

*Liseval  
(487) 1*

# Norsk landbruksforskning

*Norwegian Agricultural Research*

Vol. 2 1988 Nr. 1

NISK, BIBLIOTEKET  
  
70266693

1988



Norsk institutt for skogforskning  
Biblioteket  
P.B. 61 - 1432 ÅSNH

Statens fagtjeneste for landbruket, 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.*

### Ansvarelig redaktør/*Managing Editor*, Jan A. Breian

#### Fagredaksjoner/*Subject Editors*

##### **Akvakultur**

Åshild Krogdahl, NLVF – Institutt for akvakulturforskning  
Ragnar Salte, NLVF – Institutt for akvakulturforskning  
Odd Vangen, Norges landbrukshøgskole, Institutt for husdyrfag

##### **Husdyrbruk**

Arne Hogstad, Statens fagtjeneste for landbruket  
Toralf Matre, Norges landbrukshøgskole, Institutt for husdyrfag  
Anders Skrede, Norges landbrukshøgskole, Institutt for husdyrfag

##### **Jordfag**

Ole Øivind Hvatum, Norges landbrukshøgskole, Institutt for jordfag  
Adne Håland, Særheim forskingsstasjon  
Edvard Valberg, Statens fagtjeneste for landbruket

##### **Landbruksteknikk**

Sigmund Christensen, Norges landbrukshøgskole, Institutt for maskinlære  
Einar Myhr, Norges landbrukshøgskole, Institutt for hydroteknikk  
Karl Alf Løken, Norges landbrukshøgskole, Institutt for bygningsteknikk  
Geir Tutteren, Landbruksteknisk institutt

##### **Naturgrunnlag og miljø**

Arnstein Bruaset, Statens fagtjeneste for landbruket  
Sigmund Huse, Norges landbrukshøgskole, Institutt for naturforvaltning

Hans Staaland, Norges landbrukshøgskole, Institutt for zoologi

##### **Næringsmiddelteknologi og -hygiene**

Grete Skrede, Norsk institutt for næringsmiddelforskning  
Kjell Steinholt, Norges landbrukshøgskole, Institutt for meieri- og næringsmiddelfag  
Arne H. Strand, Norges landbrukshøgskole, Institutt for meieri- og næringsmiddelfag

##### **Plantedyrking jord- og hagebruk**

Even Bratberg, Statens fagtjeneste for landbruket  
Arne Oddvar Skjelvåg, Norges landbrukshøgskole, Institutt for plantekultur  
Sigbjørn Vestrheim, Norges landbrukshøgskole, Institutt for hagebruk  
Kåre Årsvoll, Statens plantevern

##### **Skogbruk**

Birger Halvorsen, Norsk institutt for skogforskning  
Martin Sandvik, Norsk institutt for skogforskning  
Asbjørn Svendsrud, Norges landbrukshøgskole, Institutt for skogøkonomi

##### **Økonomi og samfunnsplanlegging**

Knut Heie, Statens fagtjeneste for landbruket  
Kjell Bjarte Ringøy, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning  
Hans Sevatdal, Norges landbrukshøgskole, Institutt for jordskifte og arealplanlegging

#### UTGIVER/PUBLISHER

Statens fagtjeneste 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 vil være på ca. 100 sider. Abonnementsprisen er NOK 300,- pr. år. Eventuelle supplementer vil bli sendt gratis til abonnenter, men kan bestilles separat hos utgiveren. Det gis muligheter for abonnement på enkeltartikler/supplementer innenfor ett eller flere av de nevnte fagområder. Abonnementsprisen er NOK 100,- for 5 artikler/supplementer fra ønskede fagområder. Artiklene vil bli sendt som særtrykk.

#### KORRESPONDANSE/*CORRESPONDENCE*

All korrespondanse av redaksjonell eller forretningsmessig karakter skal sendes til Statens fagtjeneste for landbruket/*Norwegian Agricultural Advisory Centre*.

# BLØT KULDESKADE I EPLEKULTIVAREN 'AROMA'

## *Soft scald in the apple cultivar 'Aroma'*

ROLF LANDFALD

Norges landbrukshøgskole, Institutt for hagebruk, Ås, Norge  
*Agricultural University of Norway, Department of Horticulture, Ås, Norway.*

Landfald, R. 1987. Soft scald in the apple cultivar 'Aroma'. Norsk landbruksforskning 2: 1 - 4. ISSN 0801-5333.

The apple cultivar 'Aroma' suffered severe soft scald in three out of four years when cooled to 0°C on the day of harvest or the day after. In one year, soft scald also occurred at 2°C. Two weeks delay in cooling eliminated the problem almost totally. A similar result was obtained by temporary warming of the apples for seven days, to 8°C or 12°C, during the second or third week after harvest.

Key words: Apple, soft scald.

*Rolf Landfald, Department of Horticulture, P.O.Box 22, 1432 Ås-NLH, Norway.*

Bløt kuldeskade hos eple er en temperaturskade som er beskrevet under forskjellige navn: Blød Kuldeskade (Weber 1936), Soft scald (Brooks & Harley 1934), Deep scald (Carne 1948). Skaden sees som utvendige brune felter, uregelmessige i form og størrelse, oftest litt innsunkne, men går bare noen få mm inn i fruktkjøttet. Feltene finnes sjelden i nærheten av stilk og beger, og har skarpe grenser mot friskt vev (fig. 1).

I temperaturforsøk ved Institutt for frukt dyrking fra 1973 til 1978 forekom denne skaden i 'Aroma' i tre av seks år under lagring ved 0°C, i to av seks år ved 2°C, men ikke noe år ved 4°C (Landfald 1980). Tidligere var denne type lagringsskade neppe registrert i norske lagringsforsøk, men den var funnet hos 'Lobo' og 'Alice' utenom forsøk i noen tilfelle. Foruten lagringstemperaturen

har bl.a. kjøle hastigheten betydning for omfanget av denne skaden. Brooks & Harley (1934), Carne (1948) m.fl. fant at utsatt nedkjøling økte skadeomfanget.

Under innledende undersøkelser over dette spørsmålet med 'Aroma' og 'Alice' i 1978 og 1980 ble skadene svært små. Men de skadde fruktene som ble funnet, var enten kjølt umiddelbart etter høsting eller kort tid etter. Praktisk talt ingen skader forekom når kjøling var utsatt en uke eller mer. I 'Aroma' innsatt på 0°C etter tre høstetider, 15., 22. og 29. september i 1978, var skaden minst etter første og størst etter siste høstetid.

Siden lagring av 'Aroma' nær 0°C hadde gitt lovende resultater både med hensyn til andre lagringsskader og kvalitet, og det lot til å være mulig å unngå bløt kuldeskade ved hjelp av regulert nedkjøling, ble en serie nedkjølings-



Fig. 1. Bløt kuldeskade i 'Aroma'  
Fig. 1. Soft scald in 'Aroma'

alternativer prøvd for 'Aroma' i fire år.

#### MATERIALE OG METODE

Frukta ble alle år høstet relativt sent, mellom 27. september og 6. oktober. Samme dag eller dagen etter høsting ble frukta sortert og fordelt i porsjoner på 50 epler i åpne trekasser, med 2 kasser på hver temperaturbehandling. Foruten tre faste temperaturer, 0°C, 2 og 4°C, «stabil temperatur», ble 10 forskjellige former for regulert nedkjøling prøvd, nemlig 8°C eller 12°C i en, to eller 3 uker før kjøling til 0°C, «utsatt kjøling», eller en ukes temperaturheving fra 0°C til 8°C eller 12°C i andre eller tredje uke etter høsting, «temporær oppvarming».

Epler med skader ble talt opp i desember og januar og oppgis i prosent av antallet.

#### RESULTATER

Bare etter stabil kjøling ved 0°C og 2°C ble det funnet skader i desember (tab. 1, tall i parentes), og på dette tidspunkt var skaden stort sett halvparten så stor som den ble ved opptelling i januar. I ett av 4 år forekom skade ved 2°C og ikke noe år ved 4°C.

En ukes utsettelse av kjølingen reduserte skadeomfanget sterkt, og etter to ukers utsettelse var skadene helt borte i 3 år og uten betydning det fjerde. En ukes temperaturheving i andre eller tredje uke etter innsetting har også virket gunstig, og bedre enn når en tilsvarende periode med høy temperatur kom i form av en ukes utsatt kjøling.

#### DISKUSJON

Resultatene for de faste temperaturene tyder på at bløt kuldeskade har en tem-



Tabell 1. Bløt kuldeskade i eplekultivaren 'Aroma'. Prosent skadde frukter i desember (i parentes) og januar  
 Table 1. Soft scald in the apple cultivar 'Aroma'. Percent damaged fruits in December (in parentheses) and January

	1981	1982	1983	1984
<i>Stabil temperatur/Stable temperature</i>				
4° C	0	0	0	0
2° C	(4)8	0	0	0
0° C	(30)46	(12)24	(11)24	(1)1
<i>Kjøling til 0° C utsatt/Cooling to 0° C delayed</i>				
en uke ved 8° C/one week at 8° C	(0)19	(0)6	0	0
to uker ved 8° C/two weeks at 8° C	2	0	0	0
tre uker ved 8° C/three weeks at 8° C	0	0	0	0
en uke ved 12° C/one week at 12° C	1	1	6	0
to uker ved 12° C/two weeks at 12° C	1	0	0	0
tre uker ved 12° C/three weeks at 12° C	1	0	0	0
<i>Temporær oppvarming fra 0° C/Interim warming from 0° C</i>				
andre uke ved 8° C/second week at 8° C	1	0	2	0
tredje uke ved 8° C/third week at 8° C	0	1	0	0
andre uke ved 12° C/second week at 12° C	0	0	3	0
tredje uke ved 12° C/third week at 12° C	0	0	4	0

peraturgrense ved ca. 3° C, og dette stemmer bra med tidligere resultater (Carne 1948, Landfald 1980, 1987). Denne temperaturen vil være tilfredsstillende for en stor del av avlinga. Det er når lagringa skal vare to til tre måneder eller mer at kravene til lagringsbetingelsene blir større. Det mest effektive alternativ vil være kontrollert atmosfære, CA, som i to år er prøvd for 'Aroma' med svært bra resultat i kombinasjon med 3° C (Landfald 1987). Men dette krever en større innsats enn vanlig kjølelagring både i utstyr og arbeid. Forsøkene med CA viste imidlertid også at holdbarheten hos 'Aroma' øker for en rekke egenskapers vedkommende ved å senke temperaturen fra 3 til 0° C under vanlig kjøling. Det gjelder smakspoeng, fasthet, innhold av sukker og syre, vektap og skrupp. Men samtidig kom det fram at 0° C som fast temperatur i samspill med visse CA-betingelser, kunne øke råteskadene. I forsøkene med utsatt kjøling ble det i to år meget lave tall for råte og i

to år relativt høye tall for råte med 0° C som fast temperatur. Sett isolert, er disse tall usikre, men sett sammen med CA-forsøkene, er det et varsel om at 0° C heller ikke når det gjelder råteskader, kan tilrås uten forbehold. Interessant er det at utsatt kjøling og temporær oppvarming synes å ha hatt tilsvarende virkning på råte som på bløt kuldeskade, om enn i mindre utstrekning. Usannsynlig er dette ikke på bakgrunn av den erfaring at råte ofte kommer som sekundær skade etter fysiogene forstyrrelser.

En vellykket langtidslagring i vanlig kjølelager vil være avhengig av om de nevnte kvalitetsfordelene etter en sterkere kjøling kan oppnås i kombinasjon med temperaturer som ikke medfører økt risiko for disse sjukdommene.

Forholdet mellom en ukes utsettelse og temperaturheving i annen og tredje uke tyder på at den første uka ikke er den viktigste for en gunstig virkning av utsatt kjøling. Det er derfor ikke usannsynlig at temporær oppvarming i lag-

ringsperioden, er den behandlingen som med minst varmepåkjenning, kan hindre bløt kuldeskade. Men temporær oppvarming er upraktisk.

Scott & Wills (1970) drøftet kontrolltiltak mot temperaturskader og antok, tross betydelig usikkerhet, at beste behandlingstid for temporær oppvarming, var halvvegs mellom høstetid og den tid symptomene først kom til syne. Ellers anså de en langsom eller trinnvis kjøling som en bedre løsning enn både temporær oppvarming og utsatt kjøling.

Siden en utsettelse i to uker ved 8 eller 12° C krever forholdsvis mye av den holdbarheten som skulle oppnås ved å senke temperaturen fra 3 til 0° C, er det sannsynligvis bedre å kjøle straks til en temperatur nærmere den sikre grensen, som er 3° C, og heller bruke lengre tid på resten av temperatursenkningen, f.eks. 4- 6 uker.

#### SAMMENDRAG

Eplekultivaren 'Aroma' fikk omfattende skader av bløt kuldeskade i tre av fire år når den ble kjølt til 0° C samme

dag eller dagen etter høsting. Ett år forekom skader også ved 2° C. Ved å utsette kjølingen to uker ble skadene ubetydelige. Temporær oppvarming en uke til 8 eller 12° C i andre eller tredje uke etter høsting ga et liknende resultat.

#### LITTERATUR

Brooks, C. & C.P. Harley 1934. Soft scald and Soggy breakdown of apples. Journ.Agr.Res.49:55-69

Carne, W.M. 1948. The non-parasitic disorders of apple fruits in Australia. Counc. Sci. Ind. Res. Bull. 238

Landfald, R. 1980. Lagringsevne og fruktegenskaper hos 'Aroma', 'Ingrid Marie', 'Lobo' og 'Summerred'. Frukt og Bær 1980:60-69

Landfald, R. 1987. Lagring av eplekultivaren 'Aroma' i kontrollert atmosfære. Norsk landbruksforskning 2: 5 - 13

Scott, K.J. & R.B.H. Wills 1970. Low temperature breakdown in apples. Food Preservation Quarterly 30:35-39

Weber, A. 1936. Æblesygdomme under Opbevaringen. Fællesudvalget for Frugtavløkonomi, København. 40 s

# LAGRING AV EPLEKULTIVAREN 'AROMA' I KONTROLLERT ATMOSFÆRE

## *Controlled Atmosphere Storage of the Apple Cultivar 'Aroma'*

ROLF LANDFALD

Norges landbrukshøgskole, Institutt for hagebruk, Ås, Norge

*Agricultural University of Norway, Department of Horticulture, Ås, Norway*

Landfald, R. 1987. Controlled atmosphere storage of the apple cultivar 'Aroma'. Norsk landbruksforskning 2: 5 - 13. ISSN 0801 - 5333

A study of the apple cultivar 'Aroma' stored in controlled atmosphere (CA) and in air was carried out during the course of two seasons. CA units consisted of a system with plastic cover, with oxygen intake through an airfilled diffusion duct, and carbon dioxide absorption in hydrated lime, in either a partly covered tray or in an open tray. CA-stored fruits were firmer, contained more acid and retained their quality markedly better during shelf life than those stored in air. High percentages of lenticel rotting were found in CA with less than 1% carbon dioxide at 0°C. Soft scald occurred in CA at 0°C. CA-storage of 'Aroma' is recommended at 3°C, 1-2% oxygen and 3-5% carbon dioxide. Spraying against lenticel rotting, early harvest and prompt storage are essential.

Key words: Apple, storage, controlled atmosphere

*Rolf Landfald, Department of Horticulture, P.O.Box 22,1432 ÅS-NLH, Norway*

Ved lagring i kontrollert atmosfære blir frukta lukket inne i tette rom der konsentrasjonen av oksygen reguleres ned så sterkt at respirasjonsintensiteten reduseres. Denne effekten kombineres ofte med en tilsvarende virkning av å øke konsentrasjonen av karbondioksid. Disse endringene i luftsammensetning brukes aldri alene, men i kombinasjon med kjøling, som representerer den viktigste effekten under lagring av levende planteprodukter. For frukt er oppgaven å hindre råte og andre lagringsskader, og bevare kvalitetskomponenter som konsistens, sukker, syre og aroma.

I Sverige og Danmark, så vel som i de fleste land ellers med handelspro-

duksjon av epler og pærer, er lagring i kontrollert atmosfære (CA, controlled atmosphere) i bruk i kommersiell skala. Meheriuk (1985) har publisert en oversikt over hvilke temperaturer og luftsammensetninger som anvendes til viktige eplekultivarer i en rekke land.

Hos oss var slik lagring en kort tid i bruk til pærer fra midten av 50-tallet (Landfald 1975). Forsøk med CA- eller gasslagring, som det ble kalt den gang, ble gjennomført også med epler, men av kultivarer som ble undersøkt, var det bare 'Filippa' som ga lovende resultater. Viktige kultivarer som 'Gravenstein', 'Åkerø', 'James Grieve', 'Prinsar' ga ikke resultater som oppmuntret til praktisk



bruk (Landfald 1956, 1959).

Siden den gang har det skjedd en betydelig utvikling både m.h.t. meto- dikk, og valg av konsentrasjoner. Først og fremst har bedre tekniske løsninger gjort det mulig å bruke lavere konsen- trasjoner av oksygen.

'Aroma' likner mye på 'Filippa' i sitt forhold til temperatur i lageret, noe som ikke er unaturlig siden 'Filippa' er en av foreldrene. Omfattende planting av 'Aroma' gjorde det aktuelt å under- søke hva CA kan bety for denne kuli- varens plass i eplemarkedet.

## MATERIALE OG METODE

Baugerød (1981) beskrev et nytt prinsipp for CA-lagring som i korthet går ut på at produktets oksygenforbruk erstattes ved diffusjon gjennom en kanal der lufta blir holdt i ro av glassvatt, treull e.l. Ka- nalen dimensjoneres etter produkt- mengde og antatt oksygenbehov. Etter lukking synker oksygenkonsentrasjon- en, og det oppstår en likevekt mellom diffusjon og oksygenforbruk i enheten.

Karbondioksid fra produktet fjer- nes ved absorpsjon i hydratkalk. Skal konsentrasjonen av karbondioksid være tilnærmet 0%, plasseres hydratkalken inne i enheten uten dekke. Skal enheten inneholde en virksom konsentrajon av karbondioksid, dekkes hydratkalken slik at diffusjonen må skje gjennom et hull. Produksjonen av karbondioksid og størrelsen av hullet avgjør hvor høy kon- sentrasjonen av karbondioksid blir, når likevekt er nådd.

Med denne metoden tilpasset små enheter, der plast blir brukt som lufttett dekke (Baugerød 1985), ble det gjenn- omført forsøk med CA-lagring til Aroma' i to år. Begge år ble det satt inn frukt fra to høstetider. I 1985 kom frukta fra ulike felt med trær i ulik alder, men med god avling i begge tilfelle. Høstetidene var 19.9. og 14.10. I 1986 ble det høstet to ganger i et felt av 4 år gamle trær med moderat avling. Høstetidene var 23.9. og

1.10. I perioden mai-september var mid- deltemperaturen relativt lav begge år, henholdsvis 12,8 og 12,2°C, mot normalt 13,6°C. Samlet nedbør i perioden var henholdsvis 483 og 306 mm, mot nor- malt 380. Ingen av feltene var sprøytet i løpet av ettersommeren med tanke på vern mot kjølelagersopp.

Frukt av Klasse I, 70-80 mm, ble fordelt i isoporkasser a 15 kg. CA-en- hetene bestod i 1985 av 4 kasser frukt i plastposer lukket med tetningslist, og i 1985 av 2 kasser under plathetter i vannlås, som beskrevet av Baugerød (1985).

CA-leddene ble lukket og satt inn på kjølerom en eller to dager etter høst- ing. Foruten ett alternativ med 3 til 6% karbondioksid og ett med under 1% ble det tatt sikte på to relativt lave kon- sentrasjoner av oksygen. For å oppnå dette ble det brukt to ulike lengder på diffusjonskanalene. I 1985 var de to lengdene faste og like ved de to tem- peraturene. I 1986 ble lengdene regulert i lagringsperioden.

Kassene i kontroll-leddene (luft) ble dekt med løsthengende plathetter. Kalkmengden i CA-leddene var ca. 30 g pr. kilo epler.

Luftsammensetningen ble målt med Orsats gassanalyseapparat. Som be- skrivelse av CA-leddene i tab. 2 til 6, er brukt laveste og høyeste middelverdi for det tilsvarende alternativ i tab. 1. Disse middelverdiene omfatter hele lagrings- perioden etter at oksygenkonsentrasjon- en kom under ca. 5%, 7-10 døgn etter lukking og påbegynt nedkjøling. Siden det ble registrert bare små og usikre ut- slag for de to konsentrasjoner av oksy- gen i CA blir det i tabell 2 til 6 bare skilt mellom de to konsentrasjoner av karbon- dioksid. CA-lagringen ble avsluttet 17.2.86 og 19.1.87.

Som simulering av en omsetnings- periode etter lagring, ble sorterte epler etterlagret en uke ved 18-20°C i åpen salgsemballasje på bord i et arbeidsrom.

Kvalitetsvurdering og analyser ble stort sett gjennomført slik det er be-



skrevet av Landfald (1968) og Redalen (1977). Til bestemmelse av oppløst tørrstoff, titrerbar syre (beregnet som eple-syre), fasthet og grunnfarge ble det brukt to prøver a 10 epler fra hver behandling. Omtalen av kvalitetsegenskaper og råte bygger på variansanalyser.

## RESULTATER OG DISKUSJON

### Lagring i CA-enheter med diffusjonskanal

Høyere middeltall for karbondioksid og lavere middeltall for oksygen ved 3 enn ved 0°C i tabell 1 forteller om høyere respirasjonsintensitet ved den høyeste temperaturen. Av samme grunn var oksygenkonsentrasjonen lavest der respirasjonen ikke ble dempet av karbondioksid. Sesongmessige variasjoner ble i noen tilfelle større enn ønskelig. Middeltall for oksygen i 1986 på over 3% skyldes periodiske lekkasjer. Et ledd med middeltall for oksygen på 0,8% i 1985 fikk omfattende skader av fysiogene sammenbrudd og råte.

Eksemplet i fig. gjelder høsting 19.9.1985, lagringstemperatur 3°C, med

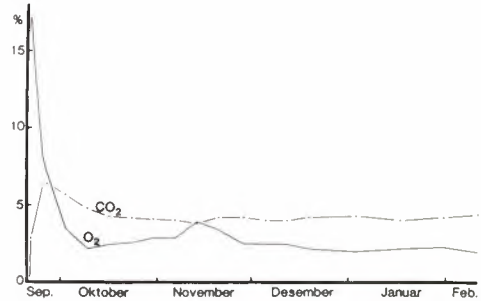


Fig 1 CA-vilkår i en av enhetene ved 3°C i løpet av lagringsesongen 1985-1986  
CA-conditions in one of the units at 3°C during the storage season 1985-1986

middeltall for karbondioksid på 4,3% og for oksygen 2,6%. I november inntraff en stigning i oksygenkonsentrasjonen samtidig med stigning i lufttrykket i atmosfæren. Ved den meteorologiske målestasjon i Ås steg lufttrykket fra 960 til 1019 millibar fra 6. til 13. november. Dette førte til at luftmengden i CA-enheter økte med ca. 6%, og dermed steg oksygenkonsentrasjonen. Ellers i sesongen var stabiliteten svært god.

Tabell 1. Middeltall for observerte CA- vilkår i enhetene. Prosent.  
Table 1. Means of observed CA- conditons in the units. Percent.

	1985				1986			
	Høstedatao		Høstedatao		Høstedatao		Høstedatao	
	Date of harvest		Date of harvest		Date of harvest		Date of harvest	
	19.9	14.10	23.9	1.10				
	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>
0°C	3,2	3,3	4,7	2,5	5,8	2,2	4,7	1,4
	3,9	4,0			4,6	3,2	4,9	2,8
	0,1	1,9	0,1	1,9	0,5	1,4	0,1	1,5
	0,4	3,2			0,4	2,2	0,2	3,5
3°C	4,3	2,6	5,3	3,4	6,9	1,8	5,3	1,3
	5,2	2,9			6,2	2,6	5,8	2,5
	0,1	1,6	0,3	0,8	1,0	1,6	0,1	1,2
	0,1	2,2			0,8	1,9	0,4	1,8

I sentrum av pallen, dvs. stedet hvor temperaturfallet antas å ha kommet sist, falt temperaturen fra 11 til 3,3°C i løpet av første uke.

Med plast som lufttett dekke er det store muligheter til å variere størrelsen på slike enheter. Den viktigste begrensningen ligger sannsynligvis i at varmeutvekslingen må skje gjennom plasten. Montering av vifte inne i enheten vil bøte på dette.

Uansett størrelse på enhetene må luftsammensetningen kontrolleres. Den modningshemmende effekten av å senke oksygenkonsentrasjonen øker etter hvert som konsentrasjonen nærmer seg de grenseverdier produktet tåler uten å ta skade, f.eks. 1%. Derfor øker behovet for kontroll med økte fordringer til effektiviteten av endringen. Hvis konsentrasjonen ikke ligger nær faregrensen når likevekt er oppstått mellom oksygenbehov hos frukta og oksygentilførsel ved diffusjon, vil kontrollbehovet være lite, men da vil effekten av CA-vilkåret være noe redusert i forhold til det maksimalt oppnåelige. Kontrollbehovet vil derfor kunne variere fra flere ganger i uka til et par ganger i måneden.

Som metode betraktet, representerer dette systemet en meget rimelig løsning utstyrsmessig, idet CA-lagring kan gjennomføres i vanlige kjølerom med relativt enkle midler. Plastdekket fører samtidig til høy luftfuktighet og lavt vekttap.

Svakhetene med systemet er de relativt små enhetene og usikkerheten m.h.t. å treffe det optimale nivå i oksygenkonsentrasjon og siden bevare dette nivået med en rimelig innsats av kontroll og reguleringstiltak. Kontrollarbeidet er det samme for små og store enheter. Med andre og kostbarere systemer kan dette ordnes mer eller mindre automatisk. Den merkostnad dette forutsetter m.h.t. bygninger og utstyr, vil være nødvendig og berettiget både for mer nøyaktige og omfattende forsøk og for praktisk lagring i større skala.

*Spisekvalitet, kjemisk innhold, fasthet og farge*

Smakspoengene (tab. 2) var stort sett høyere etter CA-lagring enn etter vanlig kjølelagring (luft). Det var av underordnet betydning om CA-behandlingen omfattet nedsatt oksygenkonsentrasjon alene, eller om den var kombinert med hevet konsentrasjon av karbondioksid. Det var liten forskjell mellom de to temperaturnivåene for CA-leddenes vedkommende. Ved første kvalitetsbedømmelse (a) ble det gitt tilfredsstillende smakspoeng til frukt som var lagret i vanlig kjølelager. Men etter en uke ved 18-20°C (b) sviktet kvaliteten i disse leddene. Etterlagring ved 5°C i to til tre uker (c) ga et liknende resultat. Svikten var større ved 3 enn ved 0°C. Resultatene for de to åra var sammenfallende.

Innhold av oppløst tørrstoff var lavere etter vanlig kjølelagring ved 3 enn ved 0°C (tab. 3). Etter CA-lagring var innholdet av oppløst tørrstoff praktisk talt det samme ved de to temperaturene, og det ble ikke påvist forandringer under etterlagringen.

Innholdet av titrerbar syre var bedre bevart ved 0 enn ved 3°C, og det var bedre bevart under CA-lagring enn under vanlig kjølelagring. Videre var det i alle ledd et merkbart fall i løpet av en ukes etterlagring ved 18-20°C. Fallet fra CA til vanlig kjøling var større ved 3 enn ved 0°C.

Forandringene i fasthet var svært lik forandringene i syreinnholdet, med tydelige utslag både for temperatur, luftsammensetning og etterlagring. CA ved 0°C hadde de høyeste tallene og vanlig kjøling ved 3°C de laveste. Videre var det et fall i alle ledd under etterlagring.

Grunnfargen endret seg lite under CA-vilkår, men under etterlagring ved 18-20°C gulnet CA-leddene sterkt og innhentet i denne perioden det meste av det forspranget leddene i vanlig kjølelager hadde ved avslutning av CA-lagringen.

Sammenliknes poengene for spisekvalitet med tallene for syre, fasthet og

Tabell 2. Poeng for spisekvalitet etter lagring ved forskjellig atmosfære og temperatur og til tre tider etter avsluttet CA-lagring. Middell av to høstetider.

Table 2. Flavour scores after storage at different atmospheres and temperatures and at three times after completion of CA-storage. Means of two dates of harvest.

	CA- vilkår CA- conditions		1985			1986			Middel Means
	CO <sub>2</sub> %	O <sub>2</sub> %	a	b	c	a	b	c	
0° C	3,2 - 5,8	1,4 - 4,0	5,4	5,0	5,2	6,6	5,8	5,5	5,6
	0,1 - 0,5	1,4 - 3,5	5,4	5,4	5,0	5,9	5,4	5,5	5,5
	Luft Air		5,0	4,7	4,4	6,4	4,1	4,8	4,9
3° C	4,3 - 6,9	1,3 - 3,4	5,8	5,8	4,8	6,2	5,6	5,0	5,5
	0,1 - 0,8	0,8 - 2,2	4,9	5,1	4,9	6,6	5,7	5,0	5,4
	Luft Air		5,4	3,9	3,7	5,1	4,6	3,7	4,4
Middel Means			5,3	5,0	4,7	6,1	5,2	4,9	

- a Få dager etter avsluttet CA-lagring  
Few days after completion of CA-storage
- b Etter en uke ved 18 - 20° C  
After one week at 18 - 20° C
- c Etter 2 til 3 uker ved 5° C  
After 2 to 3 weeks at 5° C

grunnfarge, var det de minst modne ledd som fikk de høyeste poengene. Særlig bevarte CA-leddene kvaliteten bedre enn vanlig kjøling under etterlagringen. Siden det ikke var nevneverdig utslag

for karbondioksid må det hovedsakelig være den lave oksygenkonsentrasjonen som var årsak til CA-effekten på kvalitet.

Tabell 3. Effekt av lagring på oppløst tørrstoff, titerbar syre, fasthet og grunnfarge. Middell for to høstetider og to år.

Table 3. Effect of storage on soluble solids, titratable acids firmness and ground colour. Means of two dates of harvest and two years.

	CA- vilkår CA- conditions		Oppløst tørrstoff % Soluble solids %		Titrer- bar syre % Titratable acids %		Fasthet Firmness kg cm <sup>2</sup>		Grunnfarge Ground colour 1 - 8	
	CO <sub>2</sub> %	O <sub>2</sub> %	a	b	a	b	a	b	a	b
0° C	3,2 - 5,8	1,4 - 4,0	12,5	12,6	0,68	0,59	7,5	6,7	6,3	6,9
	0,1 - 0,5	1,4 - 3,5	12,4	12,7	0,69	0,62	7,4	6,7	6,4	7,0
	Luft Air		12,5	12,9	0,59	0,51	6,5	5,9	7,2	7,5
3° C	4,3 - 6,9	1,3 - 3,4	12,4	12,3	0,62	0,53	7,0	6,4	6,1	7,4
	0,1 - 0,8	0,8 - 2,2	12,3	12,2	0,57	0,52	6,8	6,6	6,1	7,5
	Luft Air		11,5	11,8	0,42	0,36	6,0	5,6	7,5	7,4

- a En eller to dager etter avsluttet CA-lagring  
One or two days after completion of CA-storage
- b Etter en uke ved 18 - 20° C  
After one week at 18 - 20° C



Tabell 4. Prosent vekttap under CA-lagring og i luft. Middel for to høstetider.  
 Table 4. Percent weight loss during CA-storage and in air. Means of two dates of harvest.

	CA- vilkår CA- conditions		1985		1986	
	CO <sub>2</sub> %	O <sub>2</sub> %	a	b	a	b
0° C	3,2 - 5,8	1,4 - 4,0	1,1	3,0	0,8	3,7
	0,1 - 0,5	1,4 - 3,5	1,2	2,8	0,8	3,7
	Luft Air		7,9	2,5	2,2	3,7
3° C	4,3 - 6,9	1,3 - 3,4	1,1	2,7	0,9	3,7
	0,1 - 0,8	0,8 - 2,2	1,0	2,6	1,1	3,7
	Luft Air		4,2	2,5	3,2	4,0

- a Ved avsluttet CA-lagring  
 On completion of CA-storage  
 b I løpet av en uke ved 18 - 20° C  
 During one week at 18 - 20° C

#### Vekttap, råte og fysiogene skader

Siden lagringsperioden var litt kortere i 1986 enn i 1985 tilsvarte vekttapet i CA-enhetene omtrent 0,25% pr. måned begge år (tab. 4). En luftfuktighet nær metningspunktet kombinert med meget stabil temperatur og nesten ingen luftbevegelse gjorde dette mulig. De øvrige tallene viser at uten CA var forholdene ulike i de to åra, både før og under etterlagringen. Det lavere vekttapet i CA kan ha bidratt til høyere smaks-poeng, fordi saftligheten og sprøheten ble bedre bevart.

De parasittære skadene var hovedsakelig forårsaket av kjølelagersoppene (*Phlyctaena vagabunda* Desm. (syn. *Gloeosporium album* (Osterw.) og *Cryptosporiopsis curvispora* (Peck) Gremmen (syn. *G. perennans* Zeller & Childs)). Disse var ansvarlige for over 90% av råteskadene. Av praktiske grunner ble det ikke skilt mellom disse og andre råtedannende sopper under sortering av de enkelte ledd.

Lite råte ved avsluttet CA-lagring ble fulgt av lite råte også etter en uke ved 18-20°C (tab. 5). Middeltallene var lavest for de to CA-leddene ved 3°C og høyest for vanlig kjøling ved 3°C. Mellom

disse yttergrensene lå både CA-leddene og vanlig kjøling ved 0°C. Andre høstetid 1985, 14. oktober, skilte seg ut med sterke råteangrep. Denne frukta var for langt kommet ved høsting.

Lagringsvilkårenes virkning på modningsgraden hadde også stor betydning for råteutviklingen. De mest modne ledd råtnet først. En unntak var CA ved 0°C som brøt rekkefølgen ved i middel å være sterkere angrepet av råte enn modningsgraden skulle tilsi, sett i forhold til fasthet, farge og syreinnhold. Men innen CA ved 0°C var også de laveste angrepene begge år. Det gjaldt det ledd som forutsetningsvis var minst modent, nemlig frukt av første høsting, lagret ved 0°C i CA med 3 til 6% karbondioksid. Det var tendenser til positiv effekt av karbondioksid også ved 3°C i 1986. Innen første høstetid falt råtefrekvensen med minkende modningsgrad for alle ledd unntatt CA ved 0°C med karbondioksid under 1%.

Dette samspillet mellom temperatur og atmosfære tyder på at det i CA ved 0°C har oppstått en annen form for svekket motstandskraft mot råte enn den som følger av naturlig modning. Råte opptrer ofte som sekundær skade

Tabell 5. Vektprosent frukter med synlige infeksjoner av råtesopper.  
 Table 5. Weight percentage of fruits with visible fungal infections.

CA- vilkår CA- conditions	CO <sub>2</sub> %      O <sub>2</sub> %		1985				1986				Middel Means
			Høstedata Date of harvest		Høstedata Date of harvest		Høstedata Date of harvest		Høstedata Date of harvest		
			19.9		14.10		23.9		1.10		
		a	b	a	b	a	b	a	b		
0° C	3,2 - 5,8	1,4 - 4,0	2	2	59	20	2	0	7	5	12,2
	0,1 - 0,5	1,4 - 3,5	12	5	62	21	11	3	17	16	18,4
	Luft Air		8	8	45	17	10	14	9	8	14,9
3° C	4,3 - 6,9	1,3 - 3,4	4	6	39	20	3	2	4	2	10,0
	0,1 - 0,8	0,8 - 2,2	5	4	33	23	6	4	5	6	10,8
	Luft Air		19	20	64	21	19	14	25	4	23,4

- a Ved avsluttet CA-lagring  
 On completion of CA-storage  
 b I løpet av en uke ved 18 - 20° C  
 During one week at 18 - 20° C

etter fysiogene forstyrrelser.

Omfattende fysiogene skader og råte i en enhet ved 3°C i 1985 med middeltall for oksygen på 0,8% ble antatt å være utslag av oksygenmangel. Noen sammenheng mellom råtetall og oksygenverdier i 1986 ble imidlertid ikke funnet. Lagringsperiodens middeltall for oksygen i de aktuelle tilfellene varierte fra 1,4 til 3,5% (tab. 1). Kortvarige minimumsverdier i de samme enhetene varierte fra 0,4 til 1,8%. Like lave tall for oksygen ble for øvrig notert også ved 3°C og i kombinasjon med 3-6% karbondioksid ved 0°C uten at tilsvarende råteutvikling skjedde. Det ble ikke registrert uheldige utslag av oksygenkonsentrasjoner i området 1 til 2%.

Scott & Wills (1970) tillå luftfuktigheten stor betydning for kuldeskade hos eple. Kanskje skal en ikke se bort fra at et samspill mellom lav temperatur og høy luftfuktighet kan være årsak til redusert motstandskraft også hos 'Aroma'. Scott & Wills (1970) nevner også at karbondioksid kan ha både positiv og negativ virkning på temperaturskader. Så lenge årsaksforholdet er uklart, bør CA ved lavere temperatur enn 3°C unngås eller brukes med varsomhet.

Faren for angrep av kjølelagersopp representerer en betydelig svakhet ved 'Aroma'. For best mulig å få belyst effekten av lagringsvilkårene ble disse forsøkene gjennomført med frukt som ikke var sprøytet de siste to månedene før høsting. Av samme grunn ble det brukt frukt etter to høstetider.

Å lagre epler ved 0°C har ikke vært vanlig i Nord-Europa. Når det likevel legges vekt på å få dette prøvd for 'Aroma', er grunnen for det første den at 'Aroma' bevarer kvaliteten godt ved denne temperaturen, spesielt når det gjelder lagring i 3 til 5 måneder. For det andre er 'Aroma' ikke utsatt for brunt kjernehus (brown core - centerråd) som er den vanligste form for fysiogen skade under kjølelagring av 'Gravenstein', 'Lobo', 'Karin Schneider' m.fl. 'Aroma' er heller ikke plaget med kuldeskade i den vanligste form, brunt fruktkjøtt fra hovedkarstrengene og utover. I stedet er den utsatt for bløt kuldeskade, som er den viktigste komplikasjon ved lagring av 'Aroma' ved lav temperatur. Tallene for bløt kuldeskade i tabell 6 varierer sterkt. Størst var effekten av temperatur. Skaden var stort sett begrenset til 0°C. Ved denne temperaturen var CA-

Tabell 6. Vekt prosent frukter med bløt kuldeskade.  
 Table 6. Weight percentage of fruits with soft scald.

	CA- vilkår		1985		1986	
	CA- conditions		Høstet dato Date of harvest		Høstet dato Date of harvest	
	CO <sub>2</sub> %	O <sub>2</sub> %	19.9	14.10	23.9	1.10
0°C	3,2 - 5,8	1,4 - 4,0	0	10	0	4
	0,1 - 0,5	1,4 - 3,5	0	2	8	35
	Luft Air		10	4	61	75
3°C	4,3 - 6,9	1,3 - 3,4	0	0	0	0
	0,1 - 0,8	0,8 - 2,2	0	0	0	2
	Luft Air		0	0	0	2

- a Ved avsluttet CA-lagring  
 On completion of CA-storage  
 b 1 løpet av en uke ved 18 - 20°C  
 During one week at 18 - 20°C

leddene mindre skadd enn vanlig kjølelagring. Første høsting var i mange tilfeller uskadd når andre høsting var skadd. Dette bekrefter tidligere erfaringer om forholdet til temperatur og høstetid. At skadeomfanget ble mindre under CA-betingelser enn under vanlig kjøling, taler til fordel for bruk av CA til 'Aroma'. Om hele utslaget skyldes endret luft sammensetning, kan diskuteres siden temperatursenkningen gikk litt langsommere i de lufttette enhetene. At luft sammensetningen kan påvirke omfanget av bløt kuldeskade, er imidlertid kjent (Rose et al. 1951). Kjøling samme dag, eller dagen etter høsting, har i andre forsøk vist seg som det mest utsatte alternativ med hensyn til bløt kuldeskade (Landfald 1987).

Andre fysiogene skader gjorde seg ikke gjeldende i nevneverdig grad. 'Møsk' forekom, men bare sporadisk og hadde neppe noe med lagringsvilkåra å gjøre. Det samme gjaldt spredte forekomster av 'glasseple'.

## KONKLUSJON

1. Det er mulig å gjennomføre effektiv CA-lagring av frukt med plast som luft-

tett dekke og med inntak av oksygen gjennom luftfylt diffusjonskanal, men det er vanskelig å stabilisere konsentrasjonen nøyaktig på et optimalt nivå, f.eks.  $1,5 \pm 0,5\%$ .

2. Holdbarheten hos 'Aroma' kan bedres vesentlig med bruk av CA.

3. Redusert tilgang av oksygen antas å være den viktigste årsak til bedre kvalitet og mindre skader etter lagring i CA enn etter lagring i vanlig kjølelager. Mellom 1 og 2% oksygen har vært tilstrekkelig ved 3°C. Godt resultat er oppnådd også med 3-4% oksygen.

4. Mellom 3 og 7% karbondioksyd er brukt uten at negative utslag er registrert. De positive effektene av karbondioksyd bestod hovedsakelig i å redusere skadene av råte og bløt kuldeskade.

5. Når både kvalitet og lagringsskader tas med i vurderingen, har 3°C gitt et mer pålitelig resultat enn 0°C for CA-leddene.

6. Fordi 'Aroma' er sterkt utsatt for kjølelagersopp, bør det til langtidslagring ikke brukes sent høstet frukt eller



frukt som ikke er sprøytet mot kjølelagersopp.

### SAMMENDRAG

Lagringsforsøk med eplekultivaren 'Aroma' ble gjennomført i to sesonger. CA-enhetene hadde plastfolie som dekke, inntak av oksygen gjennom luftfylt diffusjonskanal og absorpsjon av karbondioksid i hydratkalk, enten i delvis lukket skål eller i åpen skål. CA-lagret frukt var fastere, inneholdt mer syre og bevarte kvaliteten betydelig bedre under etterlagring ved 18-20°C enn frukt lagret i luft. I CA med mindre enn 1% karbondioksid ved 0°C ble det sterke angrep av kjølelagersopp. Bløt kuldeskade forekom ved 0°C. CA-lagring av 'Aroma' tilrås ved 3°C, 1-2% oksygen og 3-5% karbondioksid. Sprøyting mot kjølelagersopp, tidlig høsting og rask innlagring vil være fordelaktig.

### ETTERORD

Førsteamanuensis H. Baugerød takkes for uunnværlig assistanse, spesielt under oppstarting av forsøkene, og Elin Bøe takkes for samvittighetsfullt utført kontroll av luftsammensetningen i CA-enhetene siste sesong.

### LITTERATUR

Baugerød, H. 1981. Atmosphere control in controlled atmosphere storage by means of controlled diffusion through air-filled channels. *Acta Horticulturae* 116: 179-185

Baugerød, H. 1985. System for lagring i kontrollert atmosfære i små enheter. *Gartneryrket* 75: 689-691

Landfald, R. 1956. Lagringsforsøk med epler 1948-1952. *Forskning og forsøk* 7: 205-255

Landfald, R. 1959. Lagring av Prinsar. *Frukt og Bær* 1959: 25-28.

Landfald, R. 1968. Temperatureffekter på eple under lagring. *Meldinger fra Norges landbruks-høgskole* 47 (21), 30 s.

Landfald, R. 1975. Lagring og modning av pærer. *Frukt og Bær* 1975: 75-82

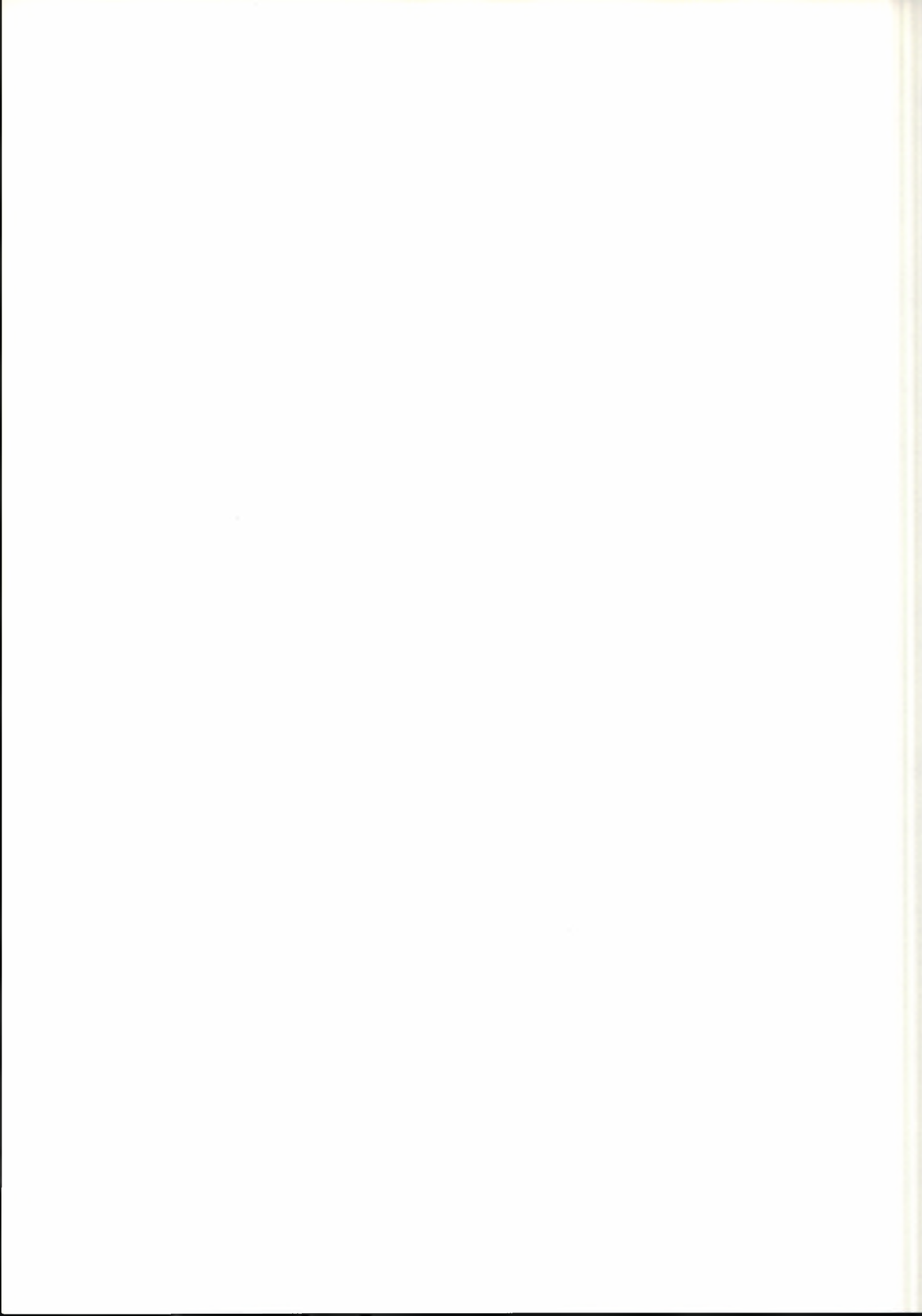
Landfald, R. 1987. Bløt kuldeskade i eplekultivaren 'Aroma'. *Norsk landbruksforskning*. 2: 1 - 4

Redalen, G. 1977. Kvalitetsvurdering av eplekultivarer. *Meldinger fra Norges landbrukshøgskole* 56 (9), 26 s.

Meheriuk, M. 1985. Controlled atmosphere storage conditions for some of the more commonly grown apple cultivars, s. 395-421 in Sylvia M. Blankenship (red.). *Proceeding of The Fourth National Controlled Atmosphere Research Conference*. Horticultural Rep. No. 126, Dep. of Hort. Sci. North Carolina State Univ.

Rose, D.H., L.P. McColloch & D.H. Fisher. 1951. Market diseases of fruits and vegetables. Apples, pears, quinces. *Miscellaneous publication No. 168*. U.S. Dept of Agric.

Scott, K.J. & R.B. Wills 1970. Low-temperature breakdown in Apples. *Food Preservation Quarterly* 30:35-39



# MELDUGGANGREP OG AVLING HOS BYGG

## *Powdery mildew and yield in barley*

Magne Nordeng, Hans Stabbetorp, & Håkon A. Magnus  
Statens plantevern, Avdeling plantesjukdommer, Ås, Norge.  
*Norwegian Plant Protection Institute, Department of Plant Pathology, Ås, Norway.*

Apelsvoll forskingsstasjon, Kapp, Norge  
*Apelsvoll Agricultural Research Station, Kapp, Norway*

Statens plantevern, Avdeling plantesjukdommer, Ås, Norge  
*Norwegian Plant Protection Institute, Department of Plant Pathology, Ås, Norway*

Magnus, H. A., M. Nordeng, & H. Stabbetorp, 1988 Powdery midew and yield in barley *Norsk landbruksforskning*, 2: 15 - 25. ISSN 0801-5333

On the basis of fungicide field trials the relation between yield reduction and mildew was investigated using linear regression analyses. In different trials the regression coefficient varied from -1.58 to -10.35 kg per decare per percent mildew attack on the upper leaves, with a coefficient of variation from 0.40 to 0.98. By grouping the trials according to disease levels no significant differences in yield response were found between high and low levels of disease. The variation however, was large. There was a tendency in the material towards larger yield reduction with increased mildew attack at earlier assessments than at later assessments. Likewise, there was a tendency towards bigger losses per percent increase in mildew attack at higher yield levels than at lower mildew levels. An overall regression equation for the relation between per cent mildew attack (X) and yield where all trials with significant regressions were included was: Relative yield:  $100.00 - 0.5 X$ . In three trials the correlation between the mildew attack and the reduction in 1000-kernel weight was significant.

KEY WORDS: Barley, powdery mildew, yield.

Håkon A. Magnus, Norwegian Plant Protection Institute, Department of Plant Pathology, Box 70, N-1432 ÅS-NLH, Norway

Bruken av fungicider i korn i Nord-Europa har økt sterkt det siste 10-året (Jenkins & Lescar 1980). Disse fungicidene blir hovedsakelig brukt der avlingnivået er så høyt at det vanlig vis kan betale kostnadene. Det gjelder f.eks. deler av Nord-Frankrike, Tyskland, Storbritania og i mindre grad, de skandinaviske landene. Meldugg er den mest

vanlige sykdommen på bygg i Europa og forårsaker regelmessig avlingstap på omkring 10 % (Ayres & Zadoks 1979).

### MATERIALE OG METODER

For å belyse sammenhengen mellom angrep av meldugg i bygg og avling under



norske forhold, er det tatt utgangspunkt i forsøksfelt der fungicidbehandling er benyttet. Disse forsøksseriene ble lagt ut fra Statens plantevern og SF Apelsvoll. Her er det forsøkt å utnytte de data som disse feltene gir utover forsøkenes opprinnelig hensikt; testing av sprøytemidler og sprøytetidspunkter.

Videre er det undersøkt hvordan faktorer som har betydning for denne sammenhengen, virker inn, f.eks. avlingsnivå og plantenes utviklingstrinn ved angrep. Vi har også studert betydningen av grå øyeflekk som avlingsnedsettende faktor.

Forsøkene ble lagt ut i forsøksringer og for andre formål. Statens plantevern la ut 48 beise- eller sprøyteforsøk hovedsakelig i Østfold, Vestfold, Akershus og i Trøndelagsfylkene. De tall som benyttes i arbeidet er middeltall for felt for de ulike behandlingene.

Alle de 83 feltene fra SF Apelsvoll lå på Østlandet og omfatter også behandlinger som ikke var knyttet til sykdomsbekjempelse. I deler av arbeidet ble likevel middeltallene for alle behandlinger benyttet for ikke å miste frihetsgrader ved regresjonsberegningene innen felt.

Bedømmelsene av sykdomsangrep ble utført av forskjellige personer. Feltene ble bedømt omtrent tre uker etter skyting etter en nøkkel utarbeidet av James (1971). Angrepsprosenten ble angitt som et helhetsinntrykk av forsøksrutene og med størst vekt på de yngste bladene.

I forsøk hvor dato for såing, sykdomsbedømmelse og høsting var tilgjengelige, er utviklingsstadium (US) ved bedømmelse beregnet slik:

$$US = \frac{\text{Dager fra såing til bedømm.} \times 100}{\text{Dager fra såing til høsting}}$$

Dersom angrepet av andre sykdommer enn meldugg var større enn 2 - 3 %, ble feltene utelatt. Feltene ble heller ikke tatt med dersom melduggangrepet var

svakt og det var angrep av andre sykdommer.

Variasjon i avlingsnivå mellom feltene ble fjernet ved å uttrykke de ulike behandlingenes avling på hvert felt som prosent av potensiell avling, estimert som verdien av konstantleddet i de ulike feltenes regresjonsligninger for avling med hensyn på melduggangrep.

En del av arbeidet bygger på forsøksfelt som opprinnelig ble anlagt fra SF Apelsvoll som forsøk med sprøyting mot sopp og skadedyr til fastsatte tider. Forsøkene var lagt ut som split - plot forsøk med sopp-sprøyting på småruter og insektsprøyting på storruter. I feltene fra denne forsøksserien ble sykdomsbedømmelsen i 1983 utført på samme måte som for de andre feltene, men bedømmelsen ble gjort av samme person. Aktuelt utviklingsstadium ble her notert etter Zadoks' skala. Kun Triadimefon ble benyttet som fungicid.

## RESULTATER

### Lokale beise- og sprøyteforsøk 1981-1984

#### *Meldugg og avling i enkeltfelt.*

Samtlige unntatt ett av disse feltene var fra årene 1983 og 1984, og de fleste fra Østlandet (Tab. 1) hvor det var sterke angrep av meldugg.

I Tab. 1 er det også angitt stadium ved bedømmelse. Tallene illustrerer at det er stor spredning i tidspunkt for bedømmelse. Ifølge disse beregnede tallene, varierer dette fra stadium 54 til stadium 90 på Zadoks skala.

På tolv felt var det statistisk sikker ( $P < 0.05$ ) sammenheng mellom melduggangrep og avling. Den gjennomsnittlige angrepsprosent varierte fra 3,4 til 20,3 og melduggangrep forklarte fra 40 % til 98 % av avlingsvariasjonen.

På åtte av 20 felt gav ikke melduggangrepet noen sikker forklaring ( $P > 0.05$ ) på avlingsvariasjonen (Tab. 2). Gjennomsnittlig angrep på disse åtte feltene varierte fra 2,8 til 24,5%. An-

Tabell 1 / Table 1

Oversikt over angrepsgrad og beregnet utviklingsstadium for utvalgte felter fra 1981 til 1984 der meldugg var den eneste sykdom av betydning.

*Mildew attack and calculated growth stage for field experiments in the years 1981 - 84 where mildew was the only important disease*

F.nr. Experi- ment no.	År Year	Stadium ved bedømmelse Stage at disease assessment	Variasjon i angrepsgrad Variation in mildew attack
1	81	73	0-6
2	83	90	13-47
3	83	84	2-23
4	83	-	7-43
5	83	-	1-20
6	83	-	1-20
7	83	-	7-22
8	83	78	3-33
9	83	67	0-8
10	83	66	1-33
11	83	82	0-23
12	84	-	1-20
13	84	54	5-32
14	84	55	2-18
15	84	54	1-33
16	84	54	2-33
17	84	68	1-20
18	84	69	1-35
19	84	57	2-27
20	84	81	1-15

grepet av meldugg forklarte fra 1 til 48 % av avlingsvariasjonen.

*Korrelasjon mellom melduggangrep og tusenkornvekt, og tusenkornvekt og avling.*

Bare tre eller fire av ni felt viste signifikante sammenhenger (Tab. 3).

Melduggangrep og avling ved ulike angrepsnivåer.

I beregningene har utgangspunktet vært at sammenhengen mellom angrep og avlingsreduksjon kan fremstilles ved hjelp av en lineær funksjon.

Tabell 4 antyder noe forskjellig avlingsreduksjon pr. prosent økning i angrepsgrad ved forskjellig angrepsnivå, men ulikheten var ikke statistisk sikker.

Den gjennomsnittlige avlingsreduksjonen var i dette materialet 0.5 % pr. enhet, og den relative avlingen var: 100 - 0.5 MD, MD = meldugg.

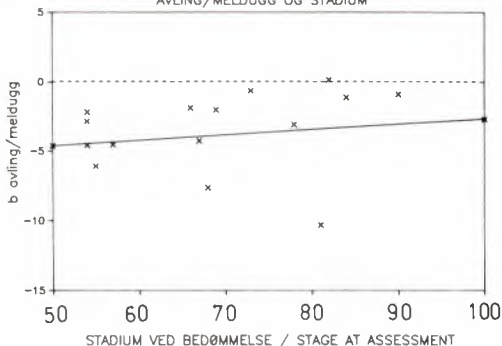
*Virkingen på korrelasjonen mellom melduggangrep og avling ved å foreta sykdomsbedømmelse ved ulike utviklingsstadier.*

Det var en tendens til større avlingstap ved samme angrepsgrad ved tidlige enn ved sene bedømmelsestidspunkter (Fig. 1). Korrelasjonen mellom beregnet utviklingsstadium og regresjonskoeffisienten for sammenhengen mellom angrep og avlingsreduksjon var 0.18 ( $P > 0.05$ ) for alle 16 feltene under ett (Fig. 1). Ved å utelate den største avvikerer, ble den 0.46 ( $P = 0.045$ ).

*Avlingsnivåets virkning på sammenhengen mellom melduggangrep og avling.*

Sammenhengen mellom potensielt avlingsnivå og reduksjon i avling pr. angrepsprosent var ikke signifikant på 5 % nivået. Men det var en tendens til at avlingsreduksjonen pr. angrepsprosent

SAMMENHENG MELLOM REGRESJONSKOEFF. FOR AVLING/MELDUGG OG STADIUM



Figur 1. Sammenhengen mellom beregnet utviklingsstadium ved bedømming og regresjonskoeffisienten mellom avling og melduggangrep på 16 felter.

*Figure 1. The relation between calculated growth stage and the regression coefficients of yield versus mildew attack for the individual experiments.*

Tabell 2 / Table 2

Resultater av regresjonsberegninger med melduggangrep som uavhengig variabel og kg/dekar som avhengig variabel i lineær regresjon beregnet feltvis; s.b. er regresjonskoeffisientens standardavvik. *Regression analyses of yield ( kg per decare) as a function of mildew attack calculated individually for each experiment; s.b. is the standard deviation of the regression coefficient.*

F.nr. Exp. no.	DF DF	r r	regresjonsligning equation	s.b. s.b.	p % p %
1	3	-0,46	503 - 6,70 X	7,55	-
2	4	-0,69	481 - 0,93 X	0,485	12,7
3	5	-0,83	543 - 1,16 X	0,352	2,1
4	10	-0,64	568 - 2,06 X	0,789	2,5
5	10	-0,55	477 - 2,72 X	1,295	5,9
6	10	-0,04	475 + 0,13 X	1,046	-
7	10	-0,24	153 - 1,04 X	1,355	-
8	14	-0,67	462 - 3,14 X	0,928	0,4
9	14	-0,66	531 - 4,27 X	1,303	0,5
10	14	-0,35	611 - 1,90 X	1,379	18,8
11	14	-0,11	468 + 0,13 X	2,345	-
12	6	-0,64	716 - 3,69 X	1,806	8,5
13	10	-0,78	563 - 2,90 X	0,726	0,2
14	10	-0,73	689 - 6,11 X	1,830	0,7
15	10	-0,75	608 - 2,21 X	0,608	0,4
16	10	-0,71	576 - 4,58 X	1,450	1,0
17	6	-0,90	684 - 7,65 X	1,498	0,2
18	6	-0,73	641 - 2,05 X	0,788	4,0
19	6	-0,90	761 - 4,55 X	0,895	0,2
20	3	-0,99	658 - 10,36 X	0,935	0,1

ble større jo høyere det potensielle avlingsnivået var (Fig. 2).

Med absolutte avlingstall var korrelasjonskoeffisienten -0,49 ( $P > 0.05$ ).

Ved å regne avlingstapet i prosent av avling uten melduggangrep, var det fremdeles en tendens til større tap pr. prosentenhet melduggangrep ved høye

Tabell 3 / Table 3

Korrelasjonsberegninger mellom tusenkornvekt og avling, og mellom meldugg og tusenkornvekt.

*Correlations between 1000-kernel weight and yield, and between mildew attack and 1000-kernel weight.*

F.nr. Exp. no.	tkv/avling 1000-k./yield	p % p %	meldugg/tkv mildew/1000-k.	p % p %
1	0,82	9,1	-0,47	23,5
2	-0,62	18,7	0,50	31,6
3	0,66	10,7	-0,93	0,3
4	0,50	9,5	-0,55	6,3
5	0,46	12,7	-0,40	19,3
6	0,31	33,4	0,22	-
7	0,41	29,5	-0,12	-
19	0,89	0,3	-0,79	1,9
20	0,90	0,5	-0,81	0,9



Tabell 4/ Table 4. Prosent reduksjon i avling pr. angrepsprosent for ulike angrepsnivåer, beregnet på middeltall for forsøksledd på hvert enkelt felt.

Percent yield reduction per percentage mildew attack arranged after levels of mildew attack arranged according to levels of mildew attack.

Angrepsnivå Disease attack level	Antall obs. Number of obs	Avl reduksjon Yield reduction	Standardavvik Standard deviation
1 - 4	56	0,45	4,03
5 - 9	59	0,58	1,08
10 - 14	23	0,85	0,51
15 - 19	14	0,65	0,44
20 - 24	22	0,37	0,41
25 - 29	7	0,50	0,38
30 - 34	12	0,45	0,24
35 -	5	0,27	0,11
Gjennomsnitt/Mean		0,50	

avlingsnivåer. Sammenhengen var ikke signifikant.

*Samlet sammenheng mellom melduggangrep og avling.*

For hver prosent økning i melduggangrepet ble avlingen redusert med 0,54 % (Fig. 3). Meldugg forklarte 43 % av variasjonen i avlingen.

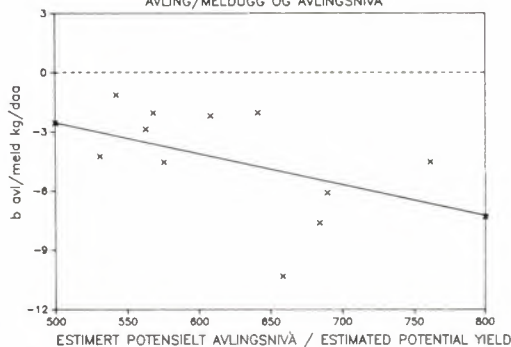
Sykdom forklarte fra 10 til 30 % av avlingsvariasjonen (Tab. 6).

Det var store ulikheter mellom de ulike feltenes angrep av sykdom og også mellom feltenes regresjonsligninger (Tab. 6 og 7).

For de ti feltene under ett ble den samlede virkningen av de ulike soppbehandlingene:

$$\begin{aligned} \% \text{ avlingsøkning} &= \\ &0,66 + 0,24 \times \text{MD} + 0,68 \times \text{GØF} \\ R^2 &= 0,268 \end{aligned}$$

SAMMENHENG MELLOM REGRESJONSKOEFF. FOR AVLING/MELDUGG OG AVLINGSNIVÅ



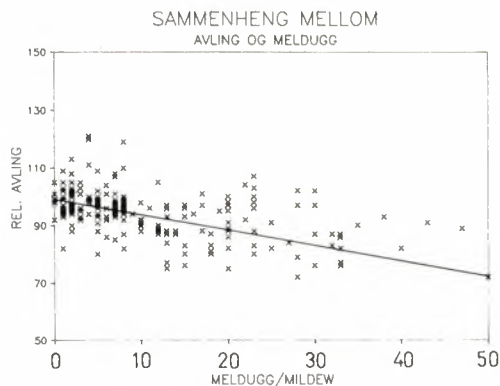
Figur 2. Regresjonskoeffisienter, beregnet for avlingstall i kg/daa, avmerket mot estimert potensielt avlingsnivå.

Figure 2. Regression coefficient, based on yield in kg/decare plotted against estimated potential yield level.

I dette materialet forklarte prosent redusert angrep av meldugg (MD) og grå øyeflekk (GØF) tilsammen 27 % av variasjonen i avlingsgjennomsnittet for soppbehandlingene. Begge variablene bidro statistisk sikkert til regresjonen.

Felt nr. 5 skilte seg sterkt ut fra de andre ved at sykdomsangrep og sykdomsreduksjon var langt større enn for de andre feltene. Sammenhengen mellom avlingsøkning og sykdomsreduksjon når dette feltet utelates, er følgende:

$$\begin{aligned} \% \text{ avlingsøkning} &= \\ &0,05 + 0,37 \times \text{MD} + 0,51 \times \text{GØF} \\ R^2 &= 0,21. \end{aligned}$$



Figur 3. Forholdet mellom avling som prosent av potensiell avling og angrepsgrad av meldugg, 12 felt med signifikant samband mellom avling og angrepsgrad.

Figure 3. Relation between yield in percent and mildew attack in 12 experiments displaying significant relationship between yield and mildew attack.

Her forklarte de to sykdommene 21 % av variasjonen, men effekten av gråøyeflekk var ikke sikker på 5% nivået.

## DISKUSJON

Forsøkene som danner grunnlaget for undersøkelsen, ble anlagt for å gi svar på flere ulike forsøksspørsmål. Behandlingsmetoder og feltenes utforming var forskjellig. Materialet er derfor ikke ideelt ut fra de forutsetninger som settes opp for undersøkelser av avlingstap. Det er viktig at variasjon som ikke skyldes sykdom blir minimalisert (Leclerg 1971). Forutsetningen for å oppnå gode resultater er at forsøksfeltene er ensarta, og at de er anlagt slik at uønskede variasjonsårsaker blir mest mulig eliminert. I tillegg til at feltene ikke ble anlagt med tanke på denne type undersøkelser, mangler de ulike opplysninger, som kunne ha vært med på å belyse resultatene.

Det er ingen tydelig sikrere effekter av sterke angrepsgrader enn av svake angrepsgrader. F.eks. er det fra felt nr. 2 fra Jæren forsøksring ikke funnet signifikant sammenheng mellom angrepsgrad og avling. Angrepsgraden var her bedømt til opp mot 43 %. Andre felt med høy angrepsgrad har vist god sammen-

Tabell 5. /Table 5. Sammenhengen mellom avlingsutslag og reduksjon i meldugg ( $X_1$ ), grå øyeflekk ( $X_2$ ) og byggbrunflekk ( $X_3$ ). Kun variable som gir signifikant ( $P < 0.05$ ) forklaring, er med.

Relation between yield response and reduction of mildew ( $X_1$ ), leaf scald ( $X_2$ ) and net blotch ( $X_3$ ). Only variables giving significant ( $P < 0.05$ ) contribution are included.

Landsdel Region	År Year	Regresjonsligning Equation	n n	$r^2$ $r^2$	Laveste Poorest p% p%
Sør-Norge	1981	$3,80 + 0,53 X_2$	61	0,26	<0,01
Trøndelag	1981	$-1,56 + 0,58 X_2$	49	0,48	<0,01
Sum	1981	$2,15 + 0,53 X_2$	110	0,45	<0,01
Sør-Norge	1982	$-1,35 - 1,60 X_2$	42	0,10	3,80
Trøndelag	1982	-	46	-	-
Samlet	1982	-	88	-	-
Sum					
Sør-Norge	1983	$4,26 + 0,32 X_3$	71	0,06	3,65
Sør-Norge	1984	$5,36 + 0,43 X_1 - 0,22 X_3$	125	0,22	1,29
Trøndelag	1984	$0,82 + 0,45 X_3$	34	0,13	2,81
Samlet	1984	$3,24 + 0,48 X_1 + 0,24 X_2 + 0,23 X_3$	59	0,30	0,88
Sum					
Samlet		$2,19 + 0,35 X_1 + 0,25 X_2 + 0,26 X_3$	416	0,21	0,03
All					

Tabell 6/Table 6. Sammenheng mellom sykdomsangrep i prosent og avling i ulike forsøk.  
*Relationship between mildew attack and yield in different experiments.*

Felt nr. Exp. no.	Regresjonsligning Equation	R <sup>2</sup> meldugg mildew	øyeflekk scald	p%
1	456,17 - 2,97 x meldugg	0,21	0,8	-
2	527,43 - 2,33 x meldugg	0,29	0,1	-
3	434,37 - 1,16 x meldugg	0,19	1,4	-
5	366,82 - 0,68 x meldugg - 3,27 x øyeflekk	0,21	3,8	4,1
6	454,56 - 12,28 x øyeflekk + 8,35 x meldugg	0,23	3,3	0,5
7	485,62 + 17,27 x øyeflekk	0,10	-	1,1

heng. Et eksempel på dette er felt nr. 13. Felt nr. 9 hadde ikke sterkere bedømt angrep enn 8 %. Likevel var sikkerheten for sammenheng meget god. Andre felt med svak angrepsgrad gav ingen sikker forklaring av avlings-variasjon.

Som det fremgår av Tab. 2, er antall frihetsgrader for flere av feltene lite. Dette gjelder felt nr. 1-3 og nr. 17-20. Flere av disse feltene har høye korrelasjonskoeffisienter. På grunn av et lite antall frihetsgrader, kan denne forklaringsprosenten være misvisende. I noen forsøk faller angrepet i to adskilte nivåer. Mellom disse to nivåene mangler det opplysninger om sammenhengen mellom faktorene. Dette fører til at det

ikke er mulig å anslå linjens form mellom disse to nivåene. Felt nr. 19 er et slikt tilfelle.

Det var stor variasjon i sammenhengen mellom melduggangrep av avling (Tab. 2). Dette kan ha ulike årsaker. Virkningen av behandlinger som ikke er direkte knyttet til melduggbekjempelse, vil kunne minske melduggangrepet, og dermed ha forstyrrende virkning på regresjonsberegningene. Slike sideeffekter kan opptre ved f.eks. tørke og andre ekstreme påkjenninger. Likvel bør en vente at de sammenhenger som er påvist er rimelig dekkende for byggdyrking i Norge i denne perioden.

Tabell 7. Gjennomsnittsangrep og variasjonsbredden for de ulike felt og sykdommer.

Table 7. Means and variations of attacks of mildew and barley leaf scald in the experiments reported on in table 14.

F.nr. Exp. no.	Meldugg/mildew		Øyeflekk/scald	
	gj.snitt mean	variasjonsbredde range	gj.snitt mean	variasjonsbredde range
2	15,03	1-50	0	0
3	5,34	0-20	1,75	0-5
4	12,81	2-40	6,28	1-20
5	39,06	5-80	2,81	1-15
6	1,48	0-15	1,75	0-10
7	0,90	0-5	0,81	0-5
8	0,56	0-1	0,63	0-2
9	0,72	0-2	0	0
10	5,16	1-20	0	0
11	4,67	1-15	0	0

Skjønnsmessig bedømming av angrepsgraden vil gi rom for variasjoner fra person til person. Når det skal beregnes regresjoner med angrepsgrad som en av variablene, vil dette ha stor betydning for resultatene. Virkningen kan ikke fjernes som en stedseffekt eller som en personeffekt i en variansanalyse.

I 1983 ble feltene bedømt av to ulike personer. Det viste seg at det var store forskjeller i sykdomstallene. Men dette kan ikke alene forklares som en virkning av at ulike personer foretok bedømmelsen, fordi det var forskjell i tid mellom de to bedømmelsene.

Beregnet avlingsrespons som følge av sykdom, vil variere meget avhengig av når bedømmelsen skjedde og hvem som bedømte. Beregningene i denne undersøkelsen demonstrerer først og fremst den store variasjon som er tilstede avhengig av ulike andre faktorer enn sykdom.

Angrep av meldugg og effekt på avling blir vanligvis satt i sammenheng med tvangsmodning og reduksjon i kornstørrelse. I tab. 3 er resultatene av korrelasjonsberegningene mellom tusenkornvekt og avling, og mellom meldugg og tusenkornvekt gitt.

Det skal her tas i betraktning at det for felt 8-18 ikke er oppgitt tusenkornvekt. Det er blant disse feltene de mest signifikante sammenhenger mellom sykdom og avling er funnet.

Det må understrekes at utviklingsstadium er beregnet og ikke notert for alle felt. Selv om bedømmingen er utført sent, kan en også ha hatt tidlige angrep.

Det finnes i dette materialet få felt med variasjon i angrepsgrad der samtidig disse feltene har behandlinger der angrepsgraden er null. Det finnes derfor ingen direkte sammenlignbare mål for avlingsnivået. Gjennomsnittsavlingene er ikke et brukbart mål for potensielt avlingsnivå fordi melduggangrepet varierer fra felt til felt. Det er i disse beregningene kun benyttet felt hvor regresjonskoeffisienten er signifikant for-

skjellig fra null på 5% nivå fordi det er konstantleddet i ligningene som brukes som mål for avlingsnivået.

Utviklingsstadium og vekstvilkår vil ha en avgjørende effekt på hvilken betydning et melduggangrep kan få. Sortsegenskaper og ikke minst nærvær av smitte vil også bestemme tidspunkt for begynnende angrep. Tidspunkt for begynnende angrep var ikke i tilstrekkelig grad notert til å utnyttes i analysen. Et tidlig angrep kan ha mer å si for avlingsutslagene enn et sent angrep.

Sammenhengen mellom angrep og avling (Tab. 3) var sikrere jo sterkere sammenhengen mellom tusenkornvekt/avling og meldugg/tusenkornvekt var. En stor del av avlingsnedgangen ved melduggangrep skyldtes nedgang i kornstørrelsen.

Tab. 4 viser at det var stor variasjon i avlingsutslagene pr. prosent stigende angrepsgrad ved ulike angrepsnivåer. Weight (1983) fant at virkningen av meldugg relativt sett var størst når sykdomsangrepet var minst.

Nilsson (1981) kritiserer bruken av lineære regresjoner bl. a. fordi det ikke tas hensyn til forekomsten av stor variasjon ved svake angrep. Tab. 4 demonstrerer dette forholdet tydelig. Bakenforliggende faktorer som påvirker både plante og parasitt kan muligens forklare dette bildet.

Erfaringsmessig er det vanskelig å skille sikkert mellom svake angrepsgrader. Selv en liten variasjon i bedømmingen ved svake angrep vil kunne resultere i sterke utslag på regresjonskoeffisienten. Ved svake angrep vil også effekten av andre faktorer kunne dominere over soppens virkning.

Hvilket stadium plantene er på under et melduggangrep, vil kunne ha stor betydning for effekten på avlingen.

Tendensen til høyere tap ved tidlig bedømming kan ha to hovedårsaker. Den første, som er mest trolig, er at dersom meldugg er tilstede tidlig og feltet blir bedømt tidlig, vil det bedømte mel-



duggangrepet ha muligheter til å utvikle seg og gjøre skade under en større del av plantens utvikling.

Sammenhengen kan også skyldes at tidlige angrep har andre effekter enn senere angrep. Virkningen av et melduggangrep på de ulike plantedeler vil avhenge av plantens utviklingsstadium (Ayres & Zadoks 1979, Brooks 1972, Jenkyn 1974).

En av forutsetningene for å kunne sammenligne de lineære regresjonsligninger er at bedømmelsen har skjedd på samme utviklingsstadium. Denne forutsetningen er ikke oppfylt i hele dette materialet og viser klart behovet for undersøkelser som bedre kan presisere sammenhengene.

Avlingsnivået kan ha stor betydning for hvor stor skade et melduggangrep gjør. Tendensen som er tilstede i denne undersøkelsen kan skyldes sammenheng mellom bedømmelsestidspunkt og avlingsnivå i 1983 og 1984. I 1984 ble angrepene bedømt tidligere enn i 1983 da avlingen jevnt over var lavere.

I 1983 varierte vekstforholdene mye fra lokalitet til lokalitet. I mai fikk Østlandet store nedbørmengder som i mange tilfelle utsatte våronna og vasket ut næringsstoffer. Juni og juli var preget av tørt vær. Resultatet ble ujevne åkre og forsøksfelt. Avlingsnivået lå, sammenlignet med 1984, lavt.

Ayres & Zadoks (1979) hevder at dersom melduggangrepet ikke kommer tidlig i plantens utvikling, vil ikke effekten av meldugg være så stor på tørr som på fuktig jord. Utvaskingen av næringsstoffer, spesielt nitrogen, var stor i 1983. Økende nitrogenmengder i jorden vil forsterke melduggeffekten (Bainbridge 1974).

Noe av årsaken til tendensen til økende tap ved høyere avlingsnivåer, kan skyldes disse forholdene.

Bak resultatene i tab. 2 skjuler det seg store forskjeller i tap pr. prosent stigende angrepsgrad. Dette gjaldt også hvis regresjonskoeffisientene ble omregnet til prosenttap og den direkte effekt av av-

lingsnivået fjernet. Ligningen må betraktes som en gjennomsnittsligning for flere år, og som en gjennomsnittsligning der de ulike faktorene av betydning for sammenhengen vil variere.

Året 1981 skilte seg klart ut fra de andre årene, både klimamessig og sykdomsmessig. Klimaet dette året favoriserte grå øyeflekk.

I 1982 var sykdomsangrepene svake. I både juni og juli var nedbøren under det normale. Temperaturen i juli var over normalen. Det er ut fra klimadataene derfor noe overraskende at grå øyeflekk var den viktigste sykdommen. Dette kan imidlertid skyldes sterkt smittepress fra året før. De lave angrepene av meldugg kan skyldes svakt smittepress.

I 1983 var angrepene av meldugg forholdsvis sterke. Flere felt hadde angrep opp mot 40-50 %. Årsaken til melduggens lave forklaringsprosent er først og fremst store forsøksfeil dette året på grunn av de forhold som er beskrevet foran. Effekten av meldugg kan være skjult.

I sesongen 1984 var avlingsnivået høyt og jevnt, og avlingsutslagene for sopp-sprøyting var store. Klimaet var da også godt tilpasset denne sykdommen, samtidig med at smitten kom relativt tidlig.

Ser en på materialet samlet, var reduksjonen i melduggangrep den beste forklaringsvariabel for avlingsøkning ved sprøyting. Imidlertid er det grunn til å være oppmerksom på at det ligger et større antall felt bak tallene fra 1984 enn bak tallene fra de andre årene.

Tallene som er benyttet her er tall fra enkeltruter. En del variasjon forårsaket av andre behandlinger vil derfor forstyrre resultatet.

Den store forskjellen mellom regresjonsligningene kan skyldes tilfeldigheter ved at enkeltruter som skiller seg ut fra de andre rutene, styrer linjen. Andre faktorer kan lett dominere over effekten av sykdom ved svake angrep. Dette gjelder både vanlig felt-

variasjon og variasjon forårsaket av insektsprøytingen på feltet. Disse forholdene kan f. eks. gjelde for felt nr. 7. Her er gjennomsnittsangrepet svakt, mens to ruter har høy angrepsgrad samtidig med at de har stor avling. Disse to rutene styrer da hele regresjonslinjen.

Det er tydelig at resultatene fra felt 5 dominerer den første regresjonsligningen.

Large & Doling (1962) tilpasset avlingstapsligningen for meldugg ved å bruke kvadratrotten av angrepsprosenten ved aksskyting. Priestley & Bayles (1982) fikk resultater i samsvar med denne undersøkelsen. De forklarer det positive konstant leddet med at sprøytemidlene øker avlingen selv om synlige angrep av sykdom ikke er tilstede. I forsøkene som er behandlet i denne undersøkelsen er det benyttet flere ulike sprøytemiddel, både smal- og bredspektrede. Noen konklusjon om effekten av disse kan derfor ikke trekkes. En stor del av feltene er behandlet med propikonzol. Dette er et bredspektret fungicid som kan ha denne effekten.

## SAMMENDRAG

På bakgrunn av tall fra fungicidforsøk på Sør-Østlandet i perioden 1981-84, er det i denne undersøkelsen beregnet sammenhengen mellom reduksjon i avling og angrep av meldugg ved hjelp av enkel lineær regresjon. Kun felt der meldugg dominerte sykdomsbildet er tatt med.

Ved beregning på feltnivå med kg/daa som avhengig variabel og melduggangrep i prosent som forklaringsvariabel, varierte regresjonskoeffisienten for de sammenhenger som var signifikante på 5 % - nivå fra -1,58 til -10,35. Ligningene forklarte fra 40 til 98% av variasjonen.

For 3 av feltene var sammenhengen mellom melduggangrepet og reduksjonen i tusenkornvekten sikker (5 % nivå).

Det ble undersøkt om ulike angrepsnivåer hadde forskjellig effekt. Ingen signifikant forskjell ble funnet. Spredningen var stor.

Virkingen av angrep på ulike stadier ble undersøkt ved å beregne sammenhengen mellom feltenes ulike regresjonskoeffisienter og utviklingsstadium. Sammenhengen var ikke sikker, men tendensen til større skade pr. angrepsgrad ved tidlig bedømming var tydelig.

Effekten av sykdom ved ulike avlingsnivåer ble også undersøkt. Tendensen til større tap ved høyt avlingsnivå er tydelig dersom tapene regnes i kg. Omregnet til prosenttap, var noe av denne tendensen fremdeles til stede.

En total regresjonsligning for sammenhengen mellom melduggangrep og avling, der alle felt med signifikant sammenheng mellom melduggangrep og avling er med, ble beregnet. Denne ligningen må betraktes som et gjennomsnittsuttrykk for den aktuelle sammenheng. Følgende uttrykk ble funnet:

$$\text{relativ avling} = 100 - 0,5 X,$$

$$X = \text{meldugg \%}$$

For 10 felter fra Østlandet i 1983 ble det beregnet sammenhenger mellom sykdom og avling ved hjelp av multiple regresjonsanalyser. Sammenhengen ble beregnet både feltvis og for alle felt samlet. På feltnivå forklarte sykdom fra 0 til 30 prosent av variasjonen. Her var rutetallene lagt til grunn for beregningene. Samlet var middeltallene for soppbehandlingene innen gjentakene lagt til grunn for beregningen. For hver prosentøkning i angrepsgrad, ble melduggavlingen redusert med 0,24 prosent. Grå øyeflekk gav en reduksjon på 0,68 prosent.

## LITTERATUR

Ayres, P. G. & J. C. Zadoks 1979. Combined effects of powdery mildew disease and soil water level on

the water relations and growth of barley. *Physl. Pl. P.* 14: 347-361.

Bainbridge, J. 1974. Effect of nitrogen nutrition of the host on barley powdery mildew. *Pl. Path.* 23: 160-161.

Brooks, D. H. 1972. Observations on the effects of mildew, *Erysiphe graminis*, on growth of spring and winter barley. *Ann. appl. Biol.* 70: 149-156.

James, W. C. 1971. An illustrated series of assessment keys for plant diseases, their preparation and usage. *Can. Pl. Dis. Surv.* 51(2): 1-24.

Jenkins, J. E. E. & L. Lescar 1980. Use of foliar fungicides on cereals in Western Europe. *Plant Disease* 64: 987-994.

Jenkyn, J. F. 1974. Effects of mildew on the growth and yield of spring barley: 1969 -1972. *Ann. appl. Biol.* 78: 281-288.

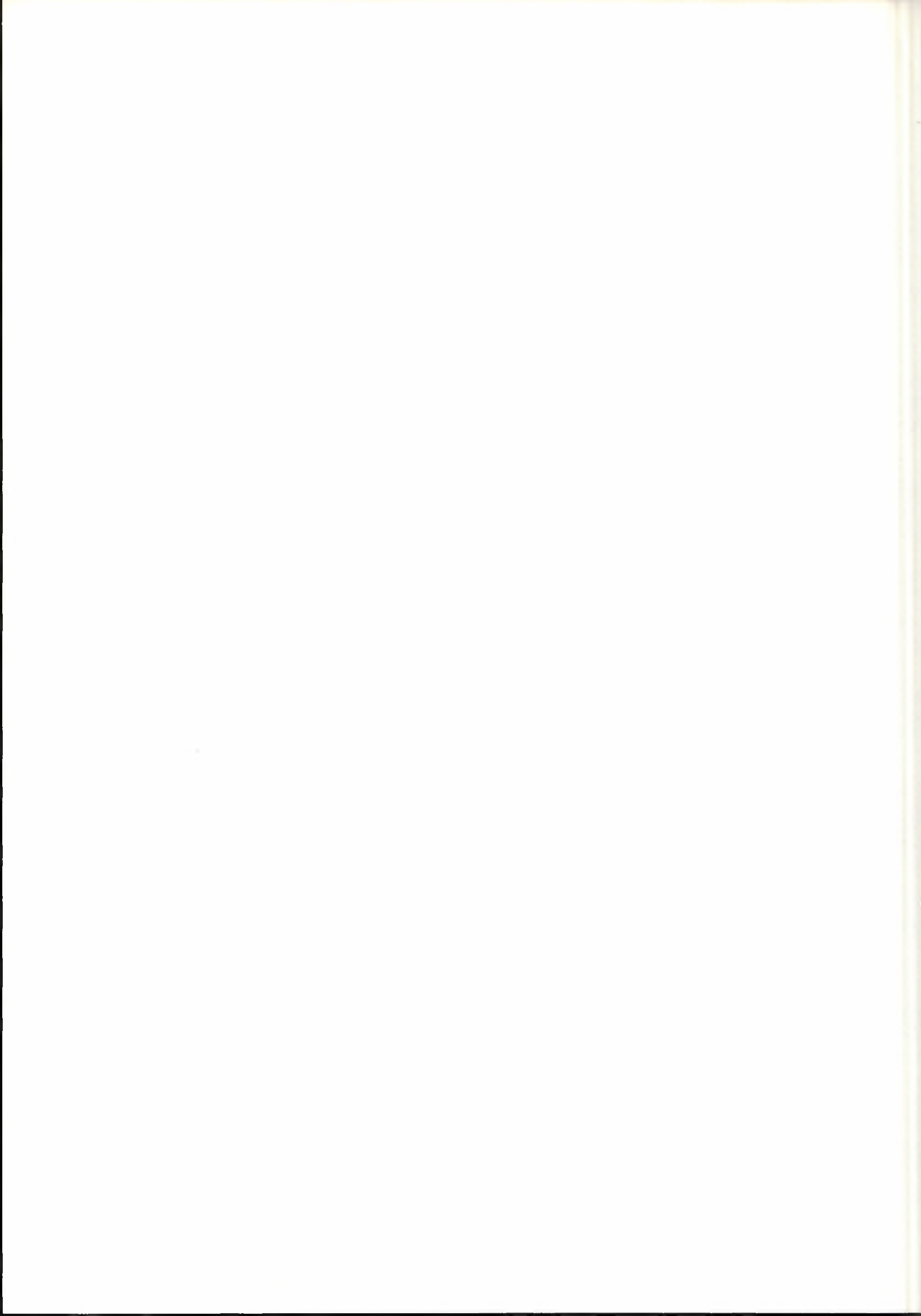
Large, E. C. & D. A. Doling 1962. The measurement of cereal mildew and its effect on yield. *Pl. Path.* 11: 47-57.

Leclerg, E. L. 1971. Field experiments for assessment of crop losses. *Crop Loss Assessment Methods; FAO Manual on the Evaluation and Prevention of Losses by Pests, Diseases and Weeds* 2. 1.

Nilsson, C. 1981. Bekämpningströsklar. *Växtskyddsnotiser* 45: 122-135.

Priestley, R. H. & R.A. Bayles 1982. Effect of fungicide treatment on yield of winter wheat and spring barley cultivars. *Pl. Path.* 31: 31-37.

Weight, T. M. 1983. The relation between grain yield and mildew level in spring barley. *Proc. 10th Int. Congr. Pl. Prot.* 1983: 115.





# SAMMENHENG MELLOM ANGREP AV GRÅ ØYEFLEKK, BYGGBRUNFLEKK OG AVLING I BYGG

## *Relationship between attack of leaf blotch, net blotch and barley yield*

HÅKON A. MAGNUS, HANS STABBETORP & STEINAR HELGEN  
Statens plantevern, Ås, Norge  
*Norwegian Plant Protection Institute, Ås, Norway*

Apelsvoll forskingsstasjon, Kapp, Norge  
*Apelsvoll Agricultural Research Station, Kapp, Norway*

Statens plantevern, Ås, Norge  
*Norwegian Plant Protection Institute, Ås, Norway*

Magnus, H.A., H. Stabbetorp & S. Helgen. Relationship between attack of leaf blotch, net blotch and barley yield. *Norsk landbruksforskning* 2: 27 - 39. ISSN 0801-5333.

The regressions between yield and disease attack were calculated in the period 1981-84 on the basis of twenty-one field trials in which leaf blotch (*Rhynchosporium secalis*) was in evidence and in eight trials in which net blotch (*Drechslera teres*) was present. In the trials in which significant linear relationship were found on the 5 % level, the regression coefficients for leaf blotch varied from -0.6 to -8.2 and for net blotch from -2.1 to -7.7. *R. secalis* and *D. teres* attacks accounted for 33-94 % and 42-90 % respectively. A certain degree of *R. secalis* attack gave greater yield reductions at higher yield levels than at lower levels. The regression coefficients for both diseases were smaller at higher yield levels than at lower yield levels. The linear yield reduction equations for the two diseases were:

-leaf blotch:  $Y = 100.00 - 0.37 X$ ,  $r^2 = 0.27$

-net blotch:  $Y = 100.00 - 0.43 X$ ,  $r^2 = 0.34$

The constants signify potential disease-free yield. Explained yield variation was fairly small and the regression coefficients had a standard deviation of 10 %. Barley leaf blotch was more affected than net blotch by the inoculum produced by the preceding barley crop, the most severe attacks occurring in June after seventeen and sixteen days of rain respectively.

Key words: Barley scald, net blotch, precipitation, Yield.

*Håkon A. Magnus, Norwegian Plant Protection Institute, Box 70, N-1432  
Ås-NLH, Norway*

Grå øyeflekk og byggbrunflekk er, ved siden av meldugg, de viktigste bladsykdommene på bygg i Norge. Byggbrunflekk er påvist overalt hvor bygg dyrkes nordover til Vefsn i Nordland (Hansen & Magnus 1969). Grå øyeflekk er vanlig i kjølige og fuktige områder. I årene etter 1960 er det blitt påvist sterke angrep av *R. secalis* også mange steder i lavlandet på Østlandet og på Jæren slik at denne soppsykdommen er blitt en av de vanligste og viktigste på bygg landet sett under ett (Hansen & Magnus 1969).

Ved angrep vil de to sykdommene vanligvis forårsake et avlingstap på rundt 10%, men også langt høyere tap er rapportert.

Problemene med bladflekksykdommene har økt de senere årene. Situasjonen er den samme i hele Nordvest-Europa (Olofsson 1982b). Han nevner disse punktene som forklarende årsaker: økt feltstamme (ensidig korndyrking), økt frøsmitte, mottagelige sorter, høyt nitrogeninnhold i dyrkingsjorden, klimatiske faktorer har vært gunstige for soppsykdommene.

Bruken av fungicider i korn har økt sterkt i Nord-Europa fra 1970-1980 (Jenkins & Lescar 1980).

Værforholdene i vekstsesongen (Magnus 1974) og mengden av inokulum er de viktigste faktorene som forårsaker dette (James et al. 1968). Ofte er skaden proporsjonal med angrepsgraden (Hull & Dunning 1980) slik at det må være et visst minimum av angrep for at kontrolltiltak kan forsvares.

I dette arbeidet er det for grå øyeflekk og byggbrunflekk forsøkt å finne sammenhenger mellom angrep og avlingstap ved hjelp av regresjonsanalyse.

## MATERIALE OG METODER

### Beise- og sprøyteforsøk 1981-1984

Materiale til denne delen av oppgaven er hentet fra forskjellige forsøksranger lagt ut fra Statens plantevern og Apelsvoll forskingsstasjon i 1981-1984.

Det ble for de to sykdommene grå øyeflekk og byggbrunflekk valgt ut felt hvor disse sykdommene var de eneste i feltet, eller angrepet av andre var svært svakt (under 2-3%). Det ble også bare tatt med felt hvor det var variasjon i angrepet innen feltet slik at sykdommen kunne ventes å forklare noe av avlingsvariasjonen.

I beregningene er det brukt middel-tall for de ulike behandlingene.

Forsøkene er gjennomført i forskjellige forsøksringer, de fleste i Østlandsområdet og Trøndelagsfylkene (tabell 1 og 3). I feltene fra Apelsvoll inngår også behandlinger som ikke er rettet mot sykdomsbekjempelse.

Bedømmelse av angrepsgraden er vurdert skjønnsmessig, med støtte i en nøkkel utarbeidet av James (1971). Angrepsprosenten er et helhetsinntrykk av forsøksrutene, med størst vekt på de yngste bladene.

Plantenes utviklingsstadium ved bedømmelse var ikke alltid notert. Denne ble derfor estimert med utgangspunkt i sådato, avlesningsdato og høstedata. Utviklingen fra sådato til høstedata er regnet som lineær, og Zadoks' desimalkode ble benyttet (Zadoks et al. 1974). Stadium for bedømmelse = Dager fra såing til bedømmelse  $\times$  100 /dager fra såing til høsting.

Til beregningene av sammenheng mellom angrepet og ulike klimaparametere, ble det brukt data fra 52 felt med bedømmelse av grå øyeflekkangrep og 30 felt med bedømmelse av byggbrunflekkangrep. Middeltall for de ubehandlede rutene ble brukt som uttrykk for angrepet i feltet. Det ble bare brukt angrepstall fra felter med opplysning om forgrøde.

## RESULTATER

**Grå øyeflekk**

Det var 21 felt i forsøksmaterialet fra 1981-1984 hvor grå øyeflekk var eneste eller dominerende sykdom.

Slik stadiet i plantenes utvikling ble estimert, ut fra sådato, bedømmelsesdato og høstedata, er variasjonen for disse feltene fra stadium 54 til 89. Disse tallene er usikre, men illustrerer at det er stor variasjon i bedømmelsestidspunktet.

Som det går fram av tabell 1, var det også stor variasjon i angrepsnivå mellom feltene. På det sterkeste angrepne leddet varierer bedømt angrepsgrad fra 8-80%.

Spredningen i angrepsgrader mellom ledd innen felt varierer fra 4 til 70%. Felt nr. 12 skiller seg ut fra de andre med svært sterkt angrep. I enkelte felt var det sterkere angrep på noen av de behandlede leddene enn på det ubehandlede.

*Sammenheng mellom angrepsgrad og avling på enkeltfelt*

Resultatet av regresjonsberegningene med % angrep av grå øyeflekk som forklaringsvariabel og kg avling pr. dekar er gitt i tabell 2.

I tretten av feltene var det signifikant korrelasjon mellom angrepsgrad av *R. secalis* og avling på 5% nivå. I åtte felter gav ikke angrepet av *R. secalis*

Tabell 1. Oversikt over forsøk fra 1981-1984 hvor grå øyeflekk var eneste sykdom av betydning, stadium for bedømmelse og variasjon i angrepsgrad mellom sorter.

Table 1. Field trials in the period 1981-1984 in which leaf blotch was the only significant disease listed according to stage of disease assessment and variation of disease attack between varieties.

Nr. No.	År Year	Forsøksring Locality	Stadium for bedømmelse Stage at assessment	Variasjon i angrepsgrad Disease attack, range	Sort Cultivar
1	1981	Toten	56	1-66	Agneta
2	1981	Hedmark	60	1-11	Agneta
3	1981	Hedmark	62	1-23	Gunilla
4	1981	Romerike	66	1-8	Agneta
5	1981	Aremark/Rakkestad	57	1-8	Agneta
6	1981	Valdres	73	13-40	Yrjar
7	1981	Midt- Gudbrandsdal	89	10-25	Agneta
8	1981	Hadeland	87	2-51	Agneta
9	1982	Innherred	83	5-9	Yrjar
10	1982	Fosen	82	10-55	Yrjar
11	1982	Buskerud	80	3-45	Agneta
12	1983	Stjørdal & Omegn	84	10-80	Yrjar
13	1983	Hedmark	78	1-12	Gunilla
14	1983	Apelsvoll	72	1-40	Bamse
15	1983	Follo	70	3-9	Agneta
16	1984	Øvre Østfold	60	2-26	Pernilla
17	1984	Østre Romerike	61	3-37	Gunilla
18	1984	Toten	54	3-20	Agneta
19	1984	Sør- Gudbrandsdal	59	0-23	Agneta
20	1984	Stjørdal & Omegn	58	5-43	Gunilla
21	1984	Aremark/Rakkestad	78	8-23	Pernilla

signifikant forklaring på avlingsvariasjonen i feltet.

For de tretten feltene hvor korrelasjonen var signifikant, forklarte sykdommen fra 33% til 94% av variasjonen i avling i feltet. I disse feltene varierte angrepsgraden fra svakest angrepne til sterkest angrepne ledd i gjennomsnitt 28,7%.

For de åtte feltene hvor sykdommen ikke gav signifikant forklaring på avlingsvariasjonen var tilsvarende gjennomsnitt 16,4%. I fire av disse feltene var angrepet svakt, eller forskjellen mellom ledd liten, slik at variasjon i angrepsprosent ikke kan forklare avlingsvariasjonen. Feltene fra Valdres -81, Buskerud -82, Apelsvoll -83 og Sør-Gudbrandsdal -84 hadde sterkere angrep, men likevel har ikke regresjonsmodellen gitt signifikant forklaring for avlingsvariasjonen (tabell 2).

#### *Avlingstapligning, 13 felt*

Tabell 2 viser at for de 13 feltene hvor avlingen var signifikant korrelert med angrepsgraden av *R. secalis*, varierte avlingstapet som følge av 1% økning av angrepet fra 0,6 til 8,2 kg/da. Avlingsnivået varierte mellom feltene, og en felles regresjonsligning for alle feltene kunne derfor ikke beregnes med absolutte avlingstall. Denne steds- og årseffekten ble tatt bort ved å uttrykke avlingen som prosent av potensiell avling i hvert felt. Potensiell avling ble estimert som verdien av konstantleddet i regresjonsligningen, og bare de 13 feltene hvor regresjonsmodellen var signifikant på 5% nivå er derfor tatt med.

Beregningen ga en regresjonskoeffisient  $b = -0,37$ , som indikerer et avlingstap på 0,37% som følge av 1% økning i angrepet av grå øyeflekk. Modellen er signifikant på 0,1% nivå,

Tabell 2. Korrelasjonskoeffisient, lineær regresjonsligning for angrepsgrad av *R. secalis* og avling i kg, standardavvik for regresjonskoeffisienten og signifikansnivå. 21 felt med grå øyeflekk.  
Table 2. Correlation coefficients, linear regression equations between yield and *R. secalis* attacks and standard deviation of the regression coefficients and significance level. 21 trials with leaf blotch.

Nr. No.	DF DF	r r	regresjonsligning regression equation	S.b. S.b.	P% P%
1	14	-0,16	$Y = 537 - 3,18 X$	5,11	-
2	14	-0,58	$Y = 560 - 7,12 X$	2,68	1,82
3	14	-0,79	$Y = 486 - 3,62 X$	0,98	0,13
4	14	-0,64	$Y = 524 - 7,12 X$	2,32	0,82
5	14	-0,61	$Y = 736 - 8,20 X$	2,83	1,13
6	14	-0,19	$Y = 368 - 1,28 X$	1,81	-
7	14	-0,81	$Y = 549 - 5,90 X$	1,13	0,03
8	14	-0,72	$Y = 625 - 2,83 X$	0,73	0,20
9	6	-0,48	$Y = 367 - 3,75 X$	2,82	23,23
10	8	-0,66	$Y = 430 - 0,66 X$	0,26	3,51
11	8	-0,63	$Y = 660 - 0,90 X$	0,39	5,11
12	10	-0,80	$Y = 377 - 0,99 X$	0,24	0,21
13	7	-0,22	$Y = 465 - 0,97 X$	1,58	-
14	10	-0,23	$Y = 617 - 0,40 X$	0,54	-
15	14	-0,22	$Y = 430 - 1,99 X$	2,32	-
16	6	-0,74	$Y = 627 - 5,66 X$	2,10	3,49
17	10	-0,83	$Y = 604 - 2,91 X$	0,61	0,11
18	10	-0,64	$Y = 788 - 5,07 X$	1,94	2,47
19	10	-0,54	$Y = 648 - 5,52 X$	2,75	7,00
20	6	-0,97	$Y = 415 - 2,28 X$	6,21	0,02
21	5	-0,89	$Y = 686 - 6,48 X$	1,47	0,77



men forklarer bare 27% av avlingsvariasjonen.

*Avlingstap og avlingsnivå/sykdomsnivå*  
 Regresjonskoeffisienten varierte sterkt fra felt til felt. Det ble undersøkt om den var korrelert med avlingsnivået i feltene der konstantleddet i ligningene ble brukt som estimat for avlingsnivået. Beregningen viste:

$$r = -0,66 \quad P\% = 1,89$$

Det er altså en sikker negativ korrelasjon mellom konstantleddet og regresjonskoeffisienten for disse feltene. Dette indikerer at ved høyt avlingsnivå vil avlingstapet i kg være større enn ved lavt avlingsnivå, for samme økning i angrepsgrad (fig. 1).

På samme måte ble det undersøkt om avlingstapet i prosent ved 1% økning

i angrepet var korrelert med avlingsnivå. Beregningen ga en  $r = 0,47$ , men korrelasjonen var ikke signifikant ( $P = 5\%$ ). Regresjonskoeffisientene var imidlertid sterkt korrelert med sykdomsnivået i feltene ( $r = 0,90$ ) og indikerer at avlingstapet pr. angrepsgrad er mindre ved sterke enn ved svake angrep.

*Klimaparametere og angrepsgrad*

Det ble på grunnlag av 52 felt med bedømmelse av angrep av grå øyeflekk, og med opplysninger om forgrøde, forsøkt å finne sammenheng mellom angrepsgrad og antall dager med nedbør over 0,1 mm i juni. Som angrepsgrad ble gjennomsnittlig angrep på ubehandlede ruter brukt. Det var imidlertid i noen få felt hvor et av de andre leddene hadde sterkere angrep.

Figur 2 viser at der det var annen forgrøde enn bygg, var det bare 1 av 23

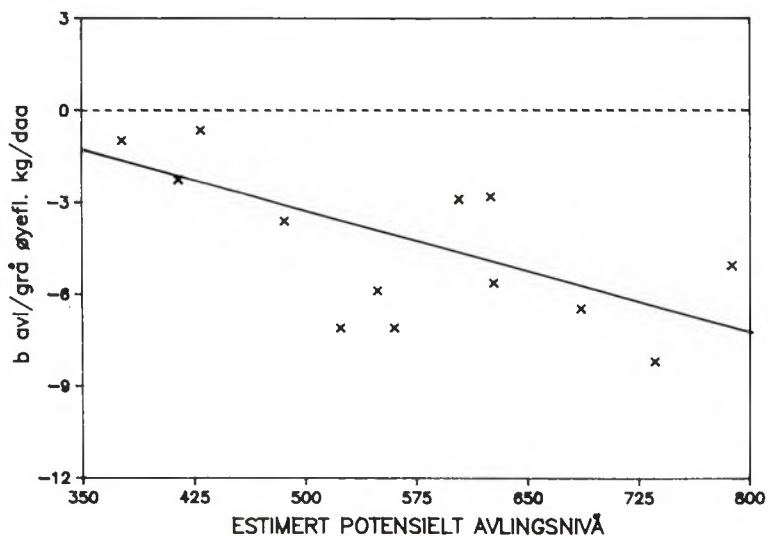


Fig. 1. Sammenheng mellom regresjonskoeffisienten for avling med hensyn på grå øyeflekk og avlingsnivå i bygg.

Fig. 1. Relationship between the regression coefficient for yield versus leaf blotch attack and yield level of barley.

felt som hadde angrep av grå øyeflekk over 5% på det ubehandlede leddet. Det var 29 felt med bygg som forgrøde, og 16 av disse hadde over 5% angrep. Korrelasjonsberegning for angrep av grå øyeflekk og antall dager med nedbør over 0,1 mm i juni var svært lav,  $r = 0,15$ , og ikke signifikant.

De sterkeste angrepene forekom der det hadde vært over 17 dager med regn i juni. Det foreligger ikke opplysning om angrepet året før for disse feltene, og manglende feltsmitte vil kunne forklare svake eller ingen angrep.

Det ble undersøkt for de 29 feltene som hadde bygg som forgrøde om angrepet ved bedømmelsen viste sammenheng med gjennomsnittstemperaturen i juni. Korrelasjonsberegning viste  $r = -0,24$  og korrelasjonen var ikke signifikant ( $P \geq 5\%$ ). Høyeste angrep forekom der gjennomsnittstemperaturen hadde vært lavere enn  $13^{\circ}\text{C}$ . På samme

måte ble midlere relativ luftfuktighet forsøkt korrelert med angrepet. Korrelasjonen var svært lav,  $r = 0,17$  og ikke signifikant ( $P = 5\%$ ).

### Byggbrunflekk

Det var bare åtte felt i materialet hvor byggbrunflekk var eneste eller dominerende sykdom.

Som det fremgår av tabell 3, manglet det opplysning om bedømmelsesdato for fire av feltene mens det for de fire andre er varisjon fra stadium 54 til 84 i bedømmelsesstadium.

Spredningen i angrepsnivå innen felt varierte fra 4 til 40%, og mellom felt varierte høyeste angrep fra 5 til 43%.

### Sammenheng mellom angrepsgrad og avling på enkeltfelt

Resultatet av regresjonsberegningene med % angrep av byggbrunflekk som forklaringsvariabel og kg avling pr. dekar er gitt i tabell 4.

I fem av feltene gav regresjonsmodellen signifikant forklaring for noe av avlingsvariasjonen. For feltene fra Vestfoldringen 1982, Øvre Østfold 1982 og Sør-Gudbrandsdal 1984 er sammenhengen ikke signifikant på 5% nivå. Disse feltene hadde svakere angrepsgrad på det mest angrepne leddet enn de andre feltene hvor % angrep av *D. teres* har gitt signifikant forklaring på avlingsvariasjonen i feltet. Liten variasjon i angrepsgrad vil gi små utslag i avling og andre variasjonsårsaker vil gjøre det vanskelig å påvise sammenheng.

Tabell 4 viser at det estimerte avlingstapet for hver % økning i angrepsgraden etter denne bedømmelsesmetoden varierte fra 2,1 til 7,7 kg/da.

Angrepsgraden av *D. teres* forklarte fra 42% til 90% av variasjonen i avling, der det var sikker sammenheng. Den høye forklaringen for det ene feltet fra Midtre Østfold 1984 skyldes som det går fram av (fig. 3) at punktene er samlet i to grupper.

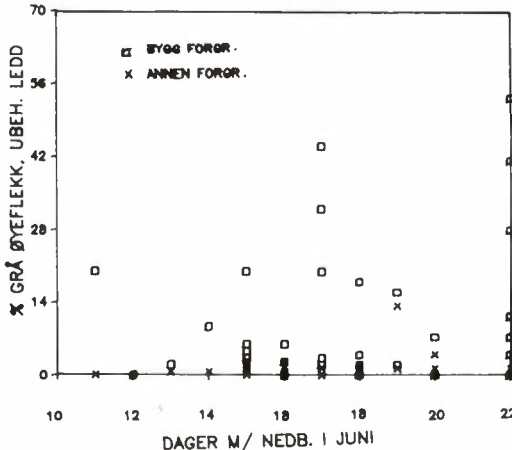


Fig. 2. Sammenheng mellom gjennomsnittlig angrep av grå øyeflekk på ubehandlede ledd og antall dager med nedbør i juni.

Fig. 2. Relationship between average attack of leaf blotch on untreated plots and number of days in June with precipitation

Tabell 3. Oversikt over forsøk fra 1981-1984, hvor byggbrunflekk var eneste sykdom av betydning, stadium for bedømmelse, variasjon i angrepsgrad mellom ledd og sort.

Table 3. Field trials in the period 1981-1984 where net blotch was the only significant disease listed according to stage of disease assessment and variation of disease attack between varieties.

Nr. No.	År Year	Forsøksring Locality	Stadium for bedømmelse Stage at assessment	Variasjon i angrepsgrad Disease attack range	Sort Cultivar
1	1982	Vestfoldringen	76	1 - 5	Agneta
2	1982	Øvre Østfold	70	1 - 8	Agneta
3	1983	Follo	-	4 - 13	Pernilla
4	1984	Sør-Gudbrandsdal	78	2 - 12	Pernilla
5	1984	Midtre Østfold	54	1 - 18	-
6	1984	Midtre Østfold	61	3 - 43	Gunilla
7	1984	Stjørdal & Omegn	74	1 - 14	Gunilla
8	1984	Romerike	84	2 - 40	Gunilla

#### Avlingstapligning, 5 felt

Som for grå øyeflekk, ble det beregnet en felles regresjon mellom angrep og avling for de fem feltene hvor regresjonsmodellen var signifikant. Her ble avlingen uttrykt som prosent av potensiell avling uten sykdom på hvert sted (fig. 3).

Regresjonskoeffisienten  $b = -0,43$ , viser et avlingstap på 0,43% for hver prosent økning i angrepet av byggbrunflekk. Sammenhengen er signifikant på 0,1% nivå. Angrepsprosent av byggbrunflekk forklarte 34% av avlingsvariasjonen.

#### Avlingstap og avlingsnivå/sykdomsnivå

Regresjonskoeffisienten varierte fra -2,1 til -7,7 for de fem feltene hvor regresjonsmodellen var signifikant på 5% nivå. Det var imidlertid ingen signifikant sammenheng mellom regresjonskoeffisienten og avlingsnivå (estimert som verdien til konstantleddet i ligningen) som for grå øyeflekk. Forsøket fra Follo 1983 hadde det laveste avlingsnivået og høyest regresjonskoeffisient, og tendensen var motsatt av det som var resultatet for grå øyeflekk. Store utslag i ett felt gir store utslag i et lite materiale.

Men som for grå øyeflekk var regresjonskoeffisientene sterkt korrelert med

Tabell 4. Korrelasjonskoeffisient, lineær regresjonsligning for angrepsgrad av *D. teres* og avling i kg, standardavvik for regresjonskoeffisienten og signifikansnivå. 8 felt med byggbrunflekk.

Table 4. Correlation coefficients, linear regression equations between yield and *D. teres* attacks and standard deviation of the regression coefficients and significance level. 8 trials with netblotch.

Nr. No.	DF DF	r r	regresjonsligning regression equation	S.b. S.b.	P% P%
1	12	-0,05	$Y = 503 - 1,04 X$	6,25	-
2	12	-0,19	$Y = 531 - 1,89 X$	2,81	-
3	10	-0,60	$Y = 402 - 7,68 X$	3,23	3,70
4	6	-0,66	$Y = 686 - 3,23 X$	1,50	7,30
5	10	-0,83	$Y = 587 - 5,42 X$	1,18	0,13
6	6	-0,95	$Y = 525 - 3,22 X$	0,43	0,06
7	10	-0,65	$Y = 431 - 4,58 X$	1,69	2,11
8	10	-0,90	$Y = 598 - 2,15 X$	0,33	0,02

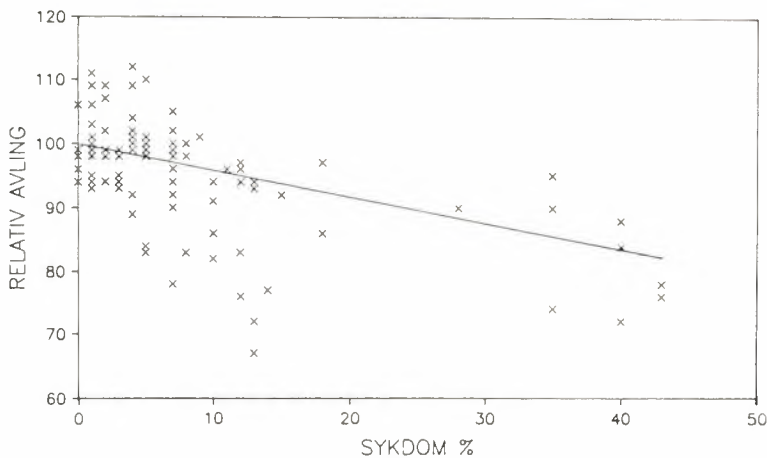


Fig. 3. Sammenheng mellom byggbrunflekk og relativ byggavling.  
 Fig. 3. Relationship between barley net blotch and relative barley yield.

sykdomsnivået i feltene ( $r = 0,83$ ) og indikerer mindre tap pr. angrepsgrad ved sterke enn ved svake angrep.

#### *Klimaparametere og angrepsgrad*

På samme måte som for grå øyeflekk, ble det forsøkt å finne sammenheng mellom antall regndager i juni og angrepsgraden på det ubehandlede leddet. Det var 30 felt i materialet med bedømmelse av byggbrunflekk og med opplysning om forgrøde som ble benyttet.

Som figur 4 viser, var det sterkest angrep i felt som hadde hatt annen forgrøde enn bygg, og det hadde vært 16 dager eller mer med nedbør over 0,1 mm i juni. Korrelasjonen mellom angrepsgrad og antall dager med nedbør var:  $r = 0,38$  og ikke signifikant ( $P = 5\%$ ).

Angrepene på de ubehandlede rutene ble også forsøkt korrelert med middeltemperatur og midlere relativ luftfuktighet i juni. Resultatet av dette var:

$$r(\text{angrep/middeltemp.}) = 0,41$$

$$r(\text{angrep/midlere RF}) = 0,17$$

Korrelasjonen var sterkest med middeltemperatur, men ingen var signifikante ( $P = 5\%$ ).

#### DISKUSJON

##### **Beise- og sprøyteforsøk 1981-1984**

Forsøkene som danner grunnlag for denne delen av arbeidet er lagt ut for å gi svar på ulike forsøksspørsmål; soppmiddelprøvinger, insektmiddelprøving og prøving av vekstregulatorer og næringsløsning. Det er brukt forskjellige sorter i forsøkene, behandlingstidspunkt og tidspunktet for bedømmelse av skadegjørerefrekvensen varierer feltene imellom, og bedømmelsen er utført av forskjellige personer. Variasjon i sykdomsangrep vil derfor i mindre grad forklare avlingsvariasjonen i feltene enn om forsøkene var lagt opp spesielt med tanke på å beregne avlingstap som følge av sykdommene.

Felles for feltene er at det for grå øyeflekk og byggbrunflekk er valgt ut felt hvor disse var eneste eller dominerende skadegjørere. I enkelte felt ble det notert angrep av andre skadegjørere, men frekvensen var svært lav og variasjonen liten, slik at dette ikke vil utgjøre



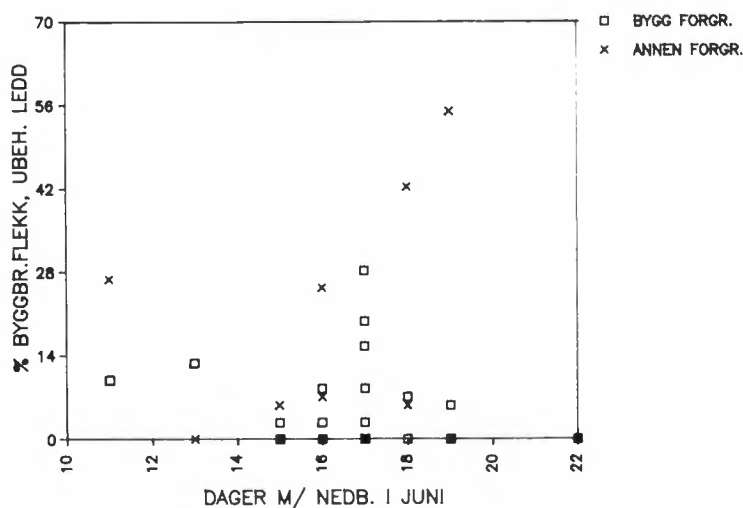


Fig. 4. Sammenheng mellom gjennomsnittlig angrep av byggbrunflekk på ubehandlede ledd og antall dager med nedbør i juni.

Fig. 4. Relationship between average attack of net blotch on untreated plots and number of days in June with precipitation.

noen stor feilkilde. Nilsson (1981) skriver imidlertid at undervurdering av andre skadegjørere enn den undersøkte er en vanlig feil, og det er mulig at det i noen tilfelle har vært angrep i feltene som ikke har vært notert. For eksempel var det ikke notert angrep av byggbrunflekk i serien "Programmert sprøyting mot sopp og skadedyr 1981" hvor åtte av feltene med grå øyeflekk er fra. Da midlet som er brukt i denne serien, triadimefon, ikke har effekt mot byggbrunflekk, er det sannsynlig at variasjonen i angrepet i feltet vil være liten sammenlignet med felt hvor det er brukt bredspektrede fungicider.

I forsøksserien ved Statens plantevern er variasjonen i angrep oppnådd med forskjellige fungicider. Oftest gir bredspektrede fungicider større avlingsøkninger enn smalspektrede (Wiik 1984). Ligningene for forholdet mellom sykdom og avling som er beregnet her, er kritisk-punkt modeller. Disse er utviklet under forutsetning av at avlingstapet

kan beregnes ut fra sykdomsnivået på ett stadium i plantenes utviklingsfase. De kritisk-punkt modellene som har hatt størst suksess har vært utviklet for seine epidemier som forekommer rundt mating (Teng & Gaunt 1980). De bygger ofte på bedømmelse av angrep på flaggbladet eller 2. blad (bl.a. James et al. 1968, Giehl 1985) fordi disse er viktige for matingen (Thorne 1965) og fordi bedømmelse på lavere blader lettere vil gi varierende resultater avhengig av hvor fort sykdommen spres til flaggbladet (King et al. 1983). Svakheten ved kritisk-punkt modellene er at de ikke tar hensyn til infeksjonshastigheten eller formen på sykdommens utviklingskurve. Begge disse faktorene er viktige for å bestemme avlingstapet (James 1974). Nilsson (1981) kritiserer bruken av lineære regresjonsfunksjoner for å beskrive et sykdom-/avlingstapsforhold fordi disse ikke tar hensyn til at det ofte er et øvre platå hvor sykdommen ikke har effekt

på avlingen. Når sykdomseffekten er liten, overskygges den også ofte av forsøksfeilen, noe som illustreres av stor spredning nær y-aksen.

Flerpunktmodeller som bruker bedømmelse på flere stadier kan ofte forklare mer av avlingsvariasjonen enn kritiskpunkt modeller (Burleigh et al. 1972), fordi de tar hensyn til formen på sykdomskurven. Areal-under-kurven modeller som er et integral av sykdommens utviklingskurve vil ofte gi best forklaring fordi den gir uttrykk for den totale sykdomsbelastningen plantene har vært utsatt for. Begge disse modelltypene krever flere bedømmelser. Det har ikke vært gjort i de aller fleste av forsøkene som er omtalt her, og kan derfor ikke benyttes.

#### *Sammenhengen mellom angrepsgrad og avling på enkeltfelt*

Felles for fire av feltene med grå øyeflekk og de tre feltene med byggbrunflekk hvor forklaringsmodellen ikke var signifikant, er at angrepet var forholdsvis svakt. Svake angrep og liten variasjon i angrepsgrad i feltet vil gjøre at effekten på avlingen blir liten, og andre variasjonsårsaker, som nevnt ovenfor, vil skjule virkningen på avlingen.

Fire av feltene med grå øyeflekk hadde sterkere angrep, men likevel gav ikke modellen signifikant forklaring. Feltene fra Valdres -81 og Sør-Gudbrandsdal -84 hadde høy CV-verdi, og i det siste feltet var det også notert noe angrep av bladminerflue. De ulike behandlingene kan videre være en variasjonsårsak som skjuler sykdomseffekten. Ellers er det vanskelig å forklare hvorfor regresjonsmodellen ikke var signifikant i disse forsøkene.

Regresjonskoeffisienten varierte sterkt både for grå øyeflekk og byggbrunflekk der modellen var signifikant. Dette kan ha flere årsaker. Bedømmelse av sykdomsangrepet er gjort av forskjellige personer og på ulike utviklingsstadier. Bedømmelsen skal være et helhetsinntrykk av forsøks-

ruten, og angrep på de yngste bladene skal straffes hardere. Skjønnsmessig vurdering vil, selv med utgangspunkt i en nøkkel kunne gi relativt store variasjoner i bedømt angrepsgrad. Slik bedømmelse vil gi bedre uttrykk for variasjonen innen ett felt, enn variasjon i angrepsnivå mellom ulike felt. Det vil gi seg utslag i forskjell i estimert avlingstap som følge av en enhet økning i angrepet.

Regresjonskoeffisientene var sterkt korrelert med sykdomsnivået i feltene. Giehl (1985) fant at økende angrep gav mindre tap pr. angrepsgrad (sammenhengen var logaritmisk). Dette resultatet kan være uttrykk for det samme. Men svake angrep kan være underestimert, og sterke angrep overestimert. Videre stod modellene bare for en begrenset del av avlingsvariasjonen (33% - 94% for grå øyeflekk og 42% - 90% for byggbrunflekk) slik at regresjonskoeffisientene hadde store standardavvik.

Feltene er ikke bedømt på samme utviklingsstadium. Stadiene var ikke notert, slik at de måtte beregnes. Dette blir selvsagt ikke eksakt, men det illustrerte at det var stor variasjon i stadiet ved bedømmelse. Dette gjør ligningene mindre sammenlignbare da det er sannsynlig at samme angrep på forskjellige stadier ikke vil ha samme effekt på avlingen (Prillwitz 1985). Ulik sykdomsutvikling før bedømmelsen vil også kunne gi ulik regresjonskoeffisient. Dette kan komme av ulike værforhold, og at det er brukt forskjellige sorter som reagerer ulikt. Sortene 'Yrjar' og 'Agneta' har ikke resistens mot *R. secalis*, mens 'Gunilla' er foredlet med horisontal resistens mot *R. secalis*. Soppen vil utvikle seg forttere på mottagelige sorter (Elen 1982). Men det er usikkert i hvor stor grad forskjeller i angrep på lavere blader tidlig i vekstsesongen vil påvirke avlingen direkte. James et al. (1968) hevder at plantene kan kompensere for slike angrep. Sutton & Steele (1983) fant også at forskjeller i

svært tidlige angrep av *D. teres* ikke gav forskjeller i avling. Men det er klart at slike infeksjoner vil tjene som smitekilde for de øvre bladene.

Noe av variasjonen i regresjonskoeffisientene kan også forklares av de ulike behandlingene. Mulige direkte positive effekter av fungicider på andre sjukdommer vil gi for stort estimert avlingstap som følge av et gitt sykdomsnivå for vedkommende sykdom.

#### *Avlingstapligninger for grå øyeflekk og byggbrunflekk*

Sammenslåingen av ligningene for enkeltfeltene ble gjort på samme måte som King et al. (1983) gjorde for *Septoria nodorum* i hvete, med ekstrapolering til 0-angrep, bl.a. etter forsøk med fungicider. Nilsson (1981) hevder at slik ekstrapolering til skadegjørerfrekvensen 0 kan bli feil, da den ikke tar hensyn til at det er mulig at små frekvenser ikke gir effekt på avlingen. Imidlertid er forsøksfeilen for stor til at det er mulig å finne andre enn rettlinjede sammenhenger.

Ligningene for grå øyeflekk og byggbrunflekk viste avlingstap på h.h.v. 0,37% og 0,43% for hver prosent økning i angrepet. Men forklart variasjon var liten (27% og 34%) og regresjonskoeffisientene har standardavvik på ca. 10%, slik at estimater av avlingstap vil bli usikre.

Sammenligning av de forskjellige resultatene for hvor stort avlingstap som kan ventes av et visst sykdomsnivå er vanskelig dels fordi det er brukt forskjellige bedømmelsesmetoder, og dels fordi stadium for bedømmelse varierer eller ikke er oppgitt. James et al. (1968) brukte angrepet på flaggbladet og 2. blad, mens Heen (1982) ikke oppgav hva som var ment med "angrepsprosent" i regresjonsligningen. Smedegård-Petersen's (1974) resultat for byggbrunflekk indikerte tap i prosent på halvparten av gjennomsnittet for de tre øverste

bladene. Tilsvarende fant Prillwitz (1985); tapet i prosent tilsvarte omtrent halvparten av angrepstallet for 2. blad på stadium 75. I Giehl's (1985) ligning for samme stadium vil 30% angrep på 2. og 3. blad gi 27% avlingstap. Forskjellig resultat kan ha mange årsaker, men ulik sykdomsutvikling før bedømmelsen er svakheten for et kritisk punkt estimat. James et al. (1968) fant imidlertid at ulik sykdomsutvikling på de nedre bladene i årene 1965 og -66 ikke gav ulikt resultat når bedømmelsen ble gjort på flaggbladet. King et al. (1983) understreker betydningen av å bygge avlingstapestimater på bedømt angrep på flaggbladet.

*Avlingstap og avlingsnivå/sykdomsnivå*  
Regresjonskoeffisientene var i de tretten feltene med grå øyeflekk signifikant negativt korrelert med avlingsnivået, og indikerte større avlingstap ved samme angrep i felter med høyt avlingsnivå. Store avlinger vil ofte være en følge av sterk N-gjødsling. Plantebestandet blir tett, og vil dermed lettere gi et fuktig mikroklima som er nødvendig for bladflekk-soppens utvikling. Sterk N-gjødsling er, som nevnt tidligere, vist av Erlingson (1983) og Locke et al. (1981), å øke plantenes mottagelighet for angrep. Stor forventet avling vil derfor være en risikofaktor med tanke på avlingstap som følge av bladflekkangrep.

De sterke korrelasjonene mellom regresjonskoeffisientene og sykdomsnivå ( $r = 0,90$  og  $0,83$ ) indikerte at økende angrep har avtagende tilleggs-effekt på avlingen. Giehl (1985) fant tilsvarende resultat, og Nilsson (1981) hevder også at det er sannsynlig at det finnes et øvre plató hvor mer sykdom ikke har tilleggs-effekt, slik at lineære sammenhenger vil gi riktigst estimat ved midlere angrepsgrader.

Dette betyr også at særlig ved høyt avlingsnivå kan et relativt svakt angrep komme til å gi stor avlingsnedgang.



*Klimaparametere og angrepsgrad*

At det ikke ble funnet noen sikre sammenhenger med klimadataene for juni, kan forklares med manglende eller varierende smitte feltene imellom, lokale variasjoner i forhold til observasjonsstasjonene og ulike værforhold fram til bedømmelsen. Fordi det var variasjon i såtidspunkt og bedømmelsestidspunkt, var tall for juni de eneste som dekket alle feltene og som kunne analyseres. Middeltall for en hel måned vil også ha begrenset verdi, da korte perioder med høy fuktighet eller våt bladoverflate kan være nok til utvikling og sporedannelse (Smedegård-Petersen 1972, Ryan & Clare 1975).

De sterkeste angrepene av begge soppene kom i felt som hadde hatt mange regndager i juni. Stedman (1980) viste at for *R. secalis* var mengden og varighet av regn dårlige mål på risiko for spredning av sporer. Det er derfor sannsynlig at antall regndager i en periode er en større risikofaktor enn totalmengden med nedbør i perioden.

Forskjell med hensyn på effekten av forgrøde for grå øyeflekk og byggbrunflekk i denne undersøkelsen er noe overraskende, men andre observasjoner tyder også på at frøsmitte er av større betydning for spredning av byggbrunflekk enn for grå øyeflekk.

## SAMMENDRAG

På grunnlag av 21 forsøk med grå øyeflekkangrep og 8 forsøk med byggbrunflekkangrep fra forskjellige forsøks-serier fra Statens plantevern og Statens forskingsstasjon Apelsvoll 1981-1984 ble det beregnet regresjoner mellom angrepsgrad og avling. Regresjonskoeffisientene varierte for grå øyeflekk fra -0,6 til -8,2 og for byggbrunflekk fra -2,1 til -7,7 i de forsøkene hvor modellen var signifikant på 5% nivå. Angrepsgrad av sykdommene forklarte h.h.v. 33-94% og 42-90% av avlingsvariasjonen. Forsøkene med grå øyeflekk viste at høye

avlingsnivå gir større avlingstap med samme sykdomsnivå. For begge sykdommene var avlingstapet pr. angrepsgrad mindre ved sterke enn ved svake angrep.

Linære avlingstapligninger for de to sykdommene var:

$$\begin{aligned} \text{- grå øyeflekk: } & Y = 100,00 - 0,37 X \quad r^2 = 0,27 \\ \text{- byggbrunflekk: } & Y = 100,00 - 0,43 X \quad r^2 = 0,34 \end{aligned}$$

Konstantleddet er angitt som potensiell avling uten sykdom. Forklart avlingsvariasjon var liten og regresjonskoeffisientene hadde standardavvik på ca. 10%.

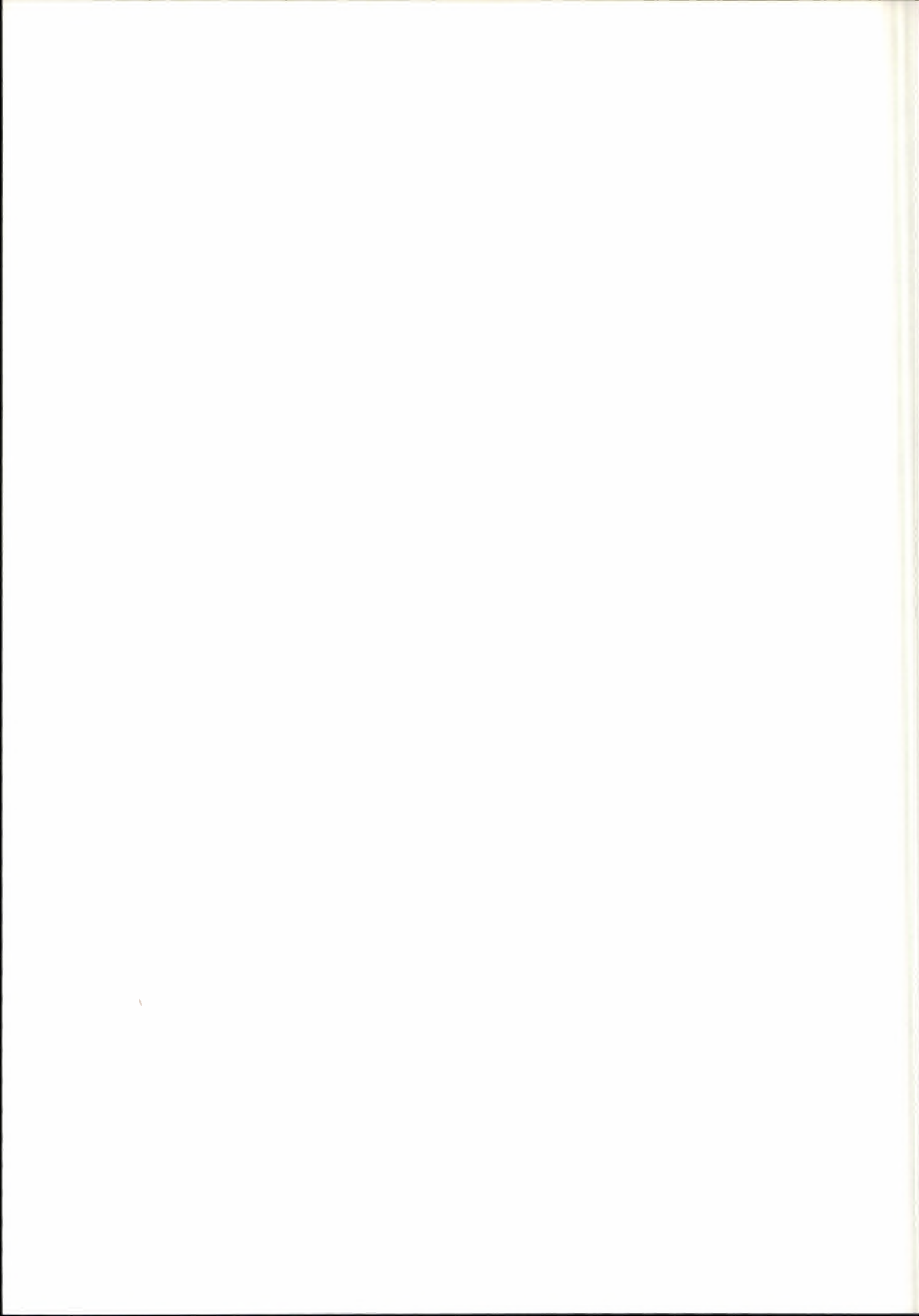
Undersøkelse av sykdomsangrepet i de samme forsøksseriene viste at bygg som forgrøde betydde mer for angrep av grå øyeflekk enn for byggbrunflekk. De sterkeste angrepene kom når det hadde vært mer enn h.h.v. 17 og 16 dager med regn i juni.

## LITTERATUR

- Burleigh, J.R., A.P. Roelfs, & M.G. Eversmeyer 1972. Estimating damage to wheat caused by *Puccinia recondita tritici*. *Phytopathology* 62, 944-946.
- Elen, O. 1982. Grå øyeflekk på bygg - sortsreaksjoner på sykdomsutviklingen. Informasjonsmøte i plantevern 1982. Aktuelt fra SFFL 2, 57-58.
- Erlingson, M. 1983. Samspel mellan kväve och växtskadegörare. Växtskyddsrapporter, Jordbruk 22, 110-122.
- Giehl, M. 1985. Ertragsverluste durch die Netzfleckenkrankheit. *Gesunde Pflanzen* 37 (2), 75-77.
- Hansen, L.R. & H.A. Magnus 1969. Bladflekksopper på bygg i Norge. *Forskning og forsøk i landbruket* 20, 95-105.
- Heen, A. 1982. Resistensforedling i korn. Informasjonsmøte i plantevern 1982. Aktuelt fra SFFL 2, 35-42.
- Hull, R. & R.A. Dunning 1980. Problems of Estimating the Need for and Timing of Control Measures Against Pests and Diseases of Crops. *EPPO Bull.* 10 (2), 3-9.



- James, W.C. 1971. An illustrated series of assessment keys for plant diseases, their preparation and usage. Canadian Plant Disease Survey 51 (2), 273-288.
- James, W.C. 1974. Assessment of plant diseases and losses. Annual Review of Phytopathology 12, 27-48.
- James, W.C., J.E.E. Jenkins & J.L. Jemmet 1968. The relationship between leaf blotch caused by *Rhynchosporium secalis* and losses in grain yield of spring barley. Annals of Applied Biology 62, 273-288.
- Jenkins, J.E.E. & L. Lescar 1980. Use of Foliar Fungicides on Cereals in Western Europe. Plant Disease 64, 987-994.
- King, J.E., J.E.E. Jenkins & W.A. Morgan 1983. The estimation of yield losses in wheat from severity of infection by *Septoria* species. Plant Pathology 32, 239-249.
- Locke, T., E.J. Evans, S.C. Dobson & W. Morgan 1981. A review of factors influencing net blotch of barley and current information on fungicidal control. British Crop Protection Conference Pests and Diseases - 1981 1, 283-290.
- Magnus, H.A. 1974. Beiseforsøk med kvikksølvholdige og kvikksølvfrie preparater mot grå øyeflekk (*Rhynchosporium secalis*) og byggbrunflekk (*Pyrenophora teres*). Forskning og forsøk i landbruket 25, 109-116.
- Magnus, H.A. 1982. Utvikling av varslingsystem for kornsykdommer. Informasjonsmøte i plantevern 1982. Aktuelt fra SFFL 2, 67-71.
- Nilsson, C. 1981. Bekämpingströsklar. Växtskyddsnotiser 45, 122-135.
- Olofsson, B. 1982b. *Drechslera teres* på korn - Svenska erfarenheter. Nordisk jordbruksforskning 64 (2), 212-214.
- Olofsson, B. 1983. Behovsanpassad bekämpning av skadesvampar i korn. Växtskyddsrapporter, Jordbruk 22, 45-52.
- Prillwitz, H.G. 1985. Blattkrankheiten der Gerste-Epidemiologie, Bekämpfungstermine und wirtschaftliche Schadenswellen. Gesunde Pflanzen 37 (2), 47-51
- Ryan, C.C. & B.G. Clare 1975. Effects of light, temperature and period of leaf-surface wetness on infection of barley with *Rhynchosporium secalis*. Physiological Plant Pathology 6, 93-103.
- Smedegård-Petersen, V. 1974. Reduction in yield and grain size of barley due to attack by the net blotch fungus *Pyrenophora teres*. Kgl. Vet.- og Landbohøyskole Årsskrift 1974, 108-117.
- Smedegård-Petersen, V. 1982. The effect of defence reactions on the energy balance and yield of resistant plants. NATO Advanced Study Institute series, series A: 37, 299-316.
- Stedman, O.J. 1980. Observations on the production and dispersal of spores and infection by *R. secalis*. Annals of Applied Biology 95, 163-175.
- Sutton, J.C. & P. Steele 1983. Effects of seed and foliar fungicides on progress of net blotch and yield in barley. Can. J. Plant Sci. 63, 631-639.
- Teng, P.S. & R.E. Gaunt 1980. Modelling systems of disease and yield loss in cereals. Agricultural Systems 6, 131-154.
- Thorne, G.N. 1965. Physiology of grain yield of wheat and barley. Rothamsted Experimental Station Report for 1973, Part 2, 5-25.
- Wiik, L. 1984. Kemisk bekämpning av svampsjukdomar i höstvetete och vårkorn. Växtskyddsrapporter, Jordbruk 28, 16-30.
- Zadoks, J.C., T.T. Chang & C.F. Konzak 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research 14, 415-421.



# RØDKLØVER I BLANDING MED GRAS

Avling og kløverinnhold ved ulik N-gjødsling og høstingspraksis

## *Red clover in mixture with grass*

*Effects of different N-rates and harvest times on the yield and content of clover*

Jorulf Øyen & Knut Aase

Særheim forskingsstasjon, Klepp st, Norge  
*Særheim Research Station, Klepp st, Norway*  
Fureneset forskingsstasjon, Fure, Norge  
*Fureneset Research Station, Fure, Norway*

Øyen, J & K. Aase 1987. Red clover in mixture with grass. Effects of different N-rates and harvest times on the yield and content of clover. Norsk landbruksforskning 2: 41 - 49. ISSN 08015333

Timothy, meadow fescue and perennial ryegrass were sown in pure stands and in mixture with red clover. In the first year, mixtures with clover gave significantly higher DM-yield than the grass species in pure stand. A clover content of 30 % gave the same N effect as 100 kg N/ha applied to pure grass. The content of clover was reduced by about 10%-units per year. No effect of clover was recorded in the third year. Early harvest seemed to stimulate clover growth, especially in the 2nd and 3rd cut. In the spring, perennial ryegrass reduced the growth of clover less than did timothy and meadow fescue, whereas an opposite trend was observed in the autumn. Mixture of grass/clover had lower energy concentration (feed units/kg DM) than pure grass in the second harvest. However, clover mixture gave higher yield of net energy at both 1st and 2nd cut than grass sown in pure stands.

Key words: Chemical composition, DM-yield, digestibility, harvest time, N-rates, red clover.

*J. Øyen, Særheim Research Station, N-4062 Klepp st., Norway*

Sterk prisstigning på N-gjødsel har gjort bruk av kløver som N-kilde i grasproduksjonen mer aktuell. Ved siden av reduserte gjødselkostnader er økt proteininnhold og bedre mineralbalanse i føret velkjente fordeler med belgvekstene. Kløver gir dessuten ofte positiv ettervirkning på etterfølgende vekster

(Grønnerød 1978, Andersson 1986). I produksjonsforsøk har kløverinnblanding gitt større grovfôropptak enn eng av gras i reinbestand (Bulow Skovborg 1978, Thomson 1984, Randby 1987). I de engelske forsøkene med kvitkløver og i forsøkene på Hellerud var det klart positivt utslag for kløverblanding i ytelsen

både hos sau og storfe (Thomson 1984, Randby 1987).

Beregninger utført i England har vist at bruk av belgvekster i eng og beite kan gi betydelig reduksjon i behovet for hjelpeenergi i kjøtt- og mjølkeproduksjonen (White et al. 1982).

Tidligere forsøk med engbelgvekster har særlig fokusert på rødkløver i blanding med timotei, bladfaks eller hundegras (Jetne et al. 1970, Pestalozzi & Retvedt 1959). I kyststrøkene på Vest- og Sør-Vestlandet er flerårig raigras ofte med i frøblandinger til eng for silolegging. I de nye forsøkene var det derfor spesielt aktuelt å ta med flerårig raigras i blanding med kløver. Virkning av ulik høstetid på kløver dyrka i blanding med gras er lite undersøkt tidligere. I eldre forsøk med kløverblandinger er det brukt relativt sein slåttetid.

Foreløpige resultat fra forsøkene er publisert tidligere (Øyen 1978, 1986).

## MATERIALE OG METODER

På hver av forskingsstasjonene Særheim og Fureneset ble det anlagt 2 treårige felt etter følgende faktorielle plan ( $3 \times 2 \times 3 \times 2 = 36$  ledd) med 2 gjentak:

Grasarter, Grass species	Såmengde Seedrates, kg/daa
1. Timotei 'Forus' <i>Phleum pratense</i>	2,0
2. Engsvingel 'Løken' <i>Festuca pratensis</i>	3,5
3. Raigras 'Barvestra' <i>Lolium perenne</i> <sup>1)</sup>	3,0

<sup>1)</sup> Bare på Særheim, Only at Saerheim

Kløverblanding, *Clover inclusion*: Uten rødkløver, *Without red clover*. Med rødkløver, *With red clover*, 0.5 kg/daa. Det ble brukt kløversorter som det var tilgjengelig frø av i handelen, 'Elbo', 'Kranø' og 'Altaswede'.

N-gjødsling, N-rates, kg/daa/år	N	P	K
N12.	12	5	14

N20.	20	6	18
N28.	28	7	22

Høstetid, *Harvest times* Dato, *Date*

H0: Første slått når de første aksene hos timotei er synlige <i>1st cut when first ears were visible in timothy</i>	13. June
Andre slått 8 uker etter 1. slått <i>2nd cut 8 weeks after 1st cut</i>	7. August
Tredje slått i september/oktober <i>3rd cut in Sept./Oct.</i>	3. October
II1: Første slått 14 dager etter 1. slått på H0 <i>1st cut 2 weeks after 1st cut on H0</i>	26. June
Andre slått 14 dager etter 2. slått på H0 <i>2nd cut 2 weeks after 2nd cut on H0</i>	20. August
Tredje slått i sept./oktober. <i>3rd cut in Sept./Oct.</i>	3. October

I forsøksringene i Rogaland og Agder ble i alt 23 felt lagt ut med de samme forsøksledd som vist ovenfor. Men for å redusere antall ruter pr. felt ble faktorene N-gjødsling og høstetid prøvd i ulike forsøksserier. Dessuten ble variert kalking med 0, 100 og 350 kg CaO/daa i attleggsår prøvd i en egen forsøksserie. Feltene fordelte seg slik: 12 med variert N-gjødsling, 5 med høstetid og 6 felt med variert kalking.

Av 23 felt låg 10 i Agder og resten i Rogaland. Med unntak av to felt på torvjord låg alle felt på sand eller morenejord. Midlere pH var 5,7. På feltene med variert kalking fordelte feltene seg med 1/3 i hver av pH-gruppene 4,5-5, 5,0-5,5 og 6,0-6,5. I Rogaland var midlere høyde over havet 58 m og alle felt låg under 100 m over havet. I Agder var tilsvarende tall 115 m, men bare 2 felt var anlagt i over 200 meters høyde. Forgrøde var potet på 8, grønnfôr på 5, korn på 3 og eng på 6 felt.

På Særheim og Fureneset gikk alle felt over 3 engår. Nær alle lokale felt ble forsøkshestet i bare 2 engår. I 3. engår



var det bare spor av kløver igjen på de aller fleste felt.

## RESULTAT

### Avling og kløverinnhold. Særheim og Fureneset

#### Engår

Kløverinnblanding gav sikker meravling i 1. engår både på Særheim og Fureneset (tabell 1). Både andelen av kløver og avlingsutslag for kløver var betydelig mindre på Fureneset enn på Særheim. Kløverinnholdet holdt seg relativt stabilt over engår på Fureneset, mens det på Særheim ble redusert med ca. 10% enheter pr. år.

#### N-gjødsling

I 1. engår var det sikkert samspill mellom kløverinnblanding og N-nivå både i 1., 2. og 3. slått og for sumavling (tabell 2). Avlingsøkningen for kløverinnblanding avtok med stigende N-mengde.

Andelen av kløver økte fra 1. til 3. slått ved alle N-trinn.

I 2. og 3. engår ble kløverinnholdet sterkest redusert ved største N-mengde (tabell 2).

#### Høstetid

En sams analyse av feltene på Særheim og Fureneset viste i 2. engår sikkert samspill mellom kløverinnblanding og høstetid for avling i 2. slått og sum tørrstoffavling (tabell 3).

I 1. og 3. engår ble det ikke påvist tilsvarende samspill. Ved tidlig slått (H0) var avlingsøkningen for kløverinnblanding vel dobbelt så stor som ved sein slått (H1). Det var også tendens til høyere kløverandel i 2. og 3. slått ved den tidlige høstetida (tabell 3).

#### Grasart

Det ble ikke påvist samspill mellom kløverinnblanding og grasartene timotei og engsvingel i en felles analyse for Særheim og Fureneset. Analyse av timotei,

engsvingel og raigras for feltene på Særheim gav imidlertid sikkert samspill i 2. engår. Flerårig raigras skilte seg her ut med klart høyere avlingsutslag og kløverinnhold i 1. slått (tabell 4). Det var ingen tilsvarende effekt i 1. og 3. engår.

### Avling og kløverinnhold. Lokale felt

Ingen sikre samspill mellom kløverinnblanding og faktorene art, høstetid, N-gjødsling eller kalking ble påvist i de lokale seriene. Det var heller ingen sammenheng mellom pH og kløverinnhold på feltene. Tolv felt med variert N-gjødsling ble gruppert i tre grupper etter kløverinnhold i 1. engår, under 10 %, 10-25 % og over 25 % kløver (tabell 5). Bare på felt med over 25 % kløver var det sikkert samspill mellom kløverblanding og N-gjødsling. På disse feltene var det også en svak tendens til redusert kløverandel med største N-mengde (tabell 5).

Ruter med timotei, engsvingel og 20 kg N/daa ble plukket ut på alle de 23 lokale feltene og gruppert etter kløverinnhold i 1. engår. Avlingsnivået på feltene viste avtagende tendens med økt innhold av kløver. Tørrstoffinnholdet var i middel 21 % på felt med under 10 % kløver mot 16 % på felt med over 25 % kløver. I 1. slått var det tendens til negativ avlingseffekt av kløver, mens det var motsatt tendens i 2. slått. Bare for felt med over 25 % kløver var avlingsauken i 2. slått større enn avlingsnedgangen i 1. slått.

### Kjemisk innhold og fôrverdi

Avlingsprøver ble tatt både på gras og blandingsruter. På blandingsrutene ble prøver av gras og kløver skilt og analysert hver for seg. Kjemisk innhold i blandingene ble så beregnet på grunnlag av den botaniske analysen. Analyseprøver ble tatt i 3 år på de to feltene på Særheim.

#### Total-N

Det var ikke samspill mellom kløverinnblanding og grasart eller høstetid. Grasprøver fra blandingsrutene hadde signi-

Tabell 1. Tørrstoffavling, kg/daa og kløverinnhold i ulike engår. Middell 2 felt.  
 Table 1. DM-yield, kg/daa and clover content in different harvest years. Mean of 2 trials.

År Year	Særheim			Fureneset		
	Avling DM yield, kg/daa	kg/daa	Kløver Clover	Avling DM yield kg/daa	kg/daa	Kløver Clover
No	G <sup>1)</sup>	G + K <sup>2)</sup>	%	G	G + K	%
1	780	+170***	31	1320	+115**	14
2	990	+180**	26	1130	+35 ns.	11
3	930	+15 ns.	9	1395	+10 ns.	11

<sup>1)</sup>G = Gras, Grass only <sup>2)</sup>G + K = Gras + kløver, Grass + clover ns. = P > 0.05, \*\* = P < 0.01, \*\*\* = P < 0.001

fikant høyere innhold av total N enn gras dyrket i reinbestand (tabell 6).

Det var tendens til større utslag for kløver i 2. slått enn i 1. slått. Total-N i gras økte klart med stigende N-gjødsling, mens N-innhold i kløver var upåvirket av N-gjødslingen.

#### Mineraler

Kløverinnblanding økte innholdet av K, Mg og Ca, mens innhold av P var uendret (tabell 7).

Avling fra blandingsruter hadde gunstigere mineralbalanse enn gras i reinbestand. I middel for 1. og 2. slått

var kvotienten K/(Ca + Mg) på ekvivalentbasis 1,5 og 2,5 for henholdsvis kløver + gras og gras i reinbestand.

#### Fôrverdi

In vitro fordøyelig tørrstoff (DDM) og råtrevler (CF) ble bare analysert på ruter med minste N-mengde (N12). Det var tendens til høyere in vitro fordøyelighet for blandingsruter enn for gras i 1. slått, mens det var sikkert motsatt utslag for innhold av råtrevler (tabell 8).

Konsentrasjonen av føreheter var lik for gras og gras + kløver, men avling av føreheter var størst for blandings-

Tabell 2. Tørrstoffavling, kg/daa og kløverinnhold ved ulike N-nivå. Middell 4 felt.  
 Table 2. DM yield, kg/daa and clover content at different N-rates. Mean of 4 trials.

År Year	Slått Cut	N12			N20			N28		
		Kg/daa	Kløver Clover	%	kg/daa	Kløver Clover	%	kg/daa	Kløver Clover	%
		G <sup>1)</sup>	G + K <sup>2)</sup>	%	G	G + K	%	G	G + K	%
1	1	500	+40	23	570	+25	18	625	-15	19
1	2	300	+125	36	365	+95	23	460	+25	21
1	3	50	+50	40	75	+35	34	95	+25	28
1	Total	850	+215	30	1010	+155	22	1180	+35	20
2	Total	950	+160	23	1070	+90	14	1240	+25	12
3	Total	1020	+0	14	1160	+15	10	1280	+0	6

<sup>1)</sup>G = Gras, Grass only <sup>2)</sup>G + K = Gras + kløver, Grass + clover

Tabell 3. Tørrstoffavling, kg/daa og kløverinnhold ved tidlig (H0) og sein (H1) slått. Middel 4 felt i 2. engår.

Table 3. DM-yield, kg/daa and clover content at early (H0) and late (H1) harvest. Mean of 4 trials in 2nd harvest year

Slått Cut	H0			H1		
	Avling DM yield,	kg/daa kg/daa	Kløver Clover	Avling DM yield	kg/daa kg/daa	Kløver Clover
No	G <sup>1)</sup>	G + K <sup>2)</sup>	%	G	G + K	%
1	510	-10	13	765	+5	12
2	310	+110	22	320	+50	17
3	155	+25	26	75	+5	20
Total	975	+125	19	1160	+60	14

<sup>1)</sup>G = Gras, Grass only <sup>2)</sup>G + K = Gras + kløver, Grass + clover

eng.

I 2. slått var det signifikant reduksjon både i fordøyelighet og energikonentrasjon på blandingsleddene jansført med gras i reinbestand. Gras + kløver gav likevel klart større avling av føreheter enn gras i reinbestand.

## DISKUSJON

Forsøkene viser at en på Sør- og Vestlandet oftest bare har virkning av kløver i 1. og 2. engår. Også i Storbritannia blir rødkløver betraktet som en toårig vekst (Sheldrick et al. 1986). I 1976-78 ble de danske sortene Elbo og Krano brukt. I perioden 1979-81 var det imidlertid bare tilgjengelig frø av kanadisk kløver (Altaswede). Forsøkene gir ikke grunnlag for direkte jansføring av sortene, men felt utlagt med Altaswede hadde jevnt over lågere kløverandel allerede i 1. engår. Dette tyder på at sorter med ulikt opphav ikke etablerer seg like lett under våre forhold. Reduksjonen i kløverinnhold fra 1. til 2. engår var ikke vesentlig forskjellig hos dansk og kanadisk kløver.

Et kløverinnhold på 30 % gav i middel samme avlingsøkning som 10 kg N/daa gitt til gras i reinbestand. Dette er om lag samme effekt som er påvist under

østnorske forhold (Grønnerød 1978) og i andre skandinaviske forsøk (Kornher 1978, Seppanen 1987).

Britiske forsøk med kvitkløver har gitt opp til 15-20 kg N/daa, men N-effekten av kløver varierte sterkt mellom år og steder (Frame & Newbold 1984). Med dagens pris på nitrogengjødsel kan kløverinnblanding redusere gjødselkostnadene med ca. 100 kroner pr. daa under sørnorske forhold. I tillegg kommer fordeler som bedre mineralbalanse i føret og positiv ettervirkning på neste vekst.

Avlingsutslag for kløver var større på Særheim enn på Fureneset. På Særheim er det spesielt stort N-behov i eng. Et høyere avlingsnivå på Fureneset tyder på bedre N-status i jorda der. Både på Fureneset og på enkelte lokale felt var det tendens til at stedegen kvitkløver spredde seg over på grasruter. Dette kan delvis ha maskert virkningen av sådd kløver. Ellers er ulik gjødslingspraksis og vekstskifte trolig en viktig årsak til at de lokale feltene skilte seg fra feltene på Særheim og Fureneset med mindre utslag for kløver. Begrenset vekstskifte og sterk gjødsling til attlegget (husdyrgjødsel) er svært vanlig på husdyrbrukene i dag. Allerede i 1. engår var det bare en fjerdedel av de lokale feltene som hadde over 25 % kløver.

Tabell 4. Tørrstoffavling, kg/daa og kløverinnhold for ulike grasarter. Middell 2 felt på Særheim 2. engår.  
 Table 4. DM yield, kg/daa and clover content with different grass species. Mean of 2 trials at Saerheim 2nd year.

Slått Cut	Timotei/P.pratense			Engsv./F.pratensis			Raigras/L.perenne		
	Kg/daa		Kløver Clover %	kg/daa		Kløver Clover %	kg/daa		Kløver Clover %
	G <sup>1)</sup>	G + K <sup>2)</sup>	%	G	G + K	%	G	G + K	%
1	590	+ 30	15	650	+ 20	12	405	+ 105	35
2	290	+ 130	28	250	+ 105	27	375	+ 105	29
3	95	+ 15	51	135	+ 15	45	180	+ 10	35
Total	975	+ 175	23	1035	+ 140	21	960	+ 220	33

<sup>1)</sup> G = Gras, Grass only <sup>2)</sup> G + K = Gras + kløver, Grass + clover

Tabell 5. Kløverandel og avlingsutslag ved ulike N-gjødsling på felt med forskjellig kløverinnhold i 1. engår. Middell 1. og 2. engår.  
 Table 5. Content of clover and total yield effects of clover inclusion at various N-rates on trials with different clover content in the first harvest year. Mean of 2 years.

Gruppe Group	Tal felt No. of trials	Kløver,% Clover,%			Effekt av kløver Effect of clover, kg/daa		
		N12	N20	N28	N12	N20	N28
<10%	5	7	8	8	-9	-8	-41
10-25%	3	13	13	14	-1	-16	-18
>25%	4	35	34	29	+60	-18	-53

Kløverfrøet ble ikke smittet i disse forsøkene. Dette kan ha ført til dårligere tilslag av kløver på enkelte lokale felt. Men det er ikke tilstrekkelig bakgrunnsopplysning om enkeltfelt til at en kan si noen sikkert om dette.

Det var ingen sikker effekt av forgrøde på kløverinnholdet, men felt etter potet og grønnfôr hadde tendens til høyere andel kløver i 1. engår enn felt med eng og korn som forgrøde.

Stigende kløverandel fra 1. og 3. slått samt negativ effekt av N på kløverinnholdet allerede i 1. engår samsvarer godt med svenske forsøk (Frankow-Lindberg 1982).

Tidlig slåttetid har favorisert kløver i 2. engår. Når det ikke er påvist effekt

av slåttetid på kløver i 3. år, kan dette henge sammen med at kløverinnholdet da er sterkt redusert. Grønnerød (1978) fant at 3 gangers slått økte kløverinnholdet jамført med 2 slåtter pr. år. I svenske og engelske forsøk ble det imidlertid ikke funnet tilsvarende effekt verken av slåttetid eller av antall slåtter pr. år (Tuveson 1986, Sheldrick et al. 1986).

Flerårig raigras starter ofte veksten seint om våren, spesielt etter hard frostpåvirkning i løpet av vinteren. Dette er en viktig årsak til at kløverinnholdet ved 1. slått ofte er klart høyere hos raigras enn hos timotei og engsvingel. Kornher (1978) fant samme tendens i svenske forsøk. Både i norske og andre



Tabell 6. Innhold av total-N (%) i prøver av gras og rødkløver ved variert N-gjødsling. Middel 3 arter, 2 høstetider og 6 årsfelt.

Table 6. Contents of total N (per cent of DM) in samples of grass and red clover at different N-rates. Mean of 3 species, 2 harvest times, 3 years and 2 trials

Art	Slått	N12		N20		N28	
Species	Cut No.	G <sup>1)</sup>	G+K <sup>2)</sup>	G	G+K	G	G+K
Gras	1	1,62	1,86	1,94	2,13	2,29	2,40
Grass	2	1,64	1,94	1,81	2,03	2,05	2,21
Kløver	1		3,04		3,04		3,09
Clover	2		3,07		3,07		3,00

<sup>1)</sup> G = Gras, Grass only <sup>2)</sup> G + K = Gras + kløver, Grass + clover

Tabell 7. Innhold av mineraler (prosent av tørrstoff). Middel av 3 arter, 2 høstetider og 6 årsfelt

Table 7. Content of minerals (per cent of DM). Mean of 3 species, 2 harvest times, 2 trials and 3 years

Mineral Minerals	G <sup>1)</sup>	1. slått 1st cut		G	2. slått 2nd cut	
		G+K <sup>2)</sup>			G+K	
P	0,26	0,27		0,30	0,30	
K	2,88	3,10**		2,83	3,05**	
Mg	0,12	0,17**		0,14	0,18**	
Ca	0,30	0,51**		0,36	0,60**	

<sup>1)</sup> G = Gras, Grass only <sup>2)</sup> G + K = Gras + kløver, Grass + clover

Tabell 8. Råtrevler (CF), in vitro fordøyelig tørrstoff (DDM) og føreheter (FU) for gras i reinbestand og gras + kløver. Middel 3 arter, 2 høstetider og 6 årsfelt.

Table 8. Crude fibre (CF), in vitro digestible dry matter (DDM) and feed units (FU) of pure grass and grass + clover. Mean of 3 species, 2 harvest times, 2 trials and 3 years

Analyser	G <sup>1)</sup>	1. slått 1st cut		G	2. slått 2nd cut	
		G+K <sup>2)</sup>			G+K	
CF, %	30,8	29,3	**	28,6	28,9	ns.
DDM, %	75,7	76,8	ns.	78,8	75,1	***
FU/100 kg DM	81	82	ns	84	80	**
FU/daa	334	374	*	186	287	***

<sup>1)</sup> G = Gras, Grass only <sup>2)</sup> G + K = Gras + kløver, Grass + clover

skandinaviske forsøk er det spesielt hundegras som har konkurrert sterkest med

kløver, mens det har vært liten forskjell på timotei og engsvingel (Grønnerød

1978, Kornher 1978, Johansen 1984).

I middel gikk tørrstoffinnholdet ned med 1,2 %-enheter for hver 10 % økning i kløverinnholdet. En må derfor regne med noe større avrenning fra silo når det nyttes kløverblanda eng.

Det var dårlig samsvar mellom trevleanalyse og in vitro fordøyelighet i 2. slått. Et høgere lignininnhold hos kløver enn hos gras (Thomson 1984) er trolig årsak til reduksjonen i fordøyelighet hos kløverblanding i 2. slått. Lignin går tapt under bestemmelse av trevler. Trevleanalysen avspeiler derfor ikke nedgang i fordøyeligheten her.

## SAMMENDRAG

Timotei, engsvingel og flerårig raigras er prøvd i reinbestand og i blanding med rødkløver. Kløverblanding gav sikker meravling i 1. engår. Et kløverinnhold på 30 % gav samme meravling som 10 kg N pr. dekar til reint gras. Meravling for kløver ble redusert med fra vel 200 til 35 kg tørrstoff pr. dekar når N-gjødslinga økte fra 12 til 28 kg N pr. dekar og år. Kløverinnholdet ble redusert med om lag 10 %-enheter pr. år. I 3. engår var det ingen positiv effekt av kløver og kløverinnholdet var redusert til ca. 10 %.

Tidlig høstetid for 1. og 2. slått favoriserte kløver, spesielt i siste del av vekstsesongen. Raigras skilte seg ut fra timotei og engsvingel ved å gi større kløverandel i 1. slått, mens forholdet var motsatt i 3. slått.

Bare en fjerdedel av de lokale feltene hadde over 25 % kløver i 1. engår. På disse feltene var det positivt avlingsutslag for kløver ved 12 kg N/daa og år. Tørrstoffinnholdet i avlinga gikk ned med i middel 1,2 %-enheter for hver 10 % økning i kløverinnholdet.

Kløverblanding hadde gunstigere mineralbalanse enn gras i reinbestand. I 1. slått var energikonsentrasjonen den samme i kløverblanding som i reint gras. I 2. slått hadde kløverblanding lågere energikonsentrasjon. Kløverblanding

gav likevel klart større avling av forenheter enn gras i reinbestand både i 1. og 2. slått.

## ETTERORD

Jorulf Øyen har hatt ansvar for gjennomføring av forsøkene på Særheim samt de lokale feltene som ble utført i samarbeid med forsøksringene i Rogaland og Agder. Øyen har utført sammenstilling og statistisk behandling av hele forsøksmateriale og utarbeidet og redigert utkast til manuskript. Knut Aase har hatt ansvar for gjennomføring av forsøkene på Fureneset. Kjemiske planteanalyser ble utført ved Analyselaboratoriet, SFL Holt, mens in vitro fordøyelighet ble bestemt ved Institutt for husdyrfag, NLH.

## LITTERATUR

Andersson, S. 1986. Klöverns och gräsens förfrukt-svärde. Grovfoder. Forskning-tillämpning 5:1-19. Sveriges lantbruksuniversitet

Bulow Skovborg, E. 1978. Klövergras som foder, friskt og konserveret. s. 71-78 i B. Grønnerød (sekr.). Belgvekster til grasmark. NJF-seminar Ås, 9.-10. nov. 1978

Frame, J. and P. Newbold 1984. Herbage production from grass/white Clover Swards. s. 15-35 in D.J. Thomson (red.). Forage Legumes. Occasional Symposium No. 16. The British Grassland Society

Frankow-Lindberg, B. 1982. Den relative produktionskoeffisienten (a-värdet) samt beräkningar av densamma for rødkløver vid samodling med gräs. Rapport 101, Institution för växtodling, SLU, Uppsala

Grønnerød, B. 1978. Resultater av nyere norske forsøk med rødkløver. s. 55-57 i B. Grønnerød (sekr.). Belgvekster til grasmark. NJF-seminar Ås, 9.-10. nov. 1978

Jetne, M., S. Bø, B. Grønnerød, A. Mosland, I. Schjelderup og S. Skaare 1970. Forsøk med eng- og beitevekster, gjødselmengder og slåttetider. For-sk.Fors.Landbr. 21:155-295

Johansen, B.R. 1984. Influence of nitrogen on yield and botanical composition in monocultures and mixtures of red clover and three grass species. ProC. 10th Gen.Meet.Europ. Grassld. Fed. Aas,

186-190

Kornher, A. 1978. Bäljväxter i slåttervallen-odlingstekniska problem. s. 4-31 i B. Grønnerød (sekr.). Belgvekster til grasmark. NJF-seminar Ås, 9.-10. nov. 1978

Pestalozzi, M. og K. Retvedt 1959. Forsøk med store kunstgjødselmengder til eng 1948-52. Forsk.Fors.Landbr. 10:315-404

Randby, Å. 1987. Surför av gras/klöverblanding til melkekyr. Hellerud 1985-86. Dyrking og utnytting av Grovför II. Seminar Otta, februar 1987. NLVF, SFL. I trykken

Seppänen, H. 1987. Biologisk kvävefixering ett komplement til stallgjødsel och handelsgjødsel. Nord.jordbr.Forsk. 69:233-234

Sheldrick, R.D., R.H. Lavender & V.J. Tewson 1986. The effects of frequency of defoliation, date of first cut and heading date of a perennial ryegrass companion on the yield, quality and persistency of

diploid and tetraploid broad red clover. Grass and Forage Science 41:137-149

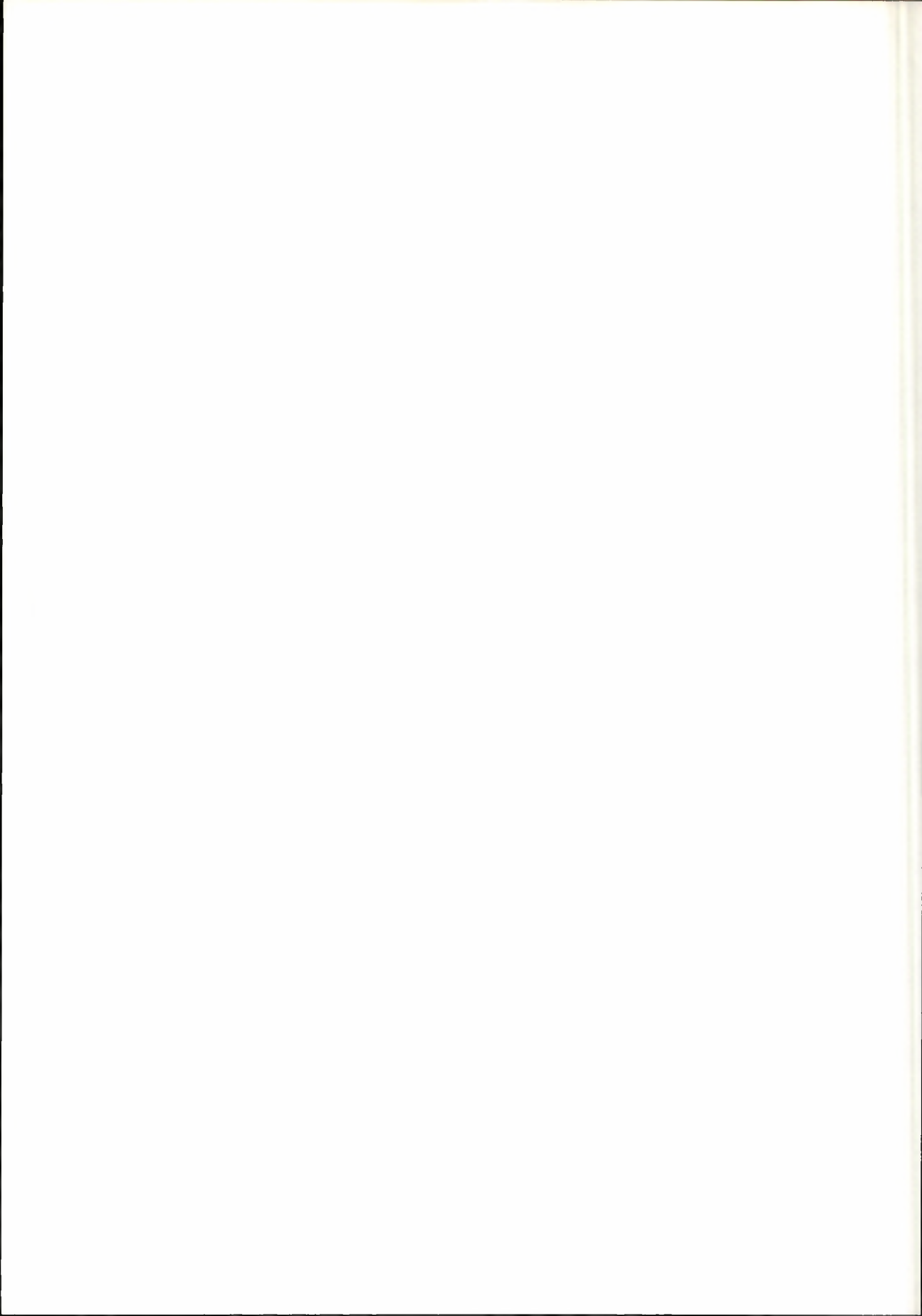
Thomson, D.J. 1984. The nutritive value of white clover. s. 78-92 i D.J. Thomson (red.). Forage Legumes. Occasional Symposium No. 16, The British Grassland Society

Turesson, M. 1986. Skördetidsförsök med rødkløver-gräsvall. Grovfoder. Forskningstillämpning, 5:61-79. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala

White, D.J., J.M. Wilkinson and R.J. Wilkins 1982. Support energy use in animal production from grassland. Proc. 9th Gen. Meet. Europ. Grassld. Fed. Reading, 33-42

Øyen, J. 1978. Kløver, nitrogengjødsling og haustetid. s. 85-93 i B. Grønnerød (sekr.). Belgvekster til grasmark. NJF-seminar Ås, 9.-10. nov. 1978

Øyen, J. 1986. Chemical composition and nutritive value of red clover/grass mixtures. Proc. 11th Gen. Meet. Europ. Grassld. Fed. Setubal, Portugal, 1986. In press





# ULIKE JORDBRUKSVEKSTERS POTENSIELLE VASSFORBRUK

## I. Bygg, gras, potet og kålrot

### *Potensial evapotranspiration from different agricultural crops.*

#### *I. Barley, grass, potato and swede*

EINAR MYHR

Norges landbrukshøgskole, Institutt for hydroteknikk

Agricultural University of Norway, Department of Agricultural Hydrotechnics

Myhr, E. 1988. Potential evapotranspiration from different agricultural crops. Barley, grass, potatoes and swede. Norsk landbruksforskning 2:51- 64. ISSN 0801-5333

The water consumption of barley, grass, potato and swede was studied using a field lysimeter. Measurements were made in lysimeter containers placed in homogeneous plant populations. The water level in the containers was approximately 38 cm below the level of the soil. Barley had the largest water consumption of the four species until the heading stage, after which consumption declined sharply. Meadow grass also had a large water consumption throughout early summer; is declined markedly at harvest but increased as plant growth increased, relatively small water consumption Potato and swede while the plants were small increased throughout the growth season, and by late summer was larger than that of the other plant species. Swede in particular had a relatively large water consumption in the latter part of the growth period.

Key words: Potential evapotranspiration, barley, gras, potatoes, sweede, Norway.

*Einar Myhr, Agricultural University of Norway, Department of Agricultural Hydrotechnics, N-1432 Ås-NLH, Norway.*

Plantenes vassforbruk blir i vesentlig grad bestemt av meteorologiske forhold og tilgjengeligheten av vatnet i jorda. Under optimale fuktighetsforhold er vassforbruket i en homogen frisk plantebestand praktisk talt en funksjon av netto innstrålt energi, luftas metningsdeficit og luftskifte. Vassforbruket en har under slike forhold blir i internasjonal litteratur kalt potensiell evapo-

transpirasjon (Vi bruker vanlig begrepene potensielt vassforbruk eller potensiell fordampning om det samme). Kjennskap til plantenes potensielle vassforbruk er av største betydning for vurdering av vatningsbehovet og ved veiledning om vatning i jordbruket.

Direkte bestemmelse av potensielt vassforbruk kan bare gjøres i lysimetre. For indirekte bestemmelser er det

utarbeidet en rekke formler. Den meste kjente og globalt mest nyttede er Penman's formel (Penman 1948). Videre er det introdusert en rekke målere, bl.a. fordampningsfat, hvor fordampningen fra fri vassflater blir relatert til den potensielle fordampning (Hetager & Lystad 1974, Myhr 1979).

Under våre klimasforhold, både her i landet og i våre naboland, blir det utført beregninger og indirekte bestemmelser av potensiell fordampning i betydelig omfang, både for vitenskapelig og praktisk bruk. Direkte bestemmelse av potensielt vassforbruk for verifisering av slike indirekte metoder har derimot blitt utført i begrenset omfang (Hansen 1980).

Med tanke på at materialet kan komme til nytte ved en framtidig veiledning for vatning, blir vassforbruket til de ulike vekster sammenholdt med fordampningen fra fordampningsfat med fri vassflater og beregnet potensiell fordampning etter Penman's formel.

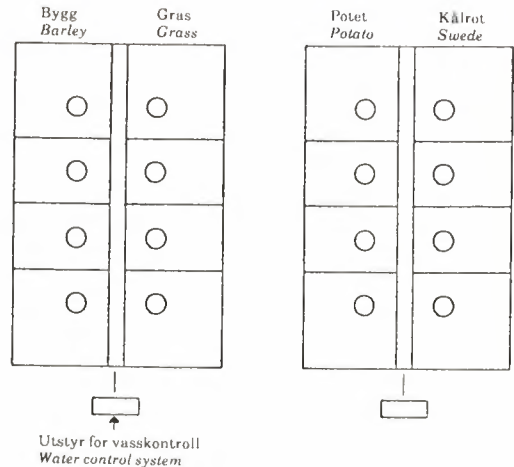
Undersøkelsen som ble utført i årene 1984-86 er første ledd i et større prosjekt hvor de vanligste jordbruksvekster etter hvert skal inngå. Prosjektet blir finansiert over instituttet driftsbudsjett (budsjett I).

## MATERIALE OG METODER

### *Forsøksanlegget, instrumentering og målemetoder*

Lysimeteranlegget som ble bygd til formålet i 1983-84, ligger på Syverud i Ås. Det består av i alt 16 nedgravde kar med en diameter på 57 cm og et djup på 45 cm. Toppen av karene ligger i flukt med jordoverflata, og for å unngå randeffekter ligger de midt i større forsøksruter. For vatning av forsøksrutene utenom karene, er det montert anlegg for dryppvatning. (Fig. 1).

Fra hvert kar fører to slanger til et reguleringsanlegg utenfor feltet. Den ene blir brukt ved påfylling og avtaking av vatn, mens den andre går til et flottørhus for registrering av grunn-



Figur 1. Forsøksfeltet.

Figure 1. The experimental field.

vassnivået. Dette blir holdt konstant på ca. 38 cm under bakken og kan reguleres med en nøyaktighet på 0,1 mm. (En endring i grunnvassnivået på 1 mm i lysimeterkaret tilsvarer ca. 8 cm i måleglasset for påfylling av vatn). (Fig. 2).

Det er på feltet flere enkeltstående fordampningsfat for registrering av fordampning fra fri vassflater og kortklipt gras, samt nødvendig utstyr for registrering av meteorologiske data for beregning av potensiell fordampning etter Penman's formel. De sistnevnte registreringene kom først i gang våren 1986. Beregning av dette materialet er utført ved Meteorologisk institutt.

Fordampningen fra karene ( $E_p$ ) blir bestemt etter formelen:

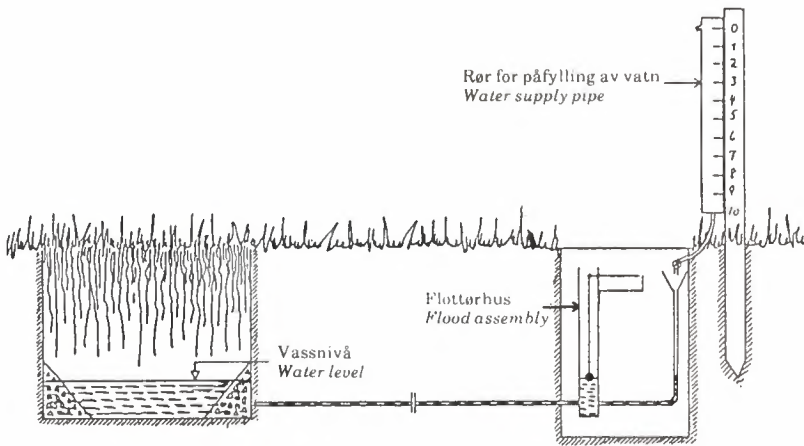
$$E_p = N + P - A, \text{ hvor}$$

$N$  = Nedbør

$P$  = Påfyllt vatn

$A$  = Avtatt vatn

En svakhet ved åpne lysimeteranlegg for vassbalansestudier er at sigevatn i jorda etter sterk nedbør blir registrert som fordampning, mens dette ved senere avlesning, når det har nådd grunnvatnet, blir registrert som tilsvarende mindre fordampning. Over tid vil



Figur 2. Ett av lysimeterkarene med vassreguleringsanlegget.  
Figure 2. One of the lysimeters with the water supply and drainage system.

dette utjevnes, og en får et kvantitativt riktig bilde. Det ble foretatt registreringer mandag, onsdag og fredag. For å minimalisere den nevnte effekten, blir materialet vesentlig presentert som ukeverdier eller midlere døgnverdier beregnet på grunnlag av uksummer.

#### Jorda i karene og på feltet.

I karene ble nyttet en homogen blanding av jord fra toppsjiktet på feltet. Det er en moldrik lettleire og pF-kurver viser at det er ca. 27 mm nyttbart vatn/dm djup. Den har god kapillær ledningsevne og tensiometerobservasjoner på 15 cm djup i karene viste at det var konstant optimale fuktighetsforhold for plantene.

På feltet omkring er det lettleire med tilgjengelige vassmengder tilsvarende 30 og 25 mm/dm jordsjikt på henholdsvis 15 og 30 cm djup. Tidligere undersøkelser på samme sted viste at det var rotutvikling ned til mere enn 1 m (Myhr 1969). Jorda kan karakteriseres som tørkesterk, men under tørkeperioder tidlig på forsommeren, mens rotutviklingen ennå var grunn, var det en tendens til noe kraftigere plantevekst i enn utenfor karene. For å få ens plantebestand, ble det dryppvatnet på rutene omkring karene i tørkeperioder.

#### Været i vekstarene.

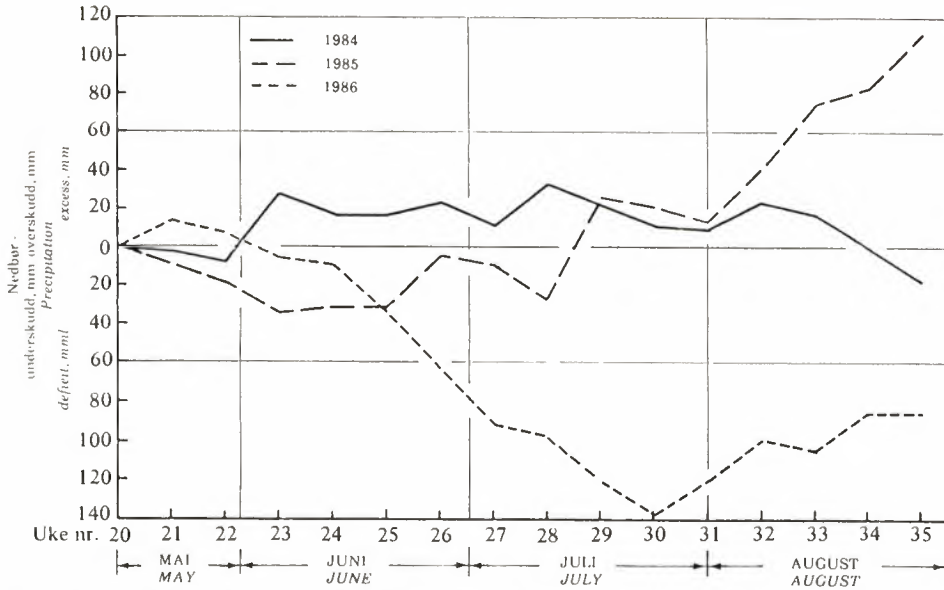
På feltet ble det foretatt omfattende klimaregistrering. Utstyr for måling av lufttemperatur, relativ fuktighet, vind og globalstråling var tilknyttet datalogger med registrering hver time. Nedbør ble målt manuelt og med pluviograf.

I denne undersøkelsen har «fuktighetsklimaet» (nedbør, fordampning) størst interesse. Både i 1984 og 1985 lå nedbørsummen for juni-august på ca. 360 mm eller vel 110 mm over normalen for den meteorologiske stasjonen på Ås. Sommeren 1986 var relativt tørr, med ca. 40 mm under normalen for samme tidsrom. Fordampningen som har mindre årlig variasjon, var betydelig høyere i 1986 enn i de to foregående år.

Nedbørunderskuddet, beregnet på grunnlag av nedbøren på feltet og fordampningen fra fri vassflate (Thorsrud 2500) går fram av fig. 3. Både i 1984 og 1985 var det etter dette tilnærmet vassbalanse gjennom størstedelen av vekstida. I 1986 ble det fra midten av juli bygd opp et nedbørunderskudd som i slutten av juli var på hele 140 mm. Utover høsten var det noe større nedbør enn fordampning.

Ulikhetene i vekstklimaet de enkelt år gjenspeiler seg på plantenes vassfor-





Figur 3. Vassbalanse for årene 1984 - 86 på grunnlag av nedbør og fordampning fra fri vassflate (Thorsrud 2500).

Figure 3. Water balance for the years 1984-86 on the basis of precipitation and evaporation from an open water surface (Thorsrud 2500).

bruk. Resultatene for 1984 og 1985 var nokså like, mens 1986 skiller seg ut med betydelig større fordampning. Ved presentasjon av materialet, som vesentlig er i grafisk form, blir derfor 1984 og 1985 slått sammen, mens 1986 blir vist separat.

## RESULTATER

### Fordampning fra fri vassflate og beregnet fordampning på grunnlag av meteorologiske data (Penman's formel).

Fordampningen fra fri vassflate ble målt i to ulike fordampningsfat, begge med eksponeringsflater på ca 2500 cm<sup>2</sup> og et djup på ca. 50 cm. Det ene (Thorsrud 2500), består av glassfiberarmert polyester, er hvitt og har avlesningsutstyret utenfor karet (Hetager & Lystad 1974). Det andre (IHT 2500) er av stål, har mørk farge og med registreringsutstyret festet direkte på karveggen (Myhr

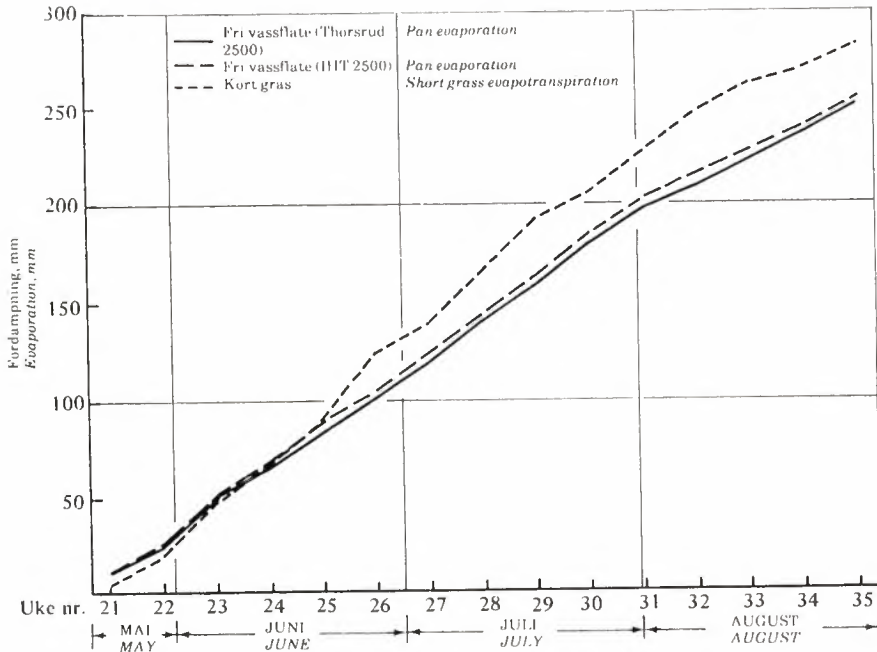
1979). Begge kar står med kanten 4 cm over terrengnivået og er fylt opp med vatn til 4 cm under kanten.

Midlere summasjonskurver for veksttida i årene 1974-75 (fig. 4) viser at de to nevnte målerne viser tilnærmet likt resultat. En svak tendens til noe større fordampning fra IHT 2500 i forhold til Thorsrud 2500 kan skyldes fargeforskjellen. Vassforbruket i et tett grasbestand som ble klipt hver uke, har i alle år vært noen større enn fordampningen fra de to fatene.

For 1986 ble fordampningen fra de to målerne sammenholdt med beregnet potensiell fordampning etter Penman's formel (fig. 5 og 6). Fordampningen dette året var betydelig større enn for de to foregående år, men det innbyrdes forhold mellom de to målerne var noenlunde tilsvarende det i 1984-85.

Beregnet potensiell fordampning etter Penman's formel viser betydelig større verdier enn fordampningen fra karene med fri vassflate. Forskjellen var





Figur 4. Akkumulert midlere fordampning fra fri vassflater og kortklipt gras i 1984-85.

Figure 4. Accumulated average evaporation/evapotranspiration from open water surfaces and short grass in 1984-85.

noenlunde lik gjennom veksttida (fig. 5). I middel var den ca. 40 %. Et par avvik, uke 31 og 34, hvor beregnet potensiell fordampning og målt fordampning fra fri vassflate er tilnærmet like, er noe vanskelig å forklare.

*Potensiell fordampning fra de ulike vekster.*

Som tidligere nevnt ble vassforbruket beregnet på grunnlag av nedbør, tilført og avtatt vatn for å holde konstant grunnvassnivå i karene.

Det ble brukt fire vekster; bygg, gras, potet og kålrot. Sortene var:

- |               |   |
|---------------|---|
| Bygg: 1984-85 | Lisa  |
| Gras:         | Engfrøblanding, 50% timotei, 35 % engsvingel og 15% kløver. |
| 1986          | Raigras.<br>Westerwolth.                                    |

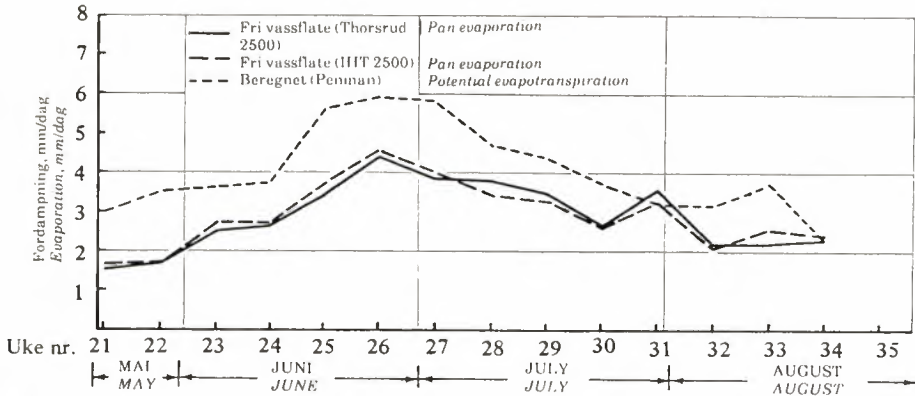
- |         |             |
|---------|-------------|
| Potet:  | Kerrs Pink. |
| Kålrot: | Gry.        |

Gjødsling, så-, sette- og plantetid ble lagt så nært opp til det som er vanlig i praksis. Planteavstand for potet og kålrot ble tilpasset slik at plantene i karene fikk samme areal som ellers på feltet ((0,65 x 0,39) cm).

Midlere daglig fordampning pr. uke og summasjonskurver fra ca. 20. mai (uke 21) og fram til slutten av august (uke 35) går fram av fig. 7, 8, 9 og 10. Som tidligere begrunnet blir det for årene 1984 og 1985 brukt middelverdier, mens resultatet for 1986 blir vist separat.

*Bygg*

Bygget spirte raskt og var den første av vekstene som dekket overflata. Av vekstene som sammenliknes, viser fig. 7 og 8 at bygget har størst fordampning fra



Figur 5. Målt fordampning fra fri vassflater og beregnet potensiell fordampning etter Penman's formel i 1986.

Figure 5. Observed evaporation from open water surfaces and potential evapotranspiration calculated from Penman's formula in 1986.

våren og fram til full aksskyting henimot midten av juli. Fra da av avtar vassforbruk et raskt og i siste del av veksttida (august) bruker bygget betydelig mindre vatn enn de andre vekstene i undersøkelsen. Den sterke nedgangen i vassforbruket må ha sammenheng med modningsprosessen som kommer tidligere hos bygg enn hos de andre vekstene som sammenliknes. Noe legde etter sterke regnskylt både i 1984 og 1986 kan trolig også ha bidratt til noe redusert vassforbruk.

Summasjonskurvene (fig. 9 og 10) viser også det store vassforbruket i første halvdel av veksttida. Fram til måneds-skiftet juli-august var det totale vassforbruket i bygg større enn hos de andre vekstene, spesielt var forskjellen stor i 1986.

Tidligere forsøk viser også at bygg er spesielt følsomt for tørke fra busking til full aksskyting. Noe tørke etter aksskyting ser derimot ikke ut til å redusere kornavlingen (Dragland 1979).

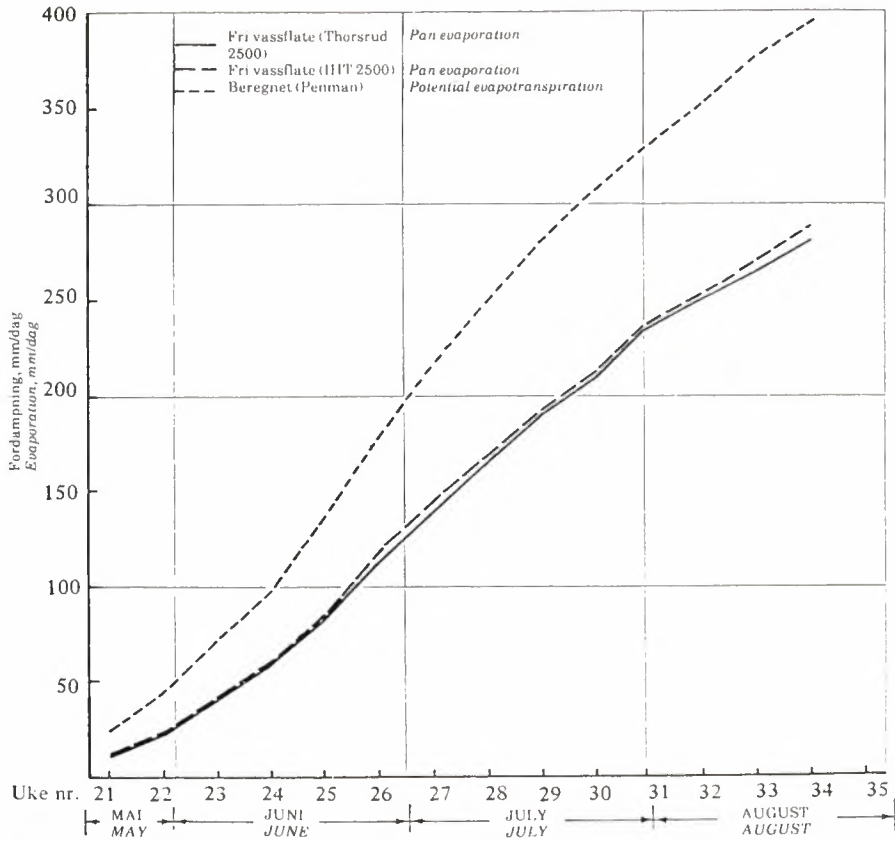
#### Eng

Engfrøblandingen som ble brukt i 1984-85 spirte raskt og i begynnelsen av juni var det en kort, men tett homogen bestand. Vassforbruket steg raskt utover

forsommeren, men det var betydelig lavere enn for bygget (fig. 7). Etter første høsting i slutten av juni (uke 26) var det lenge et meget svakt bestand med sterkt redusert vassforbruk. Etter hvert som graset vokste til, økte dette og i siste halvdel av august var vassforbruket fra enga større enn fra bygget og på høgde med det fra potetene.

Raigraset som ble brukt i 1986 kom også raskt i vekst og hadde stort, men noe lavere vassforbruk enn bygget ut over forsommeren. Det ble høstet to ganger, 30.6 og 6.8. I forhold til de andre vekster gikk vassforbruket sterkt ned etter første høsting men ved annen høsting var denne nedgangen kortvarig og langt mindre.

Summasjonskurvene for 1984-85 viser også tydelig den sterke reduksjon i vassforbruket etter første høsting (fig. 9). Ved utgangen av august var totalforbruket av vatn i enga ca. 100 mm lavere enn for de andre vekstene i forsøket. Den store skilnaden må tilskrives det svake bestandet i lang tid etter første høsting. I praksis vil det neppe være aktuelt å høste første års eng med tilsvarende bestand på et så tidlig tidspunkt.



Figur 6. Akkumulert fordampning fra fri vassflater og beregnet potensiell fordampning etter Penman's formel i 1986.

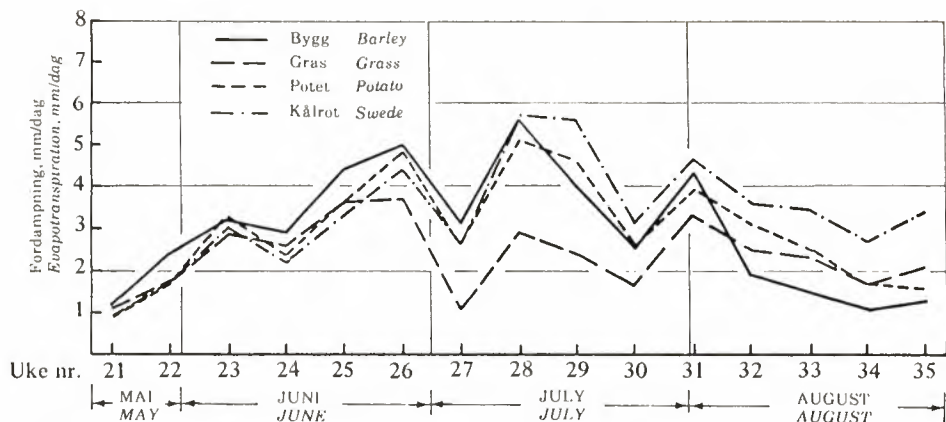
Figure 6. Accumulated evaporation from open water surfaces and potential evapotranspiration from Penman's formula in 1986.

Raigraset som tåler tidlig høsting bedre, viser også at kortklipt gras har betydelig mindre vassforbruk enn langt gras under forhold med intens vekst (fig.8) På grunn av stort vassforbruk på forsommeren og relativt kortvarig nedgang i vassforbruket etter høsting, er det totale vassforbruk i raigrasbestandet fram til slutten av august på noenlunde samme nivå som for de andre vekstene i undersøkelsen (ca. 350 mm).

**Potet**

Potetene hadde alle år spirt i siste uke av mai. Til da var den midlere daglige fordampning ca. 1 mm og tilsvarte for-

dampningen fra bar jord. Auken i vassforbruket utover forsommeren var i alle år mindre enn for bygget. I 1984-85 var det på noenlunde samme nivå som enga, men betydelig lavere enn vassforbruket fra raigraset i 1986. Etter at bladverket var fullt utvokst i første halvdel av juli, hadde potetene et relativt stort vassforbruk som i resten av veksttida lå over både det til bygg og gras. En noe sterkere nedgang i vassforbruket til poteter enn til de andre vekster sist i veksttida må skyldes modningstendenser. Det totale vassforbruk fra ca. 20. mai til utgangen av august lå alle år på 300-350 mm.

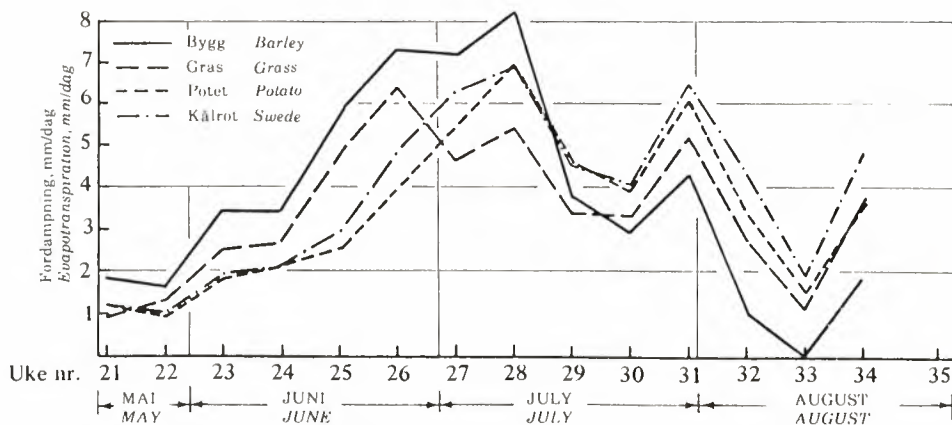


Figur 7. Midlere daglig fordampning fra de ulike vekster i 1984-85.  
 Figure 7. Mean daily evapotranspiration from the various crops in 1984-85.

### Kålrot

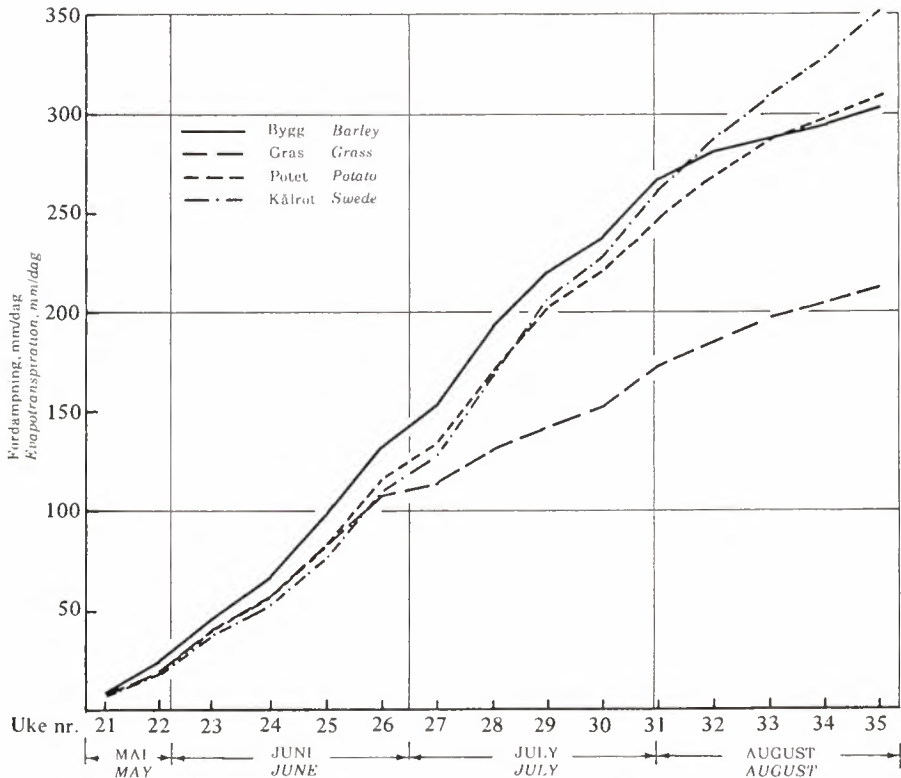
Kålrota ble alle år sådd i pottes og plantet ut på feltet i uke 21 (ca. 20. mai). I forhold til bygg og gras hadde kålrot og potet noenlunde ens og moderat auke i vassforbruket utover försommeren mens bladverket var under utvikling. Etter full bladutvikling i første halvdel av juli har kålrot et betydelig større vassforbruk enn de andre vekstene i undersøkelsen, spesielt var forskjellen stor mot

slutten av veksttida. Det totale vassforbruk i veksttida var i alle år også størst hos kålrot (350-400 mm).



Figur 8. Midlere daglig fordampning fra de ulike vekster i 1986.  
 Figure 8. Mean daily evapotranspiration from the various crops in 1986.





Figur 9. Akkumulert midlere fordampning fra de ulike vekster i 1984-85.

Figure 9. Accumulated mean evapotranspiration from the various crops in 1984-85

### Fordampning fra de ulike vekster i forhold til fordampning fra fri vassflate og begrenset fordampning etter penman's formel

Ved veiledning om vatning er det nå vanlig at plantenes vassforbruk blir relatert til lett målbare størrelser som er avhengig av de samme faktorer som bestemmer plantenes vassforbruk. Både fordampning fra fri vassflate og beregnet fordampning etter Penman's formel blir nyttet.

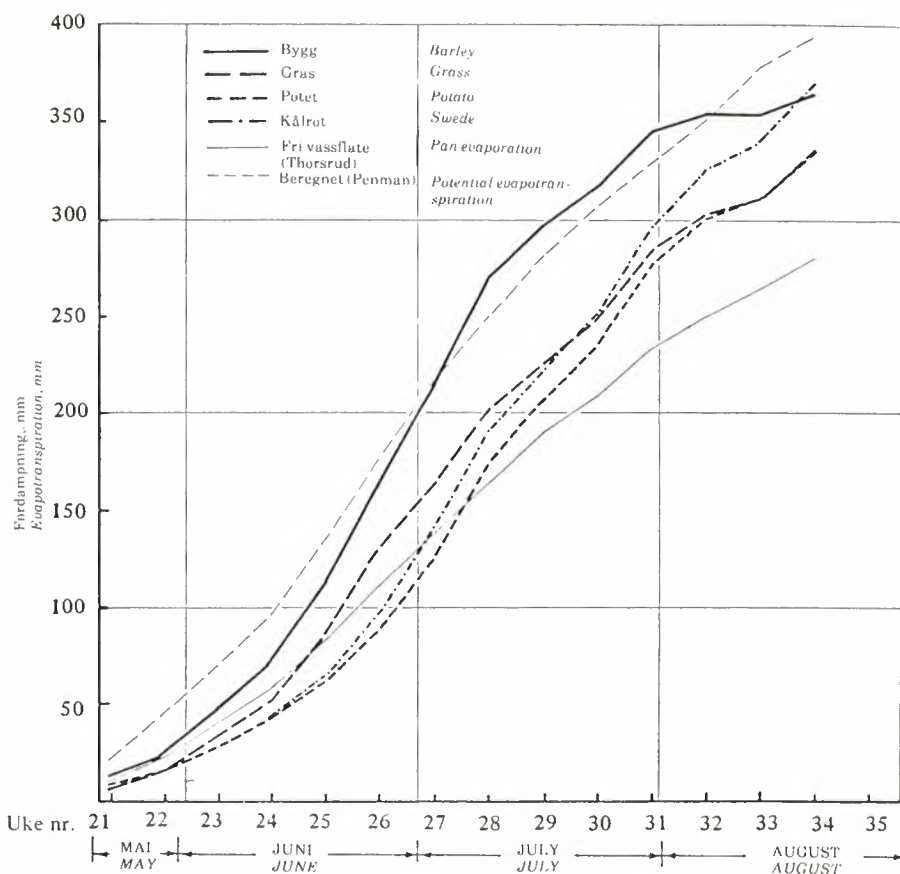
Summasjonskurvene i fig. 6 viser at det i 1986 var betydelig forskjell mellom fordampningen fra fri vassflater (Thorsrud 2500, IHT 2500) og beregnet fordampning på grunnlag av meteorologiske data (Penman). I fig. 10 er disse verdier sammenholdt med målt for-

dampning fra de ulike vekster i undersøkelsen.

Med noe unntak for bygg i juli, er totalt beregnet vassforbruk utover sommeren etter Penman's formel betydelig høyere enn hva som blir målt for vekstene i undersøkelsen. Den relative forskjellen er spesielt stor fra våren før plantene dekker marka.

Totalt målt fordampning fra fri vassflate (Thorsrud 2500) er tidlig i veksttida av noenlunde samme størrelsesorden som fordampningen fra de ulike plantebestand, men utover sommeren auker vassforbruket sterkere fra de ulike vekster enn fordampningen fra vassflata, og mot slutten av veksttida er forskjellen betydelig.

Forholdet mellom målt potensiell fordampning fra de ulike vekster og



Figur 10. Akkumulert fordampning fra de ulike vekster i 1986 sammenholdt med fordampningen fra fri vassflate (Thorsrud 2500) og potensiell fordampning etter Penman's formel.

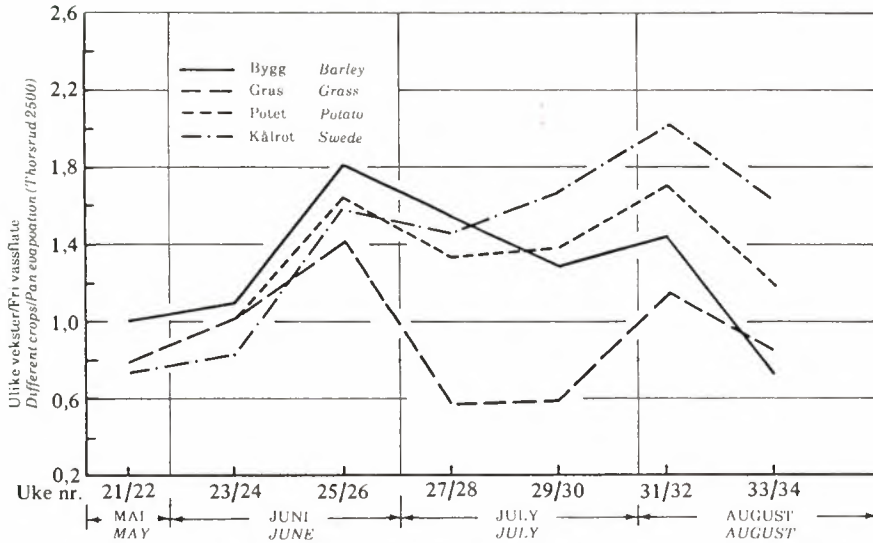
Figure 10. Accumulated evapotranspiration from the various crops compared with evaporation from open water surface (Thorsrud 2500) and potential evapotranspiration from Penman's formula.

Thorsrud 2500 for hver 14. dag i middel for årene 1984-85 og for året 1986 går fram av fig. 11 og 12.

Bygget som raskt kom i vekst hadde allerede i slutten av mai større vassforbruk enn fordampningen fra den fri vassflata. Forholdet tiltar utover sommeren og i månedsskiftet mai-juni synes vassforbruket fra bygg å være 1,6-1,8 ganger fordampningen fra vassflata (fig. 11 og 12). Etter full aksskyting avtar vassforbruket i bygget sterkt, og ved modning i august er det på samme nivå

eller mindre enn fordampningen fra vassflata.

Enga av frøblandingen som ble brukt i 1984 og 1985 hadde beskjedent vassforbruk fra våren, men dette økte raskt etter som bestanden vokste til og ved første høsting i månedsskifte juni-juli var vassforbruket i middel for de to år ca. 1,4 ganger fordampningen fra den fri vassflata. Etter slått var det lenge svak bestand med et vassforbruk i lengre tid delvis betydelig lavere enn fordampningen fra vassflata (fig. 11).



Figur 11. Forholdet mellom fordampning fra de ulike vekster og fordampningen fra fri vassflate (Thorsrud 2500) i middel for hver 14. dag i 1984-85.

Figure 11. The relationship between evapotranspiration from the various crops and evaporation from open water surface (Thorsrud 2500) as an average of every two weeks in 1984-85.

Raigraset i 1986 hadde rask tilvekst og stort vassforbruk ut over forsommeren, og ved første høsting i slutten av juni var vassforbruket her også ca. 1,4 ganger fordampningen fra den fri vassflata. Raigraset tålte høstingene bra og vassforbruket lå i resten av veksttida delvis betydelig over fordampningen fra vassflata (fig. 12).

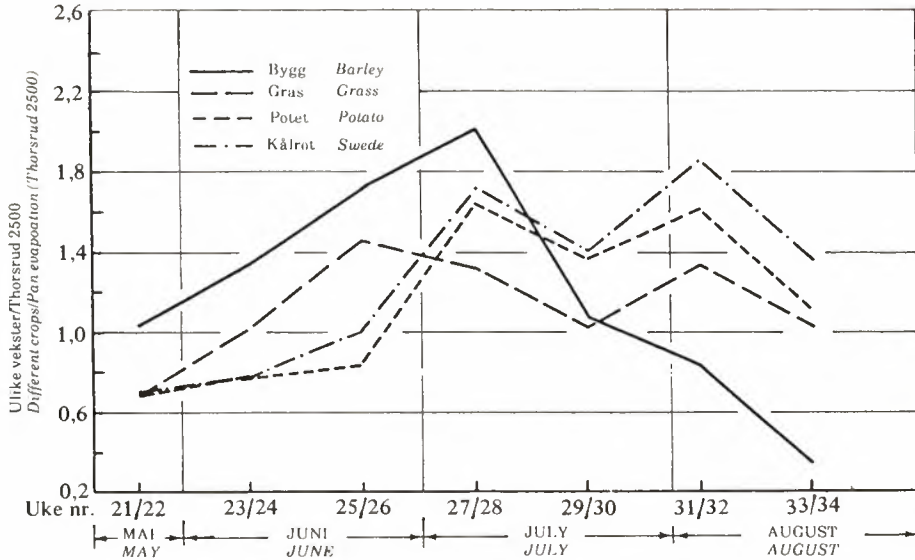
Potet og kålrot hadde fra våren et moderat vassforbruk og fram til midten av juni var vassforbruket alle år mindre enn fordampningen fra vassflata. Etter hvert som plantene økte bladmassen, økte vassforbruket sterkt, og spesielt var vassforbruket stort hos kålrot i siste del av veksttida. Det ble alle år funnet midlere ukeverdier på vel 1,8 ganger fordampningen fra vassflata. Potetene hadde betydelig mindre vassforbruk, men her ble det også gjennom siste halvdel av veksttida registrert midlere ukeverdier i vassforbruket på 1,5-1,6 ganger fordampningen fra vassflata.

En tilsvarende sammenstilling av forholdet mellom vassforbruket til de

ulike vekster og fordampningen beregnet på grunnlag av meteorologiske data (Penman's formel) for året 1986 går fram av fig. 13. Da Penman's formel har gitt betydelig høyere fordampningstall enn de målte verdier fra den fri vassflata (Thorsrud 2500), vil forholdstallene bli tilsvarende lavere, men det innbyrdes forhold mellom de ulike vekstene blir stort sett det samme. Figuren viser at det fram til 1. juli bare er bygget som har kommet opp i et vassforbruk som er større enn fordampningen beregnet etter Penman's formel. Vassforbruket til bygget nådde en topp under aksskyting i første halvdel av juli, forholdstallet var da oppe i 1,5. Fra da av avtar det sterkt til betydelig under «Penmanverdiene».

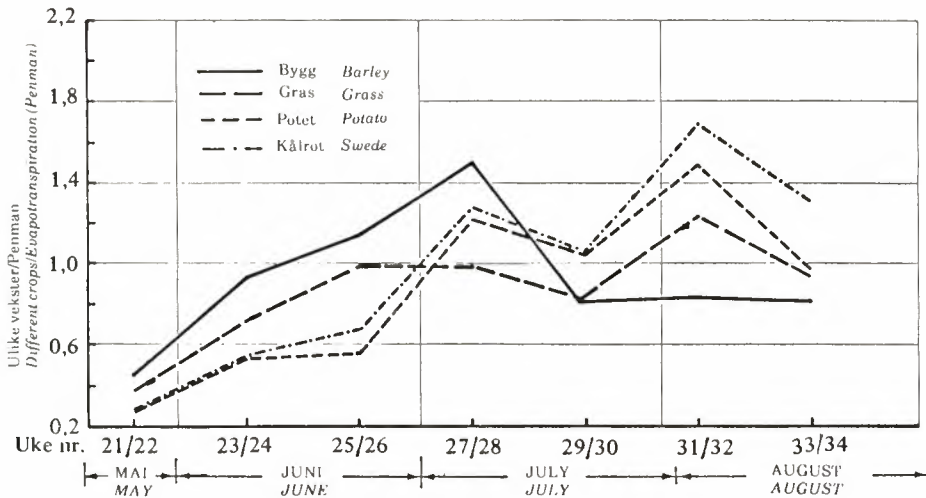
Raigraset har ved første høsting i slutten av juni et vassforbruk tilsvarende de beregnede verdier. Høstingene reduserer vassforbruket og i resten av veksttida avviker forholdstallet ikke særlig mye fra 1.0

Potet og kålrot hadde fram til siste halvdel av juni et vassforbruk som lå



Figur 12. Forholdet mellom fordampning fra de ulike vekster og fordampningen fra en fri vassflate (Thorsrud 2500) i middel for hver 14. dag i 1986.

Figure 12. The relationship between evapotranspiration from the various crops and evaporation from an open water surface (Thorsrud 2500) as an average of every two weeks in 1986.



Figur 13. Forholdet mellom fordampning fra de ulike vekster og potensiell fordampningen etter Penman's formel.

Figure 13. The relationship between evapotranspiration from the various crops and potential evapotranspiration from Penman's formula.



betydelig under de beregnede «Penmanverdier». Plantene hadde da kommet i kraftig vekst og dekket på det nærmeste markoverflata. Vassforbruket økte raskt og i resten av vekst tida lå vassforbruket i lengre perioder på 1,4-1,5 ganger beregnet potensiell fordampning. En skal spesielt merke seg det relativt store vassforbruk hos kålrot utover ettersommeren, hvor forholdstallet i middel for ukene 31/32 lå på ca. 1,7.

## DRØFTING

Undersøkelsen har i første rekke tatt sikte på å kartlegge ulike jordbruksveksters potensielle vassforbruk, samt å finne forholdet mellom dette og lettere målbare størrelser som i vesentlig grad blir bestemt av de samme faktorer. Adgang til slike data og kjennskap til dette forhold, kan gi grunnlag for veiledning om vatning i praksis.

Vatning etter vassregnskap blir stadig mere vanlig. Utgangsmaterialet er nedbøren målt på stedet og fordampningen fra ulike målere eller beregnet potensiell fordampning ut fra meteorologiske data. Ved siden av dette må en ta hensyn til lokale jordbunnsforhold og plantenes utviklingstrinn.

Fordampningen har langt mindre regional variasjon enn nedbøren, og fordampningsdata, målte eller beregnet, fra en klimastasjon eller forsøksgard kan brukes i et forholdsvis stort distrikt hvis de klimatiske forhold ikke avviker særlig mye.

Veiledning om vatning på dette grunnlag er nå vanlig i flere land. Spesielt har en kommet langt i England hvor det idag tilbys slike tjenester både fra offentlig veiledningstjeneste og på komersiell basis. Her i landet har veiledning om vatning på dette grunnlag hittil hatt forholdsvis beskjeden omfang, men det er arbeid i gang med utbygging av en landbruksmeteorologisk tjeneste som også skal distribuere fordampningsdata som grunnlag for vatning i praksis.

Denne undersøkelsen som foreløpig bare omfatter fire vekster og er utført på et sted i relativt kort tid, kan ikke gi direkte anvisninger, men bare antydninger om hvordan tilgjengelige fordampningsdata (Thorsrud 2500, IHT 2500, Penman) kan legges til grunn for praktisk veiledning om vatning.

En skal først merke seg den store forskjellen i fordampning fra fri vassflate (Thorsrud 2500) og beregnet potensiell fordampning etter Penman's formel. Videre skal en være merksam på at det potensielle vassforbruk som er registrert i undersøkelsen trolig er noe høyere enn det aktuelle vassforbruket for de samme vekster under praktiske forhold, selv om det blir holdt gode fuktighetsforhold ved vatning.

Tensiometerobservasjoner viser at uttørkingen av jorda står i forhold til plantenes vassforbruk, og at vatning etter fordampning således skulle være et relevant utgangspunkt for å opprettholde vassbalansen gjennom veksttida. Målingene viser også at forskjellen i vassforbruket mellom de ulike vekster som hittil har gått inn i undersøkelsen er så store at det ved vatning på dette grunnlag bør tas individuelle hensyn til de ulike vekster.

Materialet antyder at det trolig bør brukes noe større vassmengder gjennom veksttida enn hva som tidligere er tilrådd. Det er da viktig at en kjenner jordas infiltrasjonsevne og vasskapasitet for å tilpasse vassmengder og vatningsintervaller for å unngå strukturskader avrenning, og eventuell utvasking.

Tidligere undersøkelser har også vist at det er betydelige forskjeller mellom ulike jordbruksvekster når det gjelder å tåle tørkestress på visse utviklingsstadier uten at det får vesentlige følger for avlingsnivået. Ved vatning etter vassregnskap er det viktig at en også tar hensyn til dette for å tilpasse en økonomisk riktig vatning.

## SAMMENDRAG.

Vassforbruket til bygg, gras, poteter og kålrot ble unersøkt i et feltlysimeter i årene 1984-86. Målingene ble foretatt i lysimeterkar som sto i homogen plantebestand. Vassnivået i karene stod ca. 38 cm under terrengnivået.

Bygg hadde størst vassforbruk av de fire vekstene fram til full aksskyting, deretter avtok dette sterkt. Eng hadde også stort vassforbruk ut over forsommeren. Dette avtok sterkt ved høsting, men økte etter hvert som bestanden vokste til. I poteter og kålrot var det forholdsvis lite vassforbruk, mens plantene var små. Dette økte ut gjennom veksttida og på ettersommeren var det større enn for de andre vekstene. Spesielt hadde kålrot relativt stort vassforbruk i siste del av veksttida.

Sammenholdt med fordampningen fra en fri vassflate og beregnet potensiell fordampning etter Penman's formel, var vassforbruket fra de ulike plantebestand mindre enn disse fra våren. Forholdet endret seg ut over sommeren og i siste halvdel av veksttida var vassforbruket fra flere av vekstene betydelig større enn både målt fordampning fra fri vassflate og beregnet potensiell fordampning etter Penman's formel

## LITTERATUR

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

Hansen, V., 1980. On the problem of estimating rates of potential evapotranspiration. *Meld. Norg. Landbr. Høgsk.* 59(15).

Hetager, S.E. & S.L. Lystad, 1974. Fordampning fra fri vannflate. Den norske komité for Den internasjonale hydrologiske dekadé. Rapport nr. 5, Oslo. 175 s.

Myhr, E., 1969. Undersøkelser av fuktighetsforholdene i to ulike jordprofil ved potensialmålinger. *Meld. Norg. Landbr. Høgsk.* 48(15).

Myhr, E., 1970. Virkningen av tørkeperioder til ulik tid i poteter, bygg og eng. *Meld. Norg. Landbr. Høgsk.* 49(33).

Myhr, E., 1979. Måling av fordampning fra fri vassflate og grasdekke. Institutt for hydroteknikk. Stensiltrykk nr. 9. 6 s.

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

# NORSK LANDBRUKSFORSKING/NORWEGIAN AGRICULTURAL RESEARCH

## RETTLEIING FOR FORFATTARAR

### MANUSKRIPDET

Manuskriptet skal vera maskinskrive på ei side av papiret. Bruk 8 mm lineavstand (3 liner per tomme) og ein marg på minst 3 cm. Lat kvar av dei følgjande bolkane byrja på nytt ark: (1) tittel, (2) utdrag og nøkkelord, (3) teksta, (4) etterord, (5) litteraturliste, (6) tabellar, (7) figurtekster.

Nummerer sidene med 1 på tittelsida.

Artikkelen skal normalt vera delt inn i (1) innleiing, (2) materiale og metodar, (3) resultat, (4) drøfting og (5) samandrag.

Det kan brukast tre gradar av underoverskrifter, som deler opp og klargjer teksta. Artiklane skal vera så korte som råd og vanlegvis ikkje lengre enn 20 manussider medrekna tabellar og figurar. Dei må sendast redaksjonen i to eksemplar.

### TITTELSIDA

På tittelsida skal stå:

1. Tittelen på artikkelen.  
Gjer tittelen presis, men så kort som råd. Undertittel kan brukast, men òg han må vera stutt. Både tittel og undertittel skal vera omsette til engelsk.
2. Ein forkorta tittel, som skal brukast som kolumnetittel, og som ikkje bør vera på meir enn 40 bokstavar.
3. Fullt namn på alle forfattarar.
4. Namn og adresse på institusjonar og/eller avdelingar med fagleg ansvar for granskinga. Institusjonsnamna skal også vera på engelsk.

### UTDRAG OG NØKKELOD

Utdrag og nøkkelord skal vera på engelsk (abstract, key words). Bruk nøkkelord som er lista i Agrovoc. Utdraget skal ikkje vera lengre enn 150 ord. Det skal gi eit kort samandrag av artikkelen med hovudvekt på resultat og konklusjonar og mindre vekt på føremålet med granskinga og metodane. Bruk berre standard forkortingar i utdraget.

Bruk ikkje fleire enn 10 nøkkelord, som skal 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 resultat og konklusjonane i artikkelen.

### TABELLAR

Skriv kvar tabell med 8 mm lineavstand på eige ark. Nummerer tabellane med arabiske tal. Gi kvar tabell ei stutt, men dekkjande tekst så lesaren kan skjønna tabellen utan å sjå i artikkelteksta. Bruk fotnotar til forklaring av forkortingar o.l., og bruk desse symbola i rekkjefølgja: <sup>1</sup>), <sup>2</sup>), <sup>3</sup>), <sup>4</sup>), <sup>5</sup>).

Unngå loddrette og vassrette fimer 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 tala 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. Fotografii 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 skjønleg utan å sjå i artikkelteksta. Alle figurtekstene skal skrivast på eige ark og med engelsk omsetjing.

### LITTERATURLISTINGAR

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 en vist til fleire publikasjonar av same forfattar same året, må ein føya til a, b osv. etter årstalet både i litteraturlista og ved tilvising i teksta.

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

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
- Årstalet etter forfattarnamnet er prentearret for publikasjonen
- Heftenummer vert sett i parentes etter band/argangsnummer. Heftenummer vert teke med berre når kvart hefte byrjar med side 1
- Det skal brukast kolon framfor sidetal for tidskriftartiklar
- Årstal skal nyttast der band/argangsnummer vantar
- Ved tilvising til bok skal forlag og utgjevarstad først opp etter tittelen på boka. Dersom boka har komne i fleire utgaver, skal det står kva for utgåve som er nytta
- Det vert ikkje tilradd å forkorta namnet på publikasjonar. Eventuelle forkortingar bør følgja World List of Scientific Periodicals med tillegg av BUCOP, British Union Catalogue of Periodicals

### FORKORTINGAR

Bruk standard forkortingar. Avstyttingar som ikkje er standard, skal forklarast i teksta første gongen dei vert brukte. Kvantum og einingar skal vera i samsvar med «Système International d'Unités» (SI).

### KORREKTUR

Første korrektur, som er på ferdigmonterte sider, vert sendt til forfattaren, som straks les gjennom og returnerer korrekturen til redaksjonen. Prentefeil skal rettast med blatt og eventuelle endringar som forfattaren gjer, med raudt. Andre korrektur vert lesen av redaksjonen.

### SÆRPRENT

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



Norsk landbruksforskning  
*Norwegian Agricultural Research*  
 Vol. 2 1988 Nr. 1

Innhold/content	Side/Page
Bløt kuldeskade i eplekultivaren 'Aroma' ..... <i>Soft scald in the apple cultivar 'Aroma'</i>	Rolf Landfald ..... 1
Lagring av eplekultivaren 'Aroma' i kontrollert atmosfære ..... <i>Controlled Atmosphere Storage of the Apple Cultivar            'Aroma'</i>	Rolf Landfald ..... 5
Melduggangrep og avling hos bygg ..... <i>Powdery mildew and yield in barley</i>	Magne Nordeng, Hans Stabbetorp & Håkon A. Magnus ..... 15
Sammenheng mellom angrep av grå øyeflekk, byggbrun- flekk og avling i bygg ..... <i>Relationship between attack of leaf blotch, net blotch and            barley yield</i>	Håkon A. Magnus, Hans Stabbetorp & Steinar Helgen ..... 27
Rødkløver i blanding med gras ..... <i>Red clover in mixture with grass</i>	Jorulf Øyen & Knut Aase ..... 41
Ulike jordbruksveksters potensielle vassforbruk ..... <i>Potensial evapotranspiration from different agricultural            crops</i>	Einar Myhr ..... 51

Staten fagtjeneste for landbruket, Moerveien 12, 1430 Ås, Norge  
 Norwegian Agricultural Advisory Centre, Moerveien 12, 1430 Ås, Norge