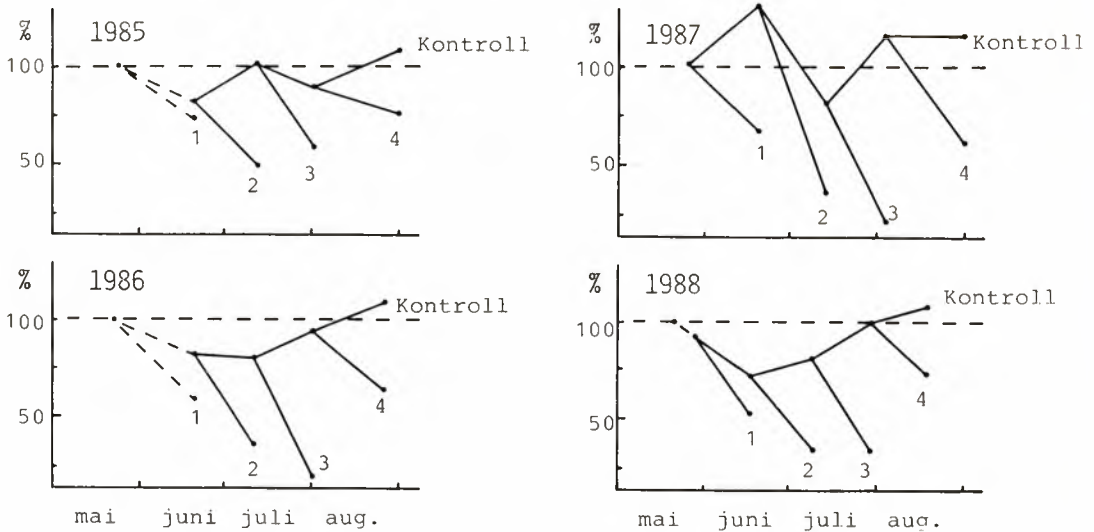
Den aktuelle fordampingen, beregnet som vannforbruket i skjermingsperiodene i forhold til potensiell fordampning, var ca. 40 % i den vegetative perioden, ca. 70 % under blomstring, ca. 80 % under skolmutvikling og ca. 60 % i modningsfasen.

Avling

Virkningen av tørkeperiodene på halm-mengde og frøavling varierte med årene (tabell 3 og 4).

Tidlig tørke førte til sterk hemming av den vegetative veksten i tre av årene, mens situasjonen var den motsatte i 1987. De ekstreme nedbørmengdene dette året førte trolig til N-utvasking på uskjermete ledd, mens det lave fordampingskravet hindret tørkeskade på leddet med skjerming. Målinger av bladarealindeks den 19. juni 1985 viste en verdi på bare 1,3 ved tidlig tørke, mens verdien var 4,5 der det var vannet. Fersk plantevekt målt på samme tidspunkt i 1986 var bare halvparten så stor på førstnevnte leddet som på de øvrige, men forskjellen i tørrvekt var langt mindre.

Tørke under blomstring reduserte halm-mengden betydelig i alle år, mens



Vekstperiode med skjerming Growth stage with sheltering

- | | | |
|---|-----------------|-------------------|
| 1 | Vegetativ vekst | Vegetative growth |
| 2 | Blomstring | Flowering |
| 3 | Skolmutvikling | Pod development |
| 4 | Modning | Ripening |

Figur 1. Jordas vanninnhold i 0-50 cm dybde, som prosent av den tilgjengelige mengden (100% = 70 mm) i forsøksledd som ble skjernet mot nedbør ved ulike utviklingsstadier (1-4), sammenlignet med et vannet kontroll-ledd

Figure 1. Soil moisture contents at 0-50 cm depths, as percentages of the available water capacity (100% = 70 mm) for plots sheltered from rainfall at different growth stages (1-4), compared with an irrigated control treatment

Tabell 3. Halmmengde (kg/daa med 10% vanninnhold) etter tørke ved ulike utviklingsstadier sammenlignet med kontrollleddet (ingen tørke)

Table 3. Yields of haulm (kg/daa at 10% moisture) following drought at different stages of growth compared with the control treatment (no drought)

	HALMMENGDE HAULM YIELD					Middelfeil s.e. trt.
	Kontroll Control	Vegetativ Vegetative	Blomstring Flowering	Skolmutv. Pod development	Modning Ripening	
1985	451	-99	92	-57	+38	18
1986	431	-113	-63	-37	+18	16
1987	546	+95	-47	-37	+85	51
1988	506	-119	-93	+17	+54	17
Middel Mean	484	-59	-74	-29	+49	11
Rel. %	100	-12	-15	-6	+10	

Samspill Interaction $P < 0,05$

LSD, 5% mellom ledd innen / mellom år = 87

LSD, 5% between/within years

Tabell 4. Frøavling (kg/daa med 10% vanninnhold) etter tørke ved ulike utviklingsstadier sammenlignet med kontrollleddet (ingen tørke)

Table 4. Yields of seed (kg/daa at 10% moisture) following drought at different stages of growth compared with the control treatment (no drought)

	FRØAVLING SEED YIELD					
	Kontroll Control	Vegetativ Vegetative	Blomstring Flowering	Skolmutv. Pod. development	Modning Ripening	Middelfeil s.e. trt.
1985	188	-14	-13	-14	+8	5
1986	171	+4	-83	-20	-2	7
1987	204	+14	-20	-13	+8	7
1988	149	-18	-70	-8	-1	9
Middel Mean	178	-3	-46	-14	-2	4
Rel. %	100	-2	-26	-8	0	

Samspill Interaction $P < 0,001$

LSD, 5% mellom ledd/mellom år = 24

LSD, 5% between/within years

tørke under skolmutvikling hadde mindre betydning. Tørke under modningsfasen hadde en tendens til å gi større halmmengde. Dette skyldes trolig at tørre forhold under modning har hindret både mekanisk og biologisk nedbryting av bladverk og stengler.

Det var ingen entydig virkning på frøavlinga av tørke under den vegetative fasen eller under modningsfasen. Den

positive virkningen av tidlig skjerming i 1987 kan ha hatt sammenheng med mindre utvasking. Utslaget var imidlertid ikke signifikant.

Tørke under blomstring og under skolmutvikling førte til entydig avlingsnedgang. Virkningen var særlig stor ved tørke under blomstring i årene 1986 og 1988, da fordampingskravet var spesielt stort. Frøavlingen viste positiv korrela-

Tabell 5. Konsentrasjonen av nitrogen (% av tørrstoff) etter tørke ved ulike utviklingsstadier sammenlignet med kontrollleddet (ingen tørke)

Table 5. Concentrations of nitrogen (% of DM) following drought at various stages of growth compared with the control treatment (no drought)

	N% I FRØ N% IN SEED				
	Kontroll Control	Vegetativ Vegetative	Blomstring Flowering	Skolmutvikling Pod development	Modning Ripening
1985	3,27	-0,08	-0,09	-0,14	-0,16
1986	3,16	+0,09	+0,55	+0,17	-0,04
1987	2,72	+0,18	+0,11	+0,19	+0,05
1988	3,50	+0,39	+0,45	-0,08	-0,16
Middel Mean	3,16	+0,15	+0,26	+0,03	-0,08

Samspill Interaction $P < 0,001$

LSD, 5% mellom ledd innen/mellom år = 0,16

LSD, 5% between/within years

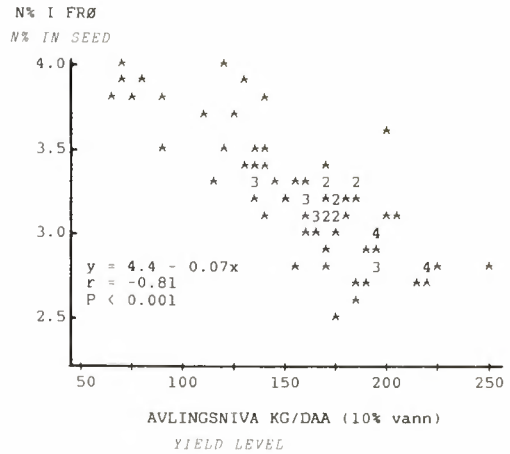
sjon med halmmengden i bare ett av de fire årene (1985).

Innhold av næringsstoff

Konsentrasjonen av nitrogen i frøtørrstoffet økte som en følge av tørke under den vegetative vekstfasen og under blomstring i tre av fire år (tabell 5). Unntaket var i 1985, da virkningene var små. Tørke under skolmutvikling førte til høyere N-innhold i to år, mens tørke under modning førte til lavere verdier i to år.

Totalt sett var det sterk negativ korrelasjon mellom avlingsnivå og N-konsentrasjon (figur 2). Nedgangen i N-konsentrasjonen pr. kilo avlingsøkning var mer enn dobbelt så stor som det som er rapportert for korn (Strand 1982, Ekeberg 1984). Omregnet til N-mengde i avlinga, var det bare leddet med tørke under blomstring som ga entydig mindre råproteinavling enn kontroll-leddet. Under de varme forholdene i 1986 og 1988, ga tørke under blomstring 40% råprotein tap.

Tørkeperiodene førte ikke til sikre forskjeller i konsentrasjonene av fosfor og kalium i frøet. Konsentrasjonen varierte omkring 1,0% P og 0,8% K av tørrstoffet.



Figur 2 Korrelasjonen mellom nitrogen-konsentrasjonen i frøtørrstoffet og avlingsnivået. 1985-1988

Figure 2. The correlation of seed nitrogen concentration with yield level. Data for 1985-1988

Konsentrasjonen av olje i frøet (tabell 6) viste også samspill mellom år og forsøksledd. Tørke under modningsfasen hadde ingen innvirkning på oljekonsentrasjonen. De øvrige tørkeperiodene førte til en reduksjon av oljeinnholdet i alle år unntatt 1985, da virkningen var det motsatte. Nedgangen var spesielt stor

Tabell 6. Konsentrasjonen av olje i frø (% av tørrstoff) etter tørke ved ulike utviklingsstadier sammenlignet med kontrollleddet (ingen tørke)

Table 6. Concentrations of oil in seed (% of DM) following drought at various stages of growth compared with the control treatment (no drought)

	OLJE I FRØ OIL IN SEED				
	Kontroll Control	Vegetativ Vegetative	Blomstring Flowering	Skolmutvikling Pod development	Modning Ripening
1985	41,2	+0,8	+1,0	+1,7	0,0
1986	43,0	-0,6	-2,2	-0,6	+0,3
1987	46,1	-1,7	-0,7	-0,9	-0,3
1988	40,9	-3,8	-4,7	-0,4	+0,3
Middel Mean	42,8	-1,3	-1,7	-0,1	+0,1

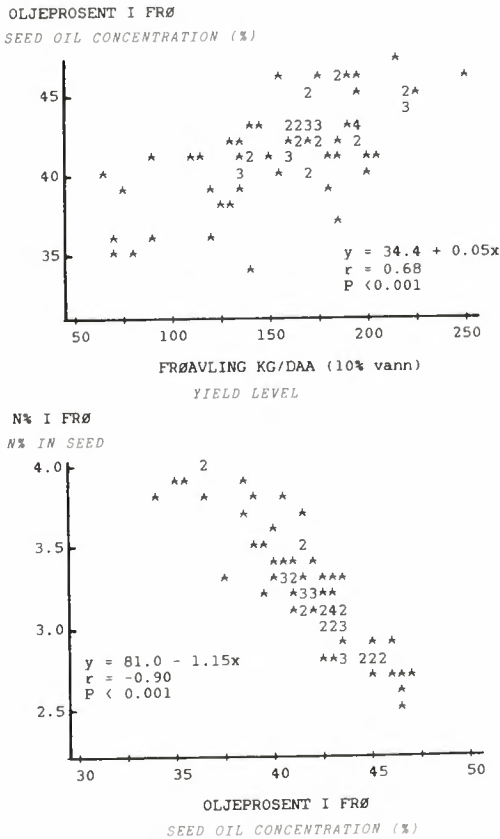
Samspill Interaction P<0,001

LSD, 5% mellom ledd innen/mellom år = 1,8

LSD, 5% between/within years

ved tørke under blomstring i 1986 og 1988, og ved tørke før blomstring i 1988. Også andre har funnet at vanning øker oljekonsentrasjonen såvel som avlingen (Krogmann & Hobbs 1975, Linnér 1981 og Jensen 1986).

Korrelasjonen av oljekonsentrasjonen med avlingsnivå var positiv, mens den med nitrogenkonsentrasjonen var sterkt negativ (figur 3). Et lignende forhold går fram av resultatene til Jensen (1986).



Figur 3. Korrelasjonene mellom oljeprosenten i frøet og avlingsnivået (over) og konsentrasjonen av nitrogen (under)

Figure 3. Correlations of seed oil concentration with yield level (above) and with seed nitrogen concentration (below)

Frøavling og relativ fordampning

Forholdet mellom aktuell og potensiell fordampning kan benyttes som en tørkeindeks. Størrelsen er betinget av plantenes bladutvikling og jordas uttørkingsgrad.

Målinger av bladarealutvikling hos rybs viste at nivået som er nødvendig for maksimal transpirasjon ($LAI = 2,75$) nås, i likhet med korn, ca. tre uker etter spiring. Derfor ble det brukt samme beregningsmodell for relativ fordampning som tidligere er brukt til korn (Riley 1989). Modellen forutsetter at bladarealet øker lineært inntil tre uker fra spiring, og avtar lineært fra 2,75 til null mellom 10 og 13 uker fra spiring. Jordas tilgjengelige vannkapasitet ble satt til 70 mm.

Betydningen av relativ fordampning i ulike vekstperioder ble undersøkt ved multipel regresjon mot frøavling, uttrykt som prosent av avlingen på kontroll-leddet. Perioden like før og under blomstring (4-7 uker fra spiring) viste som ventet størst korrelasjon ($r = 0,92$). Denne korrelasjonen var litt større enn den for blomstringsperioden alene. Perioden under skolmutvikling (8-10 uker fra spiring) ga også et signifikant ($P < 0,01$) bidrag i ligningen. Perioden tidlig og sent i vekstsesongen hadde ingen virkning.

$$\text{Rel. frøavl.} = 338 \cdot (Ea/Ep)_1 + 119 \cdot (Ea/Ep)_2 - 356$$

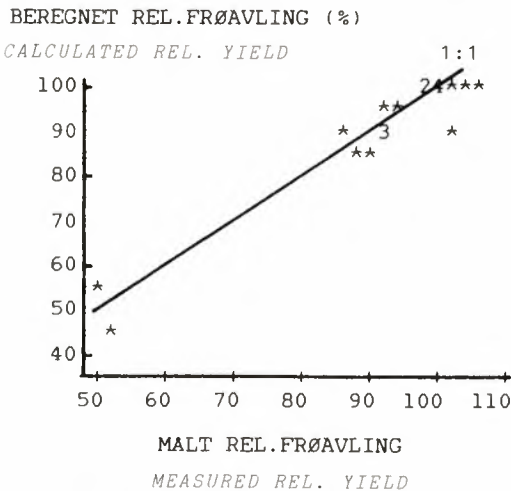
$$(R^2 = 0,90)$$

hvor: $(Ea/Ep)_1$ = relativ fordampning 4 - 7 uker fra spiring

$(Ea/Ep)_2$ = relativ fordampning 8 - 10 uker fra spiring

Den sterke tørken under blomstring i 1986 og 1988 hadde stor innflytelse på denne ligningen (se figur 4). De andre datapunktene viser likevel rimelig samsvar med de beregnete verdiene. Både konstantleddet og helningskoeffisientene i ligningen er imidlertid langt høyere enn det som er funnet i ligninger for korn fra samme type undersøkelse. Ligningen for rybs ble funnet å være

uegnet til å beregne vanningsbehovet over en årrekke, da langvarige tørkeforhold gir beregnete avlingsverdier mindre enn null.



Figur 4. Sammenhengen mellom målt og beregnet relativ frøavling etter regresjon mot relativ fordamping i ulike perioder

Figure 4. The relation between measured relative seed yield and that calculated from regression with relative evapotranspiration at various growth stages

Ligningen er likevel nyttig som en bekræftelse på at en bør sørge for god vann-tilgang også etter avblomstring av rybs, mens situasjonen før knoppskyting er mindre kritisk.

DRØFTING

Betydningen av vanning under blomstring og skolmutvikling er i overensstemmelse med undersøkelsene som er nevnt i innledningen. Clarke og Simpson (1978) rettet spesiell oppmerksomhet mot blomstringsperioden fordi vannmangel på dette tidspunktet gir en kortere blomstringsperiode med dannelse av færre skolmer pr. plante. Raskere avblomstring på skjermete ruter ble også observert i denne undersøkelsen. Wright et al. (1988) mente at perioden etter

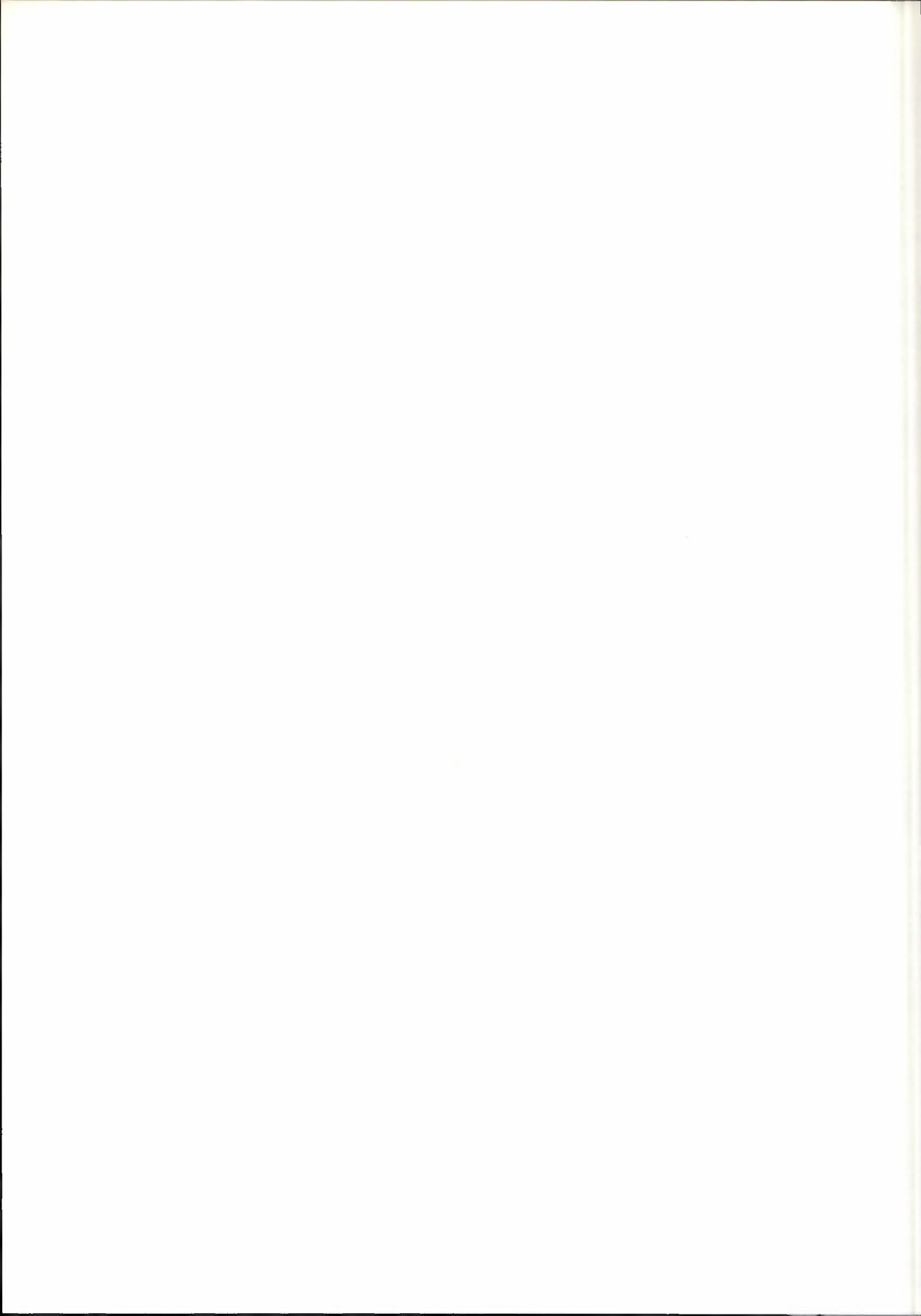
blomstring var vel så viktig, fordi konkurransen mellom skolmer, enten det er forårsaket av vann eller næringsmangel, kan føre til frøabort. Mendham et al. (1981) viste at både frø- og skolmantall hos rybs bestemmes i tre-ukers perioden etter full blomstring, i motsetning til situasjonen for korn, hvor aksantall er avgjort ved busking og kornantall ved blomstring.

Til tross for sterk vegetativ veksthemming ved tidlig tørke, viste rybs i denne undersøkelsen stor evne til å kompensere for dette når vann-tilgangen igjen ble god senere i sesongen. Legde er et alminnelig problem hos oljevekster, og Jensen (1986) anbefalte en moderat vanningsintensitet i den vegetative vekstfasen for å unngå dette problemet. Resultatene i denne undersøkelsen støtter hans råd.

LITTERATUR

- Clarke, J.M. & G.M. Simpson 1978. Influence of irrigation and seeding rates on yield and yield components of *Brassica napus* cv. Tower. *Can. J. Plant Sci.* 58: 731-737.
- Dragland, S. 1975. Nitrogen og vassbehov hos kepaløk. *Forsk. fors. Landbr.* 26: 93-113.
- Ekeberg, E. 1984. Vanning og radgjødsling til korn. II. Innhold av nitrogen, fosfor og kalium hos bygg, havre og hvete. *Forsk. fors. Landbr.* 35: 235-244.
- Jensen, F. 1986. Vanding af vår- og vinterraps. *Tidsskrift for Planteavl* 90: 251-258.
- Krogman, K.K. & E.H. Hobbs 1975. Yield and morphological response of rape (*Brassica campestris* L. cv. Span) to irrigation and fertilizer treatments. *Can. J. Plant Sci.* 55: 903-909.
- Linnér, H. 1981. Bevattning av våroljevåxter. *Nordisk Jordbruksforskning* 63: 298-299.
- Mendham, N. J., P. A. Shipway and R. K. Scott 1981. The effects of delayed sowing and weather on growth, development and yield of winter oil-seed rape (*Brassica napus*). *J. agric. Sci., Camb.* 96:389-416.
- Strand, E. 1982. Protein i korn. *Aktuelt fra SFFL* nr. 3:25-34.

Wright, G. C., C. J. Smith & M. R. Woodroffe 1988.
The effect of irrigation and nitrogen fertilizer on
rapeseed (*Brassica napus*) production in South-
Eastern Australia. I. Growth and seed yield. Irrig.
Sci. 9:1-13.



GJØDSLING OG VEKSTREGULERING I VÅRHVETE

Fertilizing and growth regulation of spring wheat

HELGE OSKARSEN

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

Oskarsen, H. 1989. Fertilizing and growth regulation in spring wheat. Norsk Landbruksforskning 3: 177-183. ISSN 0801-5333.

In 13 field experiments in mid-Norway in the period 1985-1987 three rates of fertilizer were used on three varieties of spring wheat with and without the growth regulator chlormequat (CCC). Increasing rates of fertilizer increase the grain yield, water content of grain, length of straw, lodging, 1000 grain weight and the protein content. The treatment reduces falling number and test weight. The variety 'Runar' has the lowest grain yield and water content, and the highest test weight, falling number and protein content. Growth regulation reduces the water content, straw length, lodging, thousand grain weight and volume weight, and increases falling number. Grain yield and protein content are unaffected.

Key words: Fertilizing, growth regulation, spring wheat.

Helge Oskarsen, The Norwegian State Agricultural Research Stations, Kvithamar Research Station, N-7500 Stjørdal, Norway.

Forsøk med vekstregulering (stråforkorting) utført på Østlandet av Frogner (1971) og Stabbetorp (1979) viste henholdsvis negativt og positivt avlingsutslag. Bruken av vekstregulerende midler i korn har tiltatt i 1980-åra, og er spesielt aktuelt når det er fare for legde og ved bruk av stråsvake sorter. Mange praktiskere har dessuten kombinert vekstregulering med økt gjødselmengde. Tidligere var det i Trøndelag utført forsøk med vekstregulatorer til korn (Stabbetorp & Brun 1983) og kombinerte sorts- og nitrogen-gjødslingsforsøk i korn (Brun 1982). En ny forsøksserie ble satt i gang for å belyse mulige samspillseffekter

mellom gjødselmengde, sorter og vekstregulering i vårhvete i Trøndelag.

MATERIALE OG METODER

Undersøkelsen ble gjennomført etter en split-split-plot forsøksplan med gjødselmengde på storruter, sorter på mellomstore ruter og vekstregulering på småruter. Feltene ble djupgjødslet med 7, 10 og 13 kg N/daa gitt som Fullgjødsel C (16-7-12). Sortene/linjene var 'Runar', 'T2025' (begge fra Institutt for plantekultur, NLI) og 'Vo298-71' (fra Kvithamar forskingsstasjon). 'Runar' er eneste aktu-

elle markedssort av hvete i Trøndelag. 'T2025' er kort i strået mens 'Vo298-71' er lang og stråsvak, og begge er høgtytende linjer. På 3-5 bladstadiet ble halve antallet ruter sprøytet med klor-mekvat (CCC), med dosering 125 ml CCC 750 (94 g aktivt stoff) i 50 liter vann pr. daa.

Forsøksserien omfattet 13 felter og ble gjennomført i åra 1985-87. Feltene var plassert på Kvithamar forskingsstasjon (6 felter) og i forsøksringene Sør-Trøndelag (3 felter), Stjørdal og omegn (3 felter) og Innherred (1 felt). Feltene ble anlagt på følgende jordtyper: 7 på sandjord, 2 på siltjord og 4 på leirjord. Jord-analyseresultater for 7 av feltene viste høgt pH (6,2), høgt fosforinnhold (P-AL=10,0), og middels høgt kaliuminnhold (K-AL=8,4; K-HNO₃=84).

Sådato varierte fra 3. mai til 16. mai, med 10. mai som midlere sådato. I 1985 ble feltene høsta i midten av september, i 1986 og 1987 i første halvdel av oktober.

Proteininnhold i kornet og N-innholdet i halmen ble bestemt ved henholdsvis NIR-teknikk og Kjeldahl-metoden.

Falltall er målt på alle ledd og omregnet til diastasetall, som er brukt ved variansanalysen av materialet. I tabell-

ene er diastasetallene omregnet til falltalligjen.

I den statistiske behandlingen av tallmaterialet er år betraktet som tilfeldig effekt mens gjødselmengde, sort og CCC-behandling er betraktet som faste effekter. Enhver fast effekt (hovedeffekt eller samspill) er testet mot effektens samspill med år der dette er signifikant, ellers mot restvariansen. I teksten er signifikante utslag beskrevet/omtalt som forskjeller, og ikke-signifikante utslag som tendenser. I tabellene er signifikansen oppgitt slik: *:p<0,05; **:p<0,01; ***:p<0,001; is/ns: ikke signifikant.

RESULTATER

Avling

Avlinga økte med økende gjødselmengde (tabell 1), og nivået var forskjellig mellom sortene (tabell 2). 'T2025' og 'Vo298-71' ga størst avlingsøkning fra 7 til 10 kg N/daa, mens 'Runar' ga størst utslag fra 10 til 13 kg N/daa, men samspillet mellom gjødselmengde og sorter var ikke signifikant.

Virkningen av CCC varierte fra felt til felt, og ga i middel ikke avlingsutslag.

Tabell 1. Virkningen av ulike gjødselmengder på noen registrerte parametre
Table 1. The effects of different fertilizer rates on some agricultural characteristics

	Antall felt No. of fields	Gjødselmengde, kg N/daa Fertilizer rates, kg N/0.1 ha			Sign.
		7	10	13	
Avling, kg/daa Grain yield, kg/0.1 ha	13	356	404	431	**
Strå lengde, cm Straw length, cm	11	74	77	80	*
Legde v/høst, % Lodging at harvest, per cent	13	10	15	23	*
Protein, % av TS Protein content, per cent of DM	3	10,8	11,5	12,2	**
N i halm, % av TS Content of N in straw, per cent of DM	3	0,60	0,59	0,70	*

Av enkeltfeltene hadde ett felt signifikant reduksjon i avling, 5 felt viste tendens til det samme, og 7 til det motsatte. Det var tendens til noe lågere avlingsnivå på de feltene der CCC ga avlingsøkning. CCC-virkningen var forskjellig fra år til år. I 1985 var det signifikant avlingsøkning, mens det i 1986 var tendens til avlingsreduksjon (tabell 7). Avlingsøkningen i 1985 var størst ved 10 kg N/daa og minst ved 13 kg N/daa, men samspillet mellom gjødselmengde og CCC var ikke signifikant.

Sortene reagerte ulikt på bruk av CCC, men samspillet var ikke signifikant. Uansett gjødselnivå ga 'Runar' tendens til avlingsreduksjon ved bruk av CCC, mens de andre sortene reagerte motsatt, men trefaktorsamspillet var ikke signifikant.

Det var tendens til større avling på sandjord (416 kg/daa) enn på silt- og leirjord (384 kg/daa). Økt gjødselmengde fra 10 til 13 kg N/daa syntes å gi større avlingsøkning på silt- og leirjord (38 kg/daa) enn på sandjord (19 kg/daa). 'Runar' syntes å gi minst avlingsforskjell

mellom jordartene (18 kg/daa), og 'Vo298-71' størst (41 kg/daa). Virkningen av CCC var ikke forskjellig mellom jordartene.

Vanninnhold i kornet ved høsting

Vanninnholdet i kornet økte fra 29,8% til 33,8% ved økt gjødselmengde (ikke signifikant). Det var forskjell mellom sortene, men forskjellen var ikke stor (tabell 2). CCC-behandling reduserte vanninnholdet (tabell 3), uavhengig av gjødselnivå. Av enkeltfeltene ga 2 signifikant reduksjon i vanninnhold ved CCC-behandling, 4 viste tendens til det samme og 3 til det motsatte. Det var tendens til ulik reaksjon hos sortene på CCC-behandling. 'Runar' og 'Vo298-71' fikk redusert vanninnhold, mens 'T2025' fikk en liten økning. Redusert vanninnhold etter CCC-behandling kan bare delvis forklares med redusert legde.

Strå lengde og legde

Økt gjødselmengde ga økt strå lengde og mer legde (tabell 1). Sortene hadde ulik strå lengde (tabell 2). Bruk av CCC ga re-

Tabell 2. Noen registrerte parametre hos tre sorter/linjer
Table 2. Some agricultural characteristics of three varieties

	Antall felt No. of fields	Sort/linje Variety			Sign.
		'Runar'	'Vo298-71'	'T2025'	
Vann%v/høst Grain moisture at harvest, per cent	9	32,0	32,1	31,5	*
Avling, kg/daa Grain yield, kg/0.1 ha	13	387	396	408	*
Strå lengde, cm Straw length, cm	11	77	86	68	**
Legde v/høst, % Lodging at harvest, per cent	13	15	22	12	is/ns
Tusen Kornvekt, g 1000 grain weight, g	13	38,1	35,5	38,9	***
Hektolitervekt, kg Test weight, kg	13	73,2	71,6	67,5	***
Falltall Falling number	8	144	108	73	is/ns
Protein, % av TS Protein content, per cent of DM	3	12,1	11,3	11,1	*

duksjon i strå lengde, men virkningen avtok med økende gjødselmengde (tabell 3 og 4). Legdeprosenten avtok etter bruk av CCC (tabell 3). Denne virkningen tiltok med økende gjødselmengde, men samspillet var ikke signifikant. Det var 'Runar' som fikk størst reduksjon i strå lengde etter CCC-behandling (tabell 5). Reduksjonen i legde ble størst hos 'Vo298-71' (ikke signifikant).

Kornkvalitet

Økt gjødselmengde ga økning av proteininnholdet i kornet og av N-innholdet i halmen (tabell 1). Med hensyn til kornstørrelse reagerte de tre sortene ulikt på

økt gjødselmengde (tabell 6). Økt gjødselmengde ga hos 'Runar' økt tusenkornvekt, 'Vo298-71' var upåvirket, mens 'T2025' først fikk en økning, deretter en reduksjon i tusenkornvekt.

'Runar' hadde høyest hektolitervekt, proteininnhold og falltall, mens 'T2025' hadde høyest tusenkornvekt (tabell 2).

CCC ga reduksjon i tusenkornvekt (tabell 3) uansett gjødselmengde eller sort, men reduksjonen var størst hos 'Runar'. Hektolitervekta ble også noe redusert av CCC-behandling, mer ved lågt enn ved høgt gjødselnivå (tabell 4), og mer hos 'Runar' enn hos de andre sortene (tabell 5). CCC ga dessuten en økning av

Tabell 3. Virkningen av klormekvat på noen registrerte parametre
Table 3. The effects of chlormequat on some agricultural characteristics

	Antall felt	Uten CCC	Med CCC	Sign.
	No. of fields	Without CCC	With CCC	
Vann% v/høst <i>Grain moisture at harvest, per cent</i>	9	32,3	31,4	*
Strå lengde, cm <i>Straw length, cm</i>	11	83	71	*
Legde v/høst, % <i>Lodging at harvest, per cent</i>	13	20	12	*
Tusenkorvekt, g <i>1000 grain weight, g</i>	13	38,4	36,5	*
N i halm, % av TS <i>Content of N in straw, per cent of DM</i>	3	0,58	0,68	**

Tabell 4. Virkningen av klormekvat og ulike gjødselmengder på strå lengde og hektolitervekt
Table 4. The effects of chlormequat and different fertilizer rates on straw length and test weight

	Antall felt <i>No. of fields</i>	Gjødselmengde, kg N/daa <i>Fertilizer rates, kgN/0.1 ha</i>						Sign.
		7		10		13		
		w/CCC <i>w.out CCC</i>	m/CCC <i>with CCC</i>	w/CCC <i>w.out CCC</i>	m/CCC <i>with CCC</i>	w/CCC <i>w.out CCC</i>	m/CCC <i>with CCC</i>	
Strå lengde <i>Straw length, cm</i>	11	82	67	83	71	85	74	*
Hektolitervekt <i>Test weight, kg</i>	13	71,5	70,6	71,4	70,4	70,5	70,2	*

Tabell 5. Virkningen av klormekvat på strå lengde og hektolitervekt hos tre sorter/linjer
 Table 5. The effects of chlormequat on straw length and test weight of three varieties

	Antall felt No. of fields	'Runar'		'Vo298-71'		'T2025'		Sign.
		w/CCC w.out CCC	m/CCC with CCC	w/CCC w.out CCC	m/CCC with CCC	w/CCC w.out CCC	m/CCC with CCC	
Avling, kg/daa Grain yield, kg/0.1 ha	13	391	382	393	399	404	411	is/ns
Legde v/høst Lodging at harvest, per cent	13	17	12	29	15	15	10	is/ns
Strå lengde Straw length, cm	11	85	69	92	79	73	64	**
Hektolitervekt Test weight, kg	13	73,9	72,5	71,7	71,6	67,8	67,2	*

Tabell 6. Tusenkornvekt ved ulike gjødselmengder hos tre sorter/linjer. Middell av 13 felt. p% = 1,45

Table 6. 1000 grain weight at different fertilizer rates of three varieties. Mean of 13 fields. p% = 1.45

	Gjødselmengde, kg N/daa Fertilizer rates, kg N/0.1 ha		
	7	10	13
'Runar'	37,4	38,2	38,7
'Vo298-71'	35,5	35,5	35,5
'T2025'	38,9	39,2	38,6

N- innholdet i halmen (tabell 3), og virkningen økte med økende gjødselmengde. Falltall og proteininnhold var upåvirket av CCC-behandling. Reaksjonene på CCC-behandling var noe ulik fra år til år (tabell 7).

DISKUSJON

De resultatene som ble oppnådd med økt gjødselmengde er godt kjent fra tidligere (økt avling, strå lengde, legde, proteininnhold). Reaksjoner som 'Runar' tidligere har vist på økt gjødselmengde (Brun 1982) er bekreftet i denne serien (økt gjødselmengde ga økt vanninnhold, avl-

ing, strå lengde, tusenkornvekt, proteininnhold, mer legde og redusert hektolitervekt, men utslagene var ikke signifikante).

CCC ga både positive og negative avlingsutslag, varierende fra felt til felt. Felt på samme sted ga ulikt utslag fra år til år, samtidig ga felter som lå noen få kilometer fra hverandre ulike reaksjoner samme år. Variasjonen mellom år var klart mindre enn variasjonen mellom felt innen år. Ulike avlingsutslag av CCC-behandling på Østlandet er beskrevet tidligere (Frogner 1971, Stabbetorp 1979).

I 1985 ga CCC avlingsøkning uten at legdepresset var stort. Tilsvarende er omtalt av Stabbetorp & Brun (1983) og Stabbetorp (1979, 1987). Det er vist at bygg behandlet med CCC utvikler større rotsystem utover i sesongen (Dobrovich 1976). Dersom hvete reagerer på samme måte, kan dette være en forklaring på avlingsøkning, spesielt i tørre somre. CCC-behandling ga i svenske forsøk avlingsøkning bare på stråsvake sorter (Fröman 1976). I denne forsøksserien ga derimot CCC-behandling tendens til avlingsøkning også hos den stråstive linja 'T2025' (avlingsøkningen var ikke signifikant).

Tabell 7. Virkningen av klormekvat på noen registrerte parametre de enkelte år
 Table 7. The effects of chlormequat on some agricultural characteristics in the individual years

	Antall felt No. of fields	1985		1986		1987		Sign.
		w/CCC w.out CCC	m/CCC with CCC	w/CCC w.out CCC	m/CCC with CCC	w/CCC w.out CCC	m/CCC with CCC	
Vann% v/høst <i>Grain moisture, per cent</i>	9	-	-	38,8	38,3	25,8	24,5	is/ns
Avling, kg/daa <i>Grain yield, kg/0.1 ha</i>	13	405	414	432	426	351	353	is/ns
Strå lengde <i>Straw length, cm</i>	11	73	59	92	82	85	71	***
Legde v/høst <i>Lodging at harvest, per cent</i>	13	7	1	35	28	19	8	*
Tusenkorvekt <i>1000 grain weight, g</i>	13	42,8	41,1	38,5	37,2	33,9	31,4	*
Hektolitervekt <i>Test weight, kg</i>	13	77,1	77,1	66,4	65,8	69,8	68,3	***
Falltall <i>Falling number</i>	8	78	88	62	62	123	105	***
Protein % <i>Protein content, per cent of DM</i>	3	12,2	12,1	10,5	10,7	12,0	11,6	is/ns

En reduksjon i tusenkorvekt etter CCC-behandling er tidligere funnet av Frogner (1971), Fröman (1976) og Stabbetorp (1982, 1987). En mulig årsak til dette kan være den reduserte plassen som hvert enkelt korn får i akset. Ulikheten mellom sorter i avlingsreaksjon må ha sammenheng med ulikhet i antall aks pr. m² og/eller antall korn pr. aks.

Praktikernes inntrykk av forsinket modning som følge av CCC-behandling gjenspeiler seg ikke i forsøksresultatene. Også i andre forsøk har CCC bare gitt små endringer i vanninnhold hos hvete (Stabbetorp 1986, 1987), bygg (Larsson 1981) og havre (Bengtsson 1975).

Fröman (1976) mener at klima, årsvariasjon, jordart og førgrøde kan ha stor betydning for virkningen av CCC, men konkluderer med at det ikke er mulig å forutse når CCC gir best utslag. Resultatene fra denne forsøksserien synes å bekrefte hans konklusjon. Det er likevel

verd å merke seg at 'Runar' som eneste markedsstort i serien bare på 4 av 13 felter fikk avlingsøkning ved CCC-behandling. Sorten ga avlingsøkning inntil største gjødselmengde, men uansett gjødselmengde ga CCC-behandling i middel tendens til både redusert avling og lågere hektolitervekt.

SAMMENDRAG.

På 13 felter i Trøndelag i åra 1985-87 ble hvetesortene 'Runar', 'Vo298-71' og 'T2025' gjødslet med 7, 10 og 13 kg N pr. daa (Fullgjødsel C) i kombinasjon uten og med klormekvat. Økende gjødselmengde ga større avling, vanninnhold, strå lengde, legde, tusenkorvekt og proteininnhold, og mindre falltall og hektolitervekt. 'Runar' ga lågest avling og vanninnhold, og høgest hektolitervekt, falltall og proteininnhold. Klormekvat

ga i middel redusert vanninnhold, strå-
lengde, legde, tusenkornvekt og hekto-
litervekt, og økt falltall, mens avling og
proteininnhold var uendret.

ETTERORD

Det rettes takk til pensjonert forsker
Lorens Brun, som har overlatt en del av
grunnlagsmaterialet, og til fagassistent
Lasse Weiseth, som har hatt markar-
beidet med feltene på stasjonen og la-
boratoriearbeid med alle feltene. En takk
rettes også til forsøksringene som har
hatt markarbeid med felter i denne
serien.

LITTERATUR.

Bengtsson, A. 1975. Försök med CCC i havre. Rap-
porter och avhandlingar 30. Institutionen för växt-
odling, Lantbrukshögskolan, Uppsala 1975. 16 s.

Brun, L. 1982. Kombinerte sorts- og nitrogenjøds-
lingsforsøk i korn 1975-1979. Forskning og forsøk i
landbruket 33:133-142.

Dobrovich, L. 1976. Influence of chlormequat (CCC)
on barley. Rapporter och avhandlingar 48. Institu-
tionen för växtodling, Lantbrukshögskolan,
Uppsala 1976. 64 s.

Frogner, S. 1971. CCC til korn i Hedmark og
Oppland. Samvirke 66:366-369.

Fröman, B. 1976. CCC - ett stråförkortingsmedel.
Aktuellt från Lantbrukshögskolan. Nr 230. Mark-
växter 57. 18 s.

Larsson, S. 1981. Försök med CCC i korn. Rapport
97. Institutionen för växtodling, Sveriges Lant-
bruksuniversitet. Uppsala 1981. 34 s.

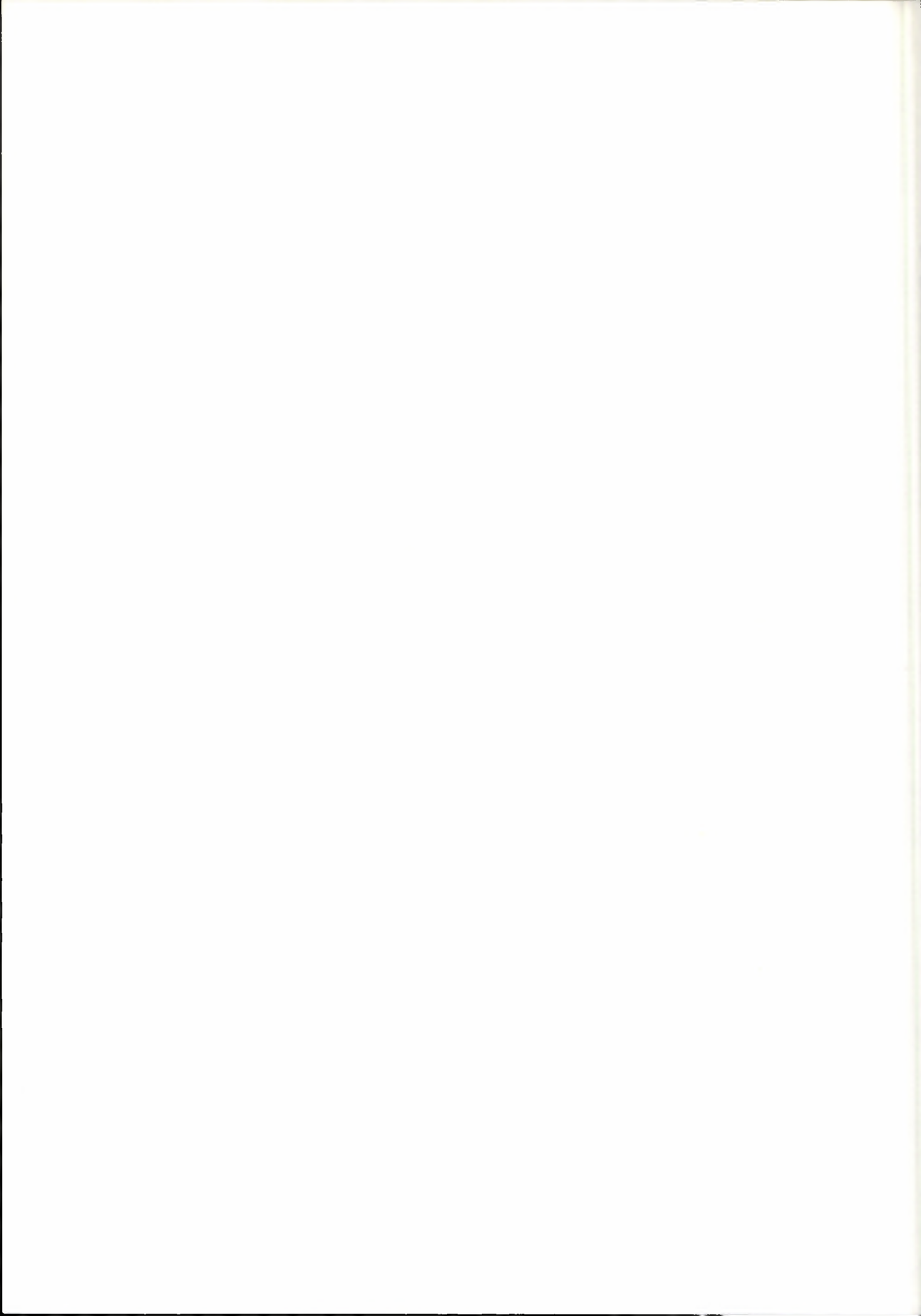
Stabbetorp, H. 1979. Nitrogenjødsling til vårkorn.
Informasjonsmøte i jord- og plantekultur for
Østlandsfylkene. Stensiltrykk. 8 s.

Stabbetorp, H. 1982. Forsøk med vekstregulatorer i
bygg. Jord og plantekultur på Østlandet. Aktuelt
fra SFFL 3/82: 35-44.

Stabbetorp, H. 1986. Vekstregulatorer, sopp og in-
sektmidler i bygg og hvete. Jord og plantekultur på
Østlandet 1986. Aktuelt fra SFFL 4/86: 103-117.

Stabbetorp, H. 1987. Sprøyting med klormekvat,
næringsløsning, sopp- og insektmidler i hvete.
Informasjonsmøte i plantevern 1987. Aktuelt fra
SFFL 4/87: 221-228.

Stabbetorp, H. & L. Brun. 1983. Vekstregulatorer
til korn i Trøndelag. Landbrukstidende 89: 658-
659, 661.



KARTLEGGING AV VANNINGSBEHOV I AUST-AGDER

A simple irrigation model used with meteorological data from Aust-Agder

ENDRE SKAAR

Geofysisk Institutt, Universitetet i Bergen, Bergen, Norge
University of Bergen, Geophysical Institute, Bergen, Norway

Skaar, E. 1989. A simple irrigation model used with meteorological data from Aust-Agder. *Norsk landbruksforskning* 3:185-193. ISSN0801-5333.

Soil water status is calculated from measured precipitation and actual evapotranspiration estimated by the Versatile Soil Moisture Budget. Calculations are made for three soil types with plant available water capacities of 150, 100 and 60 mm respectively. The number of days when actual water content falls below 70% of these amounts is accumulated for the season. Calculations are also made of the number of irrigations for each soil type during the season May-September.

Key words: evapotranspiration, irrigation, precipitation, soil moisture budget, water deficit.

Endre Skaar, University of Bergen, Geophysical Institute, 5000 Bergen, Norway

Vurdering av vannforbruk i en mark med plantedekke kan gjøres ut fra direkte målinger av jordfuktighet på stedet, eller mer indirekte ved måling av fordamping fra kar. Metodene er relativt tungvinte og resultatene fra slike målinger vil i stor grad være gyldige bare for de lokale klimaforhold og jordtyper. Et alternativ er å benytte observasjoner fra klimastasjoner for beregninger av potensiell fordamping og vannbalansen for definerte jordtyper i teoretiske modeller. Resultatene blir tilnærmelser til aktuelle verdier, men interpolering mellom stasjonene gir et sikrere uttrykk for de klimabestemte variasjonene av vannbalansen. Metoden gir et grunnlag for kartlegging av vanningsbehov og for dimensjonering av vanningsanlegg. På

grunnlag av klimaregistreringer i årene 1969-72 gir analysen en vurdering av den effekten klimavariasjonene har på vannhusholdet i jorda i Aust-Agder når forhold som knytter seg til jordfysikk og planter holdes mest mulig konstante.

MATERIALE OG METODER

I tillegg til daglige observasjoner fra de faste klima- og nedbørstasjonene i fylket ble det benyttet nedbørdata fra 13 midlertidige stasjoner for perioden mai-september i årene 1969-72 (tabell 1). Observasjonene gir tilsammen en god beskrivelse av klimaet i de fleste jordbruksområdene i fylket (Skaar 1982, 1983, 1988).

Vannforbruket ble beregnet ved en

Tabell 1. Stasjonsliste. Stasjoner i Aust-Agder 1969-72
 Table 1. List of meteorological stations in Aust-Agder 1969-72

Nr. No.	St.navn Stn.name	m o.h. m a.s.l.	Nr. No.	St.navn Stn.name	m o.h. m a.s.l.
010	Smeland	310	3479	Tørdal II	160
020	Risland	160	3490	Postmyr	464
030	Tveit	190			
040	Gjerstad	60	3508	Egelands Verk	46
050	Løddesøl	45	3520	Gjerstad	240
			3535	Risør	29
060	Jomås	165	3558	Vegårdshei	181
070	Hesnes	5			
080	Tromøy	15	3610	Østre Moland	40
090	Dømmesmoen	60	3630	Reiersøl	42
110	Fiane	50	3650	Flatenfoss	130
			3690	Gjevdeli	482
120	Møglestu	30	3697	Tovslid	599
121	Mollestad	20			
123	Dølemo	180	3709	Høgefossene	164
			3730	Fjalestad	345
220	Lyngør Fyr	4	3750	Føldsæ	410
224	Torungen Fyr	12	3765	Kilegrend	287
228	Tveitsund	252	3775	Fyresdal	320
230	Nelaug	160	3780	Lie i F.dal	502
233	Landvik	6			
			3845	Herefoss	85
236	Byglandsfj.II	206	3860	Mykland	245
237	Bjåen	920	3880	Tovdal	227
238	Hylestad	443			
248	Kjevik	12	3910	Oksøy	9
			3917	Kristiansand	22
3412	Jomfruland	12	3922	Mestad	151
3440	Farsjø	49			
3450	Vefall	68	4027	Homme	364
3460	Drangedal	82	4042	Bykle	626

010-123: midlertidige stasjoner (*temporary stations*)
 220-248: faste klimastasjoner (*climatic stations*)
 3412-4042: faste nedbørstasjoner (*precipitation stations*)

enkel modell som er utviklet av Baier & Robertson (1966) og Dyer & Baier (1979). Inngangsvariabler er verdier for nyttbart vann ved feltkapasitet til gitt dybde i jordtypen (AWC), potensiell evapotranspirasjon (E_p) og nedbør (RR). Beregnede størrelser er aktuell evapotranspirasjon (E_a) og aktuelt vanninnhold i jorda (SM). Daglige verdier for tilgjengelig vannmengde, (SM_i), på dag 'i', får en ved uttrykket;

$$SM_i = SM_{i-1} - E_{a_i} + RR_i$$

Når $SM \geq 0,7 \cdot AWC$ er E_a lik E_p . Når 30 prosent av nyttbar vannmengde (AWC) er oppbrukt, avtar E_a etter følgende formel:

$$E_a = E_p \cdot (1 - (0,7 \cdot AWC - SM) / 0,7 \cdot AWC)$$

AWC ned til 40 cm dybde er satt til hhv. 150, 100 og 60 mm. Dette representerer jordtyper som er vanlige i Aust-Agder (Skjelvåg 1981). I jord med stor vannkapasitet vil nedgangen i E_a relativt til E_p begynne ved en høyere relativ vannmengde, SM/AWC , enn i en jord med

liten vannkapasitet (Ritchie 1973, Baier 1969). Da det her ikke finnes gode holdepunkter for å skille mellom de aktuelle jordtypene, er det valgt å sette alle jordtypene likt og forutsette at forholdet $E_a/E_p = 1$ inntil SM når ned i 70 prosent av AWC.

Daglige verdier av potensiell evapotranspirasjon ble beregnet ved Penmans formel (Penman 1948) på grunnlag av standard værobservasjoner fra de faste klimastasjonene. For nedbørstasjoner og midlertidige klimastasjoner ble E_p -verdier tatt fra den mest representative faste klimastasjonen i området. Daglige nedbørmengder (RR_i) ble målt ved hver enkelt stasjon. Beregningene startet alle

år 1.mai og det ble antatt at alle jordtyper da hadde feltkapasitet. Dager da vanninnholdet (SM) ble beregnet til under 70 prosent av AWC er kalt tørkedager. Vanningsbehovet for hver jordtype er beregnet ved at det er forutsatt vanning og oppfylling av SM inntil feltkapasitet hver gang SM nådde ned i $0,7 \cdot \text{AWC}$.

RESULTATER

Tørkedager

Antall tørkedager varierte med jordtypen, og for de fleste områdene skilte årene 1971 og 1972 seg ut med hhv. høye og

Tabell 2. Antall tørkedager for sesongen mai-september 1969-72 og i middel for fire år

Table 2. Number of 'dry days' during the season May-September for three soils with different levels of available water capacity (AWC)

AWC: a = 150, b = 100 og c = 60 mm.

St.nr. Stn.No.	1969			1970			1971			1972			69-72		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
010	40	50	65	11	26	43	25	70	89	6	18	33	21	41	58
020	56	61	73	41	47	59	88	89	102	18	36	57	51	58	73
030	55	62	72	46	50	54	105	111	120	16	36	51	56	65	74
040	62	78	87	24	33	68	46	69	79	9	26	39	35	52	68
050	78	83	93	51	53	63	93	101	103	20	35	57	61	68	79
060	78	83	92	51	53	65	65	73	93	8	25	41	51	59	73
070	90	104	113	77	74	88	104	107	112	44	57	72	79	86	96
080	85	95	101	97	98	108	105	114	127	40	61	73	82	92	102
090	79	81	92	94	80	80	100	100	92	31	41	66	76	77	83
110	69	78	88	65	75	90	58	76	96	20	34	56	53	66	83
120				60	62	69	104	111	105	28	41	59			
121							106	110	116	36	52	70			
123							97	98	111	41	55	58			
220	102	104	106	115	109	102	129	129	126	76	92	100	106	109	109
224	116	122	128	120	115	103	121	128	119	69	81	92	107	112	111
228	63	81	91	47	56	63	39	49	85	11	22	32	40	52	68
230	85	94	104	50	59	71	49	59	78	11	33	58	49	61	78
233	111	115	118	60	68	68	108	92	101	19	38	57	75	78	86
236	86	89	91	49	61	70	113	107	106	28	47	66	69	76	83
237	69	81	79	36	56	62	59	68	82	9	22	62	43	57	71
238	66	88	101	59	63	70	93	104	122	24	52	67	61	77	90
248	113	120	113	59	64	72	120	121	123	31	47	68	81	88	94
3412	77	87	92	87	94	112	119	126	137	47	59	72	83	92	103
3440	41	54	61	21	32	64	70	74	87	9	28	40	35	47	63
3450	50	65	69	11	21	48	60	69	70	7	19	36	32	44	56
3460	51	71	76	17	32	63	37	52	68	0	14	34	28	42	60

Tabell 2. (forts.)

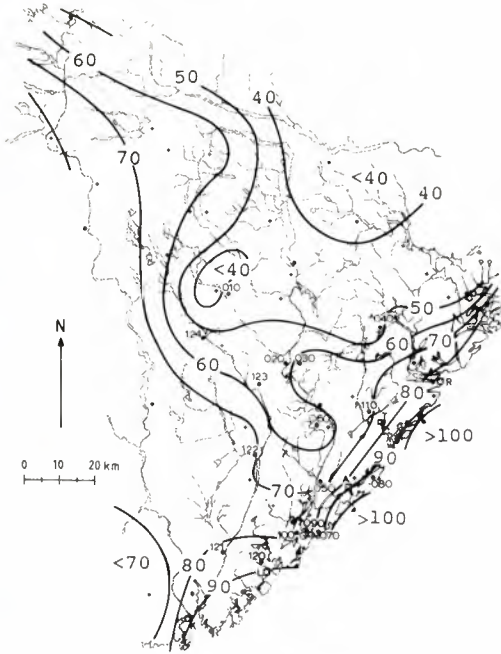
AWC: a = 150, b = 100 og c = 60 mm.

St.nr. Stn.No.	1969			1970			1971			1972			69-72		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
3479	29	43	61	22	30	63	38	62	82	0	15	34	22	38	60
3490	31	40	60	20	27	51	36	53	75	4	18	34	23	35	55
3508	80	88	98	52	59	94	95	99	114	24	36	50	63	71	89
3520	63	76	74	41	47	75	41	60	77	7	25	39	38	42	66
3534	77	82	90	77	82	111	104	110	122	47	54	62	75	84	96
3610	85	96	101	88	85	103	100	98	108	28	43	52	75	81	91
3630	83	92	101	69	78	93	101	102	107	31	41	63	71	78	91
3650	75	80	88	35	43	63	36	61	86	7	29	47	38	53	71
3690	43	51	70	1	11	34	24	51	71	6	17	31	19	33	52
3697	68	76	79	52	54	73	96	96	106	23	41	47	60	67	76
3709	62	71	74	7	24	42	33	54	78	12	19	35	29	42	57
3730	67	76	84	10	28	51	48	67	84	5	18	33	33	47	55
3750	67	77	79	32	49	55	84	90	99	12	30	38	49	62	68
3765	56	70	75	0	15	43	23	52	74	4	18	33	21	39	56
3775	48	63	71	20	48	52	76	86	100	8	26	38	38	56	67
3780	55	70	75	39	64	62	68	74	96	4	25	29	42	58	66
3845	89	93	102	30	40	62	104	106	107	24	42	60	62	70	83
3860	65	77	81	58	58	82	103	108	117	31	44	51	64	72	83
3880	55	67	73	12	29	48	98	97	114	25	36	48	48	57	71
3910	79	76	88	95	92	92	108	114	116	60	76	88	86	90	96
3917	86	91	92	38	58	80	108	112	119	39	60	72	68	80	91
3922	79	85	93	31	46	80	105	104	106	27	38	55	61	68	84
4027	66	74	82	64	72	92	103	112	123	33	44	55	67	76	88
4042	61	70	79	86	88	91	104	116	129	40	51	64	73	81	91

svært lave verdier for alle jordtyper, men også i 1969 hadde flere steder et høyt antall tørkedager (tabell 2). I 1970 var det uvanlig lite nedbør i mai og første halvdel av juni, mens det i juli kom over normale nedbørmengder. Dette gav relativt mange tørkedager i første del av sesongen, men relativt få i resten. For sesongen mai-september er gjennomsnittlig døgnnedbør minst i kyst-distriktene (Skaar 1988). Dette, sammen med relativt høye verdier for potensiell fordamping, gav størst antall dager med vann-underskudd for alle jordtyper her. Samtidig var det liten forskjell i antall tørkedager mellom jordtypene. For alle jordtypene var det en sterk gradient i antall tørkedager fra kysten og innover i

landet. En sammenligning av tallene for Torungen Fyr og Nelaug i tabell 2 viser i middel for årene 1969-72 for de tre jordtypene hhv. 107-49, 112-61 og 111-78 tørkedager. For Tveitsund var tilsvarende tall hhv. 40, 52 og 68.

Midlere antall tørkedager i 1969-72 viser en fordeling mellom stasjonene som i store trekk er den samme for alle jordtypene. Variasjonene i antall tørkedager østenfor Grimstad er rettet fra kysten og innover inntil distriktene omkring Nelaug-Vegårdshei- Gjerstad, figur 1. Lenger inn fra kysten er variasjonen størst i øst-vest-retning. Vest for Grimstad forsvinner gradienten fra kysten, slik at bygdene i øvre Setesdal har om lag like mange tørkedager som



Figur 1. Midlere antall tørkedager mai-september 1969-72 på jord med 100 mm tilgjengelig vann ned til 40 cm dybde
 Figure 1. Average number of 'dry days' May-September 1969-72 for soil with 40 mm available water within a 40 cm depth

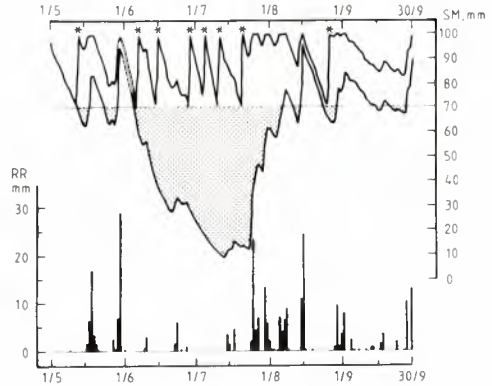
Kristiansand. Det er et lokalt minimum i antall tørkedager i øvre Gjøvdal.

Vanning

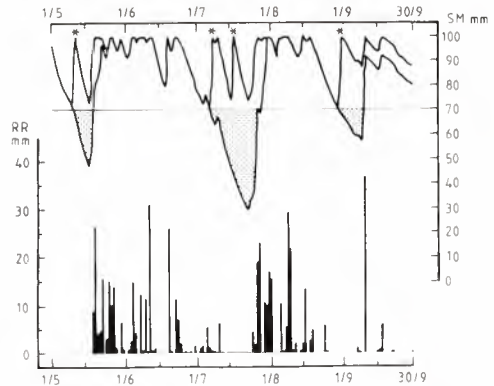
I 1971 var det uvanlig lite nedbør i juni. Selv om det i juli og august kom nær normale nedbørmengder, ble det uten vanning beregnet et vann-underskudd inntil midten av august i middels tørkesterk jord på Landvik, figur 2. I perioden 5.6 til 20.7 var det nødvendig med 6 vanninger for å unngå vann-underskudd større enn 30 prosent av AWC. I 1972 kom det nær dobbelt av de normale nedbørmengdene i juni og om lag det normale i juli. Beregnet vann-underskudd var avgrenset til et par uker i juli, og det var tilstrekkelig med 2 vanninger mellom 18.5 og 30.8.

Tabell 3 viser at antall vanninger i sesongen mai-september varierte fra 1 på tørkesterk jord nord for Åmli i 1972 til

Landvik 1971



Landvik 1972



Figur 2. Vannbudsjett beregnet for Landvik for jord med AWC = 100 mm, uten vanning, og med vanning hver gang vanninnholdet i jorda (SM) nådde ned i 70 % av AWC, mai-september 1971 og 1972

Figure 2. Soil moisture budgets calculated for Landvik, for soil with AWC = 100 mm, without irrigation, and with irrigation when soil moisture (SM) falls below 70% of AWC, May-September 1971 and 1972

17 på tørkesvak jord sør i samme vassdraget i 1971. I middel for årene 1969-72 varierte antall vanninger på tørkesterk jord fra 5 eller 6 i kyststrøkene til om lag 2 i indre strøk, figur 3. Som for antall tørkedager er det først og fremst øst for Grimstad at det er en markant forskjell mellom ytre og indre kystdistrikter. Lenger innover er varia-

Tabell 3. Antall vanninger beregnet for sesongen mai-sept

Table 3. Number of irrigations calculated for the season May-September for three soils with different levels of available water capacity (AWC)

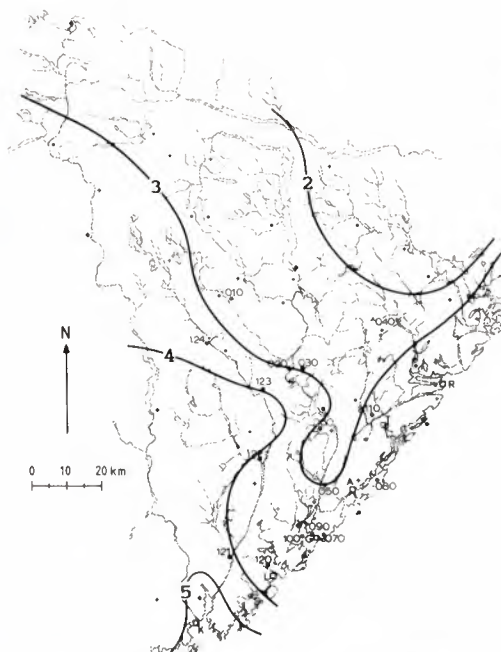
AWC : a = 150, b = 100 og c = 60 mm.

St.nr.	1969			1970			1971			1972			69-72		
Stn.No.	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
010	2	6	9	2	4	9	3	6	9	1	3	5	2	5	8
020	3	5	10	3	6	12	4	7	13	2	5	8	3	6	11
030	3	6	8	3	6	12	5	7	12	1	4	9	3	6	10
040	3	6	11	4	7	11	3	6	12	1	4	8	3	6	11
050	4	6	11	4	7	12	5	8	14	2	4	9	4	6	12
060	3	5	11	4	6	12	4	7	13	1	4	8	3	6	11
070	7	11	17	5	7	14	7	10	16	4	6	11	6	9	15
080	5	10	17	6	9	14	6	9	16	4	6	11	5	9	15
090	4	6	11	4	7	13	5	8	13	2	4	9	4	6	12
110	3	5	11	5	7	14	4	7	12	2	4	9	4	6	12
120				4	7	12	5	9	14	2	4	9			
121							6	10	17	4	5	10			
123							5	8	13	3	6	11			
220	4	7	14	5	10	14	6	10	19	4	7	13	5	9	15
224	7	10	17	6	9	17	7	10	17	4	6	12	6	9	16
228	3	5	10	3	6	9	3	5	9	1	3	5	3	5	8
230	4	6	11	4	6	12	4	7	12	1	4	8	3	6	11
233	4	6	12	4	7	12	5	8	14	2	4	9	4	6	12
236	3	6	9	4	6	12	5	9	15	4	5	10	4	7	12
237	2	3	9	2	5	8	2	4	7	1	3	5	2	4	7
238	4	6	11	4	6	13	5	9	14	2	4	10	4	6	12
248	4	7	12	6	8	15	6	9	17	4	5	10	5	7	14
3412	3	7	13	5	9	15	6	9	17	4	7	13	5	8	15
3440	3	5	10	3	6	12	3	7	11	1	4	8	3	6	10
3450	2	5	9	3	6	9	2	4	9	1	3	5	2	5	8
3460	2	5	10	3	6	9	2	3	9	1	3	5	2	4	8
3479	2	5	9	3	6	9	2	5	7	1	3	4	2	5	7
3490	2	5	9	3	6	9	2	5	8	1	3	5	2	5	8
3508	5	7	13	5	9	14	6	9	17	3	6	11	5	8	14
3520	4	4	11	4	7	13	3	7	11	1	3	7	3	5	11
3534	4	7	13	5	8	14	6	10	16	3	6	11	5	8	14
3610	6	9	14	5	8	15	6	9	17	3	4	10	5	8	14
3630	6	9	15	5	10	15	6	10	17	4	6	11	5	9	15
3650	3	5	11	4	6	12	4	6	12	1	4	8	3	5	11
3690	2	6	11	2	5	7	3	5	9	1	2	4	2	5	8
3697	4	7	12	4	6	12	5	7	14	2	4	7	4	6	11
3709	3	5	10	3	5	8	3	6	9	1	3	5	3	5	8
3730	3	5	11	2	6	8	3	5	10	1	3	5	2	5	9
3750	3	6	10	3	5	8	3	6	10	1	2	4	3	5	8
3765	3	6	11	2	5	8	3	5	9	1	2	5	2	5	8
3775	4	6	10	2	5	7	3	6	10	1	2	5	3	5	8
3780	3	6	9	2	5	8	3	6	9	1	2	5	2	5	8
3845	4	7	13	4	7	12	5	8	14	2	4	9	4	7	12
3860	3	6	12	5	6	12	5	7	14	3	4	9	4	6	12
3880	3	6	10	4	6	11	5	8	13	3	4	9	4	6	11

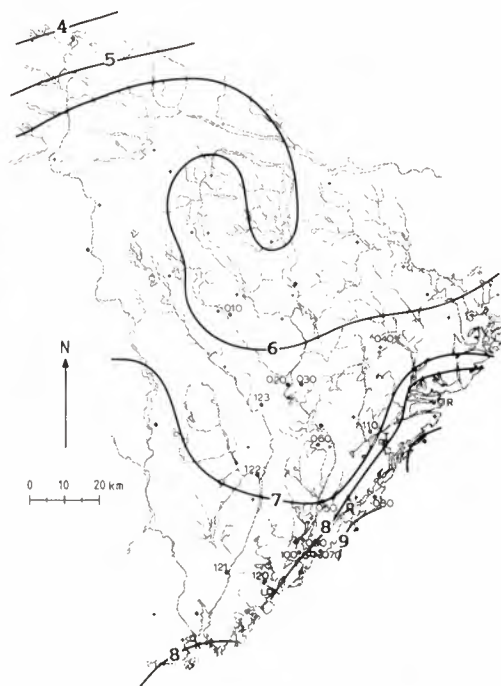
Tabell 3. (forts.)

AWC : a = 150, b = 100 og c = 60 mm.

St.nr. Stn.No.	1969			1970			1971			1972			69-72		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
3910	4	8	11	6	9	15	6	10	15	4	5	10	5	8	13
3917	4	6	11	6	9	15	6	10	16	3	4	10	5	7	13
3922	4	6	11	6	8	14	6	10	17	3	4	9	5	7	13
4027	3	7	11	5	7	12	5	8	15	2	3	10	4	6	12
4042	3	6	10	4	7	12	5	9	14	3	5	11	4	7	12
4090	2	3	8	2	5	8	2	3	7	1	3	5	2	4	7



Figur 3. Midlere antall vanninger mai-september 1969-72 på jord med AWC = 150 mm
 Figure 3. Average number of irrigations May-September 1969-72 on soils with AWC = 150 mm



Figur 4. Midlere antall vanninger mai-september 1969-72 på jord med AWC = 100 mm
 Figure 4. Average number of irrigations May-September 1969-72 on soils with AWC = 100 mm

sjonen størst i øst-vest-retning med 2 vanninger i Tørdal og 4 i Setesdal. På middels tørkesterk jord, figur 4, er kystgradienten mer markert, og det er i middel beregnet 9 vanninger i ytre kyststrøk og 5-6 i midtre og indre strøk. På tørkesvak jord, som er den vanligste nær kysten (Skjelvåg 1981), er det opp til 17-19 vanninger ved kysten og 8-10 i inn-

landet, figur 5. De laveste verdiene finnes i øst og nordøst og de høyeste i området nedre Setesdal-Kjevik.

Som ventet gav modellen flest vanninger i juni og juli. Bare unntaksvis, i år med relativt lite nedbør i august og september, ble det beregnet et vannunderskudd i september i kystområdene

(Torungen Fyr). I år med uvanlig små nedbørmengder i mai (1970) gav modellen vanning allerede i første halvdel av måneden.

I sesongen 1971 var det, bortsett fra i juli, relativt lite nedbør, og antall vanninger på tørkesvak jord ble beregnet til 17-19 i kystområdene, eller i gjennomsnitt hver 10. dag. Med noe mindre hyppig vanning i mai og september skulle det for resten av sesongen utgjøre en vanning pr. uke.

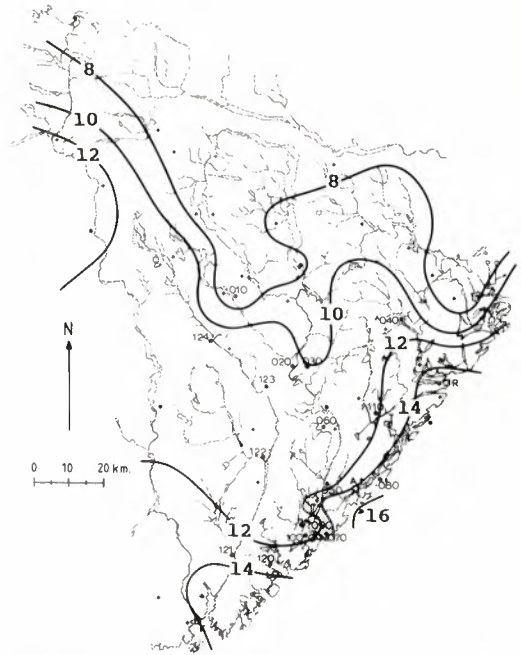
DISKUSJON

Modellen gir en enkel beskrivelse av variasjon i jordas vannbudsjett for tre jordtyper gjennom vekstsesongen. Selv om ulike verdier av maksimal mengde nyttbart vann kan være et mål for ulike jordtype, så vil en lineær sammenheng mellom størrelsene E_a/E_p og SM/AWC være en tilnærming til de naturlige forhold. En mer presis beskrivelse av denne sammenhengen måtte inkludere faktorer som planteslag, rottdybde og utviklingstrinn, variasjon i bladareal og fordampingsintensitet (Denmead & Shaw 1962).

Metoden kan dessuten gi noe for høye verdier om våren. Temperaturen målt i en klimahytte kan da være noe høyere enn den aktuelle fordampningstemperaturen nær jordoverflaten, og estimatet av E_p blir tilsvarende for høyt.

Kapillærtransport av vann opp fra grunnvannsnivå inngår ikke i modellen. Dette kan også medføre at modellen gir for rask uttørking, særlig om våren og forsommeren på steder der grunnvannspeilet kan være relativt høyt.

Ved nedbør blir det antatt at jorda tar opp vann inntil feltkapasitet er oppnådd, og at aktuell evapotranspirasjon like etter nedbør ikke blir større enn den beregnede potensielle. Avrenning er forenklet til nedbørmengder ut over oppfylling til feltkapasitet. I modellen er det ikke tatt hensyn til at nedbør kan komme kort tid etter en evt. vanning. Det vil



Figur 5. Midlere antall vanninger mai-september 1969-72 på jord med $AWC = 60$ mm
Figure 5. Average number of irrigations May-September 1969-72 on soils with $AWC = 60$

i mange tilfeller være naturlig å vente med vanning dersom det er varslet nedbør.

Fyrstasjonene 220 Lyngør og 224 Torungen, og fjell-stasjonen 237 Bjåen er tatt med for å få med klimaekstremene. Ved fyrstasjonene vil mye vind og høye døgnmiddeltemperaturer gi relativt høye verdier for den potensielle fordampingen. Samtidig er nedbørmengdene relativt små (Skaar 1988). På 238 Bjåen er det først og fremst de relativt lave temperaturene som reduserer den potensielle fordampingen, og i gjennomsnitt for døgnet er vindstyrken også liten.

Det er stor variasjon i antall tørkedager og vanninger mellom årene. Til en viss grad er dette i samsvar med forskjeller i nedbørsummer (Skaar 1988), men det har også betydning hvordan nedbørmengdene er fordelt over sesongen. Vannunderskudd erstattes raskere og antall tørkedager i sesongen kan derfor være mindre på tørkesvak enn på tørke-

sterk jord, f.eks. på 090 Dømmesmoen i 1970 og 236 Byglandsfjord i 1971 (tabell 2). Tilsvarende er variasjonen i antall vanninger i sesongen innenfor fylket relativt mindre på tørkesvak enn på tørkesterk jord.

I praktisk jordbruk vil vanning rette seg etter planteslaget ved at bestemte utviklingsfaser er mer ømtålige for tørke enn andre (Dragland 1979). Aktuell vanningsperioder for en jordbruksvekst blir ofte satt til et bestemt antall dager etter spiring. For gras er aktuell vanningsperiode hele sesongen. I disse beregningene er det antatt at det er aktuelt med vanning hele sesongen, og modellen viser derfor først og fremst et maksimalt vanningsbehov på hvert sted. En sammenligning av verdiene mellom stasjonene vil beskrive klimabestemte variasjoner i vanntilstanden på tre valgte jordtypene.

LITTERATUR

Baier, W. & G.W. Robertson 1966. A new versatile soil moisture budget. *Can. J. Plant Sci.* 46: 299-315.

Baier, W. 1969. Concepts of soil moisture availability and their effect on soil moisture estimates from a meteorological budget. *Agric. Meteorol.* 6: 165-178.

Denmead, O.T. & R.H. Shaw, 1962. Availability of soil water to plants as affected by soil moisture content and meteorological conditions. *Agron. J.* 54: 385-390.

Dragland, S. 1979. Virkninger av forskjellig vass-tilgang til bygg og hvete. *Forsk. Fors. Landbr.* 30: 399-413.

Dyer, J.A. & W. Baier 1979. An index for soil moisture drying patterns. *Can. Agric. Eng.* 21: 117-118.

Penman, H.L. 1948. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. *Proc. Roy. Soc. A* 193: 120-145.

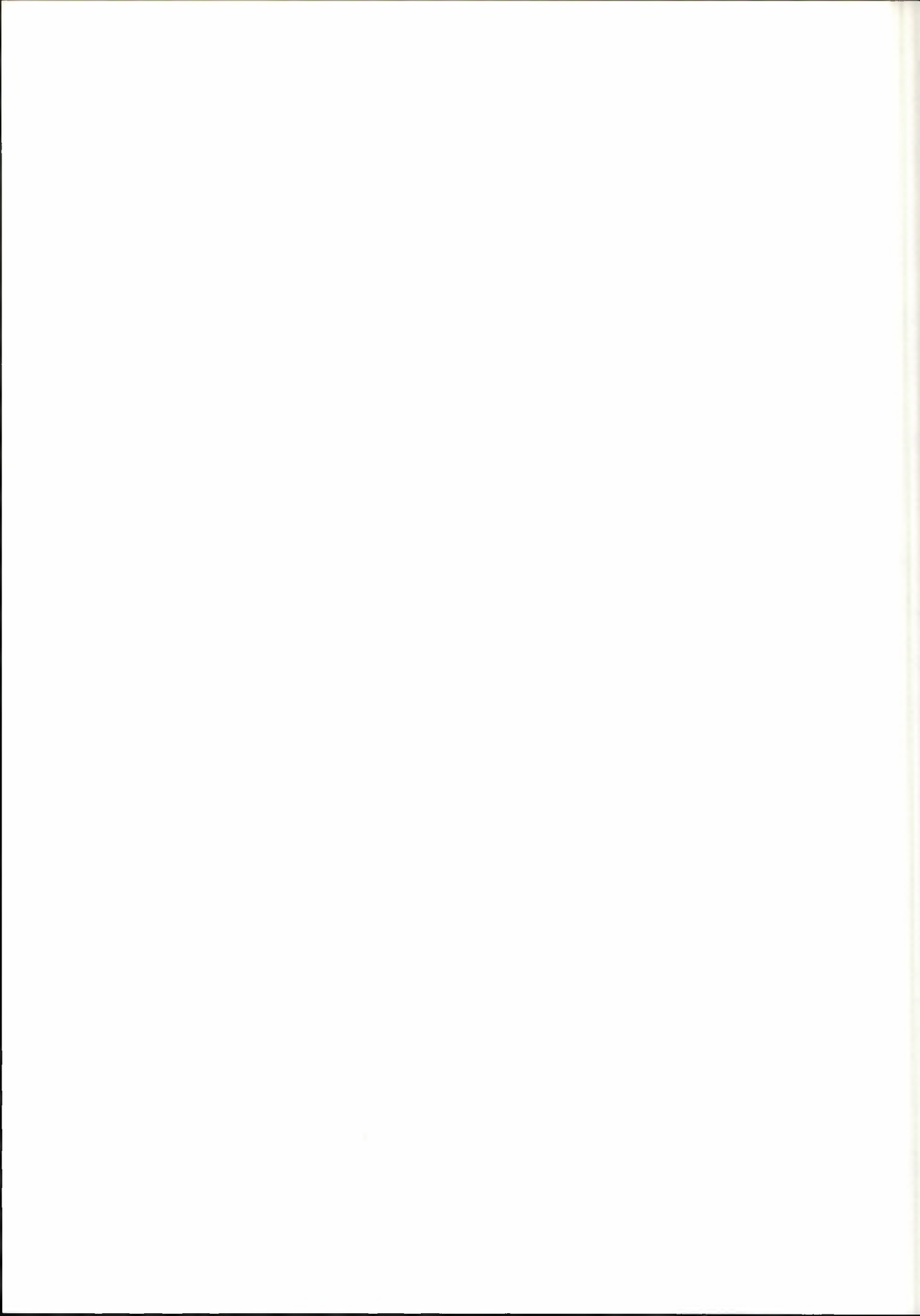
Richie, J.T. 1973. Influence of soil water status and meteorological conditions on evapotranspiration from a corn canopy. *Agron. J.* 65: 893-897.

Skjelvåg, A.O. 1981. Experimental and statistical methods of plant experiments used in an agrometeorological investigation in Aust-Agder, Norway. *Acta Agric.Scand.* 31: 343-357.

Skaar, E. 1982. Lokal- og vekstklime i Aust-Agder. Del 1. Strålingsklime. *Forsk. Fors. Landbr.* 33: 51-94.

Skaar, E. 1983. Lokal- og vekstklime i Aust-Agder. Del 2. Temperaturklime. *Forsk. Fors. Landbr.* 34: 57-120.

Skaar, E. 1988. Nedbørklime og potensiell vannbalanse i Aust-Agder. *Norsk Landbr.Forsk.* 2: 249-262.



VERKNAD AV SUMARSKJERING PÅ AVLING, FRUKTSTORLEIK OG FRUKTKVALITET HJÅ TO EPLESORTAR

Yield, fruit size and fruit quality of two apple cultivars as influenced by summer pruning

JONAS YSTAAS

Statens forskingsstasjoner i landbruk, Ullensvang forskingsstasjon, Lofthus, Noreg
The Norwegian State Agricultural Research Stations, Ullensvang Agricultural Research Station, Lofthus, Norway

Ystaas, J. 1989. Yield, fruit size and fruit quality of two apple cultivars as influenced by summer pruning. *Norsk Landbruksforskning* 3:195-204. ISSN 0801-5333.

Summer pruning, carried out on August 1, 15 and 31 in three consecutive years, of the cultivars 'Summerred' and 'Aroma', which are trained as free spindle, had no effect on yield and fruit size. Development of red colour in the apples, especially from the interior part of the canopy, is significantly enhanced by summer pruning, while the content of soluble solids is reduced. No consistent effect on fruit acidity could be found. Under Norwegian growing conditions summer pruning can be carried out during the second half of August. Summer pruning is recommended in orchards where light penetration of the internal part of the canopy is insufficient for adequate development of red colour to meet the standards required of high quality apples.

Key words: Apple, fruit colour, fruit quality, fruit size, summer pruning, yield.

Jonas Ystaas, Ullensvang Agricultural Research Station, N-5774 Lofthus, Norway

Stor konkurranse på eplemarknaden har skjerpå kravet til ytre og indre kvalitet hjå norskproduserte eple. Dette kjem tydeleg fram i dei reviderte standardreglane (Norges Standardiseringsforbund 1986) som fastset grenseverdier for fargedekking og sukkerinnhald hjå eple dyrka for sal.

Mellom norske fruktdyrkarar er det stor interesse for å ta i bruk dyrkingsmetodar som kan forbetra fruktkvaliteten og såleis gjera norske eple meir

tevføre. Sumarskjering er eit dyrkings-tiltak som har vore nytta i Tyskland og Holland i mange år for å skaffa betre ljostilgang og fargeutvikling hjå epla i dei indre delar av trekrona (Engel 1974, Lemmens 1982).

Sumarsjeringa kan omfatta svært ulike inngrep; frå tilbakeskjering av greiner på føresumaren til uttynning av årsskot etter at lengdeveksten er avslutta i august. Epletrea vil reagere ulikt etter kva utviklingsfase trea er i når

inngrepet vert gjort, og kor sterk skjeriinga er. Dette kjem klårt fram i dei mange forsøka som har vore utførde, og som Saure (1987) nyleg har gjeve eit grundig oversyn over. Her i landet har sumarskjeriing vore lite påakta. Det var difor ei aktuell forskingsoppgåve å granska kva verknad sumarskjeriing i form av uttynning av årsskot i august har på avling og fruktkvalitet hjå viktige eplesortar som 'Summerred' og 'Aroma'.

MATERIALE OG METODAR

Sumarskjeriinga vart utførde som uttynning av årsskota i heile trekrona. Alle årsskota som ikkje trongst til fornying av trekrona, vart skorpe bort ved basis. Forsøka vart utførde med tre i alderen 6-13 år. Trea hadde gjennomgåande midtstamme og var forma som fri spindel.

Til forsøk med sumarskjeriing 15.-20. august vart gjennomførde på Ullensvang Forskingsstasjon i åra 1984-87 (plan A). I samarbeid med Indre Hardanger Forsøksring vart spørsmålet om det optimale tidspunktet for utføring av sumarskjeriinga granska i 4 forsøk på spreidde felt (plan B) i åra 1985-87. Uttynning av årsskota vart gjennomført 1., 15. og 31. august. Oversyn over forsøksfelt og plantemateriale som vart nytta, finst i tabell 1.

Forsøka var lagde ut som blokkforsøk med tilfeldig fordeling av forsøks-

rutene. Etter plan A hadde Summerred-feltet 2 tre på kvar forsøksrute med 15 gjentak, medan Aroma-feltet hadde eitt tre på kvar forsøksrute og 6 gjentak. Dei fire forsøksfelte etter plan B hadde 2 tre på kvar forsøksrute og 3 gjentak.

Kvart år vart avlinga (kg/tre) registrert og fruktstorleiken bestemd ved veving av 100 tilfeldig utvalde eple pr. tre. Under innhaustinga vart det teke ut prøvar på 20 eple til kvalitetsgranskningar. Frå kvart tre vart det teke ut ein prøve frå den ytre delen av trekrona og ein frå den indre delen. Epla vart lagra ved 4°C i 3-4 veker til kvalitetsgranskninga vart utførde.

Fruktfargen vart registrert ved hjelp av sensorisk analyse. Ei domargruppe på 5 personar gav poeng for grunnfarge etter ein skala frå 0-10, der 0 er mørk grøn og 10 er ljøs gul. For dekkfarge vart det gjeve poeng som svara til prosentvis dekking av overflata med raudfarge. Innhaldet av titrerbar syre og oppløyst tørrstoff i epla vart bestemt etter vanleg godtekne metodar.

RESULTAT

Sumarskjeriing midt i august har ikkje ført til påvisleg nedgang i avlinga (tabell 2). Dette resultatet er oppnått med tre som har eit avlingsnivå på 2000 kg/daa for 'Summerred' og 2500 kg for 'Aroma'. Redusert fruktstorleik etter sumarskjer-

Tabell 1. Oversyn over plantematerialet på forsøksfelte
Table 1. Information about cultivars, rootstocks, planting distance, year of planting, locality and the years during which the trials were conducted

Sort	Forsøksplan	Grunnstamme	Planteavstand	Planteår	Forsøksperiode	Forsøksstad
Cultivar	Scheme	Rootstock	Planting distance	Year of planting	Experimental periode	Locality
'Summerred'	A	M26	4,5x2,15	1974	1984-87	SFL Ullensvang
'Aroma'	A	M26	4,5x2,5	1975	1985-87	SFL Ullensvang
'Summerred'	B	M26	5x3	1974	1985-87	Helleland
'Summerred'	B	MM106	5x2,85	1978	1985-87	Måge
'Aroma'	B	M26	5x3	1979	1985-87	Ulgenes
'Aroma'	B	MM106	5x3	1977	1985-87	Jåstad

Tabell 2. Verknad av sumarskjering midt i august på avling og fruktstorleik hjå 'Summerred' og 'Aroma'
 Table 2. Effects of summer pruning carried out in mid-August on yield and fruit size of 'Summerred' and 'Aroma'

Sort/behandling Cultivar/treatment	Avling, kg/tre Yield, kg/tree					Fruktvekt, g Fruit weight, g				
	1984	-85	-86	-87	Middel Mean	1984	-85	-86	-87	Middel Mean
'Summerred'										
Utan sumarskjering No summer pruning	38,0	19,8	16,8	15,4	22,5	126	128	120	135	127
Sumarskjering Summer pruning	39,0	16,9	17,0	14,2	21,8	120	119	121	144	126
LSD 5%	IS	IS	IS	IS	IS	IS	8	IS	IS	IS
	NS	NS	NS	NS	NS	NS		NS	NS	NS
'Aroma'										
Utan sumarskjering No summer pruning	46,5	13,5	27,8	29,3	29,3	146	148	187	160	160
Sumarskjering Summer pruning	42,7	12,2	24,7	26,5	26,5	155	147	170	157	157
LSD 5%		IS	IS	IS	IS		IS	IS	17	IS
		NS	NS	NS	NS		NS	NS		NS

ing er funne i eitt av 4 år for 'Summerred' og eitt av tre år for 'Aroma'. I medel for heile forsøksperioden er det ingen påvisleg skilnad i fruktstorleiken mellom tre med sumarskjering og tre utan.

Sumarskjering midt i august har

verka positivt på utvikling av frukt-fargen. Av tabell 3 går det fram at grunnfargen hjå 'Summerred' har vorte ljøsare hjå eple både frå den indre og ytre del av trekrona. Tendensen er den same hjå 'Aroma', men hjå denne sorten er

Tabell 3. Verknad av sumarskjering midt i august på grunnfargen hjå eple av 'Summerred' og 'Aroma' vurdert etter skala 0-10, der 0 er mørk grøn og 10 er ljøs gul
 Table 3. Effects of summer pruning carried out in mid-August on apple ground colour of 'Summerred' and 'Aroma'. Colour ratings according to scale 0-10, where 0 is dark green and 10 is bright yellow

Sort/behandling Cultivar/treatment	Ytre del av trekrona External part of canopy					Indre del av trekrona Internal part of canopy				
	1984	-85	-86	-87	Middel Mean	1984	-85	-86	-87	Middel Mean
'Summerred'										
Utan sumarskjering No summer pruning	6,3	7,0	6,1	7,8	6,8	4,5	5,6	5,0	7,2	5,6
Sumarskjering Summer pruning	6,6	7,5	6,1	8,6	7,2	5,2	6,0	5,3	7,6	6,0
LSD 5%	IS	IS	IS	IS	0,3	IS	0,4	IS	IS	0,4
	NS	NS	NS	NS		NS		NS	NS	
'Aroma'										
Utan sumarskjering No summer pruning		5,0	5,2	5,4	5,2	3,1	3,7	4,3	3,7	
Sumarskjering Summer pruning		4,8	6,1	5,9	5,6	3,1	4,5	4,3	4,0	
LSD 5%		IS	IS	IS	IS	IS	0,7	IS	IS	
		NS	NS	NS	NS	NS		NS	NS	

Tabell 4. Verknad av sumarskjering midt i august på utvikling av raud dekkfarge hjå eple av 'Summerred' og 'Aroma' vurdert etter prosentvis dekning av overflata med raudfarge
 Table 4. Effects of summer pruning carried out in mid-August on the percent coverage of red colour of 'Summerred' and 'Aroma' apples

Sort/behandling Cultivar/treatment	Ytre del av trekrona External part of canopy					Indre del av trekrona Internal part of canopy				
	1984	-85	-86	-87	Middel Mean	1984	-85	-86	-87	Middel Mean
'Summerred'										
Utan sumarskjering No summer pruning	60	69	62	76	67	33	51	51	62	49
Sumarskjering Summer pruning	69	77	74	79	75	51	61	63	69	61
LSD 5%	6,9	5,6	7,5	IS NS	2	10,5	8,4	6,3	IS NS	9
'Aroma'										
Utan sumarskjering No summer pruning		33	22	45	33		12	12	27	17
Sumarskjering Summer pruning		34	32	53	40		16	21	34	24
LSD 5%		IS NS	7,5	IS NS	3,3		IS NS	1,7	5,0	3,2

ikkje skilnaden statistisk sikker. Størst verknad har sumarskjering hatt på utviklinga av raud dekkfarge (tabell 4 og fig. 1). Hjå 'Summerred' frå den indre delen av trekrona har sumarskjeringa auka prosentvis dekning med raudfarge frå 49 til 61 prosent i medel for fire år. Frå den ytre delen av trekrona, der ljostilhøva er betre, har auken i raud dekkfarge vore noko mindre etter sumarskjering. Men også i denne delen av trekrona er det tydeleg og statistisk sikker auke i prosentvis dekning med raudfarge hjå epla der trea er sumarskorne.

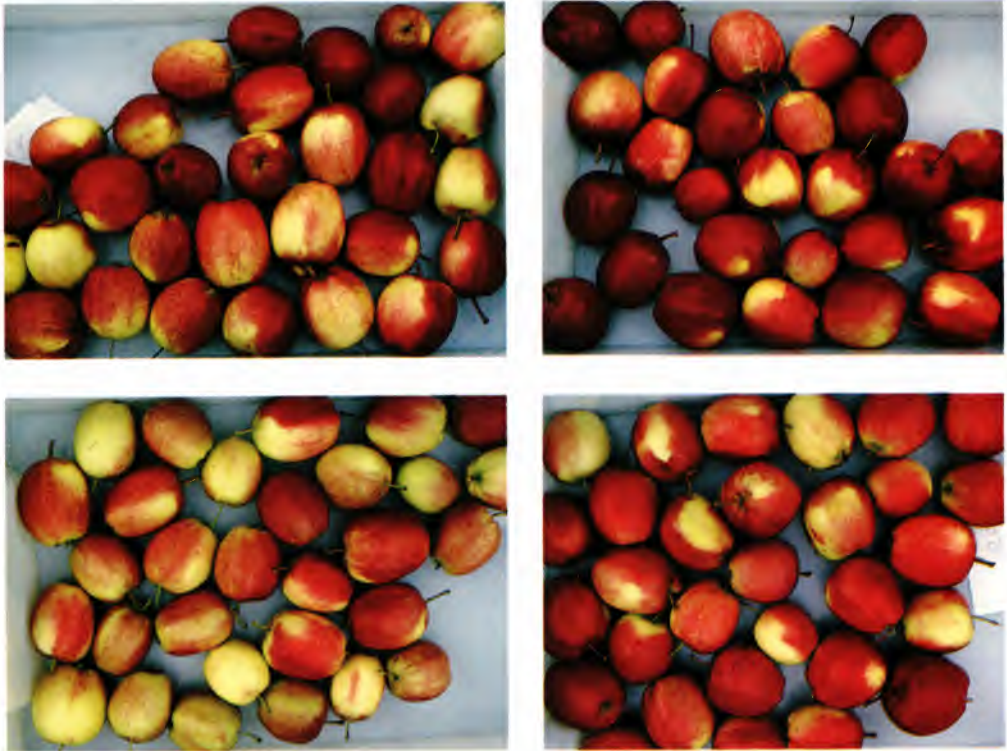
Til vanleg har 'Aroma' ein mindre del av overflata dekkja med raudfarge enn 'Summerred'. Sumarskjeringa har også for denne sorten ført til betre utvikling av raudfarge hjå eple både frå indre og ytre delar av trekrona.

Korleis sumarskjeringa verkar inn på den indre frukt-kvaliteten, gjev innhaldet av prosent oppløyst tørrstoff verdifulle opplysningar om. Resultata i tabell 5 viser at det er klår tendens til lågare innhald av oppløyst tørrstoff i eple frå tre som er sumarskorne. For 'Summerred' gjeld dette epla både frå den

ytre og indre delen av trekrona, sjølv om nedgangen berre er statistisk sikker i den ytre delen. For 'Aroma' kjem reduksjonen av oppløyst tørrstoff tydelegast fram i eple frå den indre delen av trekrona.

Korleis syreinnhaldet, ein annan viktig komponent av den indre frukt-kvaliteten, vert påverka av sumarskjeringa, er vist i tabell 6. For 'Summerred' er det statistisk sikker nedgang i syreinnhaldet i eple frå sumarskorne tre i eitt av to avlingsår. Hjå 'Aroma' er det i middel for tre år nedgang i syreinnhaldet i eple frå den ytre delen av trekrona hjå sumarskorne tre, medan eple frå den indre delen har eit syreinnhald som er lite påverka av sumarskjeringa.

Sumarskjering utført som uttynning av årsskot, vil redusera bladarealet og såleis redusera produksjonen av karbohydrat. For å gjera produksjonstapet minst mogleg, er det rimeleg at sumarskjering utført så nær opp til haustinga som mogleg, men slik at epla får tid til å utvikla tilfredsstillande farge, vil gje dei minste negative sideverknadene. I eit særskilt forsøksopplegg på spreidde felt



Figur 1. Verknad av sumarskjering midt i august på raud dekkfarge hjå eple av 'Summerred'.

- Eple frå ytre del av trekrona, inga sumarskjering.
- Eple frå ytre del av trekrona, sumarskjering.
- Eple frå indre del av trekrona, inga sumarskjering.
- Eple frå indre del av trekrona, sumarskjering.

Figure 1. Effects of summer pruning in mid-August on the coverage of red colour of 'Summerred' apples.

- Apples from external part of canopy, no summer pruning.
- Apples from external part of canopy, summer pruning.
- Apples from internal part of canopy, no summer pruning.
- Apples from internal part of canopy, summer pruning.

(Foto: A. Kvåle)

utført i samarbeid med Indre Hardanger Forsøksring, vart verknaden av sumarskjering til tre ulike tider (1., 15. og 31. august) granska.

Resultata i tabell 7 viser at sumarskjeringa ikkje har hatt nokon innverknad på avlingsmengd og fruktstorleik same kva tid skjeringa har vore utført i august. Sumarskjeringa har ikkje hatt noko tydeleg verknad på grunnfargen hjå eple av 'Summerred' og 'Aroma'. Men det er oppnått statistisk sikre utslag for betre utvikling av raud dekkfarge hjå eple frå den indre delen av trekrona

(tabell 8). Hjå 'Summerred' er raudfargen like godt utvikla anten sumarskjeringa er utført fyrst i august eller i slutten. Eple frå Aroma-tre som er sumarskorne fyrst i august, har betre utvikla raud dekkfarge enn frå tre som er skorpe sist i august. Det er tendens til negative sideverknader i form av redusert sukkerinnhald i epla (tabell 9), sjølv om utslaga er for små til å vera statistisk sikre.

Tabell 5. Verknad av sumarskjering midt i august på innhaldet av prosent oppløyst tørrstoff hjå eple av 'Summerred' og 'Aroma'

Table 5. Effects of summer pruning in mid-August on the content of soluble solids in 'Summerred' and 'Aroma' apples

Sort/behandling <i>Cultivar/treatment</i>	Ytre del av trekrone <i>External part of canopy</i>					Indre del av trekrone <i>Internal part of canopy</i>				
	1984	-85	-86	-87	Middel <i>Mean</i>	1984	-85	-86	-87	Middel <i>Mean</i>
'Summerred'										
Utan sumarskjering <i>No summer pruning</i>	10,4	11,4	11,6	12,2	11,4	10,0	11,2	10,9	11,8	11,0
Sumarskjering <i>Summer pruning</i>	10,0	11,2	11,0	12,2	11,1	9,6	10,9	10,7	11,9	10,8
LSD 5%	0,3	IS	0,2	IS	0,2	IS	IS	0,2	IS	IS
		NS		NS		NS	NS		NS	NS
'Aroma'										
Utan sumarskjering <i>No summer pruning</i>		11,0	12,3	12,6	12,0		10,2	11,9	12,0	11,4
Sumarskjering <i>Summer pruning</i>		11,0	12,3	12,3	11,9		10,2	11,3	11,7	11,1
LSD 5%		IS	IS	IS	IS		IS	IS	IS	0,2
		NS	NS	NS	NS		NS	NS	NS	

Tabell 6. Verknad av sumarskjering midt i august på syreinnhaldet i eple av 'Summerred' og 'Aroma' rekna som prosent av friskvekta

Table 6. Effects of summer pruning in mid-August on fruit acidity of 'Summerred' and 'Aroma' apples (expressed as percent of fresh weight)

Sort/behandling <i>Cultivar/treatment</i>	Ytre del av trekrone <i>External part of canopy</i>					Indre del av trekrone <i>Internal part of canopy</i>				
	1984	-85	-86	-87	Middel <i>Mean</i>	1984	-85	-86	-87	Middel <i>Mean</i>
'Summerred'										
Utan sumarskjering <i>No summer pruning</i>	0,48	0,55			0,52	0,52	0,59			0,56
Sumarskjering <i>Summer pruning</i>	0,45	0,56			0,51	0,50	0,58			0,54
LSD 5%	0,03	IS			IS	0,2	IS			IS
		NS			NS		NS			NS
'Aroma'										
Utan sumarskjering <i>No summer pruning</i>		0,58	0,77	0,75	0,70		0,56	0,75	0,77	0,69
Sumarskjering <i>Summer pruning</i>		0,58	0,75	0,72	0,68		0,57	0,71	0,77	0,68
LSD 5%		IS	IS	IS	0,01		IS	IS	IS	IS
		NS	NS	NS			NS	NS	NS	NS

DRØFTING

Kva verknad sumarskjering har på avlingsmengd og fruktqualität er avhengig av om skjeringa vert utført som tilbake-skjering og uttynning av hovudgreiner

tidleg på sumaren eller som uttynning av årsskot etter at lengdeveksten er avslutta i fyrste halvdel av august (Nelgen 1980, Miller 1982). I denne granskinga er sumarskjeringa utført som uttynning av årsskot i august med

Tabell 7. Verknad av sumarskjerjing til tre ulike tider på avling og fruktstorleik, middeltal
 Table 7. Effects of summer pruning at three different dates on yield and fruit size (mean values)

Behandling <i>Treatment</i>	'Summerred'		'Aroma'	
	Akkumulert avling, kg/tre <i>Accumulated yield, kg/tree</i>	Frukt- vekt, g <i>Fruit weight, g</i>	Akkumulert avling, kg/tre <i>Accumulated yield, kg/tree</i>	Frukt- vekt, g <i>Fruit weight, g</i>
Utan sumarskjerjing <i>No summer pruning</i>	135,5	119	170,4	168
Sumarskjerjing 1. august <i>Summer pruning August 1</i>	143,0	121	162,6	171
Sumarskjerjing 15 august <i>Summer pruning August 15</i>	135,9	117	150,1	169
Sumarskjerjing 31 august <i>Summer pruning August 31</i>	138,8	121	168,0	166
LSD 5%	IS NS	IS NS	IS NS	IS NS

Tabell 8. Verknad av sumarskjerjing til tre ulike tider på dekkfargen hjå eple frå ulike deler av trekrona.
 Prosentvis dekning av overflata med raudfarge, middeltal
 Table 8. Effects of summer pruning at three different dates on the percent coverage of red colour of
 'Summerred' and 'Aroma' apples from different positions within the canopy (mean values)

Behandling <i>Treatment</i>	'Summerred'		'Aroma'	
	Ytre del av trekrona <i>External part of canopy</i>	Indre del av trekrona <i>Internal part of canopy</i>	Ytre del av trekrona <i>External part of canopy</i>	Indre del av trekrona <i>Internal part of canopy</i>
Utan sumarskjerjing <i>No summer pruning</i>	69	38	44	9
Sumarskjerjing 1. august <i>Summer pruning August 1</i>	68	50	45	23
Sumarskjerjing 15 august <i>Summer pruning August 15</i>	68	49	45	20
Sumarskjerjing 31 august <i>Summer pruning August 31</i>	69	49	47	18
LSD 5%	IS NS	5,7	IS NS	3,9

Tabell 9. Verknad av sumarskjerjing til tre ulike tider på prosent oppløyst tørrstoff i eple frå ulike deler av trekrona, middeltal
 Table 9. Effects of summer pruning at three different dates on the content of percent soluble solids of
 'Summerred' and 'Aroma' apples from different positions within the canopy (mean values)

Behandling <i>Treatment</i>	'Summerred'		'Aroma'	
	Ytre del av trekrona <i>External part of canopy</i>	Indre del av trekrona <i>Internal part of canopy</i>	Ytre del av trekrona <i>External part of canopy</i>	Indre del av trekrona <i>Internal part of canopy</i>
Utan sumarskjerjing <i>No summer pruning</i>	10,8	10,4	12,6	11,6
Sumarskjerjing 1. august <i>Summer pruning August 1</i>	10,7	10,1	12,2	11,5
Sumarskjerjing 15 august <i>Summer pruning August 15</i>	10,6	10,0	12,2	11,6
Sumarskjerjing 31 august <i>Summer pruning August 31</i>	10,8	10,2	12,4	11,9
LSD 5%	IS NS	IS NS	IS NS	IS NS

siktemål å eksponera epla i indre deler av trekrona for direkte solljos for å oppnå betre dekkfarge. Frå tidlegare granskingar er det kjent at eple som har ein slik posisjon i trekrona at dei vert utsette for skuggeverknad, får redusert fruktstorleik og fargeutvikling (Jackson et al. 1971, Schrader & Marth 1931, Seeley et al. 1980).

Sumarskjeriing utford i august har ikkje ført til reduserte avlingar hjå 'Summerred' og 'Aroma' (Tabell 1). Liknande resultat er også publiserte av Marini & Barden (1982), Preston & Perring (1974) og Wagenmakers (1988). Men det er også meldt om avlingsnedgang etter sumarskjeriing (Taylor & Ferree 1984, Wertheim et al. 1986).

Sjølv om det er påvist einiskilde år med redusert fruktstorleik etter sumarskjeriing (tabell 2), er hovudresultatet at sumarskjeriinga ikkje påverkar fruktstorleiken. Liknande resultat er oppnått av Lord & Greene (1982), Miller (1982) og Wertheim et al. (1986). Men det finst også granskingar som syner at sumarskjeriing kan redusera fruktstorleiken (Marini & Barden 1982, Nelgen 1980).

Den raude dekkfargen hjå epla utviklar seg mest dei siste 3-4 vekene før hausting. Etter sumarskjeriinga er utford, er epla både i dei ytre, men særleg i dei indre delane av trekrona betre eksponerte for direkte solljos. Sumarskjeriinga har difor hatt ein positiv innverknad på utvikling av raud dekkfarge både hjå 'Summerred' og 'Aroma'. Som venta er forbetringa av raudfargen størst hjå eple frå den indre delen av trekrona (tabell 4). Sumarskjeriinga har såleis sikra at Summerred-epla frå den indre delen av treet oppfyller minstekrava til raud dekkfarge (50 prosent av overflata) for Klasse I med god margin kvart år, medan eple frå tre som ikkje er sumarskorne, sume år får ein større del av avlinga klassifiserte som Klasse II på grunn av mangelfullt utvikla raudfarge.

Den positive effekten sumarskjeriinga har på utvikling av raud dekkfarge hjå eple er stadfesta gjennom mange

granskingar (Lord & Greene 1982, Preston & Perring 1974, Marini & Barden 1982, Taylor & Ferree 1984, Engel 1974, Nelgen 1980, Wertheim et al. 1986).

Sumarskjeriinga har i desse forsøka også hatt ein viss innverknad på utviklinga av grunnfargen. Dette kjem tydelegast fram hjå 'Summerred', men same tendensen gjer seg også gjeldande for 'Aroma', slik at eple frå sumarskorne tre har ein noko ljosare grunnfarge (tabell 3).

Hovudeffekten av sumarskjeriinga på den indre fruktkvaliteten er at eple frå sumarskorne tre har lægre sukkerinnhald enn eple frå tre som ikkje er sumarskorne (tabell 5). Dette har nøye samanheng med at sumarskjeriinga alt etter kor sterk skjeriinga er, tek bort ein større eller mindre del av dei assimilasjonsdyktige blada og såleis reduserer produksjonen av karbohydrat. Dette får fylgjer for innlagring av stive i epla og er avgjerande for kva nivå oppløyst tørrstoff i epla når ved hausting. Det er ikkje uventa at verknaden av sumarskjeriinga på innhaldet av oppløyst tørrstoff kan variera etter avlingsmengd, skotvekst, bladareal og høvet mellom fruktmengd og bladareal (tabell 9). Marini & Barden (1982) fann at oppløyst tørrstoff i epla vart lægre hjå sumarskorne tre innan 2 veker etter at sumarskjeriinga var utford. Fleire andre granskingar syner same resultat: eple frå sumarskorne tre har lægre innhald av oppløyst tørrstoff (Nelgen 1980, Taylor & Ferree 1984).

Sumarskjeriinga har ikkje ført til noko tydeleg brigde i syreinnhaldet hjå eple (tabell 6), sjølv om granskinga viser at det sume år er tendens til noko nedgang i syreinnhaldet. Tidlegare granskingar viser at sumarskjeriinga ikkje har nokon eintydig effekt på syreinnhaldet. Nelgen (1980) melder såleis om nedgang, medan Perring & Preston (1974) ikkje har funne endringar i syreinnhaldet i eple etter sumarskjeriing.

Kva tidspunkt ein bør velja for sumarskjeriing når skjeriinga vert utford

som uttynning av årsskot, gjev ikkje desse forsøka noko eintydig svar på. Der- som ein legg mest vekt på frukt-fargen, gjev skjering utført 1. og 15. august betre dekkfarge hjå 'Aroma' enn når skjeringa er utført 31. august (tabell 8), men for 'Summerred' er det ingen skilnad. Legg ein mest vekt på den indre frukt-kvaliteten, er det tendens til at reduk-sjonen i oppløyst tørrstoff er minst i eple frå tre som er skorne sist i august (tabell 9). Målsetjinga for sumarskjeringa er å betra både den ytre og indre frukt-kvaliteten. Det er difor naturleg å gjennomføra den reduksjonen i blad-arealet som sumarskjeringa medfører, så nær opp til haustinga som råd er. Sumarskjering i siste halvdel av august vil såleis vera ei høvleg tid for epleortar som mognar i siste halvdel av september eller seinare.

Sumarskjering har hittil vore lite nytta i norsk fruktdyrking. Mykje av epledyrkinga føregår framleis på tre som er forma som fri spindel. Ljostilgangen til indre delar av trekrona hjå denne tre-forma kan ofte vera lite tilfredsstillande på grunn av sterk vegetativ vekst (feil grunnstamme, sterk gjødsling) eller mangelfull skjering. I slike høve kan sumarskjering vera eit nyttig hjelpe-middel til å retta noko på skavankane. Men sumarskjeringa fører også med seg ulemper i form av redusert sukkerinn-hald i frukta. Det er difor ynskjeleg å ta i bruk treformer som sikrar god ljostil-gang til alle epla på treet. Ved overgang til treforma slank spindel vil truleg trongen for sumarskjering vera sterkt redusert eller heilt borte.

SAMANDRAG

Sumarskjering i form av uttynning av årsskot i trekrona hjå 'Summerred' og 'Aroma' til ulike tider i august (1., 15. og 31.) har gjeve fylgjande resultat:

1. Avling og fruktstorleik er ikkje påverka av sumarskjeringa.

2. Sumarskjeringa har ført til betre ljostilgang i trekrona. Epla har fått ein større del av overflata dekkfarge. Denne verk-naden er størst i indre delar av trekrona.
3. Sumarskjeringa reduserer blad-arealet og produksjonen av karbo-hydrat. Dette har gjeve seg nega-tive utslag i form av lægre sukker-innhald i eple frå sumarskorne tre. Sumarskjeringa har ikkje ført til eintydige endringar i syreinn-haldet i epla.
4. Med tanke på å oppnå best mogleg både ytre og indre frukt-kvalitet, er det ynskjeleg å gjennomføra sumarskjeringa så nær opp til hausting som råd er. For eple-sortar som mognar i siste halvdel av september eller seinare, er sumarskjering i siste halvdel av august høveleg.
5. Sumarskjering kan vera eit nyttig hjelpemiddel til å betra farge-utviklinga hjå eple frå hagar der ljostilgangen i trekrona er for dår-leg.

LITTERATUR

Engel, G. 1974. Einfluss des Sommerschnittes auf den Wuchs und Ertrag von Äpfeln auf Sämling. Der Erwerbsobstbau 16:47-48.

Jackson, J. E., R. O. Sharples & J. W. Palmer. 1971. The influence of shade and within-tree position on apple fruit size, colour and storage quality. J. Hort. Sci. 46:277-287.

Lemmens, J. J. 1982. Zomersnoei een hulpmiddel tot kwaliteitsverbetering. Fruitteelt 72:196-198.

Lord, W. J. & D. W. Greene. 1982. Effects of summer pruning on the quality of 'McIntosh' apples. HortScience 17:372-373.

Marini, R. P. & J. A. Barden. 1982. Yield, fruit size, and quality of three apple cultivars as influenced by summer or dormant pruning. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107:474-479.

Miller, S. S. 1982. Regrowth, flowering, and fruit quality of 'Delicious' apple trees as influenced by

summer pruning. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107:975-978.

Nelgen, N. 1980. Sommerschnitt - was ist dabei zu beachten? *Erwerbsobstbau* 22:200-203.

Norges Standardiseringsforbund. 1986. Norsk standard for frukt og bær. NS 2800, NS 2801.

Perring, M. A. & A. P. Preston. 1974. The effect of orchard factors on the chemical composition of apples. III. Some effects of pruning and nitrogen application on Cox's Orange Pippin fruit. *J. Hort. Sci.* 49:85-93.

Preston, A. P. & M. A. Perring. 1974. The effect of summer pruning and nitrogen on growth, cropping and storage quality of Cox's Orange Pippin apple. *J. Hort. Sci.* 49:77-83.

Saure, M. C. 1987. Summer pruning effects in apple - a review. *Scientia Horticulturae* 30:253-282.

Schrader, A. L. & P. C. Marth. 1931. Light intensity as a factor in the development of apple color and size. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 28:552-555.

Seeley, E. J., W. C. Micke & R. Kammereck. 1980. 'Delicious' apple fruit size and quality as influenced by radiant flux density in the immediate growing environment. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105:645-647.

Taylor, B. H. & D. C. Ferree. 1984. The influence of summer pruning and cropping on growth and fruiting of apple. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109:19-24.

Wagenmakers, P. S. 1988. Effects of planting system, tree shape, and additional summer pruning on growth, production and flowering of apple trees at high plant densities. *J. Hort. Sci.* 63:383-392.

Wertheim, S. J., A. de Jager & M. J. J. P. Duyzens. 1986. Comparison of single-row and multi-row planting systems with apple, with regard to productivity, fruit size and colour and light conditions. *Acta Horticulturae* 160:243-258.

VALG AV VIBRERINGSMETODE FOR TOMAT

Evaluation of vibration methods for tomatoes

SVEIN O. GRIMSTAD

Statens forskingsstasjoner i landbruk, Særheim forskingsstasjon, Klepp st., Norge
The Norwegian State Agricultural Research Stations, Særheim Agricultural Research Station, Klepp st., Norway

Grimstad, S.O. 1989. Evaluation of vibration methods for tomatoes. Norsk landbruksforskning 3, 205-209. ISSN 0801-5333.

The effect of different vibration methods on tomato production during the summer was evaluated in three commercial nurseries in south-western Norway. In general, vibration increased the total yield by enhancing fruit numbers, but had no effect on fruit size or grading. Vibrating the plants three times weekly by tapping the top wire outyielded truss vibration by 6% and the control plants (no vibration) by 11%. Including the cost of labour, truss vibration increased the economic returns by NOK 1.8 per m², while tapping the top wire increased the returns by NOK 22.9.

Key words: Economy, tomato, vibration methods.

Svein O. Grimstad, Særheim Agricultural Research Station, N-4062 Klepp st., Norway.

Sviktende fruktsetting kan føre til avlingstap og reduserte inntekter. Årsakene til dette kan være mange, men dårlig eller manglende bestøving er nok den viktigste (Picken 1984, Karlsen 1987). Vinteren er den vanskeligste tiden for pollinering og fruktsetting, men settingsproblemer kan også oppstå senere (Christensen 1960). I følge Wibrant (Hansson 1978) kan avlingstapet pga. mangelfull pollinering utgjøre 10 - 20% av avlingen i en helårskultur.

Fra begynnende blomstring i februar vibreres blomsterklasene normalt to til tre ganger pr. uke for å sikre en tilfredsstillende pollinering. Til dette arbeidet brukes vanligvis en bærbar elektrisk vibrator, ofte kalt den elektriske bie. Det har vært vanlig praksis å avslutte vibreringen når plantene blomstret på sjette

klase, dvs. i første halvdel av april. Fra dette tidspunkt ble det i enkelte gartnerier gjennomført en enklere og mer tilfeldig form for vibrering som slag på plantenes oppbindingsstreng, bruk av sprinkler, vannslange og trykkluft m.m. I flere gartnerier ble det ikke foretatt noen form for vibrering. I de siste årene er det imidlertid, etter nederlandsk praksis, blitt mer og mer vanlig med klasevibrering og bruk av vibrator gjennom hele dyrkingssesongen (Norrgrén og Molén 1988, Ahlvin 1989). Dette arbeidet er tidkrevende og kan til tider også være svært slitsomt. Skal bruk av vibrator også kunne anbefales etter midten av april må vi kunne forvente et merutbytte i form av avlingsøkning og/eller forbedret kvalitet som står i rimelig forhold til den økte arbeidsinnsatsen. Her skal gjø-

res rede for forsøk med og uten sommer-vibrering der klasevibrering ved hjelp av vibrator er sammenlignet med en enklere form for vibrering som slag på plantenes oppbindingstråd.

MATERIALE OG METODER

Seks uker gamle planter, alet opp etter program for statskontrollerte tomatplanter, ble plantet ut i tre gartnerier i Rogaland (Finnøy, Klepp og Rennesøy) i februar 1988. I to av gartneriene ble sorten 'Criterium' benyttet. I det tredje ble det dyrket 'Counter'.

Planteavstanden var i alle gartneriene 2,5 planter pr m². Husstørrelsen

hvor forsøkene ble gjennomført, varierte fra 960 til 1200 m². Ett hus var tekket med doble akrylplater. De to andre var tradisjonelle hus tekket med enkelt lag glass.

I forsøket ble samtlige planter pollinert ved hjelp av vibrator (klasevibrering) fra begynnende blomstring i første klasse til og med klasse nummer seks.

Fra og med sjuende klasse ble det nyttel følgende behandlinger:

1. Fortsatt bruk av vibrator (klasevibrering)
2. Slag på oppbindingsstrengen
3. Ingen form for vibrering (kontroll)

Tabell 1. Avling, antall frukter, fruktvekt, sortering og salgsinntekt for ulike vibreringsmetoder (1 = klasevibrering, 2 = slag på oppbindingsstrengen og 3 = ingen vibrering (kontroll))

Table 1. Yield, number of fruits, fruit size, grading and monetary returns for different vibration methods (1 = truss vibration, 2 = tapping the top wire, 3 = no vibration (control))

Vib.-alt. Vib. alt.	Avling kg/m ² Yield kg/m ²	Antall frukter/m ² Number of fruits/m ²	Frukt- vekt, g Fruit size, g	Sorter- ing % kl.1 Grading % class 1	Salgsinntekt kr/m ² M. returns NOK/m ²
Gartneri I <i>Nursery I</i>					
Alt. 1	22,7	346	66,3	97,4	218,7
2	23,4	355	66,2	98,5	224,2
3	22,8	345	67,1	96,6	214,7
Gartneri II <i>Nursery II</i>					
Alt. 1	27,7	402	70,4	98,5	266,4
2	29,1	411	72,1	98,7	280,4
3	25,9	387	68,4	98,7	245,1
Gartneri III <i>Nursery III</i>					
Alt. 1	23,4	361	63,9	93,3	213,7
2	25,7	407	63,1	93,2	234,9
3	23,0	350	64,1	92,8	209,0
Gjennomsnitt <i>Mean</i>					
Alt. 1	24,6	369	66,9	96,4	232,9
2	26,1	391	67,1	96,8	246,5
3	23,9	361	66,5	96,0	222,9
LSD 5%	1,0	20	i.s.*	i.s.*	10,0

* = ikke signifikant

* = not significant

Vibreringen ble gjennomført tre ganger pr. uke.

Temperaturprogrammet i de tre gartneriene var i praksis likt med dag/natt-temperaturer i området 20-21/17-18°C og lufting ved 22-23°C. Gjødslingen ble gjennomført med et ledetall på 1,8-2,2.

Fruktene ble veid og sortert etter Norsk Standard nr 2815 minimum én gang pr. uke. Utbyttet i kroner er beregnet på grunnlag av ukepriser fra A/L Gartnerhallen, Stavanger distrikt.

Avlingsregistreringene omfatter alle høstinger fra og med uke 22 til og med uke 40.

Forsøket ble gjennomført med to gjentak pr. gartneri og med ti planter pr. rute. Resultatene er databehandlet og variansanalyser utført ved hjelp av dataprogrammet SAS.

RESULTATER

Avling og kvalitet

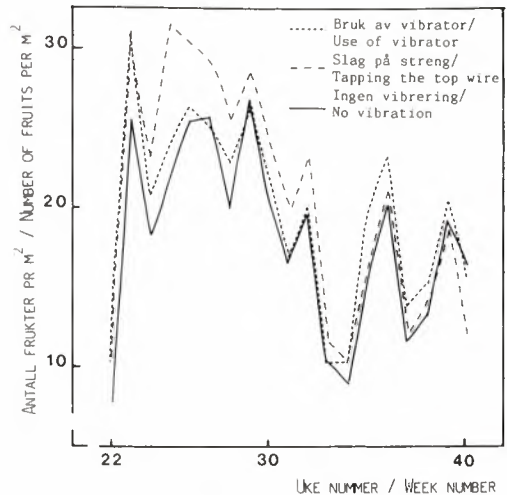
I samtlige gartnerier ble avlingen høyest når plantene ble vibrert ved hjelp av slag på oppbindingsstrengen. Som ventet ble avlingen lavest uten vibrering, men avlingsforskjellen mellom behandling 1 og kontrollledet viste seg å være svært liten. Forskjellen mellom behandling 1 og 2 var 1,5 kg (tabell 1).

De ulike vibreringsalternativene hadde i forsøket ingen innvirkning på fruktvekt. Avlingsøkningen skyldtes utelukkende en økning i antall frukter. Som det også fremgår av tabell 1, var fruktantallet i behandling 2 klart høyere enn for de to andre behandlingene med i gjennomsnitt 20-30 flere frukter pr m².

Noen forskjell mellom de ulike behandlingsmetodene med hensyn til sorteringsutbytte i klasse 1 kunne ikke påvises.

I forsøket ble det registrert et klart samspill mellom vibreringsmetode og høstetidspunkt med hensyn til antall frukter ($P \leq 0,05$). Fra og med uke 23 til uke 34 ble det for hver høsteuke regist-

ret et høyere fruktantall ved behandling 2 enn ved bruk av vibrator og uten vibrering (figur 1). I uke 35 og ut forsøksperioden endret dette seg til fordel for klasevibrering ved bruk av vibrator. Tilsvarende samspill kunne ikke registreres med hensyn til fruktvekt eller kvalitet.



Figur 1. Virkning av vibreringsmetode og vibreringstidspunkt på antall frukter > 40 mm talt åtte uker etter pollinering

Figure 1. Effect of vibrating method and time of vibrating on number of fruits >40 mm counted eight weeks after pollination

Økonomisk utbytte

Ser vi i første omgang bort fra arbeidskostnadene var merinntektene ved klasevibrering ca. kr 10 pr. m² høyere enn uten vibrering, mens inntektsøkningen ved slag på oppbindingsstrengen var kr 23 høyere (tabell 1). Forskjellen mellom de to vibreringsalternativene var i underkant av kr 14 pr m² til fordel for slag på oppbindingsstrengen. Opplysninger innhentet fra 12 tomatprodusenter viser et gjennomsnittlig arbeidstidsforbruk for klasevibrering på seks timer pr uke pr. daa. Med vibrering i 16 uker (fra midten av april til første halvdel av august) vil det totale tidsforbruk utgjøre 96 timer pr. daa og sesong. Tidsforbruket for samme

periode ved bare å slå på strengen (30 minutt pr. uke pr. daa - opplysninger innhentet fra sju tomatgartnerier) vil til sammenligning være åtte timer.

Setter vi timelønnen for leid arbeidskraft til kr 85 inkl. arbeidsgiveravgift og sosiale utgifter, vil arbeidskostnadene for klasevibrering bli kr 8160 pr. daa, mens arbeidskostnadene ved å slå på strengen vil være kr 680.

Trekker vi arbeidskostnadene fra den registrerte økningen i salgsinntektene, vil nettoinntekten for de to vibreringsalternativene bli henholdsvis kr 1840 og kr 22900 pr. daa og år.

DISKUSJON

Klasevibrering ved bruk av vibrator for å bedre pollineringen, har i flere forsøk vist seg å være svært effektivt tidlig i sesongen med både større og tidligere avling av bedre kvalitet. (Gibson 1959, Christensen 1960, Hartrath 1972). Verkerk (1957) registrerte i sine forsøk en avlingsøkning med vibrering på 30 % i gjennomsnitt for de fem første klasene på planten. For de to første klasene var avlingsøkningen hele 60%. Avlingsøkningen skyldtes både flere og større frukter. Forsøk utført ved Ohio Agricultural Research Center viste bl.a. at ved utplanting i januar fikk en nesten dobbelt så mange frukter pr. klase ved vibrering som uten vibrering. Andelen av frukter i klasse 1 økte også fra 37% til 82% (Kretchman og Howlett 1969, Short og Bauerle 1972a, 1972b, 1973).

Ut fra resultatene i disse forsøkene ser det ut til at virkningen av klasevibrering avtar fra midten av april og utover sommeren. Tilsvarende virkning er også påvist av Christensen (1960) og Erlandsson (1988).

Slag på oppbindingsstrengen regnes normalt å ha dårligere virkning enn bruk av vibrator tidlig i sesongen (Christensen 1960, Koot og Ravestijn 1962). Regner vi 8 uker som en gjennomsnittlig utviklingstid for tomat, viser imidlertid

resultatene at slag på oppbindingsstrengen var det beste vibreringsalternativ fra midten av april til begynnelsen av juli (figur 1). Forklaringen til dette kan være at det skal mindre vibrering til å overføre pollen fra pollenknappene til griffelen om sommeren enn på etterjuls vinteren og vårparten. Vi kan videre tenke oss at bruk av vibrator i perioder med høy innstråling og gunstige klimaforhold lett vil kunne føre til at det pollenet som først fester seg på arret i neste omgang blir ristet av (Jensen 1979). F.eks. oppgir Koot og Ravestijn (1962) ett sekund som optimal vibreringstid i overskyet vær. På dager med sol anbefales noe kortere tid.

Som nevnt viser resultatene en endring i begynnelsen av juli der klasevibrering igjen viser seg å være den beste form for vibrering. Dette henger nok sammen med værforholdene i forsøksåret der både juli og august hadde mye gråvær. Dessverre mangler opplysninger om globalstrålingen i denne perioden, men værobservasjoner viser følgende antall dager pr. måned med gråvær (mer enn 3/4 overskyet): April 17 dager, mai 10 dager, juni 6 dager, juli 16 dager og august 14 dager (Det norske meteorologiske institutt 1988).

I følge resultatene ga begge vibreringsalternativene en økonomisk gevinst, men med et betydelig større utbytte ved å slå på plantenes oppbindingsstreng. Selv med samme avlingsnivå som klasevibrering ville denne enkle formen for vibrering være å foretrekke fremfor bruk av vibrator pga. lavere arbeidskostnader. Resultatene viser derfor klart at investeringer i motorisert utstyr for å redusere arbeidstidsforbruket ved klasevibrering er ulønnsomt.

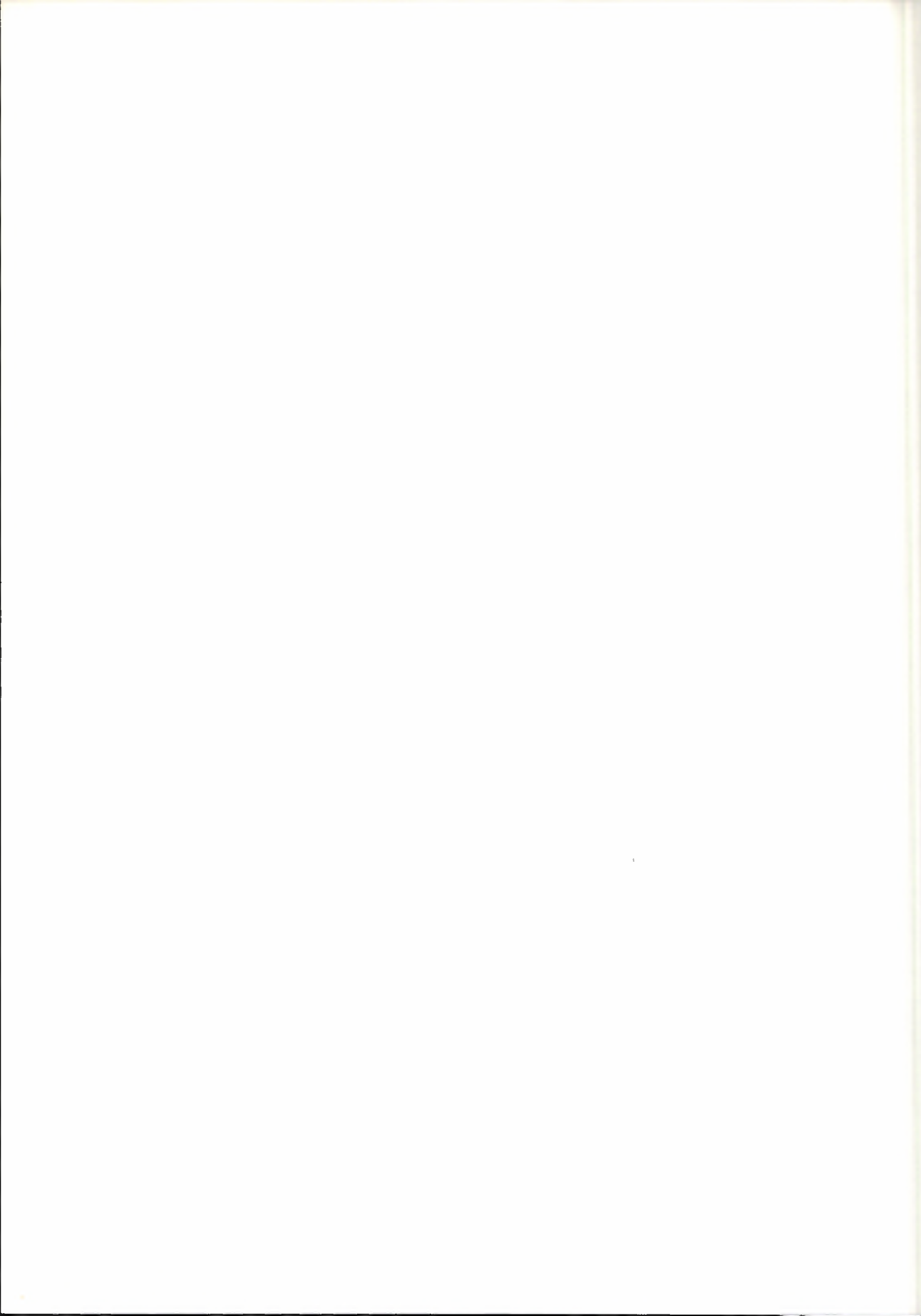
Selv om effekten av klasevibrering synes å være bedre enn slag på strengen de siste ukene av forsøksperioden, tyder resultatene på at vi har lite igjen økonomisk for å endre vibreringspraksisen i denne perioden.

SAMMENDRAG

Virkningen av klasevibrering ved bruk av vibrator og ved slag på oppbindingsstrengen er sammenlignet fra og med blomstring på sjuende klase og ut dyrkingssesongen (fra midten av april til midten av august) i tre gartnerier i Rogaland. I samtlige gartnerier viste slag på plantenes oppbindingsstreng seg å være den beste form for vibrering. Denne vibreringsmåten gav i gjennomsnitt 1,5 kg høyere avling pr m² enn klasevibrering og 2,2 kg mer enn uvibrert, en avlingsøkning som først og fremst skyldtes flere frukter. De ulike vibreringsmetodene hadde ingen virkning på fruktvekt eller kvalitet. Meravlingen som ble oppnådd ved sommervibrering dekket arbeidskostnadene for begge vibreringsmetodene, men nettoinntekten var klart høyest for vibrering med slag på oppbindingsstrengen. Selv med samme avlingsøkning for de to vibreringsalternativene vil slag på oppbindingsstrengen være å foretrekke pga. mindre arbeid.

LITTERATUR

- Ahlvin, B. 1989. Intensivt studium av Hollands-tomat. *Viola Trädgårdsvärlden* nr. 17-18: 10-11.
- Christensen, S.A. 1960. Vibrator og lågesprøjte ved bestøvning af tomater. Produktivitetsudvalget for gartneri og fruktavl 2A: 117-126.
- Det norske meteorologiske institutt 1988. Klimatologisk månedsoversikt for Sola.
- Erlandsson, G. 1988. Temperaturprogram och vibrering i tomat. *Fakta/trädgård* nr. 543. 4 s.
- Gibson, W.B. 1959. Flower setting and fruit yield of tomatoes in glasshouses. *Res. Rec. Minist. Agric. N. Ire.* 9: 97-105.
- Hansson, T. 1978. Pollinering och fruktsättning i tomat. Konsulentavdelningens rapporter, Alnarp. *Trädgård* 148. 35 s.
- Hartrath, H. 1972. Bestäubungsversuche zu Tomaten unter Glas. *Gemüse* 72: 174-175.
- Jensen, E. 1979. Tomat-sätning i vintertiden. *Garnertidende* 95: 61-62.
- Karlsen, P. 1987. Tomatbestøvning og fruktsætning. *Gartnertidende* 103: 1232-1233.
- Koot, I.J. & W. Ravestijn 1962. The germination of tomato pollen on the stigma (as aid to the study of fruit setting problems). XVIth International Horticultural Congress 1962, Gembloux, Belgium, vol II: 452-461.
- Kretchman, D.W. & F.S. Howlett 1969. The relation of frequency of pollination on fruiting of the greenhouse tomato - a preliminary report. *Ohio Agr. Res. Dev. Center, Res. summary* 34: 5-7.
- Norrgren, U. & S.-A. Molén 1988. Odling av växthustomat. Konsulentavdelningens rapporter, Alnarp. *Trädgård* 339. 83 s.
- Picken, A.J.F. 1984. A review of pollination and fruit set in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *J. Hort. Sci.* 59 (1): 1-13.
- Short, T.H. & W.L. Bauerle 1972a. The effect of pollinating techniques and frequency on yields and quality of greenhouse tomatoes. *Ohio Agr. Res. Dev. Center, Res. summary* 58: 15-17.
- Short, T.H. & W.L. Bauerle 1972b. The influence of pollinating techniques on tomato yields and quality. *Ohio Agr. Res. Dev. Center, Res. summary* 58: 11-13.
- Short, T.H. & W.L. Bauerle 1973. Pollinating greenhouse tomatoes with a vibrating trellis system. *Ohio Agr. Res. Dev. Center, Res. summary* 66: 13-15.
- Verkerk, K. 1957. The pollination of tomatoes. *Neth. J. Agric. Sci.* 5: 37-54.



GJØDSELVERKNADEN AV VÅTKOMPOSTERT OG UBEHANDLA BLAUTGJØDSEL

The effect of wet composted and untreated cattle slurry on grassland

STEINAR TVEITNES & ÅDNE HÅLAND

Norges landbrukshøgskole, Institutt for jordfag, Ås, Norge

Statens forskingsstasjoner i landbruk, Særheim forskingsstasjon, Klepp, Norge

Agricultural University of Norway, Department of Soil Sciences, Ås, Norway

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

Tveitnes, S. & Å. Håland, 1989. The effect of wet composted and untreated cattle slurry on grassland. *Norsk landbruksforskning* 3: 211-216. ISSN 0801-5333.

The fertilizer effect of 30 and 60 tons per hectare of wet composted cattle slurry was compared with the effect produced by the same amounts of untreated slurry on grassland at 18 Norwegian commercial farm sites. At the first cut composted slurry gave slightly but not significantly higher grass yields than the untreated slurry. The dry matter content was considerably lower and the ammonium nitrogen content slightly higher in the wet composted slurry than in the untreated slurry.

Key words: Cattle slurry, grass yields, soil analyses, wet composting.

Steinar Tveitnes, Agricultural University of Norway, Department of Soil Sciences, P.O. Box 28, N-1432 Ås-NLH, Norway.

Eit velkjent problem med husdyrgjødsel, og ikkje minst blautgjødsel, er at næringsstoffa gjerne vert dårleg utnytta i planteproduksjonen. Blautgjødsla luktar vondt og har ofte ein ujamn konsistens som gjer det vanskeleg å spreia gjødsla jamt.

I von om å betra denne situasjonen er ulike metodar for forbehandling av blautgjødsla prøvde. Ein av desse er våtkompostering, eller lufting av den anaerobe blautgjødselemassen. Ved hjelp av pumper vert luft finfordelt i gjødselemas-

sen. Dette gjev levevilkår for aerobe bakteriar, som er meir effektive enn dei anaerobe til å bryta ned dei komplekse organiske sambindingane i gjødsla til enkle uorganiske sambindingar som ammoniakk, karbondioksyd og vatn. I tillegg vert ein stor del av dei sjukdomsframkallande organismane og ugrasfrøet som finst i gjødsla, øydelagde under komposteringa, på grunn av temperaturstigning i gjødselemassen på 30 - 40° C eller meir.

MATERIALE OG METODAR

Meldinga omfattar 17 eittårige forsøksfelt som vart lagde ut i etablert eng i åra 1985-87. Av felta låg 11 i Rogaland, 3 i Vest-Agder og eitt i kvart av fylka Hedmark, Nordland og Telemark. Med eitt unntak vart felta hausta to gonger.

Feltplanen var Youden square, $t=7$, $k=r=4$.

På forsøksfelta vart det brukt blautgjødsl frå vanlege gjødsellager på gardane der felta låg, eller på nabogardar. For kvart felt vart det lagt vekt på å finna fram til ubehandla og våtkompostert blautgjødsl som var mest mogeleg like i utgangspunktet.

Det ligg føre analyseresultat av husdyrgjødsla som vart brukt på 12 av felta (tabell 1).

Tørrstoffprosenten var lågare i den komposterte gjødsla enn i den ubehandla gjødsla som følgje av at organisk stoff vert nedbrote under komposteringsprosessen.

Innhaldet av total-N var også redusert i høve til i ubehandla gjødsl (tabell 1). Innhaldet av ammonium-N var lite redusert, truleg på grunn av auka mineralisering av N som følgje av komposteringsprosessen. Komposteringa førte ikkje til nokon auke i hovudnæringsstoffa i middel for felta tyder elles på at

kvaliteten på ubehandla og våtkompostert gjødsl som var med i forsøka, var nokolunde den same.

Forsøksfelta låg på jord som jamt over hadde eit stort innhald av løyseleg fosfor, kalium, magnesium og kalsium. I middel for 9 av felta var pH 6,0, PAL 35, KAL 15, MgAL 25 og CaAL 332.

Jordanalysane vart utførte ved Landbrukets analysesenter, 1432 Ås-NLH, og planteanalysane ved Kjemisk analyselaboratorium, 1432 Ås-NLH.

RESULTAT

Avlingsresultata er vist i tabell 2. Førebels resultat frå forsøksserien er omtala tidlegare (Tveitnes 1986).

Det var ikkje nemnande skilnad i avling mellom dei ulike gjødslingalternativa verken ved 1. eller 2. slått. Ved 1. slått var avlinga på det ugjødsla kontrollleddet likevel lågare enn på dei gjødsla rutene. Størst avling var det på rutene som var gjødsla med handelsgjødsl. Det var ein tendens til betre avling der det var nytta våtkompostert blautgjødsl samanlikna med ubehandla blautgjødsl i 1. slått, men skilnaden var usikker.

Både husdyrgjødsl og kunstgjødsl reduserte tørrstoffinnhaldet i avlinga. Reduksjonen var signifikant for 6 tonn blautgjødsl og for kunstgjødsl ved 1.

Tabell 1. Innhald av tørrstoff, total-N, NH_4^+ -N, P og K i prosent av gjødsl. Middell og variasjon for 12 prøver

Table 1. Content of dry matter (DM), total-N, NH_4^+ -N, P and K. Percent of slurry. Mean and range, 12 samples

	Ubehandla <i>Untreated</i>		Blautgjødsl <i>Cattle slurry</i>		Våtkompostert <i>Wet composted</i>	
	Middell <i>Mean</i>	Variasjon <i>Range</i>	Middell <i>Mean</i>	Variasjon <i>Range</i>	Middell <i>Mean</i>	Variasjon <i>Range</i>
Tørrstoff DM	8,8	5,4-13,6	5,8	2,5-8,6	5,8	2,5-8,6
Total-N	0,44	0,32-0,60	0,37	0,25-0,49	0,37	0,25-0,49
NH_4^+ -N	0,26	0,18-0,35	0,24	0,17-0,34	0,24	0,17-0,34
P	0,08	0,05-0,13	0,07	0,05-0,11	0,07	0,05-0,11
K	0,33	0,22-0,43	0,33	0,21-0,46	0,33	0,21-0,46

Tabell 2. Avling, kg grastørrstoff pr. dekar og tørrstoffprosent
 Table 2. Grass yield, kg DM per decare and DM-% of grass yield

	Tal felt No of trials	Ugjødsla No fertilizer		Blautgjødsl Cattle slurry t daa ⁻¹		Fullgjødsl A NPK-fertilizer kg N daa ⁻¹		LSD _{5%}	
		0	3	Ubehandla Untreated	Våtkomp. Wet composted	6	12		
Avling Yield									
1. slått	17	388	474	484	481	506	524	557	88
1. cut									
2. slått	16	366	366	375	364	381	354	383	NS
2. cut									
1. + 2. slått	17	704	819	836	823	865	858	918	139
1. + 2. cut									
Prosent tørrstoff Percent DM									
1. slått	17	20,6	18,6	17,6	18,8	17,0	18,2	16,6	2,2
1. cut									
2. slått	16	18,3	17,1	16,6	17,7	16,6	17,3	17,0	NS
2. cut									

slått. Skilnadene mellom dei ulike gjødslingsalternativa var ikkje statistisk sikre.

Utnyttingsgraden av N i blautgjødsla
 Tilhøvet mellom kg meiravling og kg N tilført med gjødsl er eit uttrykk for utnyttingsgraden av blautgjødsl-N, eller nitrogeneffektiviteten.

Auke i mengd husdyrgjødsl frå 3 til 6 tonn pr. dekar reduserte utnyttingsgraden av nitrogen i husdyrgjødsla signifikant (tabell 3).

Tabell 3. Meiravling pr. kg N tilført i 3 og 6 tonn blautgjødsl. Kg tørrstoff pr. dekar. Middell for 11 felt

Table 3. Grass yield increase per kg N applied to 3 and 6 tons cattle slurry. DM, kg per decare. Mean of 11 trials

	Blautgjødsl Cattle Slurry t daa ⁻¹		LSD _{5%}
	3	6	
Total-N	9,2	6,1	3,0
NH ₄ ⁺ -N	14,9	9,7	5,0

Det var ein tendens til større meiravling pr. kg N tilført i våtkompostert blautgjødsl enn i ubehandla, men skilnaden var ikkje statistisk sikker (tabell 4). Det var heller ikkje noko samspel mellom gjødselslag og gjødselmengde. Nitrogenet i fullgjødsla vart elles langt betre utnytta enn nitrogenet i blautgjødsla.

Legde og botanisk samansetnad

Det var tendens til reduksjon i kløver- og ugrasprosent på gjødsla ruter samanlikna med ugjødsla, og ein tilsvarende auke i prosent andre grasarter (tabell 5). Elles hadde ikkje forsøksbehandlinga nemnande verknad på plantesamansetnaden.

Av andre gras var engsvingel dominerande på 7 av felta, raigras på 2, strandrøyr på eitt og hundegras på eitt felt.

Planteanalysar

Ved 1. slått gav 12 kg N i Fullgjødsl A signifikant auka innhald av total-N i avlingstørrstoffet samanlikna med ugjødsla

Tabell 4. Meiravling pr. kg N tilført i ubehandla og våt kompostert blautgjødsel og i fullgjødsel. Kg tørrstoff pr. dekar

Table 4. Grass yield increase per kg N applied to untreated and wet composted cattle slurry and to NPK-fertilizer. Kg DM per decare

	Blautgjødsel Cattle slurry		Fullgjødsel A NPK-fertilizer	LSD _{5%}
	Ubehandla Untreated	Våtkompostert Wet composted		
Total-N	6,6	8,6	21,7	5,0
NH ₄ ⁺ -N	11,3	13,4	-	5,9

Tabell 5. Legde og botanisk samansetnad i middel for 14 forsøksfelt

Table 5. Lodging and botanical composition. Mean of 14 field trials

	Ugjødsla No fertilizer	Blautgjødsel Cattle slurry t daa ⁻¹				Fullgjødsel A NPK-fertilizer kg N daa ⁻¹		Middel Mean
		Ubehandla Untreated		Våtkomp. Wet composted		6	12	
		0	3	6	3			
Legde Lodging	1	2	2	1	2	5	10	3
Kløver Clover	14	10	12	11	11	11	10	11
Timotei Timothy	30	32	31	31	32	33	32	32
Andre gras	49	52	52	52	53	50	54	52
Other grasses								
Ugras Weeds	7	6	5	6	5	6	4	5

Tabell 6. Innhald av ulike næringsstoff i avlinga ved 1. slått i middel for 11 forsøksfelt. Prosent av tørrstoff

Table 6. Herbage content of various nutrients at the first cut. Mean of 11 field trials. Percent of DM

	Ugjødsla No fertilizer	Blautgjødsel Cattle slurry t daa ⁻¹				Fullgjødsel A g N daa ⁻¹ NPK-fertilizer g N daa ⁻¹		LSD _{5%}
		Ubehandla Untreated		Våtkompostert Wet composted		6	12	
		0	3	6	3			
Total-N	1,64	1,75	1,94	1,88	2,04	1,96	2,25	0,32
P	0,26	0,28	0,30	0,27	0,30	0,29	0,31	0,03
K	1,99	2,39	2,58	2,39	2,70	2,33	2,59	0,44
Ca	0,40	0,35	0,37	0,34	0,35	0,39	0,40	NS
Mg	0,14	0,12	0,13	0,12	0,13	0,14	0,15	0,02
Na	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,10	0,14	NS

og med minste mengd blautgjødsel, 3 tonn pr. dekar (tabell 6).

Innhaldet av fosfor i plantetørrstoffet auka med stigande gjødselmengder, og var høgast etter gjødsling med største mengde Fullgjødsel A og med 6 tonn blautgjødsel pr. dekar. Kaliuminnhaldet auka mest der det var nytta største

mengd blautgjødsel og fullgjødsel. Det var ein tendens til reduksjon i innhaldet av kalsium og magnesium, og til auke i innhaldet av natrium etter gjødsling med blautgjødsel.

Ved 2. slått var det ikkje nemnande skilnader i innhaldet av dei ulike næringsstoffa.

Utnyttingsgrad for nitrogen

Med netto utnyttingsgrad meiner ein bortført mengd nitrogen i avlinga i høve til tilført.

Det var ein klår tendens til betre netto utnyttingsgrad av nitrogenet i kompostert blautgjødsl samanlikna med ubehandla, utan at skilnaden var signifikant (tabell 7). Utnyttingsgraden av nitrogen avtok med stigande mengder gjødsl og var klårt betre for fullgjødsl enn for blautgjødsl.

Jordanalysar

Det var ingen nemnande skilnad forsøksledda imellom for nokon av stoffa. Det var heller inga endring i pH som følgje av ulik gjødsling etter berre ein vekstsesong.

DISKUSJON

Våtkompostering av blautgjødsl er ein behandlingsmetode som har fleire fordelar, mellom anna med omsyn til hygienisering av gjødsla. Føresetnaden er at all gjødsla i lagerkummen vert kompostert i tilstrekkeleg grad. Då vil det meste av ugrasfrøet verta øydelagt, og likeeins ein god del parasittar og andre sjukdomsframkallande organismar som finst i gjødsla. Også luktproblema vil vera reduserte etter komposteringsprosessen.

Når det gjeld gjødslverknaden, er det fleire forsøksseriar som tyder på at

våtkompostering har liten verknad på blautgjødsla sin gjødslverdi.

Ved komposteringsprosessen vert organisk bunde nitrogen i nokon mon mineralisert, dvs. det går over i enklare, uorganiske sambindingar. Innhaldet av total-N i gjødsla vert redusert. Greier ein å styra komposteringsprosessen slik at det ikkje vert for høg temperatur, kan innhaldet av ammoniumnitrogen auka i høve til innhaldet i ubehandla gjødsl. Vert temperaturen høgare, kan det lett verta eit betydeleg tap av nitrogen i form av ammoniakk til luft. I nokre forsøk har ein difor fått redusert avling etter våtkompostering av gjødsla (Tveitnes og Tjernshaugen 1984). Vetter et al. (1986) har stilt saman materiale frå fleire europeiske land. Deira konklusjon er og at våtkompostering ikkje betrar gjødslverknaden nemnande. Dei forsøksfelta som er omtala her, synte i middel ein tendens til betre avling ved 1. slått der det var nytta våtkompostering, men skilnaden var usikker.

Det er grunn til å streka under at dette var eitt-årige forsøk, og at berre den direkte verknaden av blautgjødsla vart målt. Forsøka gjev såleis ikkje svar på om våtkompostert blautgjødsl kan ha ein fordel framfor ubehandla blautgjødsl når blautgjødsla vert brukt fleire år på rad på stader der jordart og klima er mindre gunstige for nedbryting av gjødsla.

Tek ein omsyn til faste kostnader med komposteringskum og pumpeutstyr, forutan drifts- og vedlikehaldsutgifter, er

Tabell 7. Netto utnyttingsgrad for gjødslnitrogen. Middel for 11 forsøksfelt
Table 7. Apparent fertilizer nitrogen recovered by the crop. Mean of 11 field trials

	Blautgjødsl Cattle slurry t daa ⁻¹				Fullgjødsl A NPK-fertilizer kg N daa ⁻¹		LSD _{5%}
	Ubehandla Untreated		Våtkompostert Wet composted		6	12	
	3	6	3	6			
Total-N	19	13	32	19	-	-	17
NH ₄ ⁺ -N	32	22	49	30	72	53	21

det klart at ein ikkje kan rekna med at gjødselverknaden betalar for dette. Investeringa kan derimot vera interessant ut frå omsynet til arbeidsmiljø, til dømes ved redusert gassfare. Kvar garden ligg, har og noko å seia. Ligg garden inntil tettbygd strøk, kan det vera viktigare å nytta ut fordelane med luktreduksjon enn på gardar som ligg meir einbølt til. Dessutan vert blautgjødsla meir lettflytande etter våtkompostering, og ho kan spreiaast gjennom røyr- og vatningsanlegg utan vass-tilsetjing.

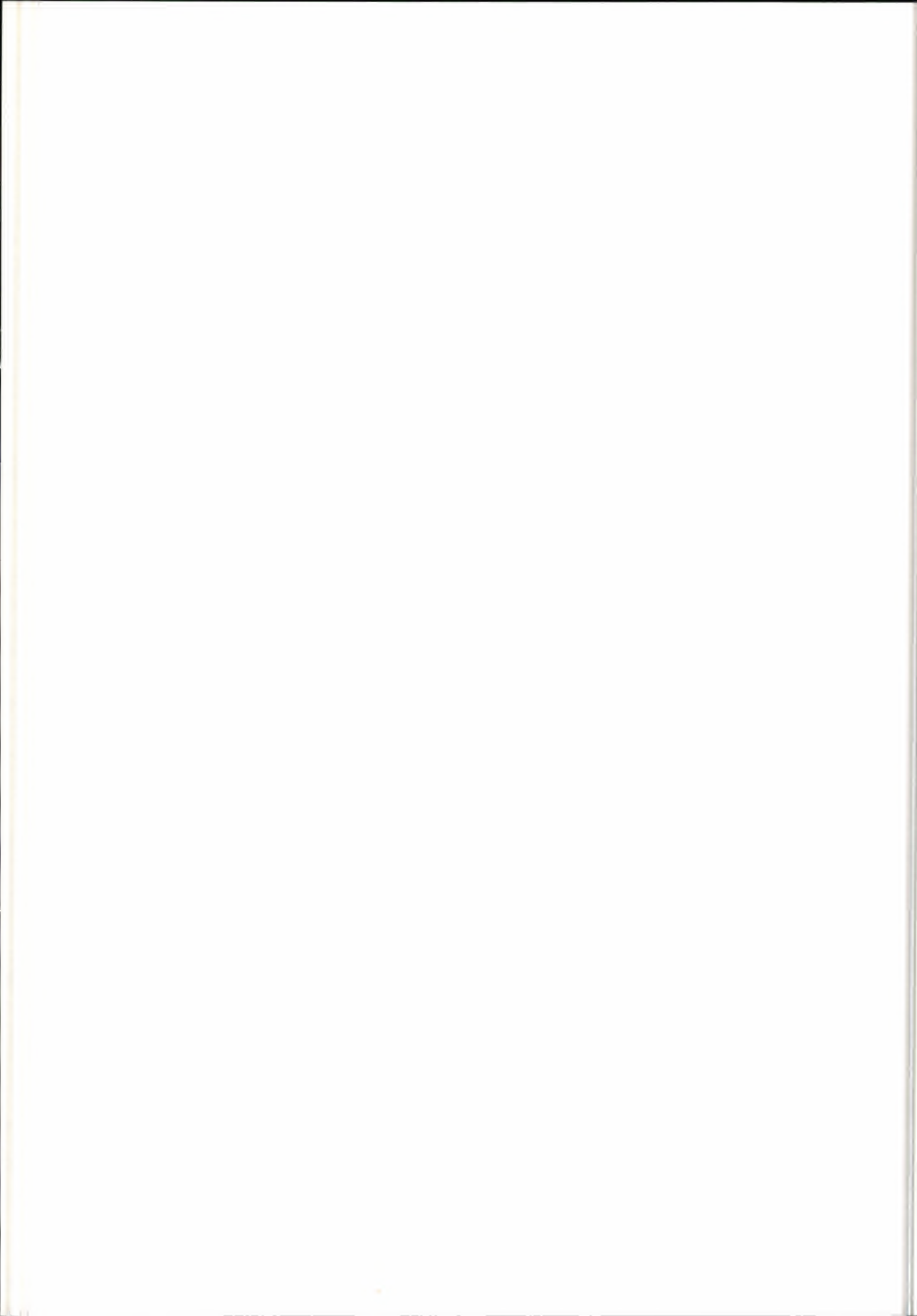
SAMANDRAG

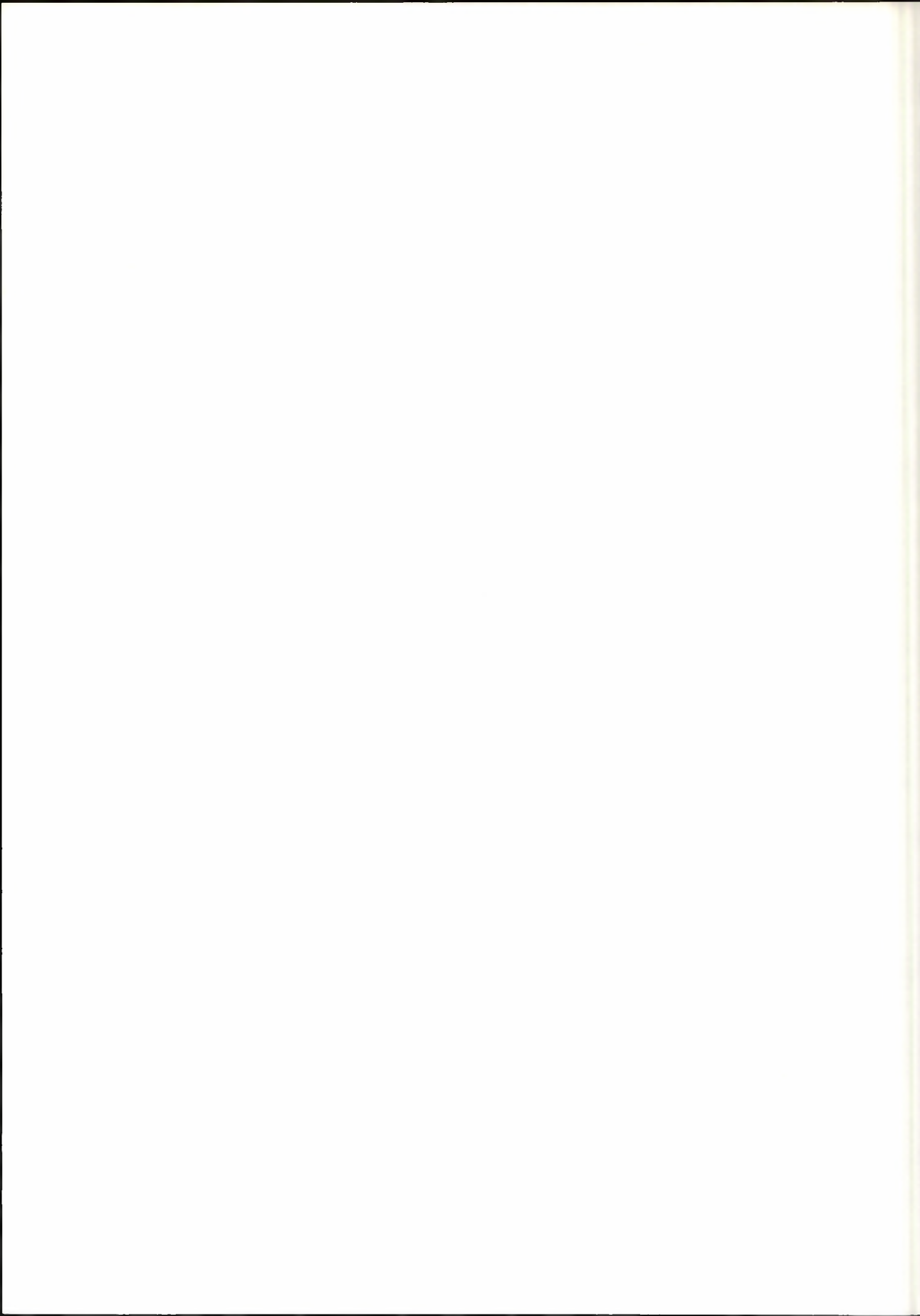
Meldinga omhandlar i alt 18 markforsøksfelt med samanlikning av gjødselverknaden av våtkompostert og ubehandla blautgjødse. Behandlinga hadde lite å seia for gjødselverknaden, men det var likevel ein tendens til betre avling av våtkompostert gjødse i 1. slått.

Utnyttingsgraden av nitrogen avtok med stigande mengder gjødse, og var klart betre for fullgjødse enn for blautgjødse. Våtkompostert gjødse hadde betydeleg lågare tørrstoffinnhald enn ubehandla gjødse. Innhaldet av ammonium-nitrogen var relativt sett høgast i kompostert gjødse.

LITTERATUR

- Tveitnes, S. 1986. Virkning og bruk av husdyrgjødse. NLVF Sluttrapport nr. 647. 13 s.
- Tveitnes S. & O. Tjernshaugen 1984. Treatment of liquid manure and the effect of treated manure on agricultural crops. *Meld. Norg. LandbrHøgsk.* 62 (3) 1-21.
- Vetter, H., G. Steffens & R. Schröpel 1987. The influence of different processing methods for slurry upon its fertiliser value on grassland. In: van der Meer, H.G., R.J. Unwin, T.A. van Dijk and G.C. Ennik (eds.). *Animal Manure on Grassland and Fodder Crops. Fertilizer or Waste?* Martinus Nijhoff Publishers. 73-86.





RETTLEIING FOR FORFATTARAR

MANUSKRIPDET

Manuskriptet skal vera maskinskrive på ei side av papiret. Bruk 8 mm lineavstand (3 linjer 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 NØKKELORD

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 først 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 rekkefølgja: ¹⁾, ²⁾, ³⁾, ⁴⁾, ⁵⁾.

Unngå loddrette og vassrette linjer 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 forstørring 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 skjønnleg 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 flere 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 årstallet både i litteraturlista og ved tilvising i teksta.

Høeg, O.A. 1971. Vitenskapelig forfatterskap. 2. utg. Universitetsforlaget, Oslo. 131 s.

Junttila, 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 grasartar. *Forskning og forsøk i landbruket* 27: 575-604.

Legg merke til at:

- Berre første forfattaren skal ha etternamnet først
- Teiknet & vert brukt mellom forfattarnamn
- Årstafet 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. Avstytingar 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 korrekturen til redaksjonen. Prentefeil skal rettast med blått og eventuelle endringar som forfattaren gjer, med raudt. Andre korrektur vert lesen av redaksjonen.

SÆRPRENT

Saman med første korrektur til forfattaren vert det sendt ei prislisse og eit kort til tinging av særprent. Forfattaren får 50 særprent gratis. Tinginga må sendast redaksjonen saman med korrekturen.

Norsk landbruksforskning

Vol. 3 1989 Nr. 3

Innhold/content		Side/Page
Tørke ved ulike utviklingsstadier hos vårrybs <i>Drought periods at different stages of growth of spring sown oil-seed rape (Brassica campestris, cv. Tove)</i>	Hugh Riley	167
Gjødsling og vekstregulering i vårhvete <i>Fertilizing and growth regulation in spring wheat</i>	Helge Oskarsen	177
Kartlegging av vanningsbehov i aust-agder <i>A simple irrigation model used with meteorological data from Aust-Agder</i>	Endre Skaar	185
Verknad av sumarskjering på avling, fruktstorleik og fruktkvalitet hjå to epleortar <i>Yield, fruit size and fruit quality of two apple cultivars as influenced by summer pruning</i>	Jonas Ystaas	195
Valg av vibreringsmetode for tomat <i>Evaluation of vibration methods for tomatoes</i>	Svein O. Grimstad	205
Gjødselverknaden av våtkompostert og ubehandla blautgjødsel <i>The effect of wet composted and untreated cattle slurry on grassland</i>	Steinar Tveitnes & Ådne Håland	211

Statens fagteneste for landbruket, Moerveien 12, 1430 Ås, Norge
Norwegian Agricultural Advisory Centre, Moerveien 12, 1430 Ås, Norway