

4 (4817)

Norsk landbruksforskning

Norwegian Agricultural Research

Vol. 7 1993 Nr. 3-4

NISK, BIBLIOTEKET



70266719

Norsk institutt for landbruksforskning
 13 JAN. 1994
 Høgskoleveien 12, 1432 ÅS



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

NORSK LANDBRUKSFORSKING / NORWEGIAN AGRICULTURAL RESEARCH

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

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

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

Ansvarlig redaktør/*Managing Editor, Margrete Wiig*

Redaksjonsråd/*Editorial Board*

Sigmund Huse, Norges landbrukshøgskole, Institutt for biologi og naturforvaltning

Ådne Håland, Særheim forskingsstasjon

Åshild Krogdahl, Institutt for akvakulturforskning

Karl Alf Løken, Norges landbrukshøgskole, Institutt for tekniske fag

Toralv Matre, Norges landbrukshøgskole, Institutt for husdyrfag

Einar Myhr, Norges landbrukshøgskole, Institutt for tekniske fag

Nils K. Nesheim, Norges landbrukshøgskole, Institutt for økonomi og samfunnsfag

Kjell Bjarte Ringøy, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning

Ragnar Salte, Institutt for akvakulturforskning

Martin Sandvik, Norsk institutt for skogforskning

Hans Sevatdal, Norges landbrukshøgskole, Institutt for planfag og rettslære

Bal Ram Singh, Norges landbrukshøgskole, Institutt for jordfag

Arne Oddvar Skjelvåg, Norges landbrukshøgskole, Institutt for plantekultur

Anders Skrede, Norges landbrukshøgskole, Institutt for husdyrfag

Grete Skrede, Norsk Institutt for næringsmiddelforskning

Kjell Steinsholt, Norges landbrukshøgskole, Institutt for meieri- og næringsmiddelfag

Arne H. Strand, Norges landbrukshøgskole, Institutt for meieri- og næringsmiddelfag

Hans Staaland, Norges landbrukshøgskole, Institutt for biologi og naturforvaltning

Asbjørn Svendsrud, Norges landbrukshøgskole, Institutt for skogfag

Geir Tutturen, Norges landbrukshøgskole, Institutt for tekniske fag

Odd Vangen, Norges landbrukshøgskole, Institutt for husdyrfag

Sigbjørn Vestrheim, Norges landbrukshøgskole, Institutt for hagebruk

Kåre Årsvoll, Statens plantevern/Statens forskningsstasjoner i landbruk

UTGIVER/PUBLISHER

Statens fagtjeneste for landbruket/*Norwegian Agricultural Advisory Service*, Moerveien 12, 1430 Ås, *Norway*. Norsk landbruksforskning/*Norwegian Agricultural Research* (ISSN 0801-5333) blir utgitt med fire hefter pr. år som utgjør et volum. Hvert hefte skal være på ca. 100 sider. Abonnementsprisen er NOK 500,- pr. år. Eventuelle supplementer vil bli sendt gratis til abonnenter, men kan bestilles separat hos utgiveren.

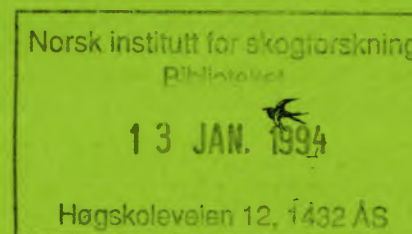
KORRESPONDANSE/CORRESPONDENCE

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

Norsk landbruksforskning

Norwegian Agricultural Research

Vol. 7 1993



Avlingsbestemmelse i beiteforsøk med sau <i>Measurement of yield in grazing experiments with sheep</i>	Markus Pestalozzi	313
Såmengder av bygg og hvete som dekkvekst til hundegrasfrøeng <i>Establishment of cocksfoot (Dactylis glomerata L.) seed crops with cereal companion crops</i>	Gunvald Henning Jonassen	321
Lara, Strandrør <i>Lara, reed canarygrass</i>	Petter Marum & Eli T. Solberg	331
Verdiprøving av selekterte populasjoner og utenlandske sorter engrevehale (<i>Alopecurus pratensis</i> L.) i Nord-Norge <i>Testing of selected populations and foreign varieties of meadow foxtail (Alopecurus pratensis L.) in northern Norway</i>	Kåre Rapp	339

Forfatterindeks/Authors index

Side/Page	Side/Page
Arild Andersen	77
Hilde Bakke	217
Marina Azzaroli Bleken	49
Engebret Dæhlin	27
Lars Olav Eik	21
Jon Furunes	109
Svein O. Grimstad	191
Gunnar Guttormsen	175
Trond Knapp Haraldsen	217
Lars Egil Haugen	57, 65
Ragnar Hillestad	271
Arne Hjeltnes	37
Halldor Hoftun	147
Thor Homb	139
Ådne Håland	191
Tor Jacob Johansen	157
Gunvald Henning Jonassen	321
Einar Knudsen	201
Knut Lindberg	217
Tor Lunnan	57, 65
Kjell Mangerud	87
Petter Marum	331
Torstein Mo	109
Leiv M. Mortensen	1, 235
Einar Myhr	165
Kristen Myhr	201
Per J. Møllerhagen	279
Jon J. Nedkvitne	21
Arnfinn Nes	37
Markus Pestalozzi	297, 313
Kåre Rapp	339
Odd Arne Rognli	271
Alf Reidar Selmer-Olsen	49
Eli T. Solberg	331
Tore E. Sveistrup	217
Arne Sæbo	235, 255
Gudmund Taksdal	255
Erik Torskenæs	271
Harald Volden	21
Samson L. Øpstad	201
Jorulf Øyen	191
Trygve Sveen Aamlid	117
Knut Aastveit	271

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

Norsk landbruksforskning
Norwegian Agricultural Research
Vol. 7 1993

Innhold/Content

Side/Page

Effekter av global CO ₂ -økning på ulike terrestriske økosystemer i Norge <i>Effects of global CO₂ increase on different terrestrial ecosystems in Norway</i>	Leiv M. Mortensen	1	Tilsetning av organiske syrer til smågrisfôr. En oversikt <i>Supplementation of organic acids to piglet rations. A review</i>	Thor Homb	139
Nytt system for energivurdering av fôr til drøvtyggjærer. Normer for geit <i>A new system of energy evaluation of feeds for ruminants. Feeding standards for goats</i>	Lars Olav Eik, Jon J. Nedkvitne & Harald Volden	21	Nedkjøling av gulrot. Verknad på lagringsevne og kvalitet <i>Prestorage of carrots. Effects of storage ability and quality</i>	Halldor Hofstun	147
Avling og kvalitet i hundegras <i>Yield and fodder quality in cocksfoot</i>	Engebret Dæhlin	27	Bekjempelse av kålfluer i kålrot og fôrrops i Nord-Norge <i>Control of the brassica root flies (Delia radicum and D. floralis) in swedes and forage rape in northern Norway</i>	Tor Jacob Johansen	157
Vurdering av 25 utvalde klonar av eplesorten 'Åkerø' <i>Evaluation of 25 clones of the apple cultivar 'Åkerø'</i>	Arntfinn Nes & Arne Hjeltnes	37	Vatning etter nedbørunderskudd <i>Scheduling irrigation based on precipitation deficit</i>	Einar Myhr	165
Variasjon i nitrat- og ammoniumanalyser av frosne jordprøver med lavt innhold av mineral-N <i>Variations in the analyses of nitrate and ammonium content of frozen soil samples with low mineral nitrogen content</i>	Marina Azzaroli Bleken & Alf Reidar Selmer-Olsen	49	Innhold av bly, kadmium og PAH i grønnsaker og bær langs Europavei 18 <i>The content of lead, cadmium and PAH in vegetables and strawberries alongside the E18 motorway</i>	Gunnar Guttormsen	175
Kalk, fosfor og nitrogen til eng i fjell- og dalbygdene på Austlandet <i>Liming, phosphorus and nitrogen treatments to cultivated grassland in southeastern Norway</i>	Tor Lunnan & Lars Egil Haugen	57	Gjødsling til fotballbaner tilsådd med flerårig raigras <i>Fertilizing regimes on soccer pitches sown with perennial ryegrass</i>	Jorulf Øyen, Svein O. Grimstad & Ådne Håland	191
Nitrogen og kalium i timotei, bladfaks og hundegras i fjell- og dalbygdene på Austlandet <i>Nitrogen and potassium fertilizer treatments to timothy, brome grass and cocksfoot in southeastern Norway</i>	Tor Lunnan & Lars Egil Haugen	65	Verknad av våtkompostert og tilsvarande ubehandla blaut storfe gjødsel til eng og grønfôr <i>The effects of wet composted, and corresponding untreated cattle slurry on grassland and green fodder crops</i>	Kristen Myhr, Einar Knudsen & Samson L. Øpstad	201
Effekt av tidlig og sein sprøyting med et fosformiddel, et pyretroid og et karbamat mot havrebladminerflue i bygg <i>Effects of spraying different insecticides against Chromatomyia fuscicola (ZETT.) Dipt., Agromyzidae) in spring barley fields</i>	Arild Andersen	77	Profilering av myrrealer i Vesterålen <i>Grading the surface of peat soils in Vesterålen, northern Norway</i>	Trond Knapp Haraldsen, Hilde Bakke, Tore E. Sveistrup & Knut Lindberg	217
Modellering av effektbehov ved fôr høsting av gras <i>A prediction model for the power requirement of a flail-type forage harvester</i>	Kjell Mangerud	87	Effekter av UV-B stråling på planters fysiologi, vekst og utvikling <i>The influence of UV-B radiation on physiology, growth and development of plants</i>	Arne Sæbø & Leiv M. Mortensen	235
Virkning av kalking på jordreaksjoner i nedbørsrike strøk <i>Effects of liming on soil Ph in an area with high precipitation</i>	Torstein Mo & Jon Furunes	109	Verknader av vind og le på planter i jord- og hagebruk <i>Effects of wind and shelter on plants in agriculture and horticulture</i>	Gudmund Taksdal & Arne Sæbø	255
Høstbehandling i engrappfrøeng <i>Autumn treatment in smooth meadowgrass (Poa pratensis L.) grown for seed</i>	Trygve Sveen Aamlid	117	En ny norsk sort av westerwoldsk raigras, HeWr 8701 <i>A new Norwegian cultivar of westerwold ryegrass, HeWr 8701</i>	Ragnar Hillestad, Odd Arne Rognli, Erik Torskenæs & Knut Aastveit	271
			Nitrogengjødslingas innvirkning på avling og kvalitet i tre potetsorter dyrket på ulike lokaliteter i Norge <i>The influence of nitrogen fertilization on tuber yield and quality in three potato varieties grown at different locations in Norway</i>	Per J. Møllerhagen	279
			Ulike driftsmåter på varig eng og på eng i regelmessig omløp <i>Different management of permanent grassland and leys on arable land</i>	Markus Pestalozzi	297

Effekter av UV-B stråling på planters fysiologi, vekst og utvikling

The influence of UV-B radiation on physiology, growth and development of plants

ARNE SÆBØ¹⁾ & LEIV M. MORTENSEN^{1) 2)}

¹⁾ Statens forskingsstasjoner i landbruk, Særheim forskingsstasjon, Klepp st, Norge

¹⁾ *The Norwegian State Agricultural Research Stations, Særheim Research Station, Klepp st, Norway*

²⁾ Norges Landbrukshøyskole, Institutt for hagebruk, Ås, Norge

²⁾ *Agricultural University of Norway, Department of Horticulture, Ås, Norway*

Sæbø, A. & L.M. Mortensen 1993. The influence of UV-B radiation on physiology, growth and development of plants. Norsk landbruksforskning 7: 235-253. ISSN 0801-5333.

In recent years depletion of the ozone layer, causing enhanced levels of UV-B radiation on the surface of the earth, has increasingly been focused on by scientists and the mass media. The UV-B radiation can cause damage to plants, and thus reduces growth and yield and change morphogenesis. Different sensitivity between species can change the competition within a plant society. Most research has so far been carried out in growth rooms and greenhouses, and only a few experiments have been conducted in natural conditions. Therefore, the knowledge on the performance of different plant species at elevated levels of UV-B radiation in realistic conditions is limited. Studies on perennial plants over several years and studies on the competition between species are urgently needed.

Key words: Anatomy, development, growth, physiology, plants, radiation, UV-B.

Arne Sæbø, Særheim Research Station, N-4062 Klepp st, Norway.

Reduksjon av ozonlaget og økt UV-stråling har vakt stor oppmerksomhet de senere årene (IPPC 1991). Det er utført en god del forskning på effekter av UV-stråling på planter, men litteraturen på området er preget av den metodikken som ble brukt inntil 1980. Senere har man imidlertid innsett at denne metodikken, som anvendte vekstroom og veksthus, ikke ga de samme resultatene som forsøk under mer realistiske forhold utendørs. Det er tatt hensyn til dette forholdet i denne oversiktsartikkelen ved at en har spesielt fokusert på litteratur hvor forsøkene er utført under tilnærmet naturlige forhold.

Som ledd i arbeidet med denne rapporten ble det avlagt besøk ved Universitetet i Lund, Sverige (Prof. L.O. Björn og J.F. Bornman), ved University of Maryland, USA (Prof. A.H. Teramura og J. Sullivan) og ved universitetene i Manchester og Lancaster, England (Prof. T. Callaghan, Dr. D. Jones og Dr. N. Paul). Deltakelse under et status og

strategimøte for framtidig UV-forskning for USA (University of Maryland), ga mulighet for oppdatering av hva som foregikk i USA, hvor det meste av UV-forskningen har foregått.

På basis av diskusjonene under disse besøkene, samt litteraturstudier, er det lagt vekt på å peke på områder hvor det er behov for videre forskning.

NEDBRYTING AV OZONLAGET OG UV-STRÅLING

Det er en direkte sammenheng mellom mengde ozon (O_3) i atmosfæren og hvor mye UV-B stråling som når jordas overflate. Økte utslipp av ozonnedbrytende forbindelser har derfor fått stor oppmerksomhet. Ozonmolekylene absorberer kortbølga stråling i UV-C(200-280 nm) og i UV-B(280-320 nm)-området. Stråling i UV-C-området vil ikke nå bakken selv ved 90% reduksjon av ozonlaget. UV-B-stråling blir bare delvis absorbert, mest ved de korte bølgelengdene.

Produksjon og nedbryting av ozon er en kontinuerlig prosess. Den totale mengden ozon rundt jorda kan bli dannet i løpet av 10 dager (Gislefoss 1989). Produksjonen av O_3 skjer ved at kortbølga stråler bryter bindingene mellom oksygenmolekylene, som deretter kombineres til ozon:



Både nedbryting og oppbygging er betinget av at det finnes andre molekyler som har katalytisk effekt i prosessene. Disse "katalysatorene" er molekyler produsert i naturen, eller forbindelser sluppet ut ved menneskelig aktivitet. Balansen i prosessen ser ut til å være avhengig av disse molekylene, og prosessen kan således bli forrykket mot større nedbryting ved utslipp av de ozonnedbrytende stoffene.

Man mener at klor-fluor-karboner (KFK) står for det meste av nedbrytingen av ozon, men også andre stoffer, samt klimafaktorer er viktige. Ved lave temperaturer i polare stratosfæriske skyer kan nedbrytingen skje svært raskt, og har trolig vært årsaken til at ozonlaget over antarktis har vært redusert opptil 50% om våren ("ozonhullet").

Omtrent 80% av klor som finnes i atmosfæren idag kommer fra antropogene utslipp (Stordal et al. 1992). Brom-forbindelser (Br) er også viktige ved nedbryting av ozon (Fan & Jacob 1992). Brom blir tilført atmosfæren fra haloner i brannslukningsanlegg, og fra metylbromid (CH_3Br), brukt til jorddesinfeksjon og til renhold av lagerrom for landbruksprodukter. I troposfæren er KFK-gassene lite reaktive, men etter en langsom transport ut til stratosfæren blir gassene nedbrutt av fotokjemiske prosesser. Frigitte klormolekyler (Cl og ClO) er svært effektive i å bryte ned ozon til oksygenmolekyler, og klormolekylene kan holde seg i atmosfæren i 40-150 år (Gislefoss 1989). Klor- og brom-molekylene blir stadig nydannet til den formen som er aktiv ved nedbryting av ozon. Hvert molekyl kan dermed bryte ned tusenvis av ozonmolekyler. Det har vært frykt for at store vulkanske utslipp, som fører til dannelse av aerosoler i atmosfæren, kan øke nedbrytingen av stratosfærisk ozon (Brasseur & Granier 1992; Vogelmann et al. 1992), men konklusjonene er ikke entydige (Kerr 1992).

Det er blitt registrert 3-6% reduksjon av ozonlaget per ti-år siden 1979 over Oslo (Stordal et al. 1992). Dette tilsvarer 6-12% økning av UV-B stråling på bakkenivå. Stordal et al. (1992) konkluderte med at vi kan risikere sterk ozonnedbryting om våren de

kommende åra, forutsatt at været er gunstig for slik nedbryting.

Kontroll av utslipp av ozonnedbrytende stoffer har vært vellykket i forhold til de avtalene som er blitt inngått. Selv med stans i utslippene vil likevel konsentrasjonen av KFK-forbindelser øke de kommende 10-åra. Dersom man følger planene om reduksjon i utslippene av KFK, vil innholdet av klor i stratosfæren øke fram til år 2010. Etter det vil nivået bli redusert. Watson et al. (1992) regnet med at utslippene av ozonnedbrytende forbindelser vil gi 10% reduksjon i ozonlaget. Dette vil innebære 20% økning av stråling i UV-B området. Det kan gå 70 år før ozonlaget er i samme stand som da "ozonhullet" over sydpolen ble oppdaget i 1985 (Stordal et al. 1992). Madronich et al. (1991) stipulerte den aktuelle økningen i biologisk aktiv UV-stråling til mellom 5 og 15 % per ti-år, med størst økning nær polene. Ved sydpolen kan enda større økninger forventes. Det er imidlertid stor usikkerhet og uenighet knyttet til prognoser og modeller for utviklingen i ozonlaget.

Høyere konsentrasjoner av karbondioksyd (CO₂) i atmosfæren fører til høyere temperatur i troposfæren, og dette kan føre til lavere temperatur i stratosfæren. Lavere temperatur i denne delen av atmosfæren kan innebære økt ozonnedbryting i de kalde polare stratosfæriske skyene (Austin et al. 1992). Slike forhold kan øke faren for rask nedbryting av ozon over polområdene i et framtidig globalt miljø med høye CO₂ konsentrasjoner. Andre kjemiske forbindelser, forårsaket av menneskelig aktivitet, har enda mye lengre levetid i atmosfæren enn de vanlige KFK-gassene (Ravishankara et al. 1993). Det er i dag vanskelig å se hvilken effekt slike stoffer kan ha i atmosfæren på kort og lang sikt, som enkeltstoffer og i kombinasjon med andre stoffer. Både klima og ozonlaget kan bli påvirket.

Det er stor naturlig variasjon i UV-B nivået over ulike breddegrader og ulike høyder over havet, samt fra årstid til årstid og fra dag til dag. Innen den regionen ris blir dyrket varierer mengden UV-B med en faktor på 2.5 (Bachelet et al. 1991). Variasjonen kommer av forskjeller i atmosfærens tykkelse som strålene passerer før de når bakken, samt av ulik ozonkolonne (mengden av ozon summert over troposfæren og stratosfæren). Det blir dannet mest ozon i atmosfæren nær ekvator, men luftstrømmer fører ozon mot polene, slik at det er minst ozon ved ekvator, og mest rundt polområdene. Ved høye breddegrader er det mest ozon om våren, med avtakende mengde mot høsten. En ny variasjon har kommet til idet man har funnet 'ozonhull' over Antarktis der opptil 50% av ozonlaget har vært brutt ned om våren. Denne reduksjonen av ozonlaget har vært knyttet til atmosfærens innhold av klor og brom, men de klimatiske faktorene er også viktige. I industrialiserte regioner har imidlertid andelen troposfærisk ozon økt, og delvis kompensert for tapet av stratosfærisk ozon (Madronich et al. 1991; Seckmeyer & McKenzie 1992).

Andelen diffus UV-B-stråling på bakkenivå øker fra ca. 50% ved klarvær ved solvinkel 0° (vertikal innstråling), og økende solvinkel øker andelen diffus UV-stråling (Prasad et al. 1986).

UV-strålingen som når bakken kan bli absorbert av biologiske molekyler som DNA, RNA og proteiner. Det oppstår DNA-skader i menneskenes hud etter 15-20 minutter i sola under normale sommerforhold i Norge (G.Volden, pers. meddel.). Det finnes en rekke reparasjons-mekanismer som gjør at dette vanligvis ikke får alvorlige konsekvenser, men mulighetene for varige skader (kreft) øker med dosen av stråling. Effektene på huden hos mennesker har allerede vært studert over lang tid, og bekymringen forbundet med reduserte ozonmengder er stor. Man finner nå en relativt stor økning i tilfeller hudkreft, særlig i

områder der det er mange soltimer.

Det er påvist mer enn 20% reduksjon i algebestanden i havområder rundt Antarktis (Smith et al. 1992). Økt UV-B stråling kan være årsak til at et helt økosystem blir påvirket gjennom negative effekter på første leddet i en viktig næringskjede.

METODIKK I UV-FORSKNINGEN

Det er skrevet oversiktsartikler som rangerer en lang rekke planteslag etter UV-sensitivitet (Krupa & Kickert 1989), og som omtaler responser og mekanismer (Sisson 1986; Teramura 1986, 1991; Bakken 1989; Bornman 1989). Forskning på UV-B og planter før 1980 ble utført i vekstrom og i veksthus. Dette innebar at forsøkene ble utførte i unaturlige miljøer. Resultater fra studier i vekstrom og vekstkamre ble ekstrapolert til å gjelde for planter på friland. Konklusjonene fra forskningen var at plantene ikke tålte naturlige nivå av UV-B. Disse resultatene er dessverre lite relevante for UV-effekter i naturen. Årsakene til lite relevante resultater er å finne i metodikken som ble brukt, spesielt p.g.a. lysforholdene.

Vekstrom og veksthus er kunstige vekstmiljøer, med optimale vann og næringsforhold sammenliknet med feltforhold. Kutikulaen til plantene er tynnere når plantene vokser i regulert klima, sammenliknet med på friland. Ved sammenlikning av sensitiviteten hos 7 plantearter og 21 sorter ved forhold som simulerte 10 og 25% ozonreduksjon observerte Dumpert & Knackert (1985) at omtrent 1/3 av de registrerte karakterene i feltforsøk var forskjellige fra forsøk i veksthus. Teramura (1986) forklarte dette med forskjeller mellom kunstige og naturlige forhold. Han foreslo at det vil være nødvendig å teste UV-sensitiviteten under naturlige forhold, fordi det kan være samspill mellom ulike faktorer som er viktige for plantenes vekst og utvikling.

Høye lysintensiteter er vanskelig å etablere i vekstrom og veksthus. Plantene tolererer bedre høye doser av UV-B under høy fotosyntetisk stråling (PAR) sammenliknet med lav. Lysstyrken i vekstrom har oftest vært 200-500 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Teramura 1986), hvilket er lite sammenliknet med ca. 2000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ved fullt sollys om sommeren i Norge. Reparasjonsmekanismer, etter UV-skader i plantevev, blir indusert først ved høye lysnivå. Glass i veksthus slipper ikke gjennom UV-stråler, og kontrollleddene i veksthusforsøk har derfor ikke vært realistiske. Den samme innvending er blitt brukt mot forsøk i vekstrom, der UV-B stråling ofte har vært helt fraværende i kontrollbehandlingen (Tevini et al. 1991). Teramura & Murali (1986) viste at fire av seks soyabønnesorter hadde dobbelt så høy sensitivitet ved en bestemt UV-dose i veksthus sammenliknet med på friland.

Tilført UV-dose har ofte vært svært høy i forhold til det man kan tenke seg blir aktuelt ved en forventet nedbryting av ozonlaget. Lyskilder som tidligere ble brukt til bestråling av planter hadde for store mengder UV-B, og ofte ble også UV-C tilført. UV-C vil gi store skader i plantevev, selv ved små energimengder i dette området.

Ved tilførsel av UV-B til planter brukes spesifikke filtre for å justere spektralfordelingen fra lampene. Ved sammenlikning av cellulose-di-acetat (kutter ut UV-C) og polyesterfilter (kutter ut UV-B), fant Adamse & Britz (1992a) og Middleton & Teramura (1993) at aldring av filterne påvirket kortbølga UV-A-stråling ulikt. Forfatterne viser til at lamper med polyesterfiltere således ikke kan betraktes som virkelige kontroll-ledd, dersom ikke filterne blir fornyet ofte nok.

Effektene av UV-B på biologiske systemer har vært bestemt ved å lage aksjonsspektrere ut fra reaksjonen hos vev eller organeller under noen få enkelt-bølgelengder. I et naturlig miljø vil spekteret som helhet gi effekt på plantene. Samspill mellom ulike fotoreseptorer er kjent også for prosesser som er viktige ved UV-bestråling av planter (Mohr & Drumm-Herrel 1983).

Konklusjonene fra mange års forskning ser derfor ut til å være av begrenset verdi som basis for å vurdere konsekvensene av økningen av UV-B strålingen i naturen. For å få oversikt over hvilke effekter økt UV-stråling vil få for avling og morfogenese, samt på konkurranseforholdet innen plantesamfunn, vil det derfor være viktig å utføre forskningen i feltforsøk. Det vil her være spesielt viktig å ha god kontroll med UV-doseringen. Tevini et al. (1991) beskriver en metode der ulike doser av UV-B kan bli sammenliknet uten å påvirke resten av lysspekteret. Metoden går ut på å benytte vekstkamre i områder med relativt høye UV-B doser, hvor et kunstig ozonlag blir etablert mellom et dobbeltskikt av plexiglass. Ved å plassere slike kamre i Portugal (39 °N) kunne Tevine et al. (1991) simulere opptil 25% økning av UV-B dosen relatert til planter tilpasset UV-strålingen i Karlsruhe (49° N).

I feltforsøk bør man bruke et system som tilfører et fast prosentvis tilskudd av UV-B-stråling. Dette systemet innebærer at tilskudd av UV-B blir regulert i henhold til skydekke og tid på døgnet. Ved forsøk i vekstom og veksthus bør lysnivået innen det synlige lyset være minst 1000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, og den spektrale sammensetningen av kunstlyset bør være mest mulig lik sollysets.

Det meste av forskningen innen effekter av UV-B stråling har vært gjort på viktige planteslag som hvete, soyabønne og mais. En rekke av de planteslagene som er viktige i Norge er ikke studert.

EFFEKTER AV UV-B PÅ PLANTER

Effekter av UV-B varierer mye mellom arter og med forholdene under forsøkene (Basiouny 1986; Bakken 1989; Teramura et al. 1991; Teramura et al. 1991a, b; Reed et al. 1992; Sullivan et al. 1992; Ziska et al. 1992a). Omtrent halvparten av de 300 plantesortene som er blitt testet for UV-B stråling har vist seg å være sensitive i feltforsøk. Resten av plantene viste enten ingen respons, eller fikk fremmet sin vekst av UV-B stråling. Forsøk under feltforhold omfatter kun 22 arter (Teramura & Sullivan 1991), og av disse har kun fem studier gått over mer enn en vekstsesong, og kun to over mer enn to påfølgende sesonger.

I høyfjellet nær ekvator, hvor UV-B strålingen er sterkest, finnes de mest tolerante plantene (Barnes et al. 1987; Reed et al. 1992; Sullivan et al. 1992; Teramura et al. 1992; Ziska et al. 1992a). Planter har tilpasset seg de dosene som de har i sitt naturlige miljø. Dette kan få konsekvenser for den strategi man velger for foredling av kulturplanter (Reed et al. 1992).

Plantene kan bli påvirket av UV-B hovedsakelig på to måter; med utvikling av DNA skader, eller påvirkning av fysiologiske prosesser. Ikke alle effektene av UV-B er nødvendigvis skader på plantene. Naturlige fotomorfogenetiske prosesser kan være involverte uten at plantenes produktivitet i seg selv blir påvirket. Likevel kan slike effekter være svært viktige.

DNA:

UV-B virker på DNA-molekylene ved at molekylene absorberer UV-stråler. Energien i disse strålene kan bryte bindinger i molekylene, og det kan bli dannet bindinger mellom basetyper i DNA som ikke hører sammen i et normalt DNA-molekyl. Det er funnet flere typer DNA-skader som følge av UV-B, men i **planter** har man ikke funnet andre skader enn dannelse av syklobutan-pyrimidin-dimerer (Stapleton 1992). Bindingene blir ofte raskt brutt ved reparasjons- eller eliminasjonsprosesser. Man regner med at reparasjons-prosessene kan skje gjennom tre forskjellige prosesser (Pang & Hays 1991; Stapleton 1992):

1) Fotoreaktivering skjer ved at fotolyase splitter dimerene. Aktivering av enzymet krever stråler i området 370-450 nm.

2) Eksklusjon av DNA-biter skjer ved at skadde biter av DNA-molekylet blir fjernet og erstattet med nye komponenter for å reetablere det opprinnelige molekylet.

3) Rekombinasjons-reparasjon innebærer at skadde biter av DNA ikke blir dupliserte i de regionene som er skadet. Etter primærduplikasjon skjer ny duplikasjon på grunnlag av den homologe strengen til de delene av DNA som opprinnelig hadde en skade.

Denne siste typen reparasjon skjer ved aktiv celledeling, som hos planter skjer i de delene av en plante som ofte er best beskyttet mot UV-stråler. Få skader i disse plantedelene kan være årsaken til at denne reparasjonstypen ikke er funnet hos planter (Stapleton 1992). Effekter på celledeling kan tenkes å være gjennom påvirkning av cytoskjelettet, der mikrotubuli kan bli skadet (I. Staxén, pers. meddel.). Toleranse mot UV-B kan like gjerne ligge i en bedre evne til å reparere skader av f.eks DNA, som å hindre skader. Derfor kan det være lite relevant å bruke antall DNA-pyrimidin-dimerer som mål på UV-skade (A.H. Teramura, pers. meddel.).

ENZYMER

Enzymene er plantenes katalysatorer for de biokjemiske prosessene som foregår kontinuerlig. Enzymene er proteinmolekyler, og skade på disse ved absorpsjon av UV-B vil kunne redusere effektiviteten i ulike prosesser. Det er funnet effekter av UV-B på destruksjonen av en plasmamembran-ATP-ase i roseceller. Aksjonsspekteret hadde en topp ved 290 nm, og vanlige doser på bakkenivå er nok til å kunne gi skader (Murphy 1983). Det er funnet effekter på innholdet av ribulose-1-5-bisfosfat-karboksylase (Ziska & Teramura 1992b), og dette kan være en av faktorene som gjør at lavere fotosyntese er funnet ved høyere UV-B doser. Effekter av UV-B på dannelse av frie radikaler ble funnet i *in vitro* forsøk med vev fra agurk (C.R. Caldwell, under utarbeiding). Effekter på lipid-peroksydaser var sannsynligvis årsaken til økt peroksydaseaktivitet i sukkerbete etter UV-B eksponering av plantevevet (Panagopoulos et al. 1990). Effekter av peroksydaser kan ha fungert som uskadeliggjøring av frie radikaler. Balakumar et al. (1993) foreslo at superoxid dismutase og -katalase, som ble induert av økt UV-dose, var en del av tilpasningen av plantene til UV-stråling. Enzymene fjerner trolig frie radikaler fra plantevevet.

Enzymer som er viktige tidlig i synteseveien til flavonoider og fytoalexiner (Chalcone synthase og phenylalanin amonia lyase) blir påvirket av UV-B (Stapleton 1992). Dette kan være en direkte effekt på genreguleringen mer enn en effekt på enzymaktiviteten.

PIGMENTER OG FORSVAR MOT UV-SKADER:

Planter har en rekke pigmenter og stoffer som absorberer stråling av ulike bølgelengder. De viktigste pigmentene er klorofyllene og karotenoidene. Av andre fotoreseptorer er fyto-krom den man vet mest om. Flavonoider er fargeløse forbindelser i plantene som absorberer kortbølga stråling (UV-A og UV-B). Det er funnet økt flavonoidinnhold i bladenes epidermisceller som følge av en rekke typer stress. UV-stråling, tørke, næringsmangel og høye lysnivå inducerer økt innhold av disse stoffene (Caldwell et al. 1983; Robberecht & Caldwell 1983; Beggs et al. 1985; Flint & Caldwell 1990; Bornman & Vogelmann 1991; Teramura & Sullivan 1991; Gislefoss et al. 1992). Ulike sorter av soyabønne var lite sensitive overfor UV-B stråling i vekstsesonger der tørke var en viktig faktor (Murali & Teramura 1986a,b). Dersom f.eks tørke fører til høye konsentrasjoner av flavonoider i vevet, kan dette gjøre at plantene blir mer tolerante overfor UV-stråling (Balakumar et al. 1993).

UV-B stråling slipper ikke gjennom plantenes blader, men blir absorbert (Caldwell et al. 1983; Grant 1991). Plantenes "strategi" ser ut til å være å stoppe strålene før de når inn til sensitive cellekomponenter. Det meste av UV-B strålene forsvinner i epidermisvevet (Cen & Bornman 1993). Forbindelser i hår på blader av oliven absorberte sterkt i UV-området (Karabourniotis et al. 1992). Det ble påvist høye konsentrasjoner flavonoider i slike hår, og beskyttelse mot stråling kan være en viktig funksjon til trichomer. Vokslaget på blader av bygg, bønne og agurk økte, og forandret sammensetning etter økt UV-dose til plantene (Steinmueller & Tevini 1985). Sensitivitet overfor UV-stråling var korrelert med innholdet av flavonoider i agurksorter med ulik sensitivitet (Murali & Teramura 1986b). De sensitive sortene hadde muligens ikke nok flavonoider til å filtrere bort skadelig stråling før sensitive cellekomponenter ble påvirket. Økning av fenoler i soyabønne og solsikke ble etterfulgt av en reduksjon av ligniner (Flint & Caldwell 1990). Dette ble tolket som et signal på at shikiminsyre-synteseveien var involvert i reaksjonen på et tidlig trinn.

Planter som vokser i miljøer der det er mye UV-stråling ser ut til å ha et naturlig høyt innhold av flavonoider (Ziska et al. 1992a). Han observerte at planter av samme sort, med opphav fra lave høyder over havet på Hawaii var i stand til å øke innholdet av flavonoider ved økt UV-dose. Det kunne ikke planter av samme art fra store høyder over havet, men disse plantene hadde høye konsentrasjoner av flavonoider selv ved lave stråledoser i UV-B området. Planter som er tilpasset høye doser UV-B, har muligens kontinuerlig full utnyttelse av potensialet for produksjon av UV-absorberende stoffer. Dette kan være kombinert med andre forsvarsmekanismer, som planter fra lavere høyder og fra høyere breddegrader ikke har. Strid & Porra (1992) fant at evnen til å øke syntesen av beskyttende pigmenter var avhengig av at plantene først fikk muligheten til å komme over stresset etter økt UV-dose. Tiden som er nødvendig for å komme seg etter UV-stråling varierer sannsynligvis mellom arter og sorter av planter. Det har ikke alltid vært mulig å korrelere evne til å øke innholdet av flavonoider med toleranse overfor UV-stråling. Tilpasningene kan utgjøre deler av et forsvarssystem, eller forsøkene kan reflektere at plantene har blitt skadet like etter at UV-bestråling har startet, men før innholdet av flavonoider har nådd høyt nok nivå for beskyttelse. Det synes likevel å være gode indisier på at flavonoidene fungerer som et induserbart forsvarssystem mot UV-stråling. Lokaliseringen av flavonoidene i planten kan muligens være avgjørende for den beskyttende effekten (Bornman & Vogelmann 1991).

Økt innhold av klorofyll hos frøplanter av solsikke ble observert ved høyere UV-B-doser dersom målingene ble basert på bladareal, men ikke beregnet på planten som helhet (Tevini et al. 1991). Forfatteren mener årsaken til dette var større bladtykkelse som effekt av økt UV-dose. Dette viser at effektene av UV-B til en viss grad var på den morfogenetiske utviklingen til plantene (Tevini et al. 1991). Bornman og Vogelmann (1991) og Strid & Porra (1992) fant derimot et redusert innhold av klorofyll som følge av UV-B stråling. Påvirkningen skjedde sannsynligvis i et av de siste trinnene i synteseveien (Strid & Porra 1992). Panagopoulos et al. (1990) fant en større effekt på klorofyll a enn på klorofyll b. Dette viser at fotosystemene blir ulikt påvirket. Forandringer av innholdet av pigmenter vil også forandre det interne lysmiljøet i bladene (Bornman & Vogelmann 1991). Dette kan forklare effekter på plantenes vekst og utvikling f.eks. via fotomorfo-genetiske reseptorer.

Andre forsvarssystemer ser også ut til å finnes i planter. I *Abies lasiocarpa* ble det ikke funnet løselige flavonoider i epidermisceller fra planter som viste stor toleranse overfor UV-B (DeLucia et al. 1992). Ferulinsyre, som finnes i nålenes cellevegger, absorberer UV-stråler. Disse forbindelsene kunne muligens erstatte den beskyttende funksjonen som flavonoider har.

Andre kjemiske bestanddeler i plantene kan også være involverte ved beskyttelse og reparasjonsmekanismer. Polyaminene består av en gruppe stoffer som trolig har en rekke viktige funksjoner i plantene. Polyaminer og flavanoider har felles opphav i startpunktet til shikiminsyre-synteseveien. Kramer et al. (1992) fant samspill mellom effekten av økt lysintensitet og økt UV-B på innholdet av polyaminer i soyabønne. Økende UV-B-dose reduserte innholdet av disse stoffene ved den laveste lysintensiteten, mens innholdet av polyaminer var uendret eller økte ved den høyeste lysintensiteten. Det var nødvendig med et balansert lysspektrum for å få en økning i polyaminer. Denne effekten finner vi også for antocyaniner og flavonoider (Drumm-Herrel & Mohr 1983; Beggs et al. 1986), der en blåttlys-reseptor og fytokrom opererer i et samspill. Membranlipider og lipidperoxydering var også påvirket av UV-B i soyabønne (Kramer et al. 1991).

FOTOSYNTESEN

Fotosyntesen består av to store delreaksjoner; lysreaksjonen og mørkereaksjonen (fiksering av CO₂). Lysreaksjonen består av eksitering av klorofyllmolekyler, splitting av vann til O₂ og H⁺ med frigjøring av elektroner, og endelig transport av elektroner til elektronreseptor ved generering av reduktiv kraft (NADPH) og ATP. Disse prosessene foregår i et miljø der proteiner danner de funksjonelle enhetene for energioppsamling og elektrontransport. Inkorporering av CO₂ til karbohydrater består av en rekke biokjemiske reaksjoner, med hver sine spesifikke enzymer til å drive reaksjonene. I alle ledd inngår altså proteiner som viktige enheter, og det er derfor ikke uventet at UV-B har effekter på deler av fotosyntesen. Effektene har vært tolket som skader på enzymer og andre proteiner involvert i splitting av vann. Fotosystem II blir trolig skadet gjennom blokkering av elektrontransporten i reaksjonssentrene (Iwanzik et al. 1983; Bornman 1989; Nedunchezian & Kuandaivela 1991). Dette kan sannsynligvis forklare forandringene i fluorescens-kinetikk som ofte blir påvist etter UV-bestråling av planter (Tevini & Iwanzik 1983; Bornman 1989). Det ser ut

til at fotosyntesen hos C_3 -planter er mer sensitiv enn hos C_4 -planter (Sisson 1986; Bornman 1989). Dette kommer muligens av at fotosynteseapparatet til C_4 -plantene ligger mer beskyttet mot skadelig stråling enn hos C_3 -planter. C_4 planter forekommer også naturlig i områder med relativt mye UV-stråling.

Stomata hos agurk ble sterkt påvirket av UV-B, men ikke hos reddik (Teramura 1986). Denne effekten vil være av stor betydning for fotosyntesen hos de plantene som blir påvirket.

Lysmiljøet inne i bladene vil bli forandret ved UV-bestråling. Blader som er tykkere og med høyere konsentrasjoner av pigmenter p.g.a. UV-bestråling, vil slippe inn lys av lavere intensitet og med en annen spektral sammensetning enn tynne blader som ikke er utsatte for UV-B. Lysets spektralsammensetning påvirker fotosyntesekapasiteten til *in vitro* planter av bjørk og jordbær (Sæbø 1992). Effekter av UV-B stråling på anatomi og morfologi kan føre til endret lysmiljø i bladene, som så forandrer fotosyntesen, uten at det oppstår skader.

Tap av assimilater kan skyldes ekstra energiforbruk til nødvendige reparasjon- og forsvarsprosesser etter UV-B-stråling. Tolerante sorter kan ha evnen til å kompensere for slike tap gjennom økt fotosyntese (Adamse & Britz 1992b). Det vil således kunne være en sammenheng mellom fotosyntese, respirasjon og toleranse overfor UV-stråling (Ziska et al. 1992b).

Påvirkning av membraner og danning av reaktive frie radikaler er også en mulig kilde til negative effekter på fotosyntesen (Tevini et al. 1989; Panagopoulos 1992).

Effekter av høye lysnivå hos bønne var størst når lyset ble gitt før UV-bestråling, sammenliknet med samtidig høye lysnivå og UV-bestråling (Cen & Bornman 1990).

Fotosyntesen hos mais ble redusert ved høyere UV-doser (Tevini et al. 1991). De fant ikke effekter på havreplanter, og mener årsaken til det var at plantene hadde høye konsentrasjoner av flavonoider som beskyttelse mot UV-B stråling. Bornman (1989) viser til studier der fotosyntesen hos UV-eksponerte planter ble påvirket kun hos planter fra høye breddegrader. Plantenes toleranse overfor økt stråling er forskjellig, og det kan være mulig å øke toleransen hos planter gjennom foredling. Seleksjon for UV-B-resistens i kallas av *Beta vulgaris* har gitt regenererte planter med bedret UV-B toleranse (J. Bornman, pers. meddel.).

Indirekte effekter på fotosyntesen kan forventes ved ulik endring av bladareal og lyspersepsjon hos planter i et samfunn der plantene konkurrerer. I en studie av UV-B effekter ved to CO_2 -konsentrasjoner fant Teramura et al. (1990) at høye doser UV-B opphevet effekten av høy CO_2 konsentrasjon. I en senere studie (Ziska & Teramura 1992b) ble effekten tilskrevet redusert regenerering av ribulose-bis-fosfat i en rissort, mens karboksylerings-effektiviteten ble påvirket i en annen sort. Det ble funnet redusert fotosyntese i soyabønne ved økt UV-B-dose med blodutvikling i bakgrunnsbelysning ved $800 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, men ikke ved $1400 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Mirecki & Teramura 1984). Tevini et al. (1991) fant ikke effekter på fotosyntesen når den ble basert på bladarealet hos frøplanter av solsikke. Basert på klorofyllinnhold og på helplantebasis, ble imidlertid fotosyntesen redusert med 9 og 15% ved henholdsvis 18 og 25% økning i UV-dose. Det var ingen effekt på hvete og floghavre av UV-bestråling (Beyschlag et al. 1988), men endringer av strålings- og lysmiljøet påvirket plantenes morfogenese (Rye) et al. 1990). Tykkere blad kan gi et høyere innhold av klorofyll per bladarealenhet, uten netto økning per blad. Siden bladarealet totalt

er mindre, må man regne med at nettoproduksjonen i planten blir redusert. En endret morfogenese kan således forandre effektiviteten til fotosyntesen, og dermed blir også en rekke andre prosesser påvirket. Ulik endring i morfologi hos ulike arter vil kunne endre konkurranseforholdet mellom planteartene, og mellom genotypene innen en art i et plantesamfunn.

MORFOLOGI

Lyskvalitet, temperatur og vind fører til at plantenes strekningsvekst, bladareal og blad-anatomi blir påvirket. Plantenes morfologi er derfor i stor grad plastisk. Forskjeller i bladenes morfologi, som følge av UV-stråling, kan sammenliknes med de forskjellene som finnes mellom sol- og skyggeblader. I to *Brassica* arter og *Medicago sativa* fant Bornman & Vogelmann (1991) 26-45% økning av bladtykkelsen som respons på UV-B stråling. Årsaken til økningen i bladtykkelse var både flere cellelag og endringer i cellenes form. Tykkere blad gjør at sollyset må gå en lengre vei før det når organeller som er sensitive, og som formidler viktige prosesser (f.eks. kloroplastene). Dette kan være en tilpasning for å unngå skadelige effekter av UV-B stråling i viktige deler av bladene (Teramura et al. 1991). En større effekt på C₃-planter enn på C₄-planter støtter en slik hypotese (Bornman 1989; Chen & Bornman 1990).

Redusert strekningvekst ved UV-B stråling kan være knyttet til morfogenetiske reseptorer i plantene, eller til direkte effekter av UV-B.

AVLING

Noen av de mest sensitive artene er funnet innen *Fabaceae*, *Cucurbitaceae* og *Brassicaceae* (Teramura et al. 1991). Tevini et al. (1991) viste at 18-25% økning av UV-dosen reduserte friskvekten og tørrvekten hos frøplanter av solsikke, mais og rug med 10-14%. Kun strekningsveksten ble påvirket hos havre. Effektene på mais var størst på frøplantestadiet. I feltforsøk med to sorter soyabønne ble en sort funnet å være sensitiv, mens den andre var tolerant (Teramura et al. 1991b). Effekter av UV-B ble kamuflert når plantene samtidig ble utsatte for tørkestress og næringsmangel. Forhold som fører til redusert bladareal, tykkere blad og høyere konsentrasjoner av flavonoider vil fungere som beskyttelse mot UV-stråler. Slike responser kan ha vært årsaken til redusert sensitivitet ved tørkestress (Teramura et al. 1990).

EFFEKTER PÅ PLANTESAMFUNN

Reparasjonsprosesser og syntese av beskyttende stoffer har sannsynligvis en kostnadsid i plantene. Det er derfor ikke uventet at veksten til plantene kan bli redusert som følge av økte doser UV-B stråling. Stråling som passerer gjennom plantevev blir påvirket av selektiv absorpsjon og refleksjon i plantevevet (Grant 1991). Strålingsmiljøet er en viktig faktor for produksjon og morfogenese i et plantesamfunn, fordi lysmiljøet er et viktig signal til plan-

tene om de omgivelsene plantene er i. Plantene forandrer raskt sin morfologi når de oppfanger en reduksjon i rødt:mørkerødt (R/MR)-forholdet i lyset. Ballarè et al. (1991) fant maksimal respons overfor redusert R/MR-forhold dersom plantene samtidig var utsatte for mye blått lys. I bestand av planter vil den planten som raskest øker strekningveksten ofte vinne i konkurransen om lyset. Små reduksjoner i bladareal og strekningvekst hos et planteslag kan føre til økt lysresepsjon og tilvekst hos andre arter i samme plantesamfunn. Konkurransforholdet kan således forskyves både mellom arter og mellom genotyper innen samme art (Rozema et al. 1990; Ryel et al. 1990; Staaïj et al. 1993). Redusert strekningsvekst kan føre til forringet kvalitet i tømmer av furu (Teramura & Sullivan 1992). Frisk- og tørrvekt hos floghavre og dyrka hvete ble ikke påvirket av UV-B-stråling hver for seg. Strekningveksten hos floghavre ble imidlertid mindre, og hvete ble derfor mer konkurransedyktig (Beyschlag et al. 1988).

Samspill mellom planter og sykdommer er påvist (Orth et al. 1990). Sukkerbete ble sterkere angrepet av soppsykdom dersom inokulasjon skjedde ved høy UV-B-dose (Panagopoulos et al. 1992). En utsatt aldring og gulning hos blad av trær har vært observert ved høyere doser UV-B. Denne effekten har man også observert ved å sprøyte med fungicider på bladene sent om høsten (N. Paul, pers. meddel.). Effekten av UV-B kan ha vært gjennom å redusere angrepet fra mikroorganismer som lever på bladene. Endringer i forholdet mellom planter og insekter vil heller ikke være uventet å finne, da flavonoider er viktige i spillet mellom planter og herbivorer (Teramura & Sullivan 1991). Slike forskyvninger av konkurransforholdene mellom plante og skadeorganisme, og mellom forskjellige planteslag, kan tenkes å bli et resultat av økt UV-B-dose. Lite er kjent når det gjelder samspill mellom ulike organismer.

Ved høyere konsentrasjoner av CO₂, forventes en saktere omdanning av organisk materiale som følge av et høyere innhold av ligniner. Nedbrytingen av ligniner blir muligens økt av UV-B (T. Callaghan, pers. meddel.). Betydningen av nedbryting av organisk materiale er viktig for dannelse av ulike edafiske miljøer og for det globale CO₂-budsjettet. Det er behov for videre studier av dette forholdet under våre klimaforhold.

EFFEKTER AV FLERE TYPER STRESS SAMTIDIG

Additive effekter av flere typer stress kan nå et nivå der summen av alle negative faktorene som virker på plantene kan gi alvorlige konsekvenser (S. Britz, pers. meddel.). Eksempler på slike typer stress kan være sur nedbør, UV-stråling, ozon, frostskafer og saltskafer. Det er etterhvert godt kjent at plantene er mer sensitive overfor UV-stråler ved lave lysnivå. Blad i sterkt lys var tykkere, med høyere flavonoidkonsentrasjoner, og UV-B stråling hadde liten effekt på fotosyntesen hos disse bladene sammenliknet med skyggeblad (Teramura 1986).

Ved UV-eksponering av agurk og reddik samtidig med tørkestress, ble det funnet en synergistisk effekt på flavonoidinnholdet hos reddik, men ikke hos agurk.

I en studie med gras fra saltholdige våtmarksområder i Holland, fant Staaïj et al. (1993) at UV-B hemmet fotosyntese og vekst, men at høyere CO₂-nivå kunne kompensere for deler av tapet som skjedde ved høye UV-B-doser. CO₂-konsentrasjonen forandret imidlertid ikke de morfogenetiske effektene av UV-B. I en studie med *Pinus taeda* fant Sullivan

et al. (under utarbeiding), at økt UV-B-dose reduserte biomasseproduksjonen med 12% både ved høy og lav CO₂-konsentrasjon. Ved høy CO₂-konsentrasjon forårsaket UV-B-stråling at en relativt større andel av assimilatene ble allokert til rotvekst, mens ved normal CO₂ konsentrasjon ble en større andel allokert til skuddvekst. Dette ble tolket som samspill mellom CO₂-konsentrasjon og UV-B-stråling.

Under norske forhold kan andre kombinasjoner av stress være viktige. En plante som allerede er skadet av frost kan muligens reagere mer på høye doser UV-B stråling enn uskadde planter.

AKTUELLE FORSKNINGSSOPPGAVER

Det skjer en oppbygging av UV-forskningen bl.a. i England. I USA vil 6-10 målestasjoner for UV-overvåking bli plassert ut i ulike deler av landet. Forskningen på området UV-B er relativt kostbar fordi utstyrskravet er stort. Det er tildels stor uenighet blant plantebiologer hvorvidt UV-B vil være av betydning for plantenes vekst og utvikling. Etter et status- og strategimøte for den samla UV-forskningen i USA (Maryland, 22. januar -93), ble det konkludert med at man vet for lite om de reelle responsene både i naturlige økosystemer og innen jordbruket.

Det synes være viktig å starte forskning for å klarlegge om UV-effekter kan forventes innen landbruket og i naturlige økosystemer under norske forhold. For å få klare svar på de spørsmålene man stiller vil det være svært viktig å være klar over de fallgruver som finnes ved valg av metodikk (A.H. Teramura, pers. meddel.).

På grunn av en mulig rask nedbryting av ozonlaget, vil det være viktig å kunne gi informasjon om mulige UV-effekter så snart som mulig. Dette innebærer at screening for UV-sensitivitet vil være et viktig startpunkt for forskningen. Det er ønskelig å studere effektene av UV-B på de viktigste plantene innen jord- og hagebruk.

Det er stort behov, også internasjonalt, for å få utført flerårige forsøk med eksponering av planter med økte UV-doser. Akkumulerte skader kan være viktige i flerårige planter som er svært viktige elementer i de fleste økosystemer, med både insekter, dyr og mennesker som avhengige organismer.

Under norske forhold er andelen diffus UV-stråling større enn den direkte UV-strålingen. Det er ikke gjort grundige studier av samspillet mellom lysnivå, andelen av diffus stråling og sensitivitet under naturlige forhold. Det kan være viktig å finne ut om det er økende sensitivitet ved avtakende lysmengde i et plantebestand.

Daglengdeforhold, tynt ozonlag om våren, stor andel diffus stråling og lave temperaturer er eksempler på viktige faktorer som burde vært nærmere undersøkt i forbindelse med økt UV-stråling under norske forhold. De indirekte effektene av UV-B kan vise seg å være mer viktige enn den direkte effekten (A.H. Teramura pers. meddel.).

REFERANSER

Adamse, P. & S.J. Britz 1992a. Spectral quality of two fluorescent UV sources during long-term use. *Photochemistry and Photobiology* 56(5): 641-644.

- Adamse, P. & S.J. Britz 1992b. Amelioration of UV-B damage under high irradiance. In: Role of photosynthesis. Photochemistry and Photobiology 56(5): 645-650.
- Austin, J., N. Butchart & K.P. Shine 1992. Possibility of an arctic ozone hole in a double-CO₂ climate. Nature 360: 221-225.
- Bachelet, D., P.W. Barnes, D. Brown & M. Brown 1991. Latitudinal and seasonal variation in calculated ultraviolet-B irradiance for rice-growing regions of Asia. Photochemistry and Photobiology 54(3): 411-422.
- Bakken, A.K. 1989. Potential effects of ultraviolet B-radiation on plants and plant production in the north. Norwegian Journal of Agricultural Sciences 3: 79-84.
- Balakumar, T., V.H. Babu & K. Paliwal 1993. On the interaction of UV-B radiation (280-315 nm) with water stress in crop plants. Physiologia Plantarum 87: 217-222.
- Ballaré, C.L., A.L. Scopel & R.A. Sanchez 1991. Photocontrol of stem elongation in plant neighborhoods: Effect of photon fluency rate under natural conditions of radiation. Plant Cell and Environment 14: 57-65.
- Barnes, P.W., S.D. Flint & M.M. Caldwell 1987. Photosynthesis damage and protective pigments in plants from a latitudinal arctic/alpine gradient exposed to supplemental UV-B radiation in the field. Arctic and Alpine Research, 19: (1) 21-27.
- Basiouny, F.M. 1986. Sensitivity of corn, oats, peanuts, rice, rye, sorghum, soybean and tobacco to UV-B radiation under growth chamber conditions. Journal of Agronomy and Crop Science, 157: 31-35.
- Beggs, C.J., A. Stolzer-Jehle. & E. Wellmann 1985. Isoflavonoid formation as an indicator of UV stress in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) leaves. Plant Physiology 79: 630-634.
- Beyschlag, W., P.W. Barnes, S.D. Flint & M.M. Caldwell 1988. Enhanced UV-B irradiation has no effect on photosynthetic characteristics of wheat (*Triticum aestivum* L.) and wild oat (*Avena fatua* L.) under greenhouse and field conditions. Photosynthetica 22(4): 516-525.
- Bornman, J.F. & T.C. Vogelmann 1991. Effect of UV-B radiation on leaf optical properties measured with fibre optics. Journal of Experimental Botany 42(237): 547-554.
- Bornman, J.F. 1989. Target sites of UV-B radiation in photosynthesis of higher plants. Journal of Photochemistry and Photobiology, B; Biology, 4: 145-158.
- Brasseur, G. & C. Granier 1992. Mount Pinatubo aerosols, chlorofluorocarbons, and ozone depletion. Science vol. 257: 1239-1241.

Caldwell, M.M., R. Robberecht & S.D. Flint 1983. Internal filters: Prospects for UV-acclimation in higher plants. *Physiologia Plantarum* 58: 445-450.

Cen Y-P. & J.F. Bornman 1990. The response of bean plants to UV-B radiation under different irradiances of background visible light. *Journal of Experimental Botany* 41(232): 1489-1495.

Cen, Y-P & J.F. Bornman 1990. Response of C₃ and C₄ plants to enhanced UV-B radiation and different visible light irradiances. Seventh congress of the Federation of European Societies of Plant Physiology, 1990. *Physiologia Plantarum* 79: (2 part 2) A116.

Cen Y-P. & J.F. Bornman 1993. The effect of exposure to enhanced UV-B radiation on the penetration of monochromatic and polychromatic UV-B radiation in leaves of *Brassica napus*. *Physiologia Plantarum* 87: 249-255.

DeLucia, E.H., T.A. Day & T.C. Vogelmann 1992. Ultraviolet-B and visible light penetration into needles of two species of subalpine conifers during foliar development. *Plant, Cell and Environment* 15: 921-929.

Dumpert, K. & T. Knacker 1985. A comparison of the effects of enhanced UV-B radiation on some crop plants exposed to greenhouse and field conditions. *Biochemische Physiologi in Pflanzen* 180: 599-612.

Fan, S-M., & D. J. Jakob 1992. Surface ozone depletion in arctic spring sustained by bromine reactions on aerosols. *Nature* 359:522-524.

Flint, S.D. & M.M. Caldwell 1990. Enhanced ultraviolet-B radiation effects on plant secondary chemistry. *Ecological Society of America* 71(2): 153-154.

Gislefoss, J.S. 1989. En studie av stratosfærens ozon. Prosjektoppgave. Laboratoriet for radiologisk datering, Norges tekniske høgskole.

Gislefoss, J.S., B. Kjeldstad & A.K. Bakken 1992. Optical properties of the epidermis of leek (*Allium ampeloprasum* L.) and cabbage (*Brassica oleracea* L.) after enhanced ultraviolet-B radiation. *Acta Agriculturae Scandinavica, Sect. B, Soil and Plant Science* 42: 173-176.

Grant, R.H. 1991. Agroclimatology and modeling. Ultraviolet and photosynthetic bands: Plane surface irradiance at corn canopy base. *Agronomy Journal* 83: 391-396.

IPPC 1990. Globale klimaendringer. Rapport fra FN's klimapanel. Miljøverndepartementet 1990.

Iwanzik, W., M. Tevini, G. Dohnt, M. Voss, W. Weiss, P. Gräber & G. Renger 1983. Action of UV-B radiation on photosynthetic primary reactions in spinach chloroplasts.

Physiologia Plantarum 58: 401-407.

Karabourniotis, G., K. Papadopoulos, M. Papamarkou & Y. Manetas 1992. Ultraviolet-B radiation capacity of leaf hairs. *Physiologia plantarum* 86: 414-418.

Kerr, R.A. 1992. Pinatubo fails to deepen the ozone hole. *Science* 258: 395.

Kramer, G.F., H.A. Norman, D.T. Krizek & R.M. Mirecki 1991. Influence of UV-B radiation on polyamines, lipid peroxidation and membrane lipids in cucumber. *Photochemistry* 30(7): 2101-2108.

Kramer, G.F., D.T. Krizek & R.M. Mirecki 1992. Influence of photosynthetically active radiation and spectral quality on UV-B-induced polyamine accumulation in soybean. *Phytochemistry*, 31(4): 1119-1125.

Krupa, S.V. & R.N. Kickert 1989. The greenhouse effect: Impacts of ultraviolet-B (UV-B) radiation, carbon dioxide (CO₂), and ozone (O₃) on vegetation, edited by J.P. Dempster & W.J. Manning. *Environmental Pollution* 61: 263-393.

Madronich, S., L.O. Björn, M. Ilyas & M.M. Caldwell 1991. Changes in biologically active radiation reaching the earth's surface. In: *Environmental Effects of Ozone Depletion: 1991 update*. Panel report pursuant to article 6 of the Montreal protocol on substances that deplete the ozone layer. Under the auspices of the United Nation Environment Program (UNEP).

Middleton, E.M. & A.H. Teramura 1993. Potential errors in the use of cellulose diacetate and mylar filters in UV-B radiation studies. *Photochemistry and Photobiology*. 57(4): 00-00.

Mirecki, R.M. & A.H. Teramura 1984. Effect of ultraviolet-B irradiance on soybean. *Plant Physiology* 74: 475-480.

Mohr, H. & H. Drumm-Herrel 1983. Coaction between phytochrome and blue/UV light in anthocyanin synthesis in seedlings. *Physiologia Plantarum* 58: 408-414.

Murali, N.S. & A.H. Teramura 1986b. Intraspecific differences in *Cucumis sativus* sensitivity to ultraviolet-B radiation. *Physiologia Plantarum* 68: 673-677.

Murali, N.S. & A.H. Teramura 1986a. Effects of supplemental ultraviolet-B radiation on the growth and physiology of field-grown soybean. *Environmental and Experimental Botany* 26(3): 233-242.

Murphy, T.M. 1983. Membranes as targets of ultraviolet radiation. *Physiologia Plantarum* 58: 381-388.

Nedunchezian N. & G. Kulandaivelu 1991. Evidence for the ultraviolet-B (280-320 nm) radiation induced structural reorganization and damage of photosystem II polypeptides in isolated chloroplasts. *Physiologia Plantarum* 81: 558-562.

Orth, A.B., A.H. Teramura & H.D. Sisler 1990. Effects of ultraviolet-B radiation on fungal disease development in *Cucumis sativus*. *American Journal of Botany* 77(9): 1188-1192.

Panagopoulos, I. 1992. Effects of ultraviolet radiation on *Hibiscus rosa-sinensis*, *Beta vulgaris* and *Heliantus annuus*. Thesis, Department of Plant Physiology, University of Lund, Sweden. LUNBDS/NBFB-1025/1-39/1992, ISBN 91-971353-4-8.

Panagopoulos, I., J.F. Bornman & L.O. Björn 1992. Responses of sugar beet plants to ultraviolet-B (280-320 nm) radiation and *Cercospora* leaf spot disease. *Physiologia Plantarum* 84:140-145.

Panagopoulos, I., J.F. Bornman & L.O. Björn 1990. Effects of ultraviolet radiation and visible light on growth, fluorescence induction, ultra-weak luminescence and peroxidase activity in sugar beet plants. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. 8:73-87.

Pang, Q. & J.B. Hays 1991. UV-B-inducible and temperature-sensitive photoreactivation of cyclobutane pyrimidine dimers in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Physiology* 95(2): 536-543.

Prasad, B.S.N., N.Muralikrishnan & H.B. Gayathri 1986. Seasonal variation of atmospheric particulates and scattering of UV-B radiation. IGBP report 18: 126-129, Stockholm 1986.

Ravishankara, A.R., S. Solomon, A.A.Turnipseed & R.F.Warren 1993. Atmospheric lifetimes of long-lived halogenated species. *Science* 259: 194-199.

Reed, H.E, A.H. Teramura & W.J. Kenworthy 1992. Ancestral U.S. Soybean cultivars characterized for tolerance to ultraviolet-B radiation. *Crop Science* 32(5): 1214-1219.

Robberecht, R., & M.M. Caldwell 1983. Leaf optical properties of *Rumex patientia* L. and *Rumex obtusifolia* L. in regard to a protective mechanism against solar UV-B radiation injury. In: R.C. Worrest & M.M. Caldwell (eds.). *Stratospheric Ozone Reduction: Solar Ultra Violet Radiation and Plant Life*. NATO ASI Series. Springer Verlag.

Rozema, J., G.M. Lenssen & J.W.M. van de Staaij 1990. The combined effect of increased atmospheric CO₂ and UV-B radiation on some agricultural and salt marsh species. In: *The Greenhouse Effect and Primary Productivity in European Agro-ecosystems*. Proceedings of the International Workshop on Primary Productivity of European Agriculture and the Greenhouse Effect, Wacheningen, Netherlands, 5-10 April.

- Ryel, R.J., P.W. Barnes, W. Beyschlag, M.M. Caldwell & S.D. Flint 1990. Plant competition for light analyzed with a multispecies canopy model. *Oecologia* 82: 304-310.
- Seckmeyer, G. & R.L. McKenzie 1992. Increased ultraviolet radiation in New Zealand (45°S) relative to Germany (48°N). *Nature* 359: 135-137.
- Sisson B.W. 1986. Effect of UV-B radiation on photosynthesis. In: Nato Advanced Research Workshop on the Impact of Solar Stratospheric Ozone Reduction, Solar Ultraviolet Radiation, NATO ASI series, Ecological Series Vol. G8: 161-169.
- Smith, R.C., B.B. Prezelin, K.S. Baker, R.R. Bidigare, N.B. Bucher, T. Coley, D. Karentz, S. MacEntyre, H.A. Matlick, D. Menzies, M. Undersek, Z. Wan & K.J. Waters 1992. Ozone depletion: Ultraviolet radiation and phytoplankton biology in Antarctic waters. *Science* 255: 952-959.
- Stapleton A.E. 1992. Ultraviolet radiation and plants: Burning Questions. *The Plant Cell* 4: 1353-1358.
- Steinmueller, D. & M. Tevini 1985. Action of UV-B radiation upon cuticular waxes in some crop plants. *Planta* 164(4): 577-564.
- Stordal, F., G.O. Braathen & A. Dahlback 1992. Overvåking av ozonlaget, et norsk og et globalt perspektiv. NILU OR 53/92, O-8985, ISBN 82-425-0392-3.
- Staaïj, J.W.M. van, G.M. Lenssen, M. Stroetenga & J. Rozema 1993. The combined effects of elevated CO₂ levels and UV-B radiation on growth characteristics of *Elymus athericus* (= *E. pycnanathus*). In: J. Rozema, H. Lambers, S.C. Van De Geijn & M.L. Cambridge (eds.), CO₂ and Biosphere, *Vegetatio* 104/105: 433-439.
- Strid, Å. & R.J. Porra 1992. Alterations in pigment content in leaves of *Pisum sativum* after exposure to supplementary UV-B. *Plant Cell Physiology* 33: 1015-1023.
- Sullivan, J.H., A.H. Teramura & L.H. Ziska 1992. Variation in UV-B sensitivity in plants from a 3,000-m elevational gradient in Hawaii. *American Journal of Botany* 79(7): 737-743.
- Sullivan, J.H. & A.H. Teramura 1992. The effect of ultraviolet-B radiation on loblolly pine. *Trees* 6: 115-120.
- Sæbø, A. 1992. Influence of light quality on *in vitro* cultures of birch (*Betula pendula* Roth.), strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.) and apple (*Malus x domestica* Borkh.). Dr. Scientiarum Thesis 1992:23, Institutt for hagebruk, Norges landbrukshøgskole, postboks 5022, 1432 Ås.
- Teramura, A.H. 1986. Interaction between UV-B radiation and other stresses in plants.

NATO ASI Series G, Ecological Sciences 8: 327-343.

Teramura, A.H. 1990. Implications of stratospheric ozone depletion upon plant production. *Horticultural Science* 25(12): 1557-1560.

Teramura, A.H., M. Tevini, J.F. Bornman, M.M. Caldwell, G. Kulandaivelu & L.O. Björn 1991. Terrestrial plants. In: *Environmental Effects of Ozone Depletion: 1991 update*. Panel report pursuant to article 6 of the Montreal protocol on substances that deplete the ozone layer. Under the auspices of the United Nation Environment Program (UNEP). Teramura, A.H., Nato ASI (Advanced Study Institute) Series Series G. Ecological sciences 1986, V8 pp. 327-343.

Teramura, A.H., L.H. Ziska & J.H. Sullivan 1992. Ecotypic differentiation in UV-B radiation sensitivity for plants collected along an elevational gradient in Hawaii. *Buletin of the Ecological Society of America* 012-9623: 73:2: Suppl.

Teramura, A.H. & J.H. Sullivan 1991. UV-B radiation and plant productivity: field studies on soybean and loblolly pine. *Current Topics in Plant Biochemistry and Physiology* 10: 1-12.

Teramura, A.H., L.H. Ziska & A.E. Szein 1991a. Changes in growth and photosynthetic capacity of rice with increased UV-B radiation. *Physiologia Plantarum* 83: 373-380.

Teramura, A.H., J.H. Sullivan & L.H. Ziska 1990. Interaction of elevated ultraviolet-B radiation and CO₂ on productivity and photosynthetic characteristics in wheat, rice and soybean. *Plant Physiology* 94: 470-475.

Teramura, A.H. & N.S. Murali 1986. Intraspecific differences in growth and yield of soybean exposed to ultraviolet-B radiation under greenhouse and field conditions. *Environmental and Experimental Botany* 26(1): 89-95.

Tevini, M. & W. Iwanzik 1983. Inhibition of photosynthetic activity by UV-B radiation in radish seedlings. *Physiologia Plantarum* 58: 395-400.

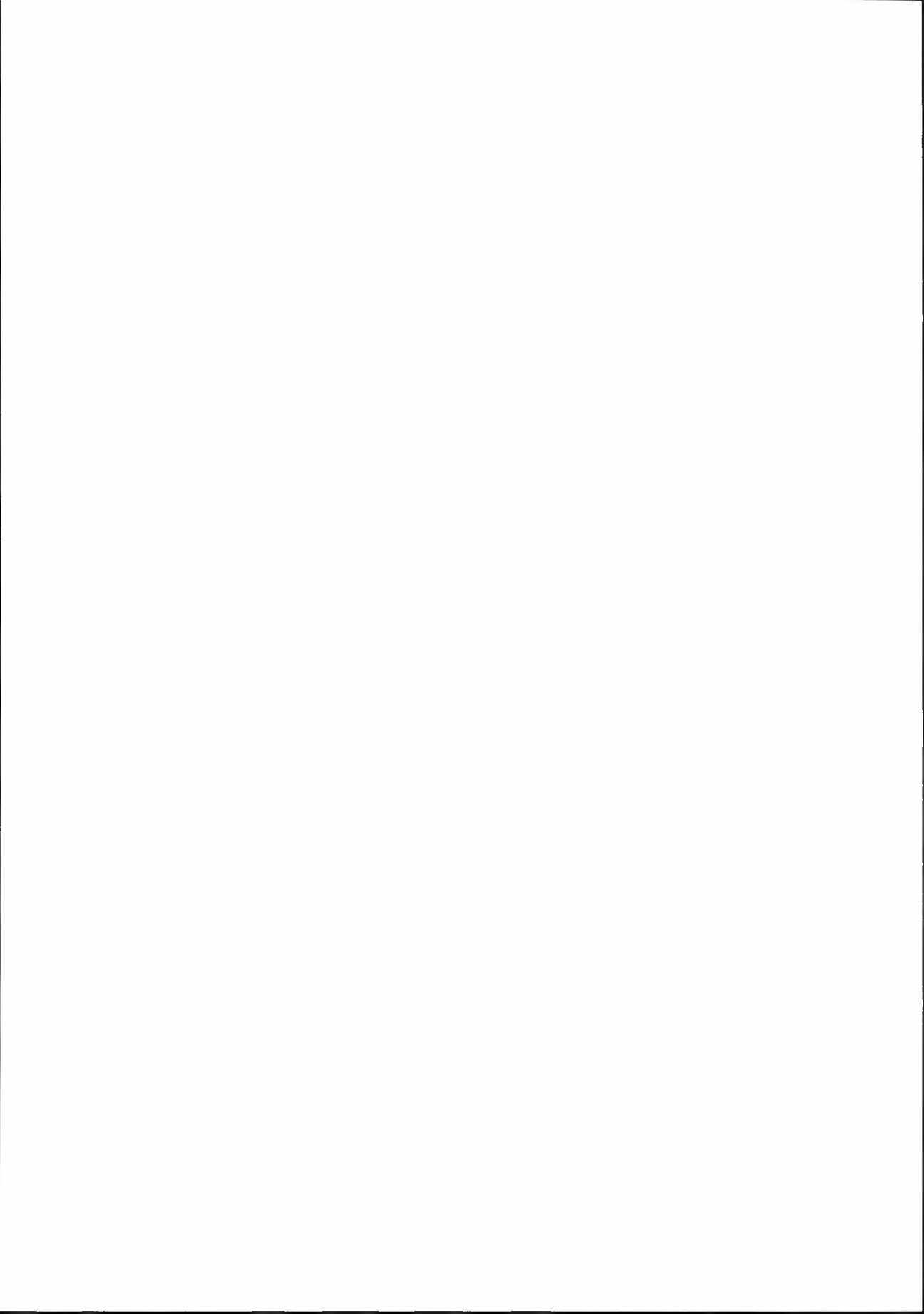
Tevini, M., U. Mark & M. Saile-Mark 1991. Effects of enhanced solar UV-B radiation on growth and function of crop plant seedlings. *Current Topics in Plant Biochemistry and Physiology* 10: 13-31.

Vogelmann, M., T.P. Ackerman & R.P. Turco 1992. Enhancements in biologically effective ultraviolet radiation following volcanic eruptions. *Nature* 359: 47-49.

Watson, R.T., L.G. Meira Filho, E. Sanhueza & A. Janetos 1992. Greenhouse gases: Sources and sinks. In: J.T. Houghton, B.A. Callander & S.K. Varney (eds.), *Climate Change 1992. The supplementary report to the IPCC scientific assessment*. Cambridge University Press.

Ziska L.H. A.H. Teramura & J.H. Sullivan 1992a. Physiological sensitivity of plants along an elevational gradient to UV-B radiation. *American Journal of Botany* 79(8): 863-871.

Ziska, L.H. & A.H. Teramura 1992b. CO₂ enhancement of growth and photosynthesis in rice (*Oryza sativa*). *Plant Physiology* 99: 473-481.



Verknader av vind og le på planter i jord- og hagebruk

Effects of wind and shelter on plants in agriculture and horticulture

GUDMUND TAKSDAL & ARNE SÆBØ

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

Taksdal, G. & A. Sæbø 1993. Effects of wind and shelter on plants in agriculture and horticulture. Norsk Landbruksforskning 7: 255-269. ISSN 0801-5333.

A review of the effects of wind and shelter on cultivated plants in Norwegian agriculture and horticulture is presented in this article with the aim of evaluating the present situation and defining relevant research topics. At present we depend heavily on research from other countries, not necessarily valid for our conditions. More research would establish a base for rational development of wind protection, and for teaching and extension. In Norway the economic cultivation of many crops is limited by wind stress in relation to latitude and altitude. Shelter research should explore the possibilities of extending these limits and of increasing flexibility and diversification in farm management. Field experiments should be concentrated on grassland, potatoes, winter cereals, and a selection of horticultural crops. Studies of the relationships between wind stress and plant nutrient utilization, and of nutrient retention in windbreaks are relevant to agricultural pollution.

Key words: Shelter, wind, windbreak, wind protection

Gudmund Taksdal, Særheim Research Station, N-4062 Klepp st., Norway

Vind er ein negativ vekstfaktor for planter i store delar av Norge. Særleg gjeld dette langs kysten, og i fjellbygder (Rognerud & Vigerust 1975). Landskapstypene kan verke sterkt inn på vindtilhøva og til dømes føre til problem i fjord- og dalbygder (Børve & Sterten 1978, 1981).

Også elles kan vind vere viktig i åpne landskap. Vindskadar kan auke ved samanslåing av skifte og fjerning av grensebelte, og ved endring av dyrkingsmetodar (Åvall 1981, Jønsson 1992).

Hovudvekta i dette oversynet er på verknader av vind og le for plantedyrking i jord- og hagebruk. Av tidlegare oversyn vil vi nemne Jensen 1954, Eimern et al. 1964, Caborn 1965, Grace 1977 og Brandle & Hintz 1988a. Olesen (1979) har gitt den mest omfattande populære framstillinga i Norden av le og leverknader.

Typar av le og plassering spelar ei rolle for verknadene, og er omtala i korte avsnitt. Verknader av vind på plantene sin fysiologi og utvikling er gitt i eit anna oversyn (Sæbø & Taksdal 1994). For særlege omsyn i samband med planting ved tun sjå Wight (1988). For oversyn over le til husdyr sjå Dronen (1988).

Dette oversynet tar ikkje for seg vinderosjon med sandflukt og jordflukt. Vi viser her til andre publikasjonar (Davies & Harrod 1970, Rickard 1979, Olesen 1980, Wilson & Cooke 1980, Mattson et al. 1983, Pedersen 1987, Lyles 1988, Tibke 1988, Ticknor 1988, Fryrear 1990, Bird et al. 1992, Jønsson 1992). Øydeleggande vinderosjon har lenge vore kjent i norske kyststrøk, og er t.d. rapportert frå Jæren for 250 år sidan (Fine 1745).

Sannsynlege klimaendringar framover kan føre til meir og sterkare vind (Walsh 1993). Vi må då legge auka vekt på vern mot vind i jord og hagebruk.

TYPAR AV LE

Det finst mange typar av mekaniske le (Baxter 1986). Dei gir straks full verknad, har klart definerte eigenskapar og konkurrerer ikkje med kulturplantene om vatn og næring. Både mekaniske og levande le påverkar lysklimaet ved leet, og tilhøva for spreiding av soppsporar og insekt (Marshall 1967). Mekaniske le er nyttige i forskingsarbeid, men dei som er sterke nok for kraftig vind gjennom fleire år fell dyre i vanleg bruk og kan vere skjemmaende innslag i kulturlandskapet.

Eittårige vekstar kan bli brukt til levekst både for å motverke vinderosjon i etableringstida for unge planter i åpen jord, eller for å gi ekstra le gjennom heile vekstsesongen for særleg kravfulle vekstar (Åvall 1981, Olesen 1982, Taksdal 1985, Bilbro & Fryrear 1988). Mangeårige urteaktige planter blir også nytta i somme høve (Black & Aase 1988, Ticknor 1988).

Lebelte av tre og buskar er, og bør vere vere, heilt dominerande. Dei har langvarig verknad, kan tilpassast kulturlandskapet i ulike område, og kan kombinerast for fleire formål (Olesen 1979, Brandle & Hintz 1988b).

Særleg i Danmark er det utvikla ein letype der fleire arter av lauvtre og buskar er planta systematisk saman, gjerne i fleire rekker (Olesen 1979, 1985). Plantene har her ulik funksjon: *Buskane* veks fort til og saman med *ammetrea* skal dei raskt gi eit le, også for dei *varige trea* som ofte er seine i starten. *Ammetrea* skal fjernast etterkvart som dei varige trea veks til. Slik planting dominerer nå også ny leplanting i Norge. Lebelta blir då meir robuste mot mange ytre påkjenningar enn eldre le utan eller med lite artsvariasjon.

Uansett letype bør holprosent for gjennomstrøyming av vind vere omlag 40-50%. Ved tettare le blir det meir turbulens, og vinden slår raskare ned slik at verknaden ut frå leet blir kortare (Olesen 1979, Finch 1988). Holprosenten bør vere einsarta frå botn til topp på leet, og leet bør ha ei vertikal flate mot vinden (Bird et al. 1992). På særleg verharde stader må vi ofte avvike frå dette siste punktet. Dei mest vindsterke plantene, som kanskje ikkje når stor høgd, må møte vinden først, og gi livd til meir krevande treslag som seinare kan nå høgare opp.

PLASSERING AV LE

Lebelte bør så langt som råd plasserast vinkelrett på framherskande eller mest problematisk vind (Olesen 1979, Finch 1988). Belta bør vere så lange som praktisk mogeleg. Når vindretninga varierer, gir korte le dårlegare vern for arealet bak enn lange le (Olesen 1979).

Når vinden kjem vinkelrett mot eit lebelte med høveleg holprosent er det vanleg å rekne med redusert vind opptil 30 gonger lehøgda bak leet, og omlag 5 gonger lehøgda på vindsida (Olesen 1979). Men for planlegging av eit lesystem er det avgjerande kor tolerante planteslag det er som skal gå inn i driftsopplegget. For nokså tolerante planteslag kan vindskaden bli liten, og avlingsutslaget stort ut til 15 gonger lehøgda. For svært lite tolerante planter kan det vere tilsvarande utslag berre ut til 6 til 10 gonger lehøgda (Finch 1988). Planter som kan dyrkast i Norge kjem hos Finch(1988) inn i følgjande grupper:

Tolerante: Bökkveite, bygg, havre, kveite, lin, rug.

Lite tolerante: Eple, kirsebær, plomme, pære.

Svært lite tolerante: Bønne, bringebær, broccoli, erter, gulrot, hovudkål, jordbær, lauk, lusern, potet, selleri, unge fruktre.

I praksis vil dette seie at ved like vindtilhøve bør eit bruk med grønsaker, bær og frukt ha meir omfattande leplanting enn eit bruk med korn.

I bølgljande terreng bør lebelta møte vinden før toppane av høgdene. I jamn stigning mot vinden bør lebelta stå tettare di brattare stigninga er, heilt ned til 2,5 H i avstand ved stigning på 30% (Finch 1988) ($H =$ lehøgd ved full utvikling).

Samordna leplanting over større område kan gi ein verdfull auka verknad samanlikna med einskilde le, eller le på einskilde bruk (Olesen 1979). I slike system av landskapsle er det spesielt viktig med tilpassing av plantingane til kulturlandskapet.

Særleg i fjord- og dalbygder kan ein i tillegg til vanleg vind få kaldluftstraumar etter terrenghøva (Børve & Sterten 1978, 1981). Her må lebelta leggest slik at kaldluftstraumar blir styrt bort frå ømfintlege vekstar (t.d. frost i blomstring), og samstundes få avløp der det er liten fare for skade.

GENERELLE VERKNADER

Hovudverknaden av le er å bremse vinden, og dermed redusere direkte mekaniske og fysiologiske skadar av vind på plantene (Sæbø og Taksdal 1994). I neste omgang fører nedsett vindstyrke til endringar i andre mikroklimatiske faktorar, slik som temperaturar og råmetilhøve i jord og luft, og fordamping. Fig. 1 (Marshall 1967) gir eit greitt oversyn over utslag i dei fysiske faktorane, men avling i høve til avstand frå le kan variere mykje mellom ulike planteslag.

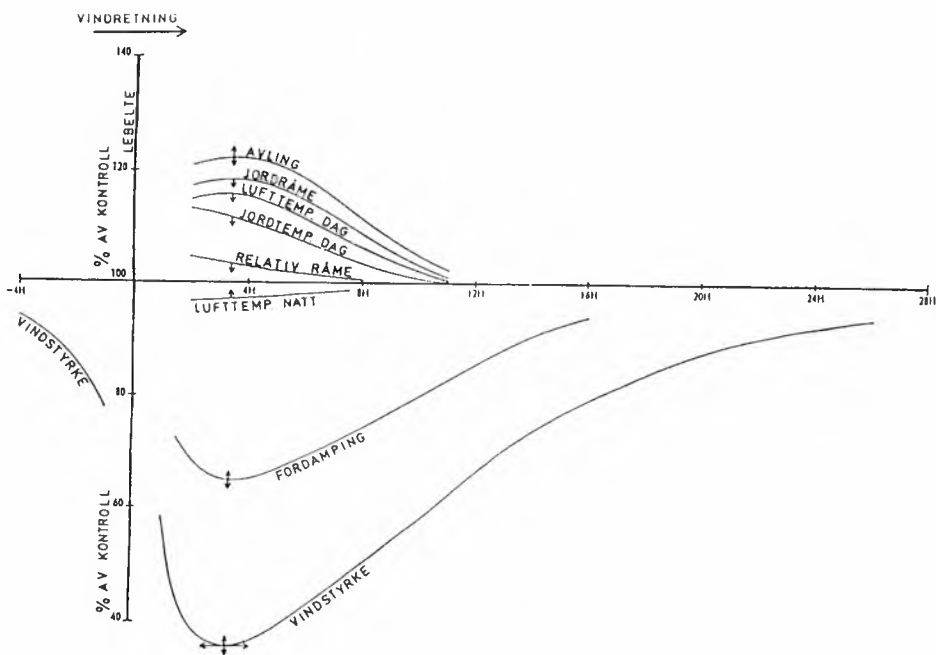
I ein vidare samanheng kjem mange andre verknader med. Sturrock(1988) nemner følgjande:

Verne jord, planter og husdyr

Ta vare på jordråme/auka verknad av vatning

Auka valfridom i gardsdrifta: Større fleksibilitet og variasjon

Betere vilkår for og verknad av arbeid som blir hemma av vind
 Energisparing i vekshus, bygningar, ved transport m.m.
 Produksjon av ved og tømmer
 Verne naturleg dyreliv og andre økologiske verdiar
 Forbetre kulturlandskapet
 Auke kapitalverdiar



Figur 1. Samlediagram over verknader av lè på vindstyrke og andre meteorologiske faktorar. Pilene viser retningar utslaga kan variere i, i høve til utan lè (kontroll). (H = 1 lèhøgde). Etter Marshall (1967)

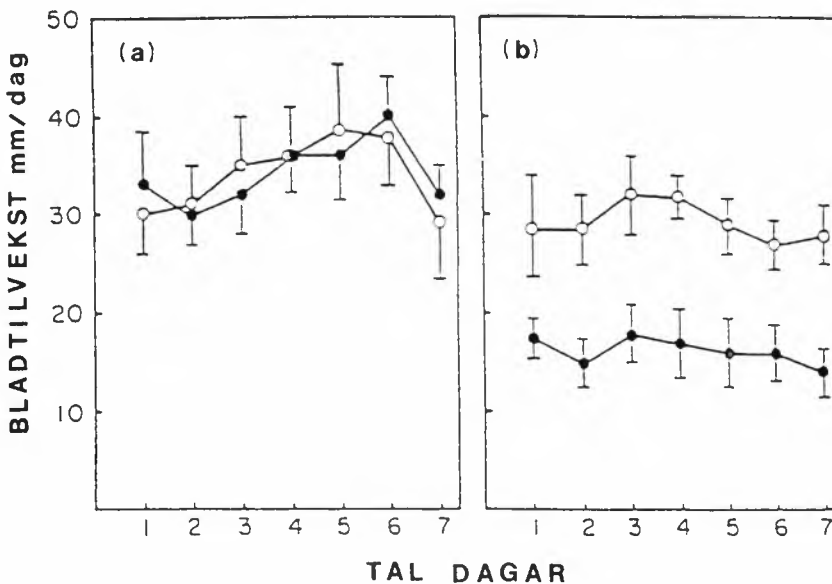
Figure 1. Summary diagram of the effect of barriers on micrometeorological factors (Marshall 1967)

Ulik næringsstilstand i planter kan føre til skilnader i reaksjon på vind, og kan til ein viss grad vere årsak til ulike utslag i forsøk på ulike stader (Grace 1977). I forsøk i vindtunnell med strandsvingel og raigras blei det funne ein reduksjon i tilvekst på omlag 25% med auke i vindstyrken frå 1,0 til 7,4 m/sek. (Russel & Grace 1978). Ved 1,0 m/sek. (Beaufort:flau vind) var det liten skilnad på tilvekst i strandsvingel for svak og sterk gjødsling med fosfor. Ved 7,4 m/sek. (Beaufort: laber bris) var reduksjonen dobbel så stor (40%) for liten

fosfortilgang som for stor. Løber bris ga sterkt auka opptak av nitrogen utan at det førde til merkande auka tilvekst (Pitcairn & Grace 1982). I jordbær var det derimot auka opptak av nitrogen i le der og avlinga var større enn i vind (Shah & Kalra 1970). I bønner var det negativ verknad av kalium i vind i høve til ved le (Gallagher 1966).

Vi ser at vind kan hindre venta verknader av gjødsling. Utslaga kan vere ulike for ulike næringsstoff og næringsnivå. For fosfor ser det ut til at auka påkjenning av vind kan kompensereast noko med auka fosfortilgang (Fig. 2). Ved godt le kan ein då få høg avling med lågare gjødslingsnivå og mindre forureining enn der ein er utsett for vind. Lebelte kan også fange forureining og dermed resirkulere næringsstoff (Bird et al. 1992). I mange høve ligg det til rette for kombinasjon av le og planting for reduksjon av avrenning frå landbruksareal. Dette er viktige og aktuelle problem som det er forska lite på.

Insekt av mange slag kan samle seg ved lebelter. Verknaden av dette er avhengig av om artene er nyttige eller skadelege for plantedyrkinga. For planteslag der pollinering er viktig kan le sikre pollineringa både ved auka insektaktivitet og høgare temperatur (Baxter 1986). Lebelte og annan kantvegetasjon kan auke talet av rovinsekt, og redusere behovet for sprøyting mot skadedyr (Basedow 1990, Ravn & Petersen 1993). Men le kan gi ein kantverknad med auka angrep av gulrotflua (Esbjerg et al. 1983). Ein soppsjukdom som drep gulrotfluer kan også vere knytta til le (Eilenberg & Philipsen 1988).



Figur 2. Bladtilvekst i strandsvingel med lågt (fylt sirkel) og høgt (åpen sirkel) fosforinnhald dyrka ved låg (a) og høg (b) vindstyrke i vindtunnel. Stolpane viser 95% konfidensgrense (Pitcairn & Grace 1982)

Figure 2. Leaf extension rate of low-P (closed circle) or high-P (open circle) plants grown at (a) low or (b) high windspeed. Bars represent 95% confidence limits (Pitcairn & Grace 1982)

Meir råme i jord og luft ved le kan i nokre tilfelle føre til auka angrep av plante-

sjukdommar. I eit forsøk i bønne ga le sterk auke i vekst og avlingsutvikling i vårmånadene. Unormalt mykje regn seinare førde til øydeleggande soppangrep i le, men ikkje der vinden tørka plantemassen raskare (Shah 1961).

Levande le konkurrerer med planter nær leet om råme, plantenæring og lys. Oversyn over av mange arbeid viser at avlingsreduksjonen er svært variabel, og kan gå ut frå 1,5 til 3 gonger lehøgda frå leet (Kort 1988). Reduksjonen var størst ved lite tilgang på vatn. Det var også ulike utslag mellom treslaga i leet, og mellom ulike kulturplanter. Rotkutting av leplantene reduserte avlingsnedgangen sterkt (Kort 1988). Samla sett er avlingsreduksjonen ved eit godt le liten i høve til avlingsauken til 20H.

Oversyn over utslag av le viser svært stor variasjon frå forsøk til forsøk. Dette kan delvis kome av skilnader i vind- og letilhøve og i andre dyrkingsvilkår. Like viktige er nok ulike metodikk i forsøka.

I forsøka i dei følgjande oversyna er det ikkje brukt einsarta metodikk, og nesten alle forsøka er utførde i andre land med andre vekst- og vindtilhøve enn hos oss. Det ser ut til at det ofte er størst verknad av le i tørre år og i område med lite nedbør (Marshall 1967, 1974, Kort 1988).

Medeltala for forsøka kan ein ikkje ta som sikre storleikar, men som illustrasjonar til publiserte forsøk.

JORDBRUKSVEKSTAR

Land som har bygd ut omfattande nettverk av lebelte melder om store nytteverknader på jordbruksvekstar. For åra 1955-1980 rekna dei i "USSR" med ein avlingsauke av le på 18-23% for korn, og 29-41% for forvekstar. Det var då rekna med det arealet lebelte tok. I Kina har dei i eit område bygd ut eit nett av lebelte på 500m x 500m. Her var det ein samla avlingsauke på mellom 9 og 32% for mange vekstar. Auken var 10-25% i kveite og 6-14% i bygg, rekna som medels auke til 20H (Bird et al. 1992). Desse utslaga kan vere noko prega av at dei er frå kontinentale område med lite nedbør og tørkestress.

Gras

Gras er ein hovudvekst i norsk jordbruk, men det finst få opplysningar om verknad av le til eng (Marshall 1967, Russel & Grace 1979). Strandsvingel og raigras har vore nytta i forsøk i vindtunnel med mest plantefysiologiske siktemål (Russel & Grace 1978, Pitcairn & Grace 1982). I litteraturoversyn er veksten oftast berre gitt opp som "gras" (Grace 1977) eller "høy" (Kort 1988), sjølv om det kan vere skilnader i utslag for ulike grasarter.

Forsøka med verknader av skigardane på Lesja er dei einaste med le til gras i Norge (Vigerust et al. 1969, Rognerud & Vigerust 1975). Skigardane ga leverknad mot vind frå nord-vest. I eldre eng var det over 70% timotei, med mest kløver ved skigardane og mest kveke midt mellom. I yngre eng var det ikkje avlingsutslag i bladfaks. Mellom timotei, engsvingel, hundegras og engkvein var det små skilnader med medels avlingsauke ved skigardane på 22,8%.

I Skottland fekk Russel & Grace (1979) ikkje avlingsauke for le i første slått for strandsvingel og raigras, men i andre slått var auken 28% i raigras og omlag 20% i strandsvingel. I Danmark fekk dei i medel for tre år ein avlingsauke i gras til 20H på

19%, og dei reknar med at le nesten alltid gir ein vesentleg positiv verknad i gras, kløver og lusern (Olesen 1979).

Grovforproduksjon, hovudsakeleg eng, er særleg viktig i delar av Norge som er sterkt utsette for vind. Dei rapporterte utslaga av le til gras og kløver tyder på at det er svært aktuelt å arbeide med le til desse vekstane for norske tilhøve.

Korn

Vårkorn gir ofte mindre att for le enn andre vekstar (Olesen 1979). I medel for mange felt i Danmark var avlingsauken 6% (Tab. 1). I Tyskland (Pretzschel et al. 1991) varierte avlingsauken i 4 år for havre eller havre/bygg i blanding frå 7 til 12%. Dei svært høge utslaga i oversynet til Kort(1988) kjem i stor grad frå kontinentale område i "USSR" (Tab. 1). Eit forsøk i bygg i Rakkestad ga tendens til mindre busking og tidlegare skyting i le, men ingen avlingsutslag (Thue-Hansen & Skjelvåg 1987). Her var det nytta berre 30m lange leskjermar med mykje vind inn på skrå. Dessutan var det i forsøksåret (1985) langt over normal nedbør i juli og august.

Haustkorn er meir utsett for vindskadar enn vårkorn. Både haustkveite, bygg og rug såg ut til å reagere sterkt for leverknad, medan utslaga var mindre for vårkveite og havre (Kort 1988). Særleg ved auka overgang til haustkorn (kveite og bygg), bør leverknader vurderast nøyare også i åpne landskap i kornområda i sør-aust Norge.

Tabell 1. Avlingsutslag av le til jordbruksvekstar
Table 1. Shelterbelt effects on yields of agricultural crops

	Tal feltår No. of field years	% avlingsauke Yield increase (%)	Variasjon Range
A. Frå mange land ¹⁾			
Kveite <i>Wheat</i>	21	15	(-8 til 49)
Bygg <i>Barley</i>	8	28	(14 til 48)
Havre <i>Oats</i>	12	14	(-4 til 27)
Høy <i>Hay</i>	5	39	(8 til 73)
B. Frå Danmark ²⁾			
Gras <i>Grass</i>		19	
Forbetar <i>Beet</i>		15	
Potet <i>Potato</i>		9	
Kålrot <i>Swede</i>		6	
Vårkorn <i>Spring cereals</i>		6	

Samanstilt frå ¹⁾ (Kort 1988) og ²⁾ Olesen (1979).

1) From many countries (Kort 1988) 2) From Denmark (Olesen 1979)

Potet

Åtte rapportar frå seks land med tilsaman over 24 forsøksår ga ein medels avlingsauke for le til potet på 19% (variasjon 11-50%) (Grace 1977). Mange forsøk i Danmark ga eit medelutslag på 9% (Olesen 1979) (Tab. 1). Medels avlingsauke for 6 feltår i Tyskland var

15% (Pretzschel et al. 1991). Gjennomgåande er potet ein av dei jordbruksvekstane som gir mykje att for le. I vindtunnel ga vind om dagen sterk verknad med nedsett fotosyntese, medan vind om natta ga små utslag (Winter 1965).

Fleire forsøk viser at le til potet gir tidlegare spiring og kortare veksttid (Baldwin 1988). Dette er særleg interessant for norske tilhøve.

HAGEBRUKSVEKSTAR

I tillegg til oversyna nemnde i innleiinga tar nokre for seg berre hagebruksvekstar (Waister 1972a, Harrison 1982, Baxter 1986).

Hagebruket omfattar mange vekstar. Det kan også vere skilnader mellom sortar i utslag for le (Waister 1972a). For mange planteslag er det heller ikkje nok å kjenne til avlingsutslag, verknader av le på haustetid og produktkvalitet kan økonomisk sett vere like viktige eller viktigare (Baldwin 1988). Trass i nyttige kunnskapar står det derfor mykje att før vi kjenner tilstrekkeleg til samspelet mellom vind og hagebruksvekstar for norske tilhøve.

Grønsaker

Eit oversyn over nokre forsøk viser at det ofte er få prøveår, og at resultatene er nokså varierende (Tab. 2). Gjennomsnitt for alle forsøka var 21,5% avlingsauke (Grace 1977). Utslaga er nokolunde i samsvar med Olesen (1974, 1979) som fann at agurk, salat, bønner, erter og gulrot ga store positive utslag for le, medan kålartene sjeldan ga noko særleg att for vindvern. Finch (1988) derimot fører også opp kålvekstar som svært lite tolerante for vind.

Tabell 2. Avlingsutslag av le til grønnsaker¹⁾
Table 2. Shelterbelt effects on yields of vegetables

Vekst	Land	Tal feltår	% avlingsauke
<i>Crop</i> ²⁾	<i>Country</i>	No. of <i>field years</i>	<i>Yield increase(%)</i>
Blomkål	England	1	-7
Gulrot	"USSR"	?	60
Hagebønne	Germany, England	1,1	57,35
Kålrot	New Zealand, Scotland	1,1	2-16,0-3
Salat	England	2,2,1	14-27,-4, 31
Tidligkål	England	1	20
Tomat	"USSR", USA	?,3	45,24

1) Samanstilt frå Grace (1977) 1) From Grace (1977) 2) Crops in same order: Cauliflower, carrot, French and dwarf beans, swede, lettuce, spring cabbage, tomato

Eittårige le (Åvall 1981, Olesen 1982) er særleg aktuelle for grønnsaker, og er prøvd i mange kombinasjonar av grønnsak og levekst (Taksdal 1985). Dette er mykje for å motverke jordflukt, men også for å betre veksttilhøva i heile sesongen for kravfulle grønslagslag.

Såleis blir ofte striper av korn eller mais nytta som levekstar for frilandsagurk i Danmark, også i dei beste dyrkingsområda (Olesen 1982). I agurk kan noko av leverknaden kome av betre pollinering (Prinsley 1992).

I forsøk med le og vatning ved spiring av gulrot og hovudkål var vatning den viktigaste spiringsfaktoren. Le påverka ikkje spiring av kål, men ga raskare og betre spiring i gulrot (Drew 1982). Forsøk i tre år med le til gulrot på Karmøy, Rogaland, viste ein medels avlingsauke til 10H på minst 33% i totalavling, og 41% i klasse I. Stokkrenning og %tørrstoff auka med avstand frå leet, røtene blei mindre sprø, fekk dårlegare og mindre jamn farge, og redusert eigensmak og fruktliknande smak (Taksdal 1987, 1992).

Frukt

I frukt kan vind gi sterke skadar, slik som rotvelt og knekte stammer. Vindskade på blad og frukt er også lett synlege (Waister 1972a).

Lebelte kan redusere slike skadar. Likevel er andre verknader av le viktigare. Le, og temperaturauken ved le kan mangedoble talet og auke aktiviteten til pollinerande insekt (Baxter 1986, Norton 1988). For god pollinering i praksis i frukt og bær bør vi ha ein temperatur på 15 - 20°C (Måge, munnleg oppl.). Ved blomstring ligg ofte temp. under optimum. Le kan auke temp. fleire grader (Norton 1988), dette kan vere avgjerande for god pollinering og fruktsetting. Le kan redusere kart- og fruktfall, og gi tidlegare haustemogen frukt med auka kvalitet (Baxter 1986). Unge frukttre, særleg pære, kan få rotskadar av vind, med følgjande forseinka tilvekst og bering. I England blir det tilrådd å plante le fleire år før planting av frukttrea (Baxter 1986).

Lebelte bør vere 2-3 gonger høgare enn full høgd av den dyrka veksten (Finch 1988). Det er derfor lettare å etablere og få fullgod verknad av le til moderne frukt dyrking på små tre enn til eldre plantingar. Auka krav til frukt kvalitet og mest mogeleg årssikker bering gjer det aktuelt å prøve ut leverknad til frukt, også der ein ikkje er spesielt utsett for sterk vind. I tillegg til vanlege omsyn ved leplanting, vil det i frukt ofte vere viktig å få le som styrer kaldluftstraumar utanom fruktplantingane.

Bær

Av bærvekstane er jordbær studert mest i samband med vind. Vind kan føre til store bladskadar på jordbær, særleg på undersida (MacKerron 1976a). Etter to år hadde planter i le 27% fleire blad enn i vind (MacKerron & Waister 1985).

Le gir også store avlingsutslag i jordbær. Rhee (1959) i Nederland fekk først og fremst ei tidlegare avling, og i mindre grad auka totalavling (cv. 'Deutsch Evern'). Leskjermane var då sett opp i april i hausteåret. I Skottland ga ein reduksjon i vindstyrke frå 1,6 til 1,1 m/sek. ein avlingsauke på 69, 21, og 77% i dei tre hausteåra (cv. 'Cambridge Favorite'). Tidlegavlinga var ikkje spesielt påverka (Waister 1972b). Dei neste fire åra svinga avlingsauken frå 7 til 35% (MacKerron 1976b). Medel for alle 7 åra var 38%.

I danske forsøk (cv. 'Zephyr') var det store utslag i totalavling og prisgevinst for tidleg hausting (Olesen 1974, 1979). Betre pollinering i le kan også auke bærkvaliteten (Baxter 1986).

Forsøka tyder på at le kan gi stor verdiauke i jordbæravlinga der det er noko vind. Men sortane kan reagere ulikt på le (Waister 1974), og vi manglar forsøk med dei mest

aktuelle sortane i dag.

Omfanget av arbeid med bringebær er lite. I Skottland auka samla skotlengd med 30% ut til 3H. Året etter var avlingsauken her 40%, men dette minka i seinare år (Waister 1970). Det er også påvist positiv verknad av lebelte i produksjon av bringebærplanter (MacKerron 1978). Finch (1988) reknar bringebær til dei vekstar som er svært lite tolerante mot vind. I England blir vindvern tilrådd for både bringebær, bjørnebær og loganbær (Baxter 1986).

Baxter(1986) tilrår også le til solbær. Vind kan redusere tilvekst og avling. Forbetra pollinering i le er også viktig.

DRØFTING OG KONKLUSJONAR

Den første og viktigaste konklusjonen frå leforsøk er at le aukar avlingane i nesten alle tilfelle der det har vore prøvd (Grace 1977). Sturrock (1988) nemner mellom anna følgjande årsaker til at utbygging av le likevel kan gå seint:

- a) Mange dyrkarar nøler med å bryte med tidlegare arealbruk, der le og tre spelar lita rolle.
- b) Samanslåing av åkrar, og bruk av større landbruksmaskinar gir tilsynelatande mindre rom for le.
- c) Når det manglar forsøksdata lokalt og regionalt set dyrkarane spørsmålsteikn ved verknader av le, og rettlegiarane manglar relevant informasjon.

For norske tilhøve er det særleg viktig å få oversyn over leverknader til engvekstar og potet. I korn bør ein ta for seg haustkorn. Forsøk er også aktuelt i eit utval av hagebruksvekstar.

Vi bør kome fram til meir einsarta og pålitelege forsøk enn tidlegare. Nokre viktige punkt er då følgjande:

- a)Korte le gir dårlege forsøksvilkår. Særleg ved skiftande vindretningar gir dei redusert leverknad i høve til lange le (Olesen 1979). Ved enden av eit le er det også ein kantverknad, der vindstyrken kan auke (Grace 1977). I forsøk med gulrot var det tydelege kantverknader 25m frå enden av leet i høve til 85m (Taksdal 1992).
- b)Skilnader i t.d. temperaturar og vasstilgang kan saman med variasjon i vind føre til store årsvariasjonar i utslag ved le (Marshall 1967). I tre år i Danmark var avlingsauken i gras til 20H frå le 6%, 14% og 37% (Olesen 1979). Spesielt når målet er å klarlegge praktisk nytte av le i eit område er det viktig at forsøka går i fleire år (Kort 1988).
- c)Måling av avlingsutslag blir gjort på mange måtar. I Danmark blir medelavlinga ut til 20H samanlikna med avlinga på 30H rekna som utslag av le (Olesen 1979). Det er nå framlegg om å nytte medelutslag til 10H som internasjonal standard (Dickey 1988).
- d)I fleireårige vekstar kan ein få viktige utslag av å ha le i fleire år, og spesielt i året før hausteåret. Dette må ein ta omsyn til ved vurdering og opplegg av leforsøk i slike vekstar.

Svært mange planteslag har si nordgrense i Norge for praktisk dyrking. Dette gjer det særleg aktuelt å få eit forskingsgrunnlag for å vurdere korleis leplanting og anna vindvern kan flytte dyrkingsgrenser og auke valfridommen i dyrkingsopplegg.

Nokre få forsøk (t.d. Pitcairn & Grace 1982) tyder på at høgt næringsnivå til plantene

kan kompensere noko for vindstress. Her trengst det, også internasjonalt, eit større forskingsomfang for å kunne vurdere om leplanting kan gi grunnlag for redusert gjødsling og forureining frå landbruket. Kombinasjon av leplanting og redusert forureining gjennom reinseparkar, vegetasjonsbelte langs vatn og vassdrag m.m. er meir eit spørsmål om praktisk prøving og bruk enn om forskning.

LITTERATUR

Baldwin, C.S. 1988. The influence of field windbreaks on vegetable and speciality crops. *Agric. Ecosystems Environ.* 22/23: 191-203.

Basedow, Th. von 1990. Zum Einfluss von Feldrainen und Hecken auf Blattlausräuber, Blattlausbefall und die Notwendigkeit von Insektizideinsätzen im Zuckerrübenanbau. *Gesunde Pflanzen* 42: 241-245.

Baxter, S.M. 1986. Windbreaks for horticulture. Min. Agric. Fish. Food. Booklet 2280 (63 pp).

Bilbro, J.D., & D.W. Fryrear 1988. Annual herbaceous windbarriers for protecting crops and soils and managing snowfall. *Agric. Ecosystems Environ.* 22/23: 149-161.

Bird, P.R., D. Bicknell, P.A. Bulman, S.J.A. Burke, J.F. Leys J.N. Parker, F.J. van der Sommen & P. Voller 1992. The role of shelter in Australia for protecting soils, plants and livestock. *Agroforestry Systems* 20: 59-86.

Black, A.L. & J.K. Aase 1988. The use of perennial herbaceous barriers for water conservation and the protection of soils and crops. *Agric. Ecosystems Environ.* 22/23: 135-148.

Brandle, J.R. & D.L. Hintz (Eds.) 1988a. Windbreak technology. *Agric. Ecosystems Environ.* 22/23: 1-598

Brandle, J.R. & D.L. Hintz 1988b. Windbreaks for the future. *Agric. Ecosystems Environ.* 22/23: 593-596.

Børve, A.B. & A.K. Sterten 1978. Husbygging under krevende naturbetingelser. Fase I. Undersøkelser av de naturgitte ygge- og bobetingelser i noen kyst- og fjordområder i Finnmark. Arbeidsrapport 14. 93 s.

Børve, A.B., & A.K. Sterten 1981. Husbygging under krevende naturbetingelser. Fasell. Utvikling av prinsipper for arealbruksplan og reguleringsplan på grunnlag av naturbetingelsene i noen kyst- og fjordområder i Finnmark. Arbeidsrapport 26. 165 s.

Caborn, M. 1965. Shelterbelts and Windbreaks. Faber and Faber, London. 285 pp. Davies,

- D.B. & M.F. Harrod 1970. The process and control of wind erosion. NAAS Quart. Rev. 88: 139-150.
- Dickey, G. L. 1988. Crop water use and water conservation benefits from windbreaks. Agric. Ecosystems Environ. 22/23: 381-392.
- Drew, R.L.K. 1982. The effects of irrigation and of shelter from wind on emergence of carrot and cabbage seedlings. J.hort.Sci. 57: 215-219.
- Dronen, S.I. 1988. Layout and design criteria for livestock windbreaks. Agric. Ecosystems Environ. 22/23: 231-240.
- Eilenberg, J. & H. Philipsen 1988. The occurrence of entomophthorales on the carrot fly (*Psila rosae* F.) in the field during two successive seasons. Entomophaga 33: 135-144.
- Eimern, J. van, R. Karschon, R., L.A. Razumova, & G.W. Robertsson 1964. Windbreaks and shelterbelts. W.M.O. Tech. Note 59: 1-188.
- Esbjerg, P., J. Jørgensen, J.K. Nielsen, H. Philipsen, O. Zethner & L. Øgaard 1983. Integreret bekæmpelse af skadedyr med gulerødder, gulrodsfluen (*Psila rosae* F., *Dipt. Psilidae* og ageruglen (*Agrotis segetum* Schiff., *Lep., Noctuidae*) som afgrøde-skadedyr model. Afsluttende rapport vedrørende Forskningsrådenes Initiativ. Tidsskr. Plateavl 87: 303-355.
- Finch, S.J. 1988. Field windbreaks: Design criteria. Agric. Ecosystems Environ. 22/23: 215-228.
- Fine, B.C. de 1745. Stavanger Amptes udførlige Beskrivelse. Utgjeve av Per Thorson. Rogaland historie- og ættesogelag. Stavanger 1952. 294 s.
- Fryrear, D.W. 1990. Wind erosion: Mechanics, prediction, and control. Adv. Soil. Sci. 13: 187-199.
- Gallagher, P.A. 1966. The importance of replication of site in field experiments on french beans. Irish J. Agric. Res. 5: 137-140.
- Grace, J. 1977. Plant Response to Wind. Academic Press, London. 204 pp.
- Harrison, D.J. 1982. Crop shelter review (Horticulture). ADAS, Min. Agric. Fish. Food. 29pp.
- Jensen, M. 1954. Shelter Effect. Danish Technical Press, Copenhagen. 266 pp.
- Jönsson, P. 1992. Wind erosion on sugar beet fields in Scania, southern Sweden. For. Meteorol. 62: 141-157. Kort, J. 1988. Benefits of windbreaks to field and forage crops.

- Agric. Ecosystems Environ. 22/23: 165-190.
- Lyles, L. 1988. Basic wind erosion processes. Agric. Ecosystems Environ. 22/23: 91-101.
- MacKerron, D.K.L. 1976a. Wind damage to the surface of strawberry leaves. Ann. Bot. 40: 351-354.
- MacKerron, D.K.L. 1976b. The effects of shelter on strawberries. Fourth Symp. on Shelter Res. Warwick Univ. 1975: 13-20.
- MacKerron, D.K.L. 1978. Spawn cane production in raspberry: the response to shelter from wind, and the consequences of grading. Hort. Res. 18: 93-100.
- MacKerron, D.K.L. & P.D. Waister 1985. Wind and plant physiology - a review. Progr. Biomet. 2: 99-114.
- Marshall, J.K. 1967. The effect of shelter on the productivity of grasslands and field crops. Field Crops Abstract 20: 1-14.
- Marshall, J.K. 1974. Effects of shelter on the growth of turnips and sugar beet. J. appl. Ecology 11: 327-346.
- Mattsson, J.O., T. Nihlen & F. Olesen 1983. Vindens skadegørelse på åkermark i Skåne och Danmark. Svensk Geografisk Årbok 59: 34-59.
- Norton, R.L. 1988. Windbreaks: benefits to orchard and vineyard crops. Agric. Ecosystems Environ. 22/23:205-213.
- Olesen, F. 1974. Undersøkelser vedrørende lævirkning. Overs. Fors. Unders. Landbo- og Husmandsfor. 1974 12 s.
- Olesen, F. 1979. Læplantning. Dyrkningssikkerhed/Klimaforbedring/Landskabspleie. Landhushold. selskab. Forlag, Kjøbenhavn. 138 pp.
- Olesen, F. 1980. Læplantningens betydning for jordøkologien. Ugeskrift for Jordbrug (1): 12-18.
- Olesen, F. 1982. Urteagtige lægivere. Responsum vedrørende enårige planter til beskyttelse af vindfølsomme kulturer. Landboorg. Faglige Landscenter. 46 s.
- Olesen, F. 1985. Læhegnstyper. Udvalg af træer og buske til læhegn, læbælter og hække. Det gl. danske Landhusholdningsselskab 84 s.
- Pedersen, P.C. 1987. Læplantning og markvanding. Oversigt over Landsforsøgene 1987: 193-198.

Pitcairn, C.E.R. & J. Grace 1982. The effect of wind and a reduced supply of phosphorus and nitrogen on the growth and water relations of *Festuca arundinacea* Schreb. Ann. Bot. 49: 649-660.

Pretzschel, M., G. Böhme & H. Krause 1991. Einfluss von windschutzpflanzungen auf Ertrag landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Feldwirtschaft 32: 229-231.

Prinsley, R.T. 1992. The role of trees in sustainable agriculture - an overview. Agroforestry Systems 20: 87-115.

Ravn, P.R. & M.K. Petersen 1993. Sammenhængen mellem dyrkningsmetoder og den nyttige og skadelige fauna i agerlandet. Tidsskr. Planteavl Speciaserie S-2237: 93-101.

Rhee, J.A. van 1959. Windbeschutting van culturgewassen, vooral onderzocht voor fruit. Inst. Toegepast Biol. Onderz. Natuur Meded. 43, 66 pp.

Rickard, P. 1979. Blowing - what it costs and ways to prevent it. Arable Farming 6(3): 79-83.

Rognerud, B. & E. Vigerust 1975. Kunstig Le. Hydrologiske forhold, planteproduksjon og jordtemperatur. Resultater av undersøkelser på Lesja 1964-70. Rapp. nr.6: 1-66.

Russel, G. & J. Grace 1978. The effect of wind on grasses V. Leaf extension, diffusive conductance, and photosynthesis in the wind tunnel. J. Exp. Bot. 29: 1249-1258.

Russel, G. & J. Grace 1979. The effect of shelter on the yield of grasses in southern Scotland. J. Appl. Ecol. 16: 319-330.

Shah, S.R.H. 1961. The influence of excessive rainfall on the protective value of windscreens with respect to crop yields. Neth. J. agric. Sci. 9: 262-268.

Shah, S.R.H. & Y.P. Kalra 1970. Nitrogen uptake of plants affected by windbreaks. Plant and Soil 33: 573-580.

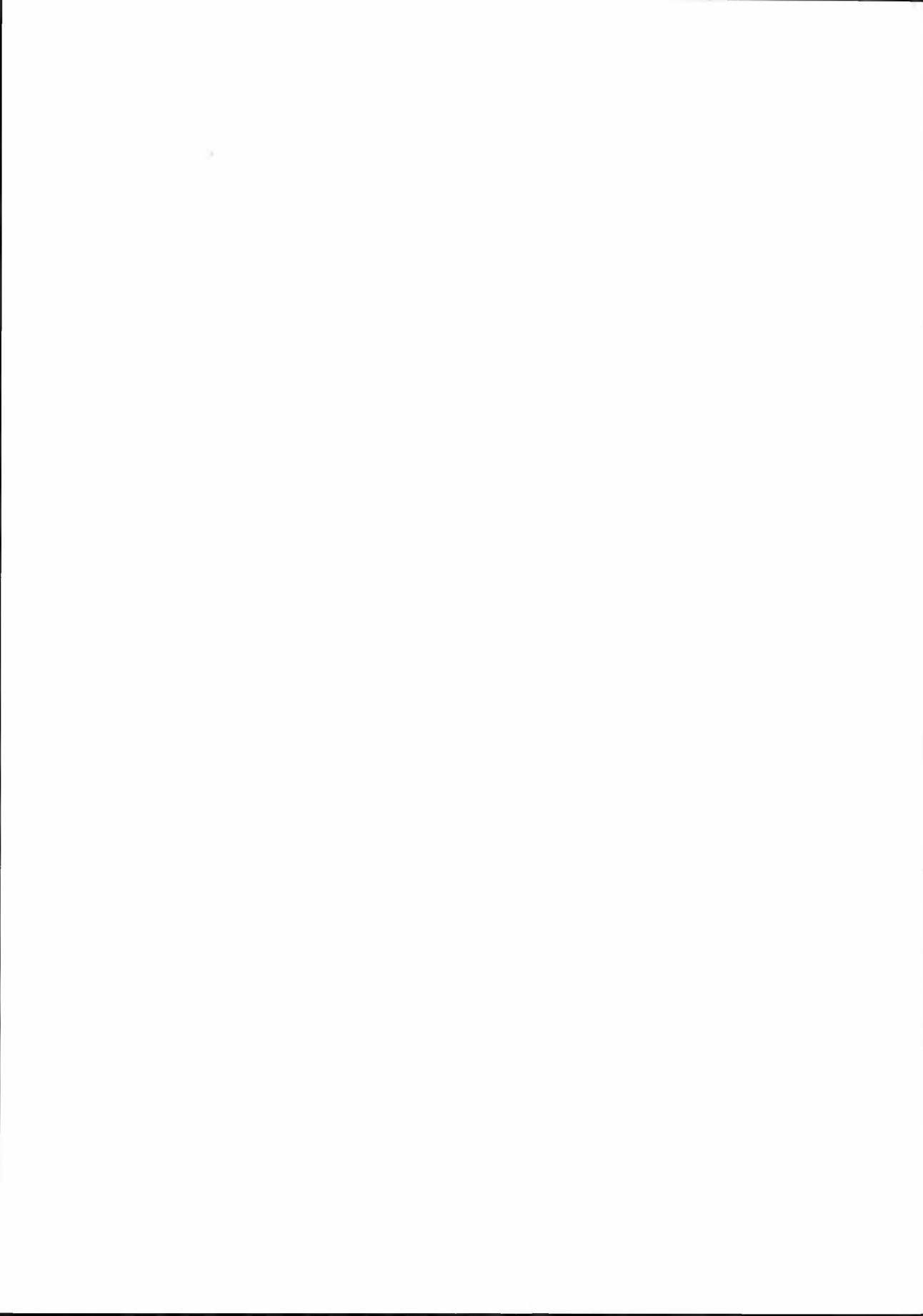
Sturrock, J.W. 1988. Shelter: Its management and promotion. Agric. Ecosystems and Environ, 22/23: 1-13.

Sæbø, A. & G. Taksdal 1994. The influence of wind on the development and physiology of plants. Norw. J. Agric. Sci. 8. (Innsendt).

Taksdal, G. 1985. Verknader av le til grønnsaker og bær. Aktuelt SFFL (1): 81-89.

Taksdal, G. 1987. Forsøk med le til gulrot. Aktuelt SFFL(1): 187-193. Taksdal, G. 1992. Windbreak effects on the carrot crop. Acta Agric. Scand., sect. B, Soil and Plant Sci. 42: 177-183.

- Thue-Hansen, V. & A.O. Skjelvåg 1987. Virkning av le på klima og byggavling i Rakkestad, Østfold. Norsk Landbr. Forsch. 1: 23-30.
- Tibke, G. 1988. Basic principles of wind erosion control. *Agric. Ecosystems Environ.* 22/23: 103-122.
- Ticknor, K.A. 1988. Design and use of field windbreaks in wind erosion control systems. *Agric. Ecosystems Environ.* 22/23: 123-132.
- Vigerust, E., Y. Vigerust & B. Rognerud 1969. Skigardene på Lesja. Resultater av levirkningsforsøk. *Ny jord* (3): 73-88.
- Waister, P.D. 1970. Effects of shelter from wind on the growth and yield of raspberries. *J. Hort. Sci.* 45: 435-445.
- Waister, P.D. 1972a. Wind damage in horticultural crops. *Hort. Abst.* 42: 609-615.
- Waister, P.D. 1972 b. Wind as a limitation on the growth and yield of strawberries. *J. Hort. Sci.* 47: 411-418.
- Waister, P.D. 1974. Crop growth in the Northern environment. *Scottish Hort. Res. Inst. Bull.* 9: 8-18.
- Walsh, J.E. 1993. The elusive arctic warming. *Nature* 36: 300-301.
- Wight, B. 1988. Farmstead windbreaks. *Agric. Ecosystems Environ.* 22/23: 261-280.
- Wilson, S.J. & R.U. Cooke 1980. Wind Erosion. pp. 217-2511 *IN* M.J. Kirksby & R.P.C. Morgan (Eds.). *Soil erosion*. John Wiley & Sons Ltd.
- Winter, E.J. 1965. Some effects of wind upon vegetable crop plants. *Scient. Hort.* 17: 53-60.
- Åvall, H. 1981. Vindskydd i fältmessig odling. Sveriges Lantbr. Un. konsulentavd. Rapp. Trädgård 201.34s.



En ny norsk sort av westerwoldsk raigras, HeWr 8701

A new Norwegian cultivar of westerwolth ryegrass, HeWr 8701

RAGNAR HILLESTAD¹⁾, ODD ARNE ROGNLI²⁾, ERIK TORSKENÆS¹⁾ og KNUT AASTVEIT²⁾

¹⁾Hellerud forsøks- og eliteavlsgard, Skjetten, Norge

Hellerud Research Station and Seed Multiplication Farm, Skjetten, Norway

²⁾Norges landbrukshøgskole, Institutt for bioteknologifag, Ås, Norge

Agricultural University og Norway, Department of Biotechnological Sciences, Ås, Norway

Hillestad, R., O.A. Rognli, E. Torskenæs & K. Aastveit 1993. A new Norwegian cultivar of westerwolth ryegrass, HeWr 8701. Norsk landbruksforskning 7: 271-277. ISSN 0801-5333.

After open pollination 468 half-sib families were established from randomly selected plants of the Dutch cultivar "Tewera". The families were laid out as single rows in a randomized incomplete block field experiment with two replications, and yield was visually scored. Based on observations taken at four stages during the growing season, it was found that there were highly significant variations between families. The estimated broad sense heritability was 0.59, and 6.8% of the families were selected. Equal amounts of seed from the mother plants of the selected families were mixed and multiplied as a new synthetic population which was then compared in yield trials with the mother cultivar "Tewera", and in addition with two other cultivars, "Barspectra" and "Baroldi", at four locations over two years. On average HeWr 8701 gave the highest yield of dry matter as well as of seed. However, differences between HeWr 8701 and each of the other varieties do not reach the 5% level of significance. HeWr 8701 is recommended for seed and fodder production in South-Norway.

Key words: Cultivar testing, plant breeding, seed production, westerwolth ryegrass.

Ragnar Hillestad, Hellerud Research Station and Seed Multiplication Farm, P.O. Box 115, N-2013 Skjetten, Norway

Westerwoldsk raigras (*Lolium multiflorum* var. *westerwoldicum*) er en ettårig variant av italiensk raigras (*L. multiflorum* Lam.). Italiensk raigras har sin opprinnelse i Middelhavsområdet, og ble trolig først dyrket i Nord-Italia (Beddows 1953). Seinere har arten spredd seg til andre land i Vest-Europa, til Nord- og Sør-Amerika, Australia og New-Zealand. Italiensk raigras er svært heterogen, bl.a. i utvikling. Det finnes således både ettårige, vinter ettårige og mer eller mindre flerårige populasjoner.

Westerwoldsk raigras er kommet fram ved seleksjon i italiensk raigras. Denne seleksjonen skjedde i provinsen Westerwolth i Nederland sist i forrige århundre (Haan

1955). Italiensk raigras ble sådd om våren og brukt som sommerfôr. Det hendte at det ble for mye av dette fôret, slik at en del ble stående og seinere høstet som høy. På det tidspunktet hadde noen av plantene utviklet strå og frø. Som her i landet i tidligere tider, var det også i Nederland vanlig å bruke oppsop fra høylager til etablering av grasmark. For raigraset resulterte dette i seleksjon for tidlige ettårige typer. Allerede i 1890-årene ble det dyrket tidlig ettårige raigras med betegnelsen westerwoldsk (Haan 1955).

I de første årene etter den annen verdenskrig ble det i Nederland startet foredling i så vel westerwoldsk som opprinnelig italiensk raigras. Framstilling av tetraploider i både italiensk og westerwoldsk raigras ble tatt opp ganske tidlig (Wit og Speckmann 1955, Wit 1958). Foredlingen har ført til at det i dag er et stort antall diploide og tetraploide sorter av både italiensk og westerwoldsk raigras. Mange av disse sortene har vært prøvd i norske forsøk (Skaland 1970, Skaland og Volden 1974, Øyen 1980, Lein 1989).

Westerwoldsk raigras har blitt en populær grønnfôrvekst i vårt land, særlig i blandinger med bygg, havre og erter. Den årlige importen av frø er ca. 480 tonn. Det importerte frøet er billig. Men importen medfører fare for innførsel av uønsket ugras, særlig floghavre. Dette sammen med et ønske om å skaffe nye oppdrag til norsk jordbruk, var grunnen til at det ved Hellerud forsøks- og eliteavlsgard i årene 1982-1985 ble gjennomført en serie med forsøk som tok sikte på å undersøke de biologiske mulighetene for norsk produksjon av slikt frø (Torskenæs 1992). Konklusjonen fra disse forsøkene var at de biologiske mulighetene for frøavl av westerwoldsk raigras i Sør-Norge er gode i år med normal nedbør (Kval-Engstad 1985). Men dette graset er svakt for tørke. Derfor må nok frøavlere av dette graset helst ha vanningsanlegg.

Frøavlsstudiene i westerwoldsk raigras førte også til et ønske om å ha, i det minste, en norsk sort av denne veksten. I samråd og samarbeid med det daværende Institutt for genetik og planteforedling ved Norges landbrukshøgskole, ble det bestemt at vi skulle forsøke å lage en ny sort ved avkomsprøving og seleksjon i den nederlandske sorten Tewera. Denne meldingen omhandler resultatene fra dette arbeidet.

MATERIALE OG METODER

Sist i april 1985 ble frø av Tewera innkjøpt fra Felleskjøpet Østlandet (Holstad). Frøet ble sådd og priklet i veksthus, seinere ble 500 planter valgt ut tilfeldig og plantet i rader på friland med 60 cm mellom radene og 30 cm mellom plantene innen raden. Under blomstringen fikk disse plantene bestøve seg fritt. Ved frømodning ble plantene høstet separat, tørket og tresket.

Våren 1986 ble det på Norderås i Ås lagt ut et forsøk med avkom fra 468 enkeltplanter. Genetisk sett var disse avkomene halvsøskenfamilier. Forsøksplanen var en type ufullstendige blokker, der familiene ble plassert i grupper. Hver gruppe hadde 20 halvsøsken(HS) familier og i tillegg to kontrollsorter, som i dette tilfellet var Tewera og Barspectra. Gruppegjennomsnittene ble brukt til utjevning av jordvariasjonen innen hver av de to fullstendige blokkene. Hver rute i dette forsøket besto av en 1 m lang håndsådd rad. Oppmålt frømengde (1,0 g) ble strødd ut med hand i furer risset opp med markør. Radavstanden var 40 cm. Feltet ble høstet 4 ganger i løpet av vekstsesongen, første gang ved skyting 7/7, deretter 5/8, 3/9 og 21/10. Like før hver slått ble størrelsen av den

produserte blad- og stengelmasse på hver rute bedømt skjønnsmessig ved bruk av en skala fra 0 til 100. Bedømmelsen ble foretatt av to personer i samarbeid. Alle rutene ble bedømt i relasjon til en bestemt rute som var valgt slik at den representerte gjennomsnittet for hele feltet. Både før såing og etter 1. og 2. slått ble det gitt gjødselmengder som på den tiden var normale i området.

På grunnlag av bedømmelsene før hver av de 4 slåttene ble 32 avkomsfamilier selektert. En ny syntetisk populasjon betegnet HeWr 8701 ble etablert ved at like frømengder fra morplantene til de selekterte avkomsfamiliene ble slått sammen og formert.

Den nye syntetiske populasjonen ble prøvd i en serie som omfattet 8 forsøk, ett forsøk i hvert av årene 1988 og 1989 på hvert av stedene Hellerud, Ås, Apelsvoll og Landvik.

Forsøksleddene i denne var:

1. HeWr 8701 (4x)
2. Tewera (4x)
3. Barspectra 4x)
4. Baroldi (2x)

Sorten Baroldi er diploid, HeWr 8701 og de to øvrige sortene er tetraploide. Hvert forsøk hadde 4 tilfeldig fordelte blokker. To av blokkene ble brukt til bestemmelse av tørrstoffavling etter tre gangers slått hvert år. De to øvrige blokkene ble brukt til bestemmelse av frøavling. Rutestørrelsen var ulik i de to settene av blokker. Høsterutene for tørrstoffavling var om lag 10 m², mens høsterutene for frø var om lag 30 m².

RESULTATER

Variasjon og seleksjon

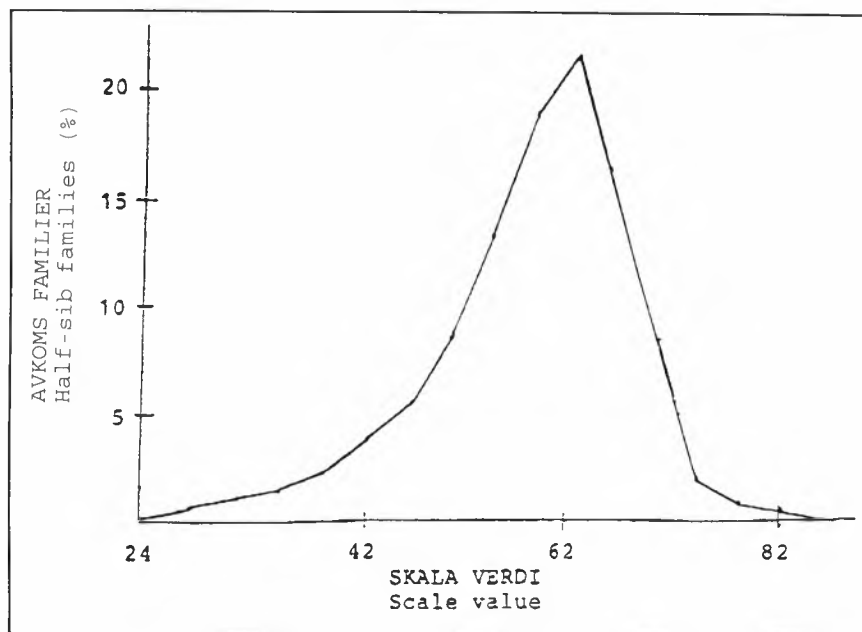
Som nevnt ble alle ruteavlingene bedømt skjønnsmessig like før hver av de 4 høstingene. Fig. 1 viser fordelingen av skalaverdiene i gjennomsnitt for de 4 høstingene, mens tabell 1 viser verdiene av de observerte populasjonsparameterene. Tabellen viser at det var meget signifikant variasjon mellom avkomsfamiliene beregnet på gjennomsnittsverdiene over fire høstingstidspunkt. Resultatene var ellers stort sett de samme for alle høstetidene. Estimert av arvbarheten i vid forstand viser at 57 prosent av variasjonen mellom familier var genetisk bestemt. 6,8 prosent av familiene ble selektert. Det gir en seleksjonsintensitet (i) på ca. 2,0. Virkningen av denne seleksjonen (R) skulle derfor bli

$$R = i \cdot h^2 \cdot \sigma_p = 2.0 \times 0.57 \times 162,27 = 7,26,$$

som vil si at seleksjonsvirkningen skulle bli ca. 12,5 prosent av populasjonsgjennomsnittet.

Tørrstoffavlingene fra prøveserien

For tørrstoffprosent var det i mange tilfelle signifikante forskjeller mellom den diploide sorten Baroldi og gjennomsnittet av de tre tetraploidene. Tabell 2 gir tørrstoffprosentene i gjennomsnitt over 2 år for de tre forsøksstedene vi hadde sammenlignbare tall fra. Som i de fleste andre forsøksserier med diploider og tetraploider i ettårig raigras, hadde tetraploidene 1,5 - 2,0 prosent mindre tørrstoff enn den diploide sorten.



Figur 1. Fordeling av 468 avkoms familier for estimert avling i middel over fire høstinger
 Figure 1. Distribution of 468 half-sib families for estimated yield, averaged over four stages during the growing season

Tabell 1. Estimer av populasjonsparametere
 Table 1. Estimates of population parameters

Populasjonsgjennomsnitt (X_{pop})	58,0
Population average (X_{pop})	
Signifikansnivå for variasjonen mellom avkomsfamilier	0,0001
Level of significance for variation between half-sib families	
Genetisk variasjonskomponent (V_G)	91,83
Genetic variance component (V_G)	
Miljøbestemt variasjonskomponent (V_E)	70,84
Environmental variance component (V_E)	
Fenotypisk variasjon = $V_G + V_E = \sigma_p^2$	162,67
Phenotypic variation = $V_G + V_E = \sigma_p^2$	
Arvbarhet i vid forstand (h^2)	0,57
Broad sense heritability (h^2)	
Gjennomsnitt av selekterte familier (X_{sel})	70,6
Average of selected families (X_{sel})	
Seleksjonsdifferans	22,6
Selection differential	

Tabell 2. Tørrstoffprosent i gjennomsnitt over to år for feltene på Ås, Apelsvoll og Landvik
 Table 2. Dry matter percentage, averaged over two years for trials at Ås, Apelsvoll and Landvik

Sort/pop. Cultivar/pop.	Tørrstoff % Drymatter%		
	1. slått 1. cut	2. slått 2. cut	3. slått 3. cut
HeWr 8701	21,6	16,8	17,7
Tewera	21,2	16,6	17,0
Barspectra	21,7	16,3	17,5
Baroldi	23,5	18,3	19,2
Middel/Average	22,0	17,0	17,4

Bortsett fra på Ås ga HeWr 8701 størst gjennomsnittlig tørrstoffavling (tabell 3). De låge avlingene på Landvik skyldes at det i 1989 på grunn av sterk tørke, bare ble tatt en høsting, og at avlingen etter denne var usedvanlig låg. I 1988 var imidlertid avlingene på Landvik om lag på samme nivå som på de andre stedene. Feilene i disse forsøkene var nokså store, derfor er ikke forskjellene i tabell 3 store nok til å gi statistisk sikkerhet på 5 % nivået.

Tabell 3. Midlere tørrstoffavlinger over årene 1988-89
 Table 3. Dry matter yield, average for the years 1988-89

Sort/pop. Cultivar/pop.	Kg tørrstoff pr dekar Kg dry matter per decare (1/10 hectare)				
	Ås	Hellerud	Landvik	Apelsvoll	Middel Average
HeWr 8701	755	723	443	864	696
Tewera	798	706	430	758	673
Barspectra	787	710	422	863	695
Baroldi	709	692	420	799	655
Middel/Average	762	708	429	821	680

Frøavlingene

Tabell 4 viser at sorten Barspectra ga størst frøavling på Ås. På de andre stedene og i gjennomsnitt over år og steder ga HeWr 8701 de største frøavlingene. Forskjellen mellom denne og morsorten Tewera var 9 kg pr. dekar, som svarer til 12,9 %. Her, som ellers i frøavlsforsøk, var feilene store, derfor nådde ikke den statistiske sikkerheten for denne

276 En ny norsk sort av westerwoldsk raigras

differansen 5 % nivået, men var 0,1 - 0,2.

Tabell 4. Midlere frøavlinger over årene 1988-89
Table 4. Seed yield, average for the years 1988-89

Sort/pop. <i>Cultivar/pop</i>	Kg frø pr dekar <i>Kg seed per decare (1/10 hectare)</i>				
	Ås	Hellerud	Landvik	Apelsvoll	Middel <i>Average</i>
HeWr 8701	96	96	34	98	79
Tewera	93	82	27	89	70
Barspectra	106	89	27	91	74
Baroldi	82	56	41	75	61
Middel/ <i>Average</i>	94	81	32	88	71

KONKLUSJON

Den nye syntetiske populasjonen, HeWr 8701, har vært sammenlignet med tre av de mest aktuelle importerte sortene i en forsøksserie som omfattet ett forsøk i hvert av to år på fire steder. I denne serien har HeWr 8701 gitt de største avlingene av både tørrstoff og frø i gjennomsnitt over steder og år. På grunn av store forsøksfeil og delvis samspill, er ikke differansene mellom HeWr 8701 og noen av de andre sortene statistisk sikre på 5 % nivået. Resultatene tyder likevel på at HeWr 8701 ikke er dårligere enn noen av de andre sortene med hensyn til tørrstoffavling. Det er videre relativt sterke indikasjoner på at HeWr 8701 gir størst frøavling.

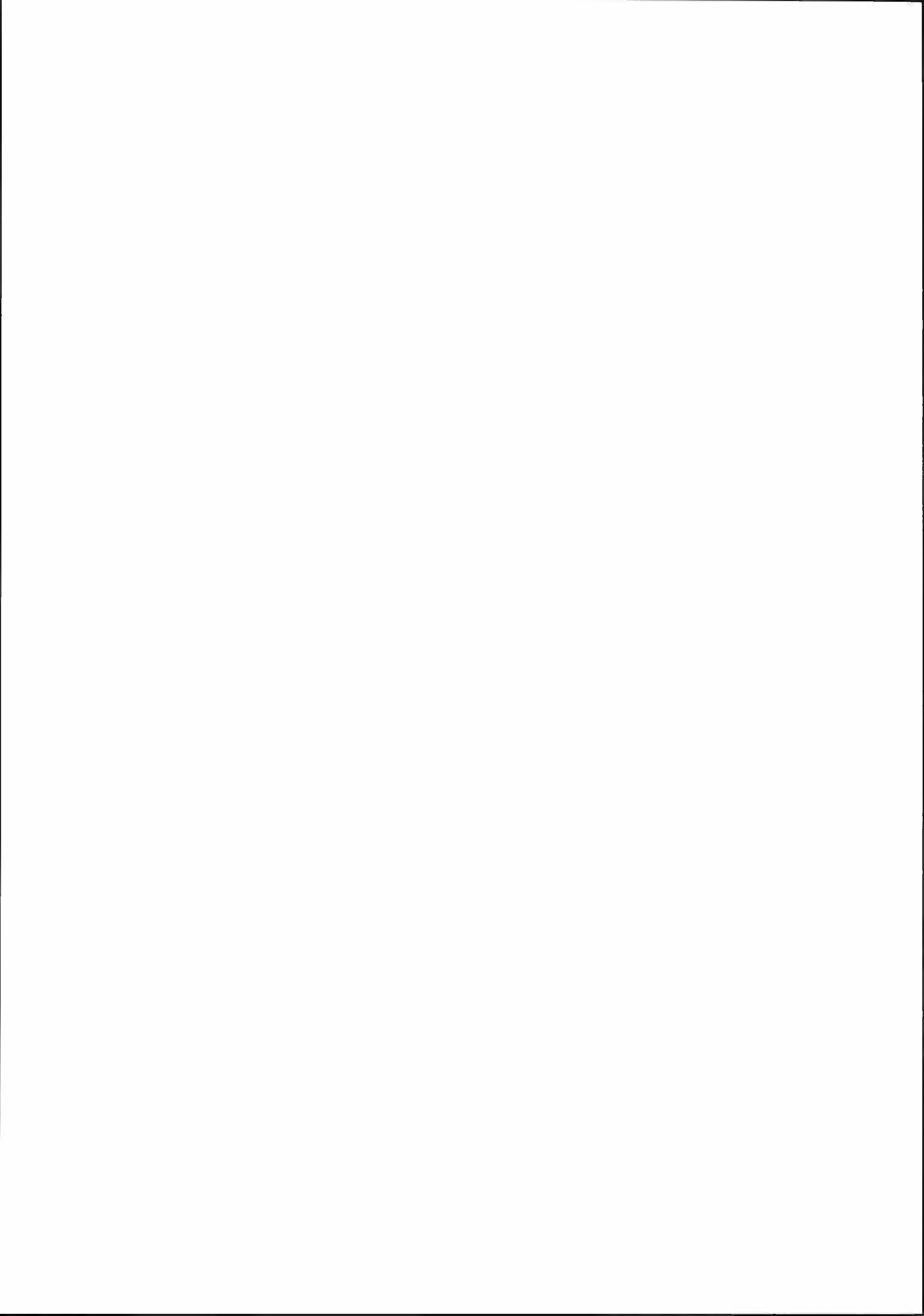
Det blir for tiden importert betydelige kvanta frø av ettårig raigras til Norge. Som nevnt før, er det gode muligheter for frøproduksjon av ettårig raigras i Sør-Norge, men vi har i dag ingen norsk sort av denne arten. Forutsatt offisiell godkjenning som sort anbefaler vi HeWr 8701 til frøproduksjon og fôrdyrking i Norge.

LITTERATUR

Beddows, A.R. 1953. The ryegrass in British agriculture: A survey. Welsh Pl. Br. Sta. Bull. Ser. H, No. 17: 1-81.

Haan, H. De. 1955. Origin of westerwolth's ryegrass (*Lolium multiflorum westerwoldicum*). Euphytica 4: 206-210.

- Kval-Engstad, O. 1986. Frøavl av westerwoldsk raigras (*Lolium multiflorum* Lam. var. *westerwoldicum*). Hovedoppgave ved Norges landbrukshøgskole, 1986.
- Lein, H. 1989. Grønførvekster i reinbestand og blandinger. Norsk landbr. fors. 3: 129-137.
- Skaland, N. 1970. Italiensk og westerwoldsk raigras. Sortsforsøk 1956-57 og 1965-66. Forskn. fors. landbr. 21: 111-123.
- Skaland, N. og B. Volden 1974. Diploid og tetraploid italiensk og westerwoldsk raigras. Forskn.fors. landbr. 25: 117-143.
- Torskenæs, E. 1992. Frøavl av westerwoldsk raigras. Kurs i frøavl av gras og kløver, Hellerud, 25.-26.mars 1992
- Wit, F. 1958. Tetraploid Italian ryegrass. Euphytica 7: 47-58.
- Wit, F. and G.J. Speckmann 1955. Tetraploid westerwolths ryegrass. Euphytica 4: 245-253.
- Øyen, J. 1980. Italiensk og westerwoldsk raigras. Sortsforsøk 1974-78. Forskn. fors. landbr. 31, 273-282.



Nitrogengjødslingas innvirkning på avling og kvalitet i tre potetsorter dyrket på ulike lokaliteter i Norge

The influence of nitrogen fertilization on tuber yield and quality in three potato varieties grown at different locations in Norway

PER J. MØLLERHAGEN

Statens forskingsstasjoner i landbruk, Apelsvoll forskingsstasjon, Kapp, Norge
The Norwegian State Agricultural Research Stations, Apelsvoll Research Station, Kapp, Norway

Møllerhagen, P.J. 1993. The influence of nitrogen fertilization on tuber yield and quality in three potato varieties grown at different locations in Norway. Norsk landbruksforskning 7:279-296. ISSN-0801-5333.

A series of experiments were carried out in the years 1989-91 with the aim of determining the optimal level of nitrogen fertilizer for different potato varieties at five locations in Norway. The experimental layout was a split-plot design with N-fertilization at main plots and varieties at subplots. The nitrogen treatments were 0,50, 100 and 150 kg/ha and the tested varieties were Beate, Danva and Matilda. The other nutrients were given at optimal amounts for all treatments. Both the yields and the dry matter content were lower at the northern location than at the southern ones. The yield for Beate increased for all levels of N-fertilizer, while the yield for Danva and Matilda levelled off at 100 kg N/ha. The dry matter content was reduced in all varieties when N-fertilization was increased, but the dry matter content in Beate was less influenced than that in the other two varieties. The highest levels of fertilizer resulted in the biggest tubers, the highest percentage of green-coloured tubers and the poorest quality of table potatoes.

Key words: Dry matter, locations, nitrogen fertilization, potato varieties, quality, yields

Per J. Møllerhagen, Apelsvoll Research Station, N-2858 Kapp, Norway

Verdiprøvinga i potet er grunnlaget for utprøving av nye sorter og godkjenningen av disse i Norge.

I tillegg til verdiprøvinga som er reine sortsforsøk, er det verdifullt å undersøke de ulike sortenes nitrogengjødslingsbehov. Sorter som nylig er godkjent eller sorter som i verdiprøvinga viser seg lovende, blir prøvd i gjødslingsforsøk. Disse er plassert på fem ulike lokaliteter rundt om i landet.

Forsøkene gir oss verdifulle opplysninger om de ulike sortene sitt gjødselbehov. I

tillegg får vi et inntrykk av om det er noen variasjon i gjødselbehov landsdelene imellom. Det er resultater fra en slik treårig forsøksserie som danner grunnlaget for denne publikasjonen. Forsøksserien er en videreføring av tidligere forsøksserier med N-gjødsling til aktuelle potetsorter (Rønsen 1983, Eltun 1986).

MATERIALE OG METODE

Tabell 1. Oversikt over forsøksplan
Table 1. The experimental layout

A. År:	1989
A. Year:	1990
	1991
B. Forsøkssteder:	Institutt for plantekultur
B. Location:	Apelsvoll forskingsstasjon
	Kvithamar "
	Særheim "
	Vågønes "
C. N-gjødsling:	0 kg/daa
C. N-level:	5 "
	10 "
	15 "
D. Sorter:	Beate
D. Varieties	Danva
	Matilda
E. Gjentak:	2 pr. felt
E. Replications:	2 per trial

Forsøksplanen var split-plot med gjødsling på storuter og sorter på småruter.

Klima, beliggenhet og veksttid for de ulike forsøksstedene er vist i tabell 2.

I 1990 hadde Apelsvoll en middeltemperatur på 0,4 °C over normalen. Ved institutt for plantekultur kom det mindre regn enn normalt i alle forsøksår. Størst var nedbørsunderskuddet der i 1991 med 123 mm mindre enn normalt. I 1990 var middeltemperaturen for mai-sept. 13,6°C (0,3°C over normalen). På Særheim var åra 1989-91 kaldere enn normalt. Året 1990 var fuktig med 145 mm nedbør mer enn normalt på Særheim.

På Vågønes, Kvithamar og Særheim var jordarten siltig sand, på Institutt for Plantekultur mellomleire og på Apelsvoll lettleire. Moldinnholdet var lavest på Kvithamar og Vågønes med 3%. På de andre stasjonene var moldinnholdet 7-9%

Tabell 2. Breddegrad, døgnmiddeltemperatur, nedbør og døgngrader ved de forskjellige stasjonene 1960-90. Tallene i parentes er for perioden 1989-91

Table 2. Latitude-N, average daily temperature, rainfall and daydegrees at the different locations. Means for the years 1960-90. Means for the years 1989-91 in paranthesis

Stasjon <i>Location</i>	Breddegrad °N <i>Latitude-N</i>	Mai - Sept.		
		Middeltemp. <i>Average daily temperature °C</i>	Middelnedbør <i>Rainfall mm</i>	Døgn- grader <i>Day degrees</i>
Vågønes	67	10,3 (10,2)	403 (436)	1576(1561)
Kvithamar	63	11,8 (11,9)	415 (449)	1805(1820)
Apelsvoll	60	12,1 (12,3)	325 (249)	1851(1882)
Inst. pl. kult.	59	13,3 (13,3)	382 (303)	2055(2035)
Særheim	58	13,3 (12,2)	479 (483)	2034(1866)

Følgende gjødslingsmidler ble brukt:

1. Nitrogenkilde: Kalksalpeter
2. Fosforkilde: Superfosfat
3. Kaliumkilde: Kaliumsulfat
4. Magnesiumkilde: Kiseritt

Det ble tilført tilsvarende 5 kg fosfor, 15 kg kalium og 5 kg magnesium pr. daa på hver rute.

All gjødsla ble gitt på overflata før setting. Gjødsla ble nedmoldet før eller samtidig med setting. Mellom hver storrute (gjødslingsrute) var det innlagt ei grenserute for å unngå naboeffekt av ulike nitrogennivåer.

Rutelengden var totalt 7,5 m inkludert 1,2 m åpne grensebelter mellom rutene. Det ble satt to rader på hver rute. På de fleste felt var radavstanden 70 cm. Setteavstand og settedybde var henholdsvis 30 cm og 2 cm under flatt land.

Sortene som ble prøvd var Danva som ble godkjent i 1988 og Matilda som hadde gitt lovende resultater i verdiprøvinga. Beate er brukt som målestokksort i verdiprøvinga, og er også her valgt som målestokksort.

Potetene ble satt for hånd (etter oppmarkering) eller med en halvautomatisk potetsetter.

Settepotetene ble dyrket på Hveem forsøksgård, Ø. Toten. Ved Institutt for plantekultur, ble det benyttet stedeagne settepoteter. Settepoteter ble sortert i fraksjonen 35-50 mm i midten av februar. Poteter ble sendt til de respektive forsøksstasjonene i første halvdel av mars.

Feltene på Apelsvoll ble vannet etter behov, de andre hadde ikke vanning.

Etter høsting ble det tatt ut prøver til matkvalitetsundersøkelser og kvalitets-

bedømming. Bruttoavling, bløte råter og sorteringsutbytte ble registrert av hele ruteavlinga. Knollvekt, tørrstoff, tørre råter, skurv, grønne knoller, indre defekter og mørkfarging i rå tilstand ble registrert på ei 3 kg's prøve som ble tatt fra ruteavlinga.

Koke-/matkvalitet ble bestemt på ei 2 kg's prøve tatt fra ruteavlinga. Smak, mjølenhet, sundkoking og mørkfarging etter koking ble bedømt.

De statistiske analysene ble utført ved hjelp av MSTAT utviklet av Ø. Nissen ved Institutt for plantekultur, NLH.

AVLING

Avlingsnivået har variert mye fra stasjon til stasjon (tabell 3).

Tabell 3. Avlingsnivået ved de 5 forsøksstedene, kg/daa
Table 3. Yield level at the five locations, kg/0.1 ha

Stasjon <i>Location</i>	Beate	Danva	Matilda	Middel <i>Average</i>
Inst.pl.kult.	2903	2458	2100	2487
Apelsvoll	3738	3653	3445	3612
Kvithamar	3242	3135	3261	3212
Særheim	4487	4480	4002	4323
Vågønes	2683	2931	2703	2772
Middel <i>Average</i>	3410	3331	3102	LSD = 1431 (steder) (Locations)

Sorter: $P\% < 10$
Varieties: $P\% < 10$

Steder: $P\% < 0,1$
Locations: $P\% < 0.1$

Avlingene varierte i middel for de fire nitrogenmengdene fra 2487 kg/daa (Institutt for plantekultur) til 4322 kg/daa (Særheim forskingsstasjon). I middel for alle stasjonene var det en sterk tendens til at Beate ga høyest totalavling. ($P\% < 10$) Matilda var minst yterik av de tre sortene.

Samspeillet mellom sort og sted var tilnærmet signifikant på 5% nivå. Matilda ga høyest avling på Kvithamar, nest høyest på Vågønes og lavest ved de tre andre stasjonene. Danva var mest yterik på Vågønes og minst på Kvithamar. Beate ga lavest avling på Vågønes. Med unntak for Kvithamar der Beate lå litt under Matilda, hadde det høyeste avlingsnivået på de andre stasjonene.

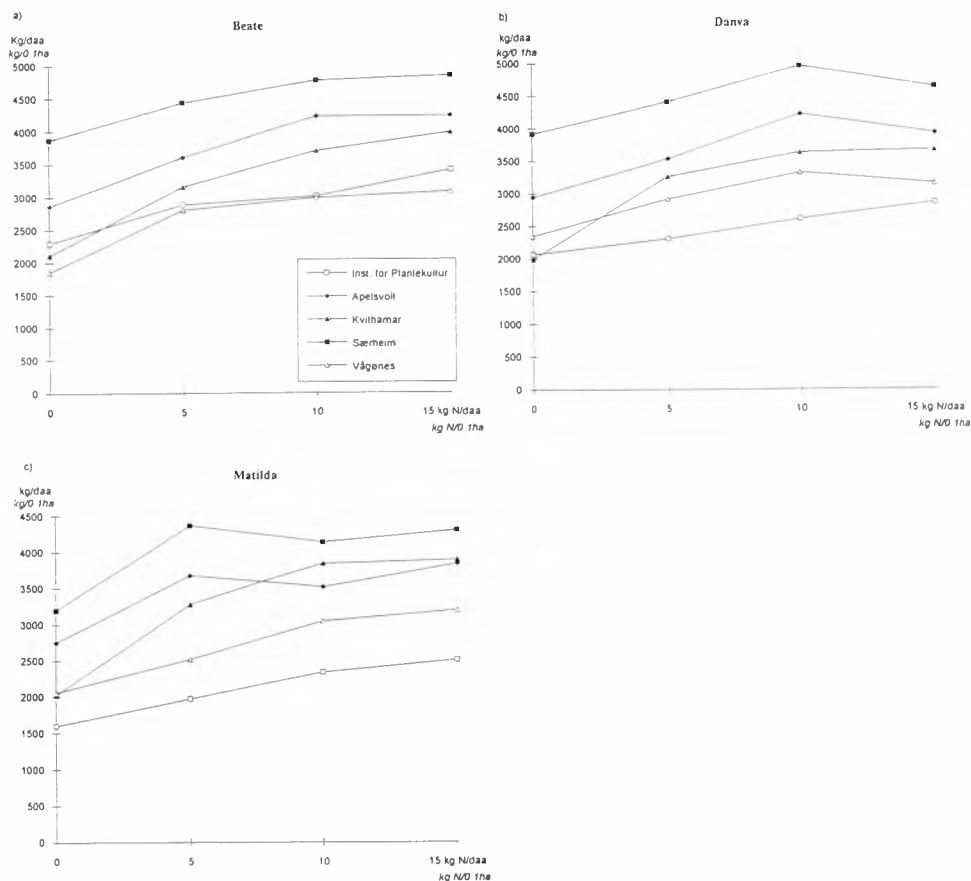
Figur 1 viser at nitrogentilførselen innvirket sterkt på avlingsnivået. I middel for alle stedene og sortene har en økning av nitrogentilførselen fra 0 til 15 kg N/da gitt en avlingsøkning på 1181 kg/daa.

Der hvor det ikke ble tilført nitrogen i det hele tatt, ble det oppnådd ei avling på 2525 kg/daa middel for alle stasjonene. Null-leddet på Særheim forskingsstasjon skilte seg ut med ei ekstremt høy avling (3658 kg/daa). Dette må bety at her må det ha vært en stor tilgjengelig nitrogenreserve i jorda, samt at forholdene for frigjøring av bundet nitrogen har vært gode.

Figur 1 viser videre hvordan Beate, Danva og Matilda har reagert på forskjellig nitrogengjødsling på stasjonene. Vi fant tilnærmet signifikant samspill mellom sted, gjødsling og sort. Delfigur a viser at Beate har stagnert i avling ved 10 kg/daa på Særheim og Apelsvoll. På Kvithamar har avlinga steget jevnt helt opptil 15 kg/daa, men avlingskurva flater noe ut fra 10-15 kg N/daa. På Vågønes og Institutt for plantekultur var det liten avlingsøkning utover 5 kg N/daa.

Delfigur b, viser at Danva har hatt et avlingsoptimum rundt 10 kg N/daa på Særheim, Apelsvoll, Vågønes og Kvithamar. På Kvithamar holdt avlignsnivået seg høyt også ved 15 kg. På Institutt for plantekultur reagerte Danva med en jevn økning fra vel 2000 kg til 2800 kg.

Delfigur c, viser at Matilda har gitt en maksimumsavling ved 5 kg N/daa på Særheim og Apelsvoll. På de andre stedene har det vært liten avlingsøkning utover 10 kg/daa. Dette er mest markert på Kvithamar.



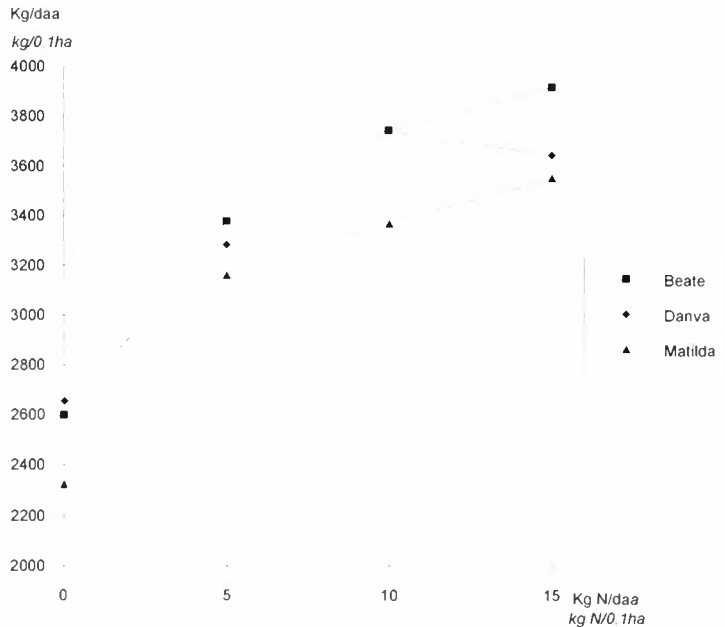
Figur 1. Potetavling i kg/daa ved ulike nitrogennivå. 5 forsøkssteder
Figure 1. Total potato yield in kg/0.1 ha at different nitrogen levels at five locations

Ser en alle figurer under et er det en tydelig utflating av avlingsnivået rundt 10 kg N/daa ved alle forsøksstedene bortsett fra Institutt for Plantekultur. Her fant vi en mer jevn, men liten avlingsøkning ved alle 4 nitrogenmengder.

Det ble påvist signifikant samspill mellom N-gjødsling og sort ($P\% < 1$).

Danva skiller seg ut fra de to andre sortene ved at den fikk en avlingsnedgang fra 10 til 15 kg N/daa.

Beate og Matilda har omtrent samme avlingsøkning ved stigende N-mengder, men Beate ligger på et høyere avlingsnivå. Fra 5 til 10 kg N har Beate hatt en noe sterkere avlingsøkning enn Matilda. (Se fig. 2).



Figur 2. Avling i kg/daa av Beate, Danva og Matilda ved forskjellig N-nivå
 Figure 2. Yields in kg/0.1 ha of Beate, Danva and Matilda at different N-levels

TØRRSTOFF

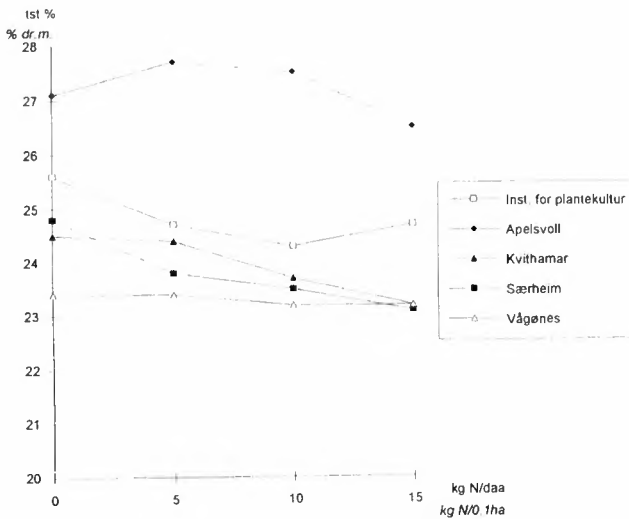
Det er i mange forsøksserier tidligere vist at økende nitrogenmengder senker tørrstoffinnholdet i potet. I disse forsøkene ble tørrstoffet i middel for Beate, Danva og Matilda senket med 0,9% fra 0 kg N/daa til 15 kg N/daa. Vi fant videre et signifikant samspill mellom nitrogengjødsling og sted ($P\% < 5$). Dette betyr at gjødslinga påvirket tørrstoffinnholdet ulikt på de forskjellige forsøksstasjonene.

Potetene som ble dyrket på Vågønes hadde lavest tørrstoffinnhold, men det var høgest på Apelsvoll.

Ved økning i gjødslingen var reduksjonen i tørrstoffprosent større på Særheim, Kvithamar og Apelsvoll enn på Vågønes og Institutt for plantekultur. Ved 15 kg N/daa var

tørrestoffinnholdet lavest på Særheim, Vågønes og Kvithamar. Nivået på tørrestoffinnholdet ved Apelsvoll lå ca 2% over de andre forsøksstasjonene uansett gjødslingsstyrke.

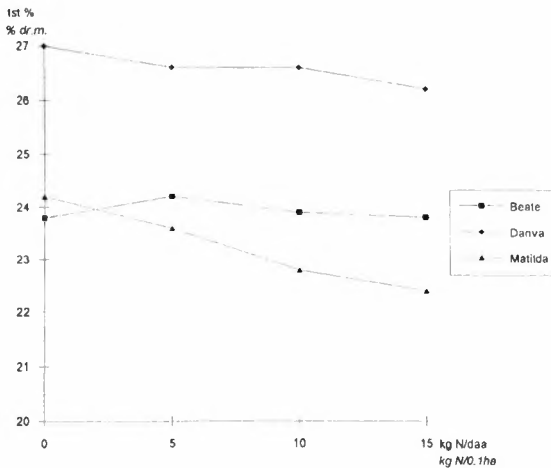
Figur 4 nedenfor viser hvordan tørrestoffinnholdet i sortene har variert med nitrogengjødslinga. Matilda skiller seg ut, ved at dens tørrestoffinnhold blir mest redusert fra 0 til 15 kg N (fra 24,2 til 22,4). Tørrestoffinnholdet i Beate ble minst påvirket av ulike N-mengder, mens tørrestoffinnholdet i Danva gikk ned fra 27,0% til 26,2%. Dette betyr at tørrestoffinnholdet i Danva og Beate er mindre påvirket av ulike N-mengder enn tørrestoffinnholdet i Matilda. Dette er viktig med tanke på matkvaliteten. Samspillet mellom gjødsling og sort var signifikant ($P\% < 5$).



Figur 3. Tørrestoffinnholdet i potet ved ulike N-nivå
Figure 3. Dry matter content in potato at different N-levels

KNOLLSTØRRELSE OG SORTERINGSUTBYTTE

Gjennomsnittlig knollstørrelse økte med stigende nitrogenmengde (fig. 5). I middel for fire stasjoner økte knollvekta med 15 gram fra svakeste til sterkeste gjødsling. Det var signifikant samspilleffekt mellom nitrogengjødsling og stasjon ($P\% < 5$). Største økningen fant vi i knollene fra Kvithamar. Her økte knollvekta fra 67 gram til 93 gram. På Særheim var knollvekta uten gjødsling veldig høy (123 gram), og en måtte opp i 15 kg N/daa før knollvekta økte med 15 gram (som gjennomsnittet). På Vågønes var knollvekta nesten upåvirket av nitrogengjødslinga. På Apelsvoll økte gjennomsnittlig knollvekt med 17 gram.



Figur 4. Tørrstoffinnholdet i Beate, Danva og Matilda ved forskjellige N-nivå
 Figure 4. Dry matter content in Beate, Danva and Matilda at different N-levels

Som et mål på hvordan gjødslinga har påvirket sorteringsutbyttet, er det nedenfor vist en tabell over andelen av store knoller (>55 mm) ved de ulike gjødslingsstyrkene.

Det var signifikant samspill mellom nitrogengjødsling og forsøkssted når det gjaldt andelen av avlinga over 55 mm.

I middel økte prosentandelen i fraksjonen over 55 mm med 12 fra svakeste til sterkeste gjødsling. Det var mest store knoller på Særheim. Hele 40% av avlinga lå i fraksjonen over 55 mm ved 0 kg N/daa. Ser en bort fra resultatene på Vågønes, hadde Særheim den minste økningen av andel knoller over 55 mm ved å gjødsle 15 kg N/daa. Størst effekt av nitrogengjødslinga på sorteringsutbytte fant vi ved Institutt for plantekultur.

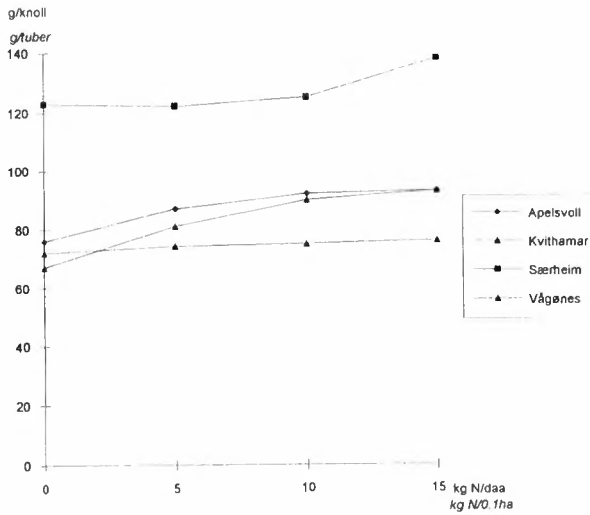
På Vågønes var det lite store knoller og andelen av knoller over 55 mm ble ikke påvirket av nitrogengjødslinga.

En sammenligning av knollstørrelsen og sorteringsutbytte ved de fire nitrogengjødslingene, viste at det var meget nær sammenheng ($r^2 = 0,99$).

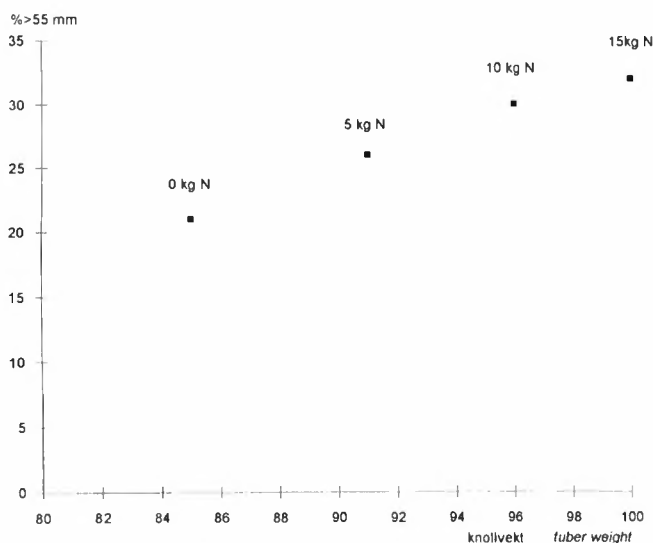
Tabell 4. Vektprosent knoller >55 mm ved ulike nitrogenmengder
 Table 4. Weight percent tubers >55 mm at different nitrogen levels

N-gjødsling kg/daa N-level kg/0.1 ha	Stasjon Location				
	Inst. for pl.kult	Apelsvoll	Kvit- hamar	Sær- heim	Vågø- nes
0	18	23	7	40	15
5	22	30	16	47	16
10	31	31	20	47	16
15	35	37	23	52	16
Gjødslings- effekt Fertilization-effect	+17%	+15%	+16%	+12%	+1%

N-gjødsling x sted: P% < 5.
 N-level x location



Figur 5. Gjennomsnittlig knollvekst ved forskjellige N-nivå
 Figure 5. Average tuber weight at different N-levels



Figur 6. Sammenhengen mellom prosent knoller over 55 mm og knollvekt (gram)

Figure 6. The relation between percent tubers greater than 55 mm and tuber weight (grams)

MATKVALITET

Apelsvoll, Kvithamar og Særheim utførte kokeprøver på sortene som var gjødslet med ulike mengder nitrogen.

Både mjølenhet (konsistens), smak og totalinntrykk av kokekvaliteten ble oppfattet som dårligere jo sterkere nitrogengjødslinga var. Det kunne ikke påvises samspill mellom sort og gjødsling når det gjaldt kokeegenskaper. Beate, Danva og Matilda ble derfor tilnærmet like mye påvirket av nitrogengjødslinga når det gjaldt kokekvaliteten. Resultatene som gjelder sundkoking av knollene stammer fra 5 felt.

Ved økende nitrogengjødsling var det en tendens til at potetene ikke så lett kokte i stykker. Sundkokingen har nær sammenheng med tørrstoffinnholdet på den måten at jo lavere tørrstoffprosent desto mindre sundkokte knoller (Jfr. senkningen av tørrstoffinnholdet ved økt N-gjødsling). I disse forsøkene hadde vi en sammenheng mellom sundkoking og tørrstoffprosent som tilsvarte en korrelasjonskoeffisient $r^2=0,986$.

Forskjellene sortene imellom var signifikante i mjølenhet og totalinntrykk. Danva, med det høyeste tørrstoffinnholdet, var mest mjølen. Beate er derimot vurdert til å gi det beste totale inntrykk av matkvaliteten. Matilda kommer dårligst ut både når det gjelder mjølenhet og totalinntrykk.

Tabell 5. Sammenhengen mellom nitrogennivå og matkvalitet i en skala 1-9 (7 felt). 9 mest mjølen, best smak og totalinntrykk og minst sundkoking

Table 5. Relation between nitrogen level and food quality on a scale 1-9 where 9 means most mealy, best taste and total impression and best cooking quality

Kvalitets- kriterie <i>Criterion</i>	Kg N/daa <i>Kg N/0.1 ha</i>				Signifikans- nivå <i>Significans level</i>
	0	5	10	15	
Mjølenhet <i>Mealy</i>	6,1	5,7	5,7	4,9	P% < 1
Smak <i>Taste</i>	6,1	5,9	5,7	5,2	P% < 0,1
Totalinntrykk <i>Total impression</i>	6,1	6,0	5,9	5,5	P% < 1
Sundkoking <i>Cooking quality</i>	7,3	7,6	7,9	8,2	n.s.

MØRKFARGING

Mørkfargingen av rå poteter skyldes en enzymatisk påvirket reaksjon der tyrosin blir omdannet til melanin ved hjelp av enzymet tyrosinase. Poteter med høyt forhold mellom nitrogen og kalium er mest disponible for å bli mørkfarget.

Beate var sterkest mot mørkfarging i rå tilstand, mens Matilda ble lettest mørk. Dette i middel for de fire nitrogengjødslingene.

I disse forsøkene fant vi ingen sikker samspillseffekt mellom nitrogengjødsling og sort når det gjaldt enzymatisk mørkfarging. Det vil si at ingen av sortene ble sterkere eller svakere påvirket av ulik gjødsling.

Styrken av nitrogengjødslinga har påvirket mørkfargen. Tabell 8 viser at ved økende gjødselmengde har fargen blitt mørkere.

Evnen til å motstå enzymatisk mørkfarging er meget viktig i ferdig-/skrellepotetproduksjonen, men også ved annen anvendelse av poteten er dette forholdet viktig.

290 Nitrogengjødslingas innvirkning på avling og kvalitet

Tabell 6. Sortenes matkvalitet (se tabell 5)

Table 6. Food quality of the varieties (see table 5)

Sort Variety	Mjøløshet Mealy	Totalinntrykk Total impression
Beate	5,5	6,1
Danva	6,1	5,9
Matilda	5,2	5,7
Signif. nivå Signif.-level	P% < 1	P% < 10

Tabell 7. Potetsortenes evne til å motstå mørkfarging, skala 1-9, der 9 er lyseste farge

Table 7. The potato varieties ability to resist darkening, scale where 9 means lightest colour

Sort Variety	Mørkfarging (1-9) Darkening (1-9)
Beate	6,9
Danva	6,4
Matilda	5,2
Signifikans Significans	P% < 5

Tabell 8. Nitrogennivåets påvirkning på enzymatisk mørkfarging (se tabell 7)

Table 8. The influence of enzymatic darkening by different N-levels (see table 7)

Nitrogengjødsling kg/daa N-level kg/0.1 ha	Mørkfarging 1-9 Darkening (1-9)
0	6,4
5	6,3
10	6,1
15	5,8
Signifikans Significans	P% < 5

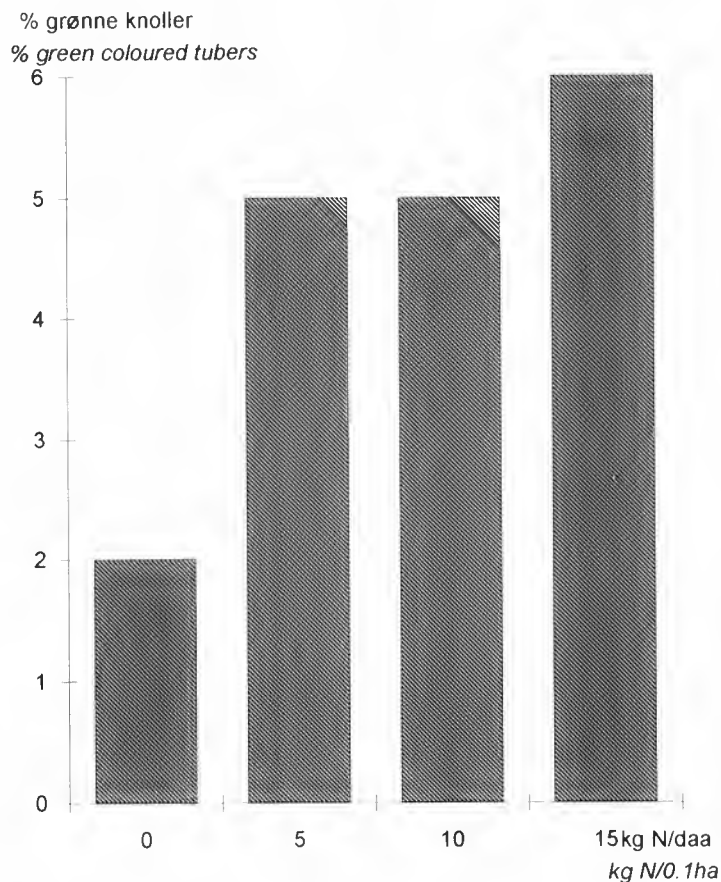
GRØNNE KNOLLER

En av de aller største kvalitetsfeil på poteter er grønne knoller. Hovedårsaken er at knollene er blitt utsatt for lys før opptaking. Dette skyldes at fårene sprekker opp eller at potetknollene får for dårlig plass i fåra, og vokser ut, slik at lys kommer til. Grønnfargingen skyldes dannelse av klorofyll i potetsskallet. Klorofyllet i seg sjøl er uskadelig, men er en indikator på økt innhold av glykoalkaloider (solanin). For mye av slike stoffer

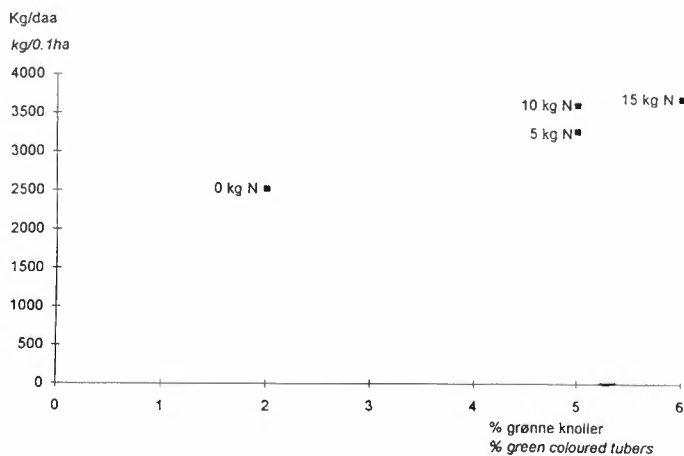
er uønsket i potetknollene.

I forsøkene ble det registrert andelen av grønne knoller i avlinga. Figur 7 viser sammenhengen mellom gjødslingsstyrke og andel grønne knoller.

Andel grønne knoller økte med stigende nitrogenmengde. Fra 2% ved 0 kg N/daa til 6% ved 15 kg N/daa. Av sortene var Matilda mest utsatt for grønnfarging. Sammenhengen mellom antall % grønne knoller og avling i kg/daa er vist i fig. 8.



Figur 7. Prosent grønne knoller ved forskjellig N-nivå
Figure 7. Percent green coloured tubers at different n-levels



Figur 8. Sammenhengen mellom potetavling og prosent grønne knoller
 Figure 8. The relation between potato yield and percent green coloured tubers

Korrelasjonskoeffisienten $r^2 = 0,93$

DISKUSJON

Resultatene gir et godt grunnlag for å bestemme gjødslingsstyrke til Beate, Danva og Matilda og hvordan sortene bør gjødsles i forhold til hverandre i de forskjellige landsdelene.

Med unntak for Institutt for plantekultur, var avlingsnivået på forsøksstedene omtrent som forventet. Vågønes som har kortest veksttid og ligger lengst mot nord har lavest avling. Deretter følger Kvithamar, Apelsvoll og Særheim. Institutt for plantekultur har lavest avling av alle. Dette kan forklares med sterke sikadeangrep kombinert med tørkeskader (ikke vanningsmuligheter). Ved Institutt for plantekultur var det også mest sterk virus i forsøkene. Potetvirus Y som var den dominerende, kan nedsette avlingene fra 50 til 60% (Borchardt, Bode, Bartels og Hobz 1964). Eltun (1986) fant også samme rangering imellom forsøkssteder.

Beate har reagert mest på sterk N-gjødsling av de tre sortene. Den har gitt avlingsøkning helt opp til 15 kg N/daa. Reduksjon i tørrstoffinnhold har vært lavest av sortene. Dette skulle forsvare sterkere nitrogengjødsling til Beate der en forventer og har muligheten for å ta store avlinger (4-5 tonn/daa). Beate har reagert på samme måte i en tidligere analog forsøksserie (Møllerhagen 1993).

Beate har ofte noe småfallen avling. Sterkere N-gjødsling gir flere knoller i salgbar fraksjon. Rønsen & Ekeberg (1979) påviste også økt andel i matpotetfraksjonen ved

sterkeste gjødsling.

Matilda har hatt lavere avling enn Beate i forsøksseriene, men gir også en jevn avlingsøkning ved økende N-gjødsling. Fordi tørrstoffet i sorten reduseres så sterkt, kan en likevel ikke anbefale sterk gjødsling. Matilda er i utgangspunktet lite mjølen, og for å få best mulig matkvalitet, vil en gjødsling på 7-8 kg N være passende. Carlsson (1991) påviste også at Matilda greier seg godt med relativt små N-mengder, som for eksempel i økologiske dyrkingssystem.

Danva har gitt høyest avling ved 10 kg N/daa. Gjødsling utover dette har virket negativt på avlingen av Danva. En rimelig forklaring på avlingsnedgang er forsinket modning. Danva er en sein sort, og ved sterk nitrogengjødsling vil sorten få mer risvekst og modne seinere. Danva slipper vanskelig riset før den begynner å modne. For å unngå for sein innhøsting og dårlige høsteforhold, bør Danva ikke gjødsles med mer enn 10 kg N/daa.

Nedgangen i tørrstoffinnhold har ikke vært så sterk i Danva som i Matilda, men større enn i Beate. Ti kg N/daa skulle derfor være å anbefale til Danva. Danva er en fabrikk-sort, og en ønsker høy tørrstoffavling. Danva og særlig Matilda er utsatt for grønnfarging. Økende N-gjødsling har økt frekvensen av grønne knoller.

Disse undersøkelsene kan ikke brukes som grunnlag for detaljerte gjødselanbefalinger for de ulike landsdelene. Gjødselanbefalinger må skje på grunnlag av gjødselplaner på den enkelte gard. Forsøksserien gir allikevel et godt bilde av hvordan sortene reagerer i forhold til hverandre på de ulike forsøksstedene. Ett unntak er som tidligere nevnt IPK. Der har spesielle vekstforhold påvirket veksten i tillegg til nitrogengjødslingen, slik at resultatene ikke er overførbare til praksis forøvrig.

På Særheim var avlingsnivået meget høyt. Tørrstoffet ble sterkest redusert av økte N-mengder her, og dette skulle bety at det var lite å vinne ved å gjødsle med mer enn 10 kg N/daa. Matilda bør gjødsles svakest fordi den ikke gir videre avlingsøkning utover 5 kg N/daa og også fordi tørrstoffinnholdet senkes mest ved økende nitrogenmengder. Danva bør gjødsles med mer nitrogen, men ikke noe særlig over 10 kg N/daa. Beate betaler best for sterkeste gjødsling og tørrstoffinnholdet påvirkes mindre av økte nitrogenmengder. På jord med lavere moldinnhold enn på Særheim, kan en forsvare noe sterkere gjødsling, men en skal være klar over at kvalitetsforringelsen her er større ved store N-mengder enn i andre landsdeler.

Bærug & Enge (1970) påviste en nedgang i tørrstoffinnholdet på 0,1% pr. kg N. På Særheim var denne nedgangen litt større (0,12% pr. kg N). På Sør-Vestlandet er det ofte brukt husdyrgjødsel i omløpet, slik at jorda har et forholdsvis høgt moldinnhold. Dette betyr at det finnes en god del nitrogenreserver som frigis fra jorda til plantene hvert år.

Forsøket på Apelsvoll viser at en ikke har noe igjen avlings- og kvalitetsmessig for å øke gjødslinga utover 10 kg N/daa. Dette gjelder for alle tre sortene. Tørrstoffinnholdet og dermed kvaliteten senkes betydelig ved å øke gjødslinga fra 10 til 15 kg N/daa. Det må presiseres at Apelsvoll har et moldinnhold på ca 8% og på lokaliteter med lettere jordarter vil det kunne forsvares å gå noe opp i gjødslingsstyrke, særlig for Beate. Resultatene tilsier at rangeringen mellom sortene må bli den samme som på Særheim. Beate bør gjødsles sterkest. I områder av Nord-Østlandet som har kortere veksttid, må en redusere N-mengden under ellers like forhold. Ved å øke N-gjødslinga fra 5 til 15 kg N/daa ble tørrstoffprosenten senket med 1,2%. Rønsen, Tronstad, Bærug (1978) fant i sine undersøkelser en

nedgang på 1% i samme gjødslingsintervall.

Avlingsøkningen ved økende N-gjødsling var større på Kvithamar enn på Apelsvoll og Særheim. Dette kan skyldes lavere moldinnhold (ca 3%) på Kvithamar enn på de to andre stedene. Også på Kvithamar kan en vanskelig anbefale N-mengder utover 10 kg. Muligens med unntak av Beate, som kan tåle 1-2 kg mer N/daa uten at kvaliteten forringes. En skal da være klar over veksttida og faren for å få umodne knoller. Dette vil igjen under ugunstige innhøstingsforhold, gi grunnlag for økt foma-angrep på lager. Beate er en av de svakeste sortene vi har mot denne sykdommen. Matilda har gitt noe høyere avling her enn på Særheim og Apelsvoll.

Forsøkene viser at vi heller ikke på Vågønes kan anbefale mer enn 10 kg N/daa. Det synes sågar at Beate har gitt lite igjen for over 5 kg N/daa, mens Danva og Matilda har gitt avlingsøkning for opp til 10 kg N/daa. Nedgangen i tørrstoffinnhold har vært minimal på Vågønes. Enten det er gitt 5 kg N/daa eller 15 kg N har tørrstoffprosenten vært nær den samme. Med den korte veksttida en har i Nordland, tyder det på at potetene ikke greier å nyttiggjøre seg de største gjødselmengdene. Beate, Danva og Matilda er alle seine sorter og passer dårlig i Nordland.

Som alt nevnt var avlingsnivået på ved Institutt for plantekultur lavere enn på de andre stedene og det er andre faktorer enn gjødselstyrken som har vært årsak til dette. Økt N-gjødsling har allikevel økt avlingene for alle sorter. Det var nedgang i tørrstoffinnholdet når gjødselmengda økte fra 5-10 kg N/daa, men videre økning i N-mengden til 15 kg/daa resulterte ikke i nedgang i tørrstoffprosenten. Denne effekten på tørrstoffinnholdet ved største N-mengde har en ingen forklaring på. Alle sorter har reagert med en jevn avlingsøkning helt opp til 15 kg N/daa og en har ikke fått markerte nedganger og utflateringer på avlingskurvene. På Sør-Østlandet har en lang veksttid noe som skulle tilsi at halvseine/seine potetsorter skulle gi høye avlinger, og nyttiggjøre seg de høyeste nitrogenmengdene.

Sorteringsutbytte er et viktig økonomisk kriterie i potetproduksjonen. Ved produksjon av matpotet går det i retning av at nedre sorteringsgrense vil bli hevet fra 40 til 42 mm maskevidde. Dette er ønskelig ut fra et forbrukersynspunkt.

På alle forsøkssteder unntatt Vågønes har sterkere gjødsling økt andelen av knoller over 55 mm. Dette betyr at dersom det dyrkes sorter som gir en forholdsvis stor andel småpoteter (f.eks. Beate) vil en noe sterkere nitrogengjødsling øke andelen salgbar vare. Særlig er dette viktig ved potetdyrking med hensyn på pommers frites kvalitet, der minstemålet er 52 mm knollstørrelse. Årsaken til at tørrstoffinnholdet og andelen store knoller har vært relativt upåvirket av gjødslingsstyrke på Vågønes, kan ha vært at sortene er for seine til dyrking i Nord-Norge, og at de var umodne. Hadde det vært benyttet tidligere sorter, er det sannsynlig at en hadde sett mer effekt av gjødslinga på knollstørrelsen.

Med hensyn til matkvaliteten er det viktig ikke å gjødsle for sterkt. Potetene blir oppfattet som mindre mjølne og dårligere på smak ved sterk gjødsling. Matkvaliteten betyr stadig mer for forbrukeren. Gjødslingsstyrke må tilpasses sorten slik at gjødslinga ikke reduserer matkvaliteten.

Sammenhengen mellom tørrstoffprosenten og sundkoking, var slik at jo høyere innhold av tørrstoff jo mer sundkoking ble det. Roer (1985) fant også at økt tørrstoff ga mer mjølne poteter og dermed et bedre smaksintrykk.

Ved testing av matkvaliteten vurderes totalinntrykket som et middel av sundkoking, mjølenhet og mørkfarging. Beate fikk best karakter for totalinntrykk i denne undersøkelsen, selv om Danva hadde høyere tørrstoffinnhold.

Økt N-gjødsling øker faren for enzymatisk mørkfarging, og kvaliteten blir dårlig på ferdigproduktet. Nitrogengjødslinga bør derfor være moderat dersom avlinga skal benyttes til skrelling eller ferdigpotetproduksjon. Furenes (1991) fant at sterkeste nitrogengjødsling ga mest mørkfarging på potetene. Han fant også at rikelig med kaliumgjødsling kunne redusere mørkfarginga.

Grønne knoller i potetpartiene er et stort kvalitetsproblem. Dersom de dyrkings-tekniske tiltakene forøvrig utføres riktig, men en allikevel har for stor andel grønne knoller i avlinga, er det grunn til å vurdere om en gjødsler for sterkt. Det vil da være lønnsomt å redusere avlinga noe og få færre grønne knoller.

KONKLUSJON

Avlingen var høyest på Særheim forskingsstasjon, mens tørrstoffinnholdet i potetene fra Apelsvoll lå 2-3% over de andre stasjonene. Tørrstoffinnholdet var lavest på Vågønes.

Rangeringen mellom sortene etter avtagende avling var som følger: Beate, Danva og Matilda.

Av de tre sortene ga Beate mest avlingsøkning for de største nitrogenmengdene, og tørrstoffinnholdet ble mindre redusert ved høye N-mengder for Beate enn for de andre sortene. Beate kan etter dette gjødsles forholdsvis sterkt der en forventer høye avlinger uten at det går særlig utover kvaliteten.

Danva ga avlingsreduksjon når N-mengden oversteg 10 kg/daa. For Matilda synest optimal N-mengde å ligge mellom 5 og 10 kg/daa.

Matilda hadde større tørrstoffnedgang ved økende N-mengder enn de andre sortene. Både avlings- og tørrstoffmålingene viser således at Matilda bør gjødsles svakest av sortene i serien.

Tørrstoffinnholdet i potetene gikk mest ned på Kvithamar og Særheim ved økende N-mengder. Virkningen av N-gjødslinga var minst på Vågønes.

Knollvekta økte i middel fra 85 gram ved 0 kg N/daa til 100 gram ved 15 kg N/daa. Utslagene var størst på Kvithamar.

Potetene var størst på Særheim. I middel for alle stedene og sortene økte andelen store knoller (>55 mm) med 12% fra svakeste til sterkeste nitrogengjødsling. Gjødslinga kan etter dette brukes til å styre knollstørrelsen, og dette er mest aktuelt for Beate som ofte har mye små knoller.

Mjølenhet, smak og totalinntrykket av kokekvaliteten var best ved de lave nitrogenmengdene. Danva var mest mjølen, mens Beate ga best totalinntrykk av sortene.

Mørkfarginga av rå knoller økte ved stigende N-mengder. Beate var minst utsatt for mørkfarging og Matilda mest.

Andelen grønne knoller økte ved de største N-mengdene.

ETTERORD

En takk rettes til alle personer som har vært med på å gjennomføre og skaffe fram materialet til forsøkene.

En spesiell takk til Tore Bjør og Ragnar Eltun som har vært behjelpelige med å se igjennom manuskriptet og kommet med nyttige kommentarer.

LITTERATUR

Borchardt, G., O. Bode, R. Bartels & W. Hobz 1964. Untersuchungen über die Minderung des Ertrages von Kartoffelplantzen durch Virusinfektionen. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes, Berlin 16: 150-156.

Bærug, R. & R. Enge 1970. Virkning av sterk nitrogengjødsling og omløpsform på avling og ulike kvalitetsegenskaper hos matpotet. Felles melding fra Institutt for jordkultur (nr. 68) og Institutt for plantekultur (nr. 181), Norges landbrukshøgskole.

Carlsson, H. 1991. Potatissorter testade i ekologisk odling. Fakta nr. 5 1993. Sveriges lantbruksuniversitet.

Eltun, R. 1986. Avling av fem potetsorter i ulike landsdeler. Forskning og forsøk i landbruket, 37: 153-161.

Furenes, J. 1990. Nitrogen og kalium til potet. Norsk landbruksforskning 4:179-188.

Møllerhagen, P. 1993. Ulik nitrogengjødsling til Beate, Troll og Peik. SFFL: Jord- og Plantekultur 1993, s. 153-154.

Roer, L. 1985. Kvalitet av poteter ved ulik nitrogengjødsling. NJF-Seminar nr. 76. Gødsking af kartofler. Nr. 3/85 s. 302.

Rønsen, K., T. Tronstad & R. Bærug 1978. Virkningen av dyrkingstekniske forhold på matpotetkvaliteten. Sluttrapport nr. 273, NLVF

Rønsen, K. & E. Ekeberg 1979. Forsøk med N-gjødsling, settetid og potetsorter på statens forsøksgard Møystad i årene 1968-1974. Forskning og forsøk i landbruk, 30: 291-302.

Rønsen, K. 1983. Virkningen av N- og K-gjødsling på potetavlingen hos tre sorter i forskjellige landsdeler 1973-76. Forskning og forsøk i landbruket, 34: 47-53.

Ulike driftsmåter på varig eng og på eng i regelmessig omløp

Different management of permanent grassland and leys on arable land

MARKUS PESTALOZZI

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

Pestalozzi, M. 1993. Different management of permanent grassland and leys on arable land. Norsk landbruksforskning 7: 297-312. ISSN 0801-5333.

During the years 1969-91 an experiment including permanent and temporary grassland in rotation, different management practices and two fertilizer levels was conducted at the agricultural research station Særheim, near the coast of south-western Norway. The dry matter (DM) production and the herbage quality on permanent grassland were similar to those on grassland in a six-year rotation. Ploughing and reseeded every third year reduced the DM yield by 10%. Two cuts followed by autumn grazing by cattle resulted in a higher yield than that reached with three cuts only. Two cuts in combination with spring and autumn grazing by sheep gave similar yields to those with three cuts on permanent grassland, and the herbage became remarkably rich in protein. On three-year timothy leys, however, sheep grazing led to a reduction in yield. Increasing amounts of fertilizer had least effect on permanent grassland, and were most profitable in three-year timothy leys, cut three times. A fodder turnip crop the year before reseeding for five years' ley increased the yield of feed units at three cuts with no grazing. Spring and autumn grazing by sheep in combination with two cuts increased the proportion of *Lolium perenne*, while three cuts and no grazing resulted in a vegetation dominated by *Agrostis gigantea*.

Key words: Digestibility, DM yield, fertilizer level, fodder turnip, grassland management, grazing, rotation.

Markus Pestalozzi, Særheim Research Station, N-4062 Klepp stasjon, Norway.

I de siste årtier har det foregått en utstrakt spesialisering og regionalisering av jordbruksproduksjonen. På flatbygdene på Østlandet og i Trøndelag er storfeholdet kuttet ut på en stor del av brukene, og jorda som kan pløyes, blir nyttet til ensidig korndyrking. I Vest-Norge, fjellbygdene og Nord-Norge derimot har åkerarealet gått sterkt tilbake, og de fleste bruk satser på en størst mulig husdyrproduksjon basert på ensidig grovfôrproduksjon og store mengder innkjøpt kraftfôr.

En forenkling av driftsformen reduserer behovet for maskiner og arbeidskraft i planteproduksjonen betydelig, men vil på den annen side også påvirke avlingsstørrelse, fôrkvalitet og jordstruktur. En sammenlikning av ensidig korndyrking og allsidig omløp

med eng og korn er foretatt i flere langvarige forsøk fra tidlig i 50-åra (Uhlen 1974). For husdyrområdene har en sett det som viktigst å undersøke langtidsvirkningen av ulike måter for ensidig grovfôrproduksjon, og i forsøk som ble satt i gang i disse distriktene i 1968, har en derfor ikke tatt med allsidige omløp med åkervekster for salg i sammenlikningen.

Det ble anlagt forsøk på forskingsstasjonene Særheim, Fureneset, Løken og Kvithamar og på Svanhovd fagsenter. Feltene på Løken og Kvithamar måtte av ulike grunner gå ut etter få år, og feltet på Fureneset måtte flyttes til en annen plass. Feltene på Særheim og Svanhovd er forsøkshestet i 22 år og feltet på Fureneset i 16 år. I 1991 har en undersøkt ettervirkningen av denne langvarige forsøksbehandlingen. Kortfattede sammendrag av resultatene er lagt fram på ulike seminar (Pestalozzi 1988, 1991, 1992).

Forsøkene er utført etter samme hovedplan, men på grunn av særs ulike klima- og jordbunnsforhold måtte planen tilpasses de lokale forhold. En finner det derfor mest hensiktsmessig å behandle hvert forsøk for seg. I denne meldinga blir det gjort rede for resultatene fra forsøket på Særheim forskingsstasjon.

METODIKK OG ANALYSER

Forsøksplan

Tre faktorer, omløpstid, driftsmåte og gjødselstyrke ble prøvd i forsøket (tabell 1). Omløp og driftsmåter ble ordnet i en split-blokk plan med storruter i rett vinkel på hverandre, og hver av omløp-driftsmåte-kombinasjonene ble delt i to småruter med ulik gjødsling (Figur 1). Behandlingene ble fordelt tilfeldig innenfor hvert gjentak.

Tabell 1. Forsøksplan
Table 1. Experimental design

Faktor <i>Factor</i>	Betegnelse <i>Indication</i>	Forsøksbehandling <i>Treatment</i>
Omløp <i>Rotation</i>	Varig	Varig eng, <i>Permanent grassland</i> ¹⁾
	6 år	6 år eng, <i>6 years' ley</i> ¹⁾
	5 år+G	5 år eng + 1 år grønnfôrnepe ¹⁾ , <i>5 years' ley + 1 year green fodder turnip</i> ¹⁾
	3 år	3 år eng, <i>3 years' ley</i> ²⁾
Driftsmåte <i>Management</i>	D0	3 ganger slått, ingen beiting, <i>3 cuts, no grazing</i>
	D1	2 ganger slått + høstbeiting med storfe, <i>2 cuts + autumn grazing by cattle</i>
	D2	Vårbeiting + 2 ganger slått + høstbeiting med sau, <i>Spring grazing + 2 cuts + autumn grazing by sheep</i>
Gjødsling <i>Fertilizing</i>	G1	23 kg N + 3 kg P + 15 kg K/daa/år, <i>230 kg N + 30 kg P + 150 kg K/ha/year</i>
	G2	34,5 kg N + 4,5 kg P + 22,5 kg K/daa/år <i>345 kg N + 450 kg P + 225 kg K/ha/year</i>

¹⁾ Frøblanding *Seed mixture*: 40% engsvingel (*Festuca pratensis* cv. Løken), 30% timotei (*Phleum pratense* cv. Forus), 20% engrapp (*Poa pratensis* Danish, from 1976 cv. Leikra) og 10% flerårig raigras (*Lolium perenne* cv. Verna, from 1976 cv. Taptoe)

²⁾ Rein timoteieng, *Pure Phleum pratense* cv. Forus

Omløp <i>Rotation</i>	Varig	Varig	6 år	6 år	5 år+G	5 år+G	3 år	3 år
Driftsmåte <i>Management</i>	D2	D2	D2	D2	D2	D2	D2	D2
Gjødsling <i>Fertilizer</i>	G1	G2	G2	G1	G1	G2	G2	G1
Omløp <i>Rotation</i>	Varig	Varig	6 år	6 år	5 år+G	5 år+G	3 år	3 år
Driftsmåte <i>Management</i>	D0	D0	D0	D0	D0	D0	D0	D0
Gjødsling <i>Fertilizer</i>	G2	G1	G1	G2	G2	G1	G1	G2
Omløp <i>Rotation</i>	Varig	Varig	6 år	6 år	5 år+G	5 år+G	3 år	3 år
Driftsmåte <i>Management</i>	D1	D1	D1	D1	D1	D1	D1	D1
Gjødsling <i>Fertilizer</i>	G1	G2	G2	G1	G1	G2	G2	G1

===== Grense mellom omløp (Blokk-kolonner) *Borderline between rotation*
 =-=-=- Grense mellom driftsmåte (Blokk-rekker) *Borderline between management*
 _____ Grense mellom gjødsling (Småruter) *Borderline between fertilizer*

Figur 1. Forsøksplan: Plan for gjentak 1
 Figure 1. Experimental design: Plan for replication 1

Feltet hadde tre gjentak som ble pløyd opp og lagt igjen i ulike år. Hvert år ble rutene på ett av gjentakene pløyd opp og sådd til igjen på det treårige omløpet, og annet hvert år på ett av gjentakene på de seksårige omløpene (tabell 2). Alle engår var således representert hvert år i det treårige omløpet og i hver toårsperiode på de seksårige omløpene. Årsvariasjonen ble dermed til en viss grad utliknet.

300 Ulike driftsmåter på eng

Tabell 2. Tidspunkt for pløying og såing på ulike gjentak
Table 2. Time for ploughing and reseeding on different replications

Ledd <i>Treatment</i>	Gjentak <i>Replication</i>	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
Varig	Alle	5	6	7	8	9	10	11
6 år ¹⁾	1	5	6/ny	1	2	3	4	som 1973
	2	1	2	3	4	5	6/ny	som 1973
	3	3	4	5	6/ny	1	2	som 1973
3 år	1	2	3/ny	1	2	3/ny	1	som 1973
	2	1	2	3/ny	1	2	3/ny	som 1973
	3	3/ny	1	2	3/ny	1	2	som 1973

¹⁾ 1 omløp 5 år+G er det grønnefôr og gjenlegg istedenfor 6/ny
In rotation 5 year+G fodder turnip and reseeding instead of ley and reseeding

Metodikk og analyser

Omløp

Den 6-årige og 3-årige enga ble pløyd opp i månedskiftet juli/august i 6. hhv. 3. engår, og arealet lagt igjen om ettersommeren samme året. En allsidig frøblanding ble nyttet både til den 6- og 3-årige enga og til gjenlegg av den varige enga mens den 3-årige enga ble sådd til med bare timotei. Nepe ble nyttet som ettårig grønnefôrvekst.

Fra 5. forsøksår var alle omløpsår representert i de 6-årige omløpene og i avlings-sammendragene er derfor bare resultatene fra forsøksår 5 til 22 (1973-1990) tatt med.

Driftsmåter

Høstbeitinga med storfe (ungdyr) varte noen få dager. Beiting med sau strakte seg over lengre tidsperioder både vår og høst i samsvar med det som er vanlig i distriktet. Belegget ble til en viss grad tilpasset grasveksten. Om våren ble det nyttet årsgamle sauer (1 dyr pr. 750 m²), om høsten ½ årsgamle lam (1 dyr pr. 500 m²).

Gjødsling

Det ble bare brukt mineralgjødning på feltet. På ledd G1 ble det i sum for året nyttet 110 kg Fullgjødning 16-3-15 til og med 1982, seinere 100 kg Fullgjødning 18-3-15 og 30 kg kalksalpeter pr. dekar til alle vekster og ved alle driftsmåter, på ledd G2 150% av disse mengdene. Fullgjødning og kalksalpeter ble fordelt på forskjellige måter alt etter vekst og driftsmåte. På ruter uten vårbeiting ble 48% av den årlige N-mengden gitt om våren, 32% etter første slått og 20% etter andre slått. Arealet som ble vårbeitet, ble gjødslet svært tidlig om våren og på nytt etter vårbeiting. Av N-mengden ble 20% gitt tidlig om våren, 40% etter vårbeiting, 24% etter første slått og 16% etter andre slått.

Avlingsbestemmelse

Avlinga ved slått ble veid på høsteruter på 9,8 m², tørrstoffinnholdet bestemt rutevis ved hver høsting og tørrstoffavlinga beregnet på grunnlag av fersk avling og tørrstoffprosent. Til bestemmelse av "beitet avling" om våren ble 1 m² av hver rute vernet for beiting og graset på dette arealet slått og tørket når dyra ble tatt fra beitet. Om høsten ble 1 m² kontrollhøstet før beiting. På arealet som ble beitet med sau ble gjenveksten på kontrollruta deretter vernet for beiting og avlinga bestemt igjen når dyra ble tatt inn.

Botaniske analyser

Den botaniske sammensetningen av plantebestanden ble bedømt skjønnsmessig på hver rute like før første slått. I ettervirkningsåret ble det dessuten tatt ut prøver på ca. 2 kg gras fra hver rute hvor tørrvektandelen av de enkelte artene ble bestemt.

Kjemiske avlingsanalyser

Prøver til kjemiske avlingsanalyser ble tatt ut annet hvert år fra samtlige høstinger på alle rutene i ett gjentak på omløpene "Varig", "6-år" og "3-år". Etter fortørrking ved 60°C ble innholdet av aske, total-N og trevler bestemt på Holt forskingsstasjon og in vitro fordøyeligheten av føret på Vågønes forskingsstasjon.

Ettervirkning

Året etter avslutningen av forsøket ble ettervirkningen av forsøksbehandling på plantebestand og avling kontrollert. Alle ruter ble dette året gjødslet med 60 kg Fullgjødsel 18-3-15 om våren og 40 kg Fullgjødsel 18-3-15 etter første slått. Første slått ble høstet samtidig på hele feltet to uker etter begynnende skyting av timotei og andre slått åtte uker etter første slått.

Statistisk behandling av materialet

For avlingstall er det nyttet SAS-programmet ANOVA til statistisk analyse og signifikante forskjeller er oppgitt ved hjelp av Duncan-testen. For botanisk analyse og avlingskvalitet er MSTAT-programmer nyttet og LSD 5% er oppgitt hvor det er signifikante forskjeller mellom behandlinger.

Klimatiske forhold, høstetider

Særheim har et humid kystklima med kjølige somrer og milde vintre. Ingen måned har normaltemperatur under frysepunktet. Oftest er det rikelig med nedbør hele året med de største mengdene fra august til januar. Temperatur og nedbør varierer mye fra år til år (tabell 3).

Tabell 3. Temperatur og nedbør i vekstida 1969-90
 Table 3. Temperature and rainfall in the growing period 1969-90

Måned eller periode	Middeltemperatur, C° (Sola) Mean temperature, C° (Sola)					Nedbørssum, mm (Særheim) Rainfall, mm (Særheim)				
	Middel Mean 1969-90	Maks Max	(År) (Year)	Min Min	(År) (Year)	Middel Mean 1969-90	Maks Max	(År) (Year)	Min Min	(År) (Year)
Mai <i>May</i>	10,2	11,8	(81)	7,7	(79)	58	149	(83)	9	(80)
Juni <i>June</i>	12,9	14,8	(70)	10,7	(87)	68	138	(72)	14	(82)
Juli <i>July</i>	14,5	16,5	(73)	12,3	(79)	98	176	(72)	36	(84)
August	14,6	18,1	(75)	13,1	(87)	105	218	(85)	19	(76)
September	11,4	13,4	(81)	9,2	(86)	157	311	(74)	30	(76)
Mai-sept.	12,7	13,8	(75)	11,4	(79)	486	624	(90)	256	(76)
Året <i>Year</i>	7,4	8,7	(90)	6,0	(79)	1199	1779	(90)	806	(76)

Følgende år skilte seg fra middelet med mer enn standardavviket:

Vintertemperatur (desember-mars)	Høg	> 3,7 C°	1973, 1975, 1989, 1990
	Låg	< 0,0 C°	1969, 1970, 1979, 1986, 1987
Sommertemperatur (mai-september)	Høg	> 13,3 C°	1969, 1975, 1980, 1988
	Låg	< 12,0 C°	1977, 1979, 1986, 1987
Sommernedbør (mai-september)	Stor	> 581 mm	1974, 1986, 1990
	Liten	< 388 mm	1973, 1976, 1984

Tidspunktene for gjødsling og høsting varierte noe fra år til år på grunn av værforholdene, men også av arbeidsmessige grunner. De ble mest mulig tilpasset vanlig praksis for distriktet.

Vårbeitinga med sau tok til i slutten av april og varte en måneds tid. Første slått ble tatt ca. en uke etter begynnende skyting på alle forsøksledd. Arealer som ble beitet om våren ble slått i midten av juni, ruter som ikke ble beitet 11 dager seinere. Andre slått ble høstet 7-8 uker etter første slått. Tredje slått på ledd D0 ble tatt først i oktober. Høstbeiting med storfe på ledd D1 varte i middel 6 dager i midten av september. I tre år ble arealet høstbeitet to ganger. Høstbeiting med sau på ledd D2 startet ved vanlig tid for sauesanking i distriktet, ca. 10. september og varte i middel 52 dager.

RESULTATER

Tørrstoffavling

I middel for alle forsøksledd ble det årlig høstet 1050 kg tørrstoff pr. dekar. Bare i tre år avvek avlinga over 100 kg fra dette middel. Særs gode avlinger ble oppnådd i 1973 med 1300 kg og i 1974 med 1250 kg, mens bunnåret var 1986 med 850 kg.

Varig eng og eng i regelmessig omløp

Avlinga på varig eng viste ingen tydelig tendens til nedgang gjennom forsøksstida (tabell 4). Avlinga var i første 6-årsperioden noe større enn i de to siste, men det var også tilfellet for rutene som har gått i 3- eller 6-årig omløp. Dette skyldes de særs gode avlingsåra 1973 og 1974.

Tabell 4. Torrstoffavling på varig eng og eng i omløp, kg/daa/år
 Table 4. Dry matter yield on permanent and temporary grassland, kg/0.1 ha/year

Ledd Treatment	Varig	6 år	5 år+G	3 år
1973-78 ¹⁾	1174 a	1147 a	1169 a	1059 b
1979-84 ¹⁾	1080 ab	1063 b	1140 a	965 c
1985-90 ¹⁾	1053 a	1021 a	1034 a	952 b
1973-90 ¹⁾	1081 ab	1058 b	1099 a	975 c
	²⁾ (Engår)			
1. engår Year	(1265) (5-7)	1230	1226	1140
2. engår Year	(1084) (8-10)	1142	1117	1049
3. engår Year	(1078) (11-13)	1088	1076	787
4. engår Year	(1082) (14-16)	1142	1181	
5. engår Year	(1025) (17-19)	1151	1119	
6. engår Year	(1081) (20-22)	710	967 ³⁾	

¹⁾ Ulike bokstaver bak avlingstall på samme linje angir signifikant forskjell ($P \leq 0,05$). Values within lines with different letters are significantly different ($P \leq 0,05$)

²⁾ For varig eng er middelavlinga av 3-årsperioder ført opp i parentes. On permanent grassland mean yields for periods of 3 years are given within parentheses

³⁾ Grønnfôrmepe. Green fodder turnip

Det 6-årige omløpet med bare eng gav litt mindre avling enn varig eng. Meravlinga i de beste engåra oppveide ikke helt avlingstapet i forbindelse med anlegg av ny eng. Ved såing av gjenlegget i midten av august tapte en siste delen av veksttida i siste engåret (tredje slått eller høstbeiting).

Bruk av grønnfôrvekst som mellomvekst påvirket ikke avlinga i engåra. Grønnfôrnepe gav større avling enn første og andre slått på sjettedeårsenga. I sum for hele forsøksstida var meravlinga i forhold til 6-årig eng signifikant.

På det 3-årige omløpet førte avlingstapet i samband med gjenlegg hvert tredje år til mindre totalavling i sum for hele forsøksstida. Timoteien kunne heller ikke på ung eng konkurrere med den allsidige frøblandinga. Dette omløpet gav i alle perioder signifikant dårligere avling enn både 6-årige omløp og varig eng.

Ulike driftsmåter

Driftsmåten med to ganger siloslått og en høstbeiting med storfe (D1) gav i dette forsøket størst torrstoffutbytte (tabell 5). Førsteslåttsavlinga var signifikant større etter høstbeiting enn etter en tredje slått om høsten. Om dette skyldes tidspunktet for siste høsting foregående år eller ulik påkjenning på plantene gjennom slått eller beiting lar seg ikke

bestemme i dette forsøket. Tredje slått på D0-rutene ble tatt ca. 3 uker etter at høstbeitinga på D1-rutene var avsluttet.

Tabell 5. Tørrstoffavling ved ulike driftsmåter av eng, kg/daa/år
Table 5. Dry matter yield at different management systems, kg/0.1 ha/year

	VB ¹⁾	1. slått 1st cut	2. slått 2nd cut	3. slått 3rd cut	HB ²⁾	Sum Total
D0	0	589 b	345 a	124	0	1058 b
D1	0	628 a	362 a	0	127	1117 a
D2	91	542 c	320 b	0	86	1039 b

¹⁾ VB = Vårbeiting. *Spring grazing* ²⁾ HB = Høstbeiting. *Autumn grazing*
Ulike bokstaver bak avlingstall i samme kolonne angir signifikant forskjell ($P \leq 0,5$). Values within columns with different letters are significantly different ($P \leq 0,05$)

Driftsmåten med to ganger siloslått og både vår- og høstbeiting med sau (D2) gav tilnærmet samme tørrstoffavling som tre ganger slått (D0). Selv om intervallet mellom første og andre slått var omtrent det samme ved alle driftsmåter, var avlinga ved andre slått signifikant mindre på D2 enn ved de andre driftsmåtene. Gjenveksten foregår på dette forsøksleddet 14 dager seinere i sesongen enn på de øvrige.

Når enga ble slått tre ganger, gav omløpet med et grønnfôrår signifikant større avling enn de øvrige omløpene (tabell 6). Det 3-årige omløpet med rein timoteieng hevdet seg relativt bra ved denne driftsmåten. Når storfe- eller saubeiting gikk inn i driften, var det liten avlingsforskjell mellom varig eng og omløpene med allsidig frøblanding, og alle var signifikant bedre enn det 3-årige omløpet med rein timoteieng.

Tabell 6. Tørrstoffavling på varig eng og på eng i omløp ved ulike driftsmåter, kg/daa/år
Table 6. Dry matter yield on permanent and temporary grassland at different management systems, kg/0.1 ha/year

	Varig	6 år	5 år + G	3 år
D0	1057 b	1057 b	1119 a	1003 b
D1	1172 a	1133 a	1142 a	1019 b
D2	1078 a	1042 a	1082 a	954 b

Ulike bokstaver bak avlingstall på samme linje angir signifikant forskjell ($P \leq 0,5$). Values within lines with different letters are significantly different ($P \leq 0,05$)

Ulike gjødselmengder

På varig eng fikk en minst utslag for en økning av gjødselmengden utover 23 kg nitrogen pr. dekar (tabell 7). På eng som ble slått tre ganger og ikke beitet (D0) fikk en den beste gjødselvirkningen.

Tabell 7. Virkning av gjødselmengde på tørrstoffavling på varig eng og på eng i omløp samt på eng med ulike driftsmåter, kg/daa/år

Table 7. Effect of fertilizer level on dry matter yield on permanent and temporary grassland and on grassland with different management systems, kg/0.1 ha/year

	Varig	O M L Ø P			D R I F T S M Å T E		
		6 år	5 år+G	3 år	D0	D1	D2
G1	1064 a	1012 b	1058 a	917 c	988 b	1057 a	992 b
G2	1141 a	1142 a	1171 a	1067 b	1129 b	1176 a	1086 b
G2-G1	+ 77 c	+130 ab	+113 b	+150 a	+141 a	+119 a	+ 94 b

Ulike bokstaver bak avlingstall på samme linje angir signifikant forskjell ($P \leq 0,5$). Values within lines with different letters are significantly different ($P \leq 0,05$)

Plantebestand

Plantebestanden forandret seg sterkt i løpet av engåra, og driftsmåten hadde en avgjørende innflytelse på utviklingen av de forskjellige artene i enga (tabell 8). I det 6-årige omløpet gikk timoteiandelen ned til det halve i seksårsperioden når enga ble slått tre ganger (D0). Høstbeiting med sau vår og høst (D2) reduserte timoteiandelen ytterligere mens høstbeiting med storfe (D1) gav litt bedre resultat enn bare slått.

Tabell 8. Innhold av sådde arter, andre grasarter og tofrøblada arter i første slått ved ulike driftsmåter, prosent bedømt skjønsmessig

Table 8. Proportion of sown species, other grasses and dicotyledons at first harvest on plots with different management systems, estimated percentage

	1. engår	6 år			Varig			
	1st year	6. engår			Middel for 18.-22. engår			
	Middel	6th year	D0	D1	D2	D0	D1	D2
	Average	Average						
Timotei/ <i>Phleum pratense</i>	43	22	25	15	7	9	4	
Engsvingel/ <i>Festuca pratensis</i>	12	14	13	11	5	6	6	
Flerårig raigras/ <i>Lolium perenne</i>	29	14	19	31	10	19	32	
Rapparter/ <i>Poa species</i>	3	18	17	14	12	16	20	
Andre grasarter/ <i>Other grasses</i>	11	25	21	21	61	45	29	
Tofrøbladet ugras/ <i>Dicotyledons</i>	2	7	5	8	5	5	9	

På rein timoteieng ble timoteiandelen redusert fra 85 til 67 prosent fra første til tredje engår der det ble beitet med sau vår og høst. Lett høstbeiting med storfe var mest skånsom, og timoteiandelen holdt seg på vel 80 prosent i tredje engår.

Flerårig raigras holdt stillingen når enga ble beitet med sau vår og høst både i 6-årig omløp og på varig eng. Det var imidlertid store variasjoner fra år til år. Det var positiv korrelasjon ($P < 0,01$) mellom middeltemperatur for januar-mars og raigrasprosenten ved første slått. En økning av middel-temperaturen på 1°C økte raigrasandelen med vel 4

prosentenheter. Den lå i 1990 etter to særlig milde vintre på 48 prosent på rutene som ble beitet med sau.

Av andre grasarter var det mest kveke og storkvein på den varige enga, og storkvein dominerte i siste del av forsøksperioden. Kveke var den viktigste villgrasarten på eng i omløp ved siden av knebøyd revehale og noe hundegras.

Bestanden av ugras var moderat. Mens løvetann var det viktigste ugraset på varig eng grodde det opp noe høymole på eng i omløp. Det ble også registrert en del vassarve.

Den botaniske analysen i ettervirkningsåret gir et godt bilde av langtidsvirkningen av ulik behandling på plantebestanden (tabell 9). Det var god overensstemmelse mellom skjønnsmessig botanisk analyse og vektanalyse av representative prøver, men høyvokste arter med mye stengel (timotei og engsvingel) ble noe overvurdert ved skjønnsmessig bedømmelse på bekostning av bunngrasartene.

Tabell 9. Virkning av driftsmåte og gjødsling på plantebestand og avling på varig eng. Prosentdel av ulike arter ved 1. slått (vektanalyse), avling i kg tørrstoff/daa

Table 9. Effects of management systems and fertilizing on botanical composition and yield on permanent grassland. Proportion of species at first harvest (on DM basis), yield expressed as kg DM/0.1 ha

	Driftsmåte			LSD 5%	Gjødsling		LSD 5%
	D0	D1	D2		G1	G2	
Timotei/ <i>Phleum pratense</i>	16	12	2	9	12	8	n.s.
Engsvingel/ <i>Festuca pratensis</i>	4	2	7	n.s.	8	1	7
Flerårig raigras/ <i>Lolium perenne</i>	14	23	56	12	41	21	12
Engrapp/ <i>Poa pratensis</i>	6	7	4	n.s.	4	7	3
Storkvein/ <i>Agrostis gigantea</i>	54	36	15	13	24	46	11
Avling/Yield	1001	1098	1026	52	1063	1020	n.s.

Flerårig raigras klarte seg dårlig i langvarig eng som ble slått tre ganger årlig, men utgjorde over halvparten av bestanden på ruter som ble beitet av sau vår og høst. Selv en moderat beiting med storfe om høsten gav bedre raigrasbestand enn en tredje slått. Resultatet på feltet er sterkt påvirket av tre meget milde vintre før avslutning av forsøket.

Storkvein ble etter hvert helt dominerende på ruter som ikke ble beitet. Sterk gjødsling gav også bedre vilkår for denne arten på bekostning av engsvingel og flerårig raigras.

Avlingskvalitet

Det ble bare tatt avlingsanalyser annet hvert år, og bestemmelse av in vitro fordøyelighet ble først utført fra 1976. Middeltallene i tabell 10 bygger derfor på analyseresultater fra 11 år for råprotein og råtrevler og fra 8 år for in vitro fordøyelighet. Det kan ikke påvises noen samspillseffekter ved en samlet variansanalyse, og middeltall og LSD er derfor ført opp for hovedeffektene.

Tabell 10. Kvalitet av fôr fra varig eng og fra eng i regelmessig omløp og virkning av ulik driftsmåte på fôr kvaliteten

Table 10. Fodder quality on permanent and temporary grassland and on grassland with different management systems

	O M L Ø P			LSD 5%	D R I F T S M Å T E			
	Varig eng	6 år eng	3 år eng		D0	D1	D2	LSD 5%
Råprotein, % av tørrstoffet <i>Crude protein, g/100 g DM</i>								
Vårbeite ¹⁾	21,8	19,7	20,0	1,2			20,5	
1. slått <i>cut</i>	15,1	14,3	12,7	0,9	13,4	12,9	15,4	0,7
2. slått <i>cut</i>	16,0	14,6	14,3	0,9	15,4	15,1	15,2	n.s.
3. slått <i>cut</i> ²⁾	22,6	20,1	22,1	1,3	19,9	23,0	23,9	1,4
Råtrevler, % av tørrstoffet <i>Crude fibre, g/100 g DM</i>								
Vårbeite ¹⁾	19,0	19,6	18,6	0,8			19,1	
1. slått <i>cut</i>	29,7	30,9	32,1	0,7	30,7	31,2	30,5	n.s.
2. slått <i>cut</i>	27,9	28,0	28,9	0,8	28,4	28,4	28,1	n.s.
3. slått <i>cut</i> ²⁾	22,9	23,2	22,8	n.s.	22,8	22,2	22,4	n.s.
In vitro fordøyelighet, % av tørrstoffet <i>In vitro digestibility of DM</i>								
Vårbeite	82,2	80,8	81,1	n.s.			81,4	
1. slått <i>cut</i>	73,4	73,6	72,6	0,8	72,8	73,5	74,2	0,9
2. slått <i>cut</i>	71,8	74,5	73,5	0,7	73,5	73,4	72,5	0,9
3. slått <i>cut</i>	73,4	77,2	76,4	1,4	75,9	76,6	74,8	n.s.

¹⁾ Gras under vernebur kuttet etter avsluttet vårbeiting. *Grass cut under cages when the spring grazing is stopped*²⁾ På ledd D1 og D2 gras kuttet på kontrollruter før høstbeiting. *On treatments D1 and D2 grass cut before grazing in autumn*

Avlinga fra varig eng hadde høgest proteininnhold og minst trevler ved alle høstinger. Den timoteidominerte 3-årige enga gav derimot proteinfattig og trevlerikt fôr mens 6-årig eng med sterkt innslag av flerårig raigras som regel kom i en mellomstilling. Varig eng gav førsteslåttavlinga med den største energikonsentrasjonen, mens den i andre og tredje slått lå på siste plass. Ved første slått var askeinnholdet størst i avlinga fra varig eng, mens det ikke var signifikante utslag ved de øvrige høstingene.

Avlinga fra første slått etter vårbeiting (D2) hadde størst råproteininnhold og fordøyelighet, men samme trevleinnhold som de øvrige driftsmåter. I andre og tredje slått var fordøyeligheten i avlinga fra denne driftsmåten minst, muligens fordi gjenveksten har foregått litt seinere i sesongen med mindre lysintensitet. Askeinnholdet var ved alle høstinger størst i avlinga fra ledd D2.

Sterk gjødsling økte råproteininnholdet ved alle høstinger med 2-3 prosentenheter og askeinnholdet med ca 1/2 prosentenheter, men gav litt lågere fordøyelighet ved andre og tredje slått enn moderat gjødsling.

Fôrenhetsavling og avling av råprotein

Beregningsgrunnlaget

Til omregning av resultatene fra tørrstoffavling til fôrenhetsavling og råproteinavling har en nyttet midlet av analysetallene fordi avlingsprøver ble analysert bare fra ett gjentak annet hvert år.

Til beregning av fôrenhetskonsentrasjonen har en nyttet formelen

FFE pr. 100 kg TS = $[(\% \text{ OS} * \% \text{ IVF} * 2,36) - (\% \text{ TR} * 150)] / 165$ hvor

FFE = Fetningsfôrenheter/100 kg TS *Feed Units/100 kg DM*

TS = Tørrstoff *Dry matter*

OS = Organisk stoff *Organic matter*

TR = Råtrevler *Crude fibre*

IVF = In vitro fordøyelighet av TS *In vitro DM digestibility*

Denne formelen gir bare en grov tilnærming. Formelen er også nyttet for grønnfôrnepe.

Vurdering av beitet avling

For å få beiteeffekt på planteveksten over mest mulig av arealet har en bare høstet en meget liten del av rutene (1 m²) ved slått. Dette gir selvsagt meget usikre avlingstall.

Ved høstbeiting med storfe som varte bare noen få dager, gir høsting av småruter før beiting et godt mål for den disponible fôrmengden og for fôrkvaliteten. Dyra utnyttet imidlertid ikke hele avlinga, og utnyttelsen var avhengig av plantebestanden. Beiterestene ble ikke veid for ikke å forstyrre beiteeffekten. Gjenveksten etter andre slåttene ble i dette forsøket som regel meget godt nedbeitet, men beiterestene var noe større på rutene med varig eng enn på ruter med kortvarigere eng. Etter skjønn har en regnet med 75 % utnyttelse for varig eng, 80 % for eng med allsidig frøblanding (6 år eng) og 85 % for timoteieng (3 år eng).

Ved beiting med sau vår og høst, som strakte seg over et lengre tidsrom, vokste det opp nytt gras i løpet av beiteperioden. Vurderingen av opptatt fôrmengde er derfor i dette tilfellet enda usikrere. I beregningene har en gått ut fra avlinger høstet under vernebur etter vårbeiting, og avlinger høstet før høstbeiting + avlinger høstet under vernebur etter høstbeiting. Tallene er justert etter resultater fra forsøk med ulike klippeintervaller om våren, vurdering av avbeitingsgraden og beregnet fôropptak gjennom dyra i beiteperioden (Pestalozzi 1993).

Ved vårbeiting er utnyttelsen satt til 70 % av avling høstet under vernebur etter beiteperioden for blandingseng (varig eng og 6-årig eng) og til 75 % for timoteieng (3-årig eng).

Ved høstbeiting er utnyttelsen satt til 90 % av avling høstet før beiting + avling under vernebur etter beiteperioden for blandingseng (varig eng og 6-årig eng) og til 95 % for timoteieng (3-årig eng).

For grønnfôrnepe har en redusert tørrstoffavlinga skjønnsmessig med 10%. I praksis vil grønnfôrnepe høstes over et lengre tidsrom, og en del av arealet må derfor høstes før det når avlingsnivået som er målt i forsøkene.

Avlingsresultater

Omregningen av tørrstoffavling til førehetsavling forandrer rekkefølgen mellom forsøksleddene svært lite (jfr. tabell 6 og tabell 11). Varig eng gav større råproteinavling enn eng i omløp, og driftsmåten med beiting av sau vår og høst gav størst utbytte av råprotein.

Tabell 11. Førehetsavlinger og avling av råprotein ved ulike driftsmåter på varig eng og på eng i regelmessig omløp

Table 11. Production in feed units and crude protein in kg/0.1 ha on permanent and temporary grassland under different management systems

	Føreheter pr daa <i>Fodder Units/0.1 ha</i>				kg råprotein pr daa <i>kg crude protein/0.1 ha</i>			
	D0	D1	D2	Middel <i>Mean</i>	D0	D1	D2	Middel <i>Mean</i>
Varig	761	812	760	778	170	174	188	177
6 år	769	823	751	781	151	157	166	158
5 år + G	832	819	797	816	170	164	174	169
3 år	709	713	669	697	138	137	140	138
Middel <i>Mean</i>	768	792	744		157	158	167	

DISKUSJON

Varig eng har i dette 22-årige forsøket avlingsmessig stått på høyde med eng i 6-årig omløp og gitt større avling enn eng i 3-årig omløp. Dette er i samsvar med flere andre forsøksresultater. Både på Vestlandet (Myhr 1971, Lundekvam & Myhr 1975) og i Nordland (Nesheim 1992) var det bare ubetydelig avlingsskilnad mellom gammel og ny eng dersom en tok avlingsreduksjonen i gjenleggsåret med i betraktning. Heller ikke i kyststrøkene i Nord-Sverige kunne avlinga økes med ompløying og isåing av ny eng (Hagsand & Landström 1984). Langvarige beiter gav der til og med langt bedre avkastning enn kortvarige (Andersson 1988).

Det er ikke brukt husdyrgjødsel på feltet, og det er også spart for tung trafikk. Dette kan ha medvirket til at avlinga har holdt seg nesten konstant gjennom hele forsøksperioden. Det har heller ikke vært noen dramatisk utgang av sådde arter på grunn av frost, tørke eller andre skader, og bestanden har gradvis gått over til en mer villgrasdominert type. Også ved forsøksslutt var det en del sådde arter igjen i enga.

I motsetning til dette fikk en i et 30-årig engelsk forsøk en betydelig avlingsnedgang i 5. til 8. forsøksår, mens avlinga deretter stabiliserte seg igjen på et høgere nivå (Tyson *et al.* 1990). En av grunnene til avlingsdepresjonen der var trolig en sterk oppbygging av organisk materiale. I vårt forsøk var det god tilgang på nitrogen fra gjødsel og derfor ble avlingsmengden lite påvirket av oppbygging av organisk materiale.

Også i mellomeuropeiske land var det tidligere vanlig å regne med en avlingsdepresjon i denne perioden med en påfølgende avlingsøkning. Hoogerkamp (1984) viste at resultatene varierte meget sterkt fra forsøk til forsøk. Bruk av mer persistente foredled

grassorter og sterkere gjødsling med nitrogen hjalp i nyere forsøk langt på vei til å unngå reduksjonen av avlinga i langvarige engforsøk.

I samsvar med andre norske forsøk (Myhr 1971, Lundekvam & Myhr 1975) hadde avlinga fra varig eng større proteininnhold enn avlinga fra eng i omløp. Mens det ved første slått var liten forskjell i in vitro fordøyelighet var avlinga fra varig eng dårligst ved andre slått. Det kan være store forskjeller i kjemisk innhold og fordøyelighet mellom ulike plantearter (Timenes 1986). Skilnadene i forkvalitet mellom forsøksleddene skyldes derfor sannsynligvis i stor grad ulik artssammensetning i varig eng og eng i omløp.

To ganger slått kombinert med vår- og høstbeiting med sau gav like stor avling som tre ganger slått på varig eng, og avlinga var spesielt proteinrik. Flerårig raigras tålte denne driftsformen bedre enn de andre sådde artene, og det utgjorde en vesentlig del av bestanden etter milde vintre selv på gammel eng. Avlingsreduksjonen ved ompløying av enga var størst ved denne driftsformen, fordi en tapte både høstbeitingen i gjenleggsåret og vårbeitingen i første engår når enga ble lagt igjen i begynnelsen av august. Treårig timoteieng med saubeiting vår og høst gav derfor minst avling.

Gjødsel fra beitedyra er trolig en viktig årsak til dårligere virkning av tilleggsjødsling på driftsmåten med saubeiting. Også leddet med beiting av storfe gav mindre utslag for gjødsling enn leddet med tre ganger slått.

I forsøket ble gjenlegget sådd i første halvdel av august for å få minst mulig avlingstap på grunn av pløying og isåing. Dermed gikk bare avlinga av tredje slått eller høstbeiting og vårbeiting på første års eng tapt. For å unngå for sterk spredning av kveke og storkvein ble det sprøytet med TCA i såingsåret for grønnfôrnepe eller med glyfosat etter andre slått året før. På 3-årig og 6-årig eng ble det med visse mellomrom nyttet sprøyting med glyfosat etter første slått i samband med ompløying av enga for å holde kveka i sjakk. I disse åra gikk også avlinga av andre slått tapt. På varig eng ble ugrasbestanden holdt på et rimelig nivå ved hjelp av sprøyting med MCPA to ganger i løpet av forsøksstida.

SAMMENDRAG

Et forsøk på Særheim forskingsstasjon i årene 1969-1991 viste at produksjonen på varig eng både kvantitativt og kvalitativt var på høyde med avlinga på eng som ble pløyd hvert sjette år. Dersom enga ble pløyd opp hvert tredje år ble avlinga redusert med rundt 10 prosent. Et år med grønnfôrnepe mellom 5 engår gav en liten avlingsøkning i forhold til 6 år eng, spesielt når enga ble slått tre ganger og ikke beitet.

To ganger slått og høstbeiting med storfe gav større avling enn tre ganger slått. Denne driftsmåten gav større avling i første slåtten enn tre gangers slått både på varig eng og på 6-årig eng. I kortvarig eng og i eng kombinert med grønnfôr var det derimot liten forskjell mellom disse to driftsmåtene.

To ganger slått kombinert med vår- og høstbeiting med sau gav like stor avling som tre ganger slått på varig eng og avlinga var spesielt proteinrik. Saubeiting reduserte avlinga noe på eng i regelmessig omløp, spesielt på treårig timoteieng.

En økning av gjødselmengden hadde minst virkning på varig eng og svarte seg best på 3-årig timoteieng. En fikk større meravling for økte gjødselmengder på eng som ble slått tre ganger enn på eng som ble slått to ganger og beitet med sau vår og høst.

Et år med grønnfôrnepe før gjenlegg til 5 år eng økte førenhetsavlinga ved tre ganger slått uten beiting betydelig mens det ikke hadde noen effekt ved to ganger slått kombinert med høstbeiting med storfe.

Driftsmåten virket sterkt inn på sammensetningen av plantebestanden. Sauebeiting vår og høst økte andelen av flerårig raigras til over 30 % både i 6. engår på eng i omløp og på varig eng, mens den lå på ca 10 % på eng som ble slått tre ganger og ca 20 % på eng som ble slått to ganger og beitet med storfe. På varig eng som ble slått tre ganger og sterkt gjødslet, dominerte storkvein i slutten av forsøksperioden.

LITTERATUR

Andersson, S. 1988. Lång- och kortvarig betesvall. Röbbäcksdalen meddelar 7: 13 s.

Andersson, S. 1991. Kortvarig og långvarig vall - en jämförelse. Grovfoder, Forskning - tillämping. Sveriges Lantbruksuniversitet 2: 5-13.

Hagsand, E. & S. Landström 1984. Ensidig grovfoderodling i norra Sverige. Röbbäcksdalen meddelar 4: 74 s.

Hoogerkamp, M. 1984. Changes in productivity of grassland with ageing. Dr. thesis Landbouwhogeschool Wageningen: 76 s.

Lundekvam, H. & K. Myhr 1975. Forsøk med fornying av gamal eng på Vestlandet i åra 1965-1972. Forsk. Fors. Landbr. 26: 293-313.

Myhr, K. 1971. Samanlikning av gamal og ny eng på Vestlandet. Forsk. Fors. Landbr. 22: 135-156.

Nesheim, L. 1992. Fornyning av eng i Nordland. Norsk landbruksforskning 6: 305-314.

Pestalozzi, M. 1987. Virkning av sauebeiting på avling og sammensetning av eng. Norsk landbruksforskning 1: 91-96.

Pestalozzi, M. 1988. Varig eng samanlikna med eng i regelmessig omløp. Aktuelt fra SFFL nr. 7-1988: 89-96.

Pestalozzi, M. 1991. Jordstruktur ved ensidig engdyrking. Dyrking og utnytting av förvekstar. Faginno nr. 3-1991: 242-251.

Pestalozzi, M. 1992. Varig eng sammenliknet med eng i regelmessig omløp. NJF-seminar nr. 196. Nordisk jordbruksforskning nr 1-1992: 40.

Pestalozzi, M. 1993. Avlingsbestemmelse i beiteforsøk med sau. Norsk landbruksforskning 7: 313-320.

Timenes, K. 1986. Kjemisk innhold og meltegrad hos nokre gras og ugrasartar. *Forsk. Fors. Landbr.* 37: 1-7.

Tyson, K.C., D.H. Roberts, C.R. Clement & E.A. Garwood 1990. Comparison of crop yields and soil conditions during 30 years under annual tillage or grazed pasture. *Journal of Agricultural Science* 115: 29-40.

Uhlen, G. 1974. Omløpsforsøk. Resultater fra 10 lokale forsøk på Sør-Østlandet. *Plantedyrkingsmøte NLH 1974*, stensiltrykk: 11 s.

Avlingsbestemmelse i beiteforsøk med sau

Measurement of yield in grazing experiments with sheep

MARKUS PESTALOZZI

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

Pestalozzi, M. 1993. Measurement of yield in grazing experiments with sheep. Norsk landbruksforskning 7: 313-320. ISSN 0801-5333.

In an experiment with different grassland management systems conducted over an 18-year period at Særheim Research Station, the herbage intake was estimated from cut herbage mass and from animal performance. In spring the undisturbed herbage accumulation under cages was measured at the end of the grazing period. In autumn the plots were cut at the beginning of the grazing period and the undisturbed herbage accumulation measured at the end of the grazing period. Herbage intake calculated from liveweight gains during the grazing period reached 75% of the measured herbage mass in spring, and 95% of that in autumn. Measured herbage mass and calculated intake varied greatly and showed no year-to-year correlation. Cutting the plots every week over a six-week period in spring gave only 23% of the yield compared with that achieved in undisturbed herbage production in the same period. Cutting the grass three times in this period reduced the yield to 46% of the undisturbed herbage production.

Key words: Herbage intake, quality, sheep grazing, yield.

Markus Pestalozzi, Særheim Research Station, N-4062 Klepp stasjon, Norway

En direkte bestemmelse av grasmengden som dyra tar opp på beite er ikke mulig. Avlinga som blir tatt opp kan bestemmes på grunnlag av

- måling av grasmengden før og etter beiting og vurdering av tilveksten av gras i beitetida (Meijs *et al.* 1983)
- måling av fecesproduksjonen til beitedyra og bestemmelse av fordøyeligheten av fôret (Homb & Breirem 1952, Le Du & Penning 1982)
- måling av produksjonen til beitedyra (mjølk/kjøtt) og beregning av energiinholdet i opptatt fôr ved hjelp av normtall for dyras energibehov til vedlikehold og produksjon (Baker 1982, Breirem 1947)

Dyrebaserte bestemmelser krever store arealer og lang beitetid og er derfor ikke aktuelle i markforsøk der flere forsøksledd inngår og rutestørrelsen som regel er mindre enn 20 m². Dersom grasmengden skal måles ved klipping må bare en liten del av rutene høstes for å bevare beitekarakteren av rutene. Avlingsbestemmelsen blir dermed mindre nøyaktig, særlig

dersom bestanden er ujamn. Den største usikkerheten ved vurderingen knytter seg imidlertid til bestemmelsen av grastilveksten under beiteperioden. Dette betyr mest når rutene blir beitet sammenhengende i flere uker, noe som ofte er tilfelle ved saubeiting.

I et forsøk med ulike driftsmåter på varig eng og på eng i regelmessig omløp som ble gjennomført på Særheim forskingsstasjon ønsket en først og fremst å undersøke virkningen av beiting på avlingsmengde, avlingskvalitet og sammensetning av plantebestanden over lengre tid. Det var likevel ønskelig å kunne vurdere avlingsmengden som ble tatt opp av beitedyra vår og høst. Denne er en forholdsvis liten del av den totale årsavlinga, og en kunne derfor ikke forsvare en stor arbeidsinnsats til avlingsbestemmelsen. Samtidig var det viktig å forstyrre veksten på høsterutene minst mulig gjennom klipping av graset for å bevare beitekarakteren på arealet.

MATERIALE OG METODER

I forsøket med ulike driftsmåter på varig eng og eng i regelmessig omløp som ble gjennomført på Særheim forskingsstasjon (Pestalozzi 1993) ble en del av feltet beitet med sau både vår og høst. For å få en avbeiting i samsvar med vanlig drift i distriktet beitet dyra i middel sammenhengende 31 dager om våren og 52 dager om høsten. En tredjedel av feltet (24 ruter i ulike omløp og med ulike gjødselmengder) ble beitet, og avlinga ble bestemt ved klipping av én liten kontrollrute på hver høsterute. For hele arealet under ett ble tilveksten av sauene i beitetida registrert og opptatt førmengde beregnet ved hjelp av normtall for energibehovet.

Avlingsbestemmelse av grasmengde som er disponibel til beiting

Avlingskontroll ble utført på en kontrollrute à 1 m² av en høsterute på 9,8 m². Kontrollruta ble flyttet innenfor høsteruta fra år til år.

Om våren ble kontrollrutene vernet mot beiting med et nettingbur. Graset under burene ble slått og veid når beitinga ble avsluttet og det ble tatt analyser av dette føret. En fikk dermed bestemt avlinga ved uforstyrret vekst gjennom hele perioden. Beiterestene ble ikke bestemt. Selv om en på denne måten overvurderte grasmengden som dyra tar opp, regnet en med å få et brukbart mål for avlingsforskjeller mellom engtyper og gjødslingsstyrker som ble undersøkt i dette forsøket.

Om høsten ble graset på 1 m² av høsteruta slått og veid like før dyra ble sluppet på beite. Det slåtte arealet ble så vernet mot beiting med nettingbur og avlinga under buret slått og veid etter avsluttet beiting. På denne måten fikk en et mål både for disponibel grasmengde når beitinga tok til og for uforstyrret gjenvekst i beiteperioden. I middel for 18 år ble 70% av grasmengden høstet før beiting og 30% som gjenvekst under verneburene. Avlingsanalyser ble bare utført i gras høstet før beitinga tok til. Heller ikke om høsten ble beiterestene bestemt.

Analyser av in vitro fordøyelighet ble bare utført i 8 av 18 forsøksår. Midlere energikonsentrasjon, 91 f.f.e. pr. 100 kg tørrstoff ved vårbeiting, resp. 77 f.f.e. ved høstbeiting for disse 8 årene ble derfor brukt ved omregning fra tørrstoff til fetningsförenerheter i alle år.

Opptatt førmengde beregnet på grunnlag av energibehovet til beitedyra

Til sauebeiting ble det inngjerdet et sammenhengende areal på 1200-1500 m², av dette utgjorde forsøksrutene 540 m². Resten var ganger mellom gjentak og utkanter for å sikre dyra uhindret tilgang til alle deler av feltet. Arealet ble som regel beitet med 2 årsgamle gimrer om våren og med 3 lam om høsten. Ved god grasvekst ble det satt inn ekstradyr i hele, eller deler av perioden. Alle dyr ble veid når de ble sluppet på beite og når de ble tatt fra beite. Fôropptaket ble beregnet etter normer for vedlikehold og tilvekst (Breirem 1947, justert etter opplysninger fra Institutt for husdyrfag).

Forsøk med simulert beiting

For å få flere holdepunkter til en vurdering av førmengden som står til disposisjon for vårbeiting foretok en i 1991 og 1992 tilvekstmålinger ved ulike klippeintervaller i vårbeiteperioden. I 1991 ble forsøket lagt på gammel eng i utkanten av forsøket med ulike driftsformer på Særheim. Enga ble gjødslet med 6,2 kg N i kalksalpeter pr. dekar 15. april. I 1992 ble forsøket lagt på ruter av gammel eng i det tidligere omløpsforsøket. Disse ble ikke gjødslet om våren.

Forsøksplanen omfattet følgende ledd:

1	6 høstinger,	hver uke	fra 23.4. til 28.5.
2	3 høstinger,	annen hver uke	fra 30.4. til 28.5.
3	2 høstinger,	tredje hver uke	fra 7.5. til 28.5.
4	1 høsting		14.5.
5	1 høsting		21.5.
6	1 høsting		28.5.

Rutestørrelse 1 m², 4 gjentak i 1991, 3 gjentak i 1992.

Graset ble klippet med saks til 2 cm stubbhøyde og hele avlinga ble tørket og veid. In vitro fordøyelighet og førenhetskonsentrasjon ble bestemt leddvis etter NIR-metoden på Løken forskingsstasjon.

RESULTATER**Sammenlikning av disponibel førmengde og opptak**

Den disponible grasavlinga varierte meget sterkt fra år til år, ved vårbeiting fra 46 førenheter pr. dekar i 1982 til 157 i 1974. Ved høstbeiting var minste mengde 58 førenheter pr. dekar i 1980 og største mengde 116 i 1989. Variasjonen var like stor for førmengden som ble opptatt av dyra, men den opptatte mengden var i middel bare 75% av den disponible grasavlinga om våren og 95% om høsten (tabell 1).

Også forholdet mellom beregnet fôropptak og høstet førmengde varierte meget sterkt fra år til år. Ved vårbeiting utgjorde opptaket i 1979 bare 27% av den førmengden som ble høstet, i 1982 derimot 189%.

Korrelasjonsberegninger med observasjoner fra 18 år viste ingen sikker sammenheng mellom disponibel førmengde og fôropptak verken ved vårbeiting eller ved høstbeiting. I disse beregningene ble middel av energikonsentrasjonen nyttet til omregning fra tørrstoffavling til førenheter. Dersom årets analyseresultater ble brukt ved førenhets-

316 Avlingsbestemmelse i beiteforsøk med sau

beregningen, og bare de 8 årene med avlingsanalyser ble tatt med i beregningene, ble korrelasjonskoeffisienten $r = +0,50$ ($P = 20,8\%$) for høstbeiting mot $r = +0,17$ for alle år. For vårbeiting var tilsvarende korrelasjonskoeffisienter $r = +0,16$ for år med analyseresultat mot $r = -0,17$ for alle 18 år.

Tabell 1. Fôrmengde på beite og fôropptak ved beiting med sau vår og høst. Fôrenheter/100 kg tørrstoff, middel og standardavvik

Table 1. Herbage production on pasture and herbage consumed by sheep during grazing in spring and autumn. Feed Units/100 kg dry matter, means and standard deviations

Beitetid <i>Grazing time</i>	Vår <i>Spring</i>	Høst <i>Autumn</i>
Fôrmengde på beite <i>Herbage produced</i>	105 ± 29,5	80 ± 16,6
Fôropptak ved beiting <i>Herbage consumed</i>	79 ± 24,8	76 ± 19,3

Forsøk med simulert beiting

Ved klipping hver uke var grasproduksjonen i middel bare ca. 1 fôrenhet pr. dekar daglig. Det var liten forskjell mellom ukene i beiteperiodene og mellom år. Ved lengre høsteintervall økte totalproduksjonen og tilveksten var størst i slutten av beiteperioden. Produksjonen ved ubrutt vekst økte sterkt mot slutten av beiteperioden (figur 1).

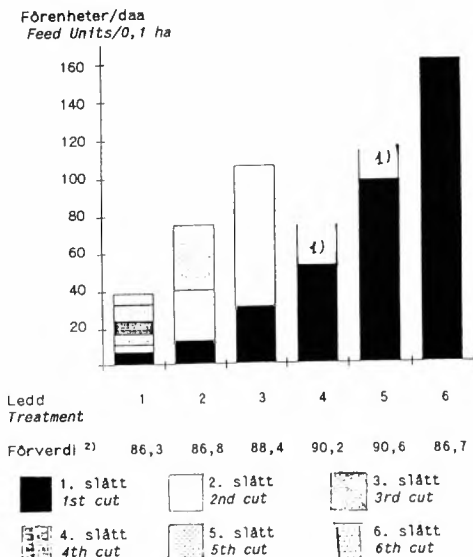
Fordøyeligheten og energikonsentrasjonen økte ved første høsting noe fra ledd 1 til ledd 5. Dette skyldes trolig at noe daugras kom med i prøvene, og andelen av dette ble mindre jo større avlinga ble. Først ved siste slåttetid gikk energikonsentrasjonen noe ned. I middel for hele avlinga i perioden var det ubetydelig skilnad i energikonsentrasjonen.

I forhold til ubrutt vekst gjennom hele beiteperioden reduserte fjerning av bladmassen hver annen uke avlinga til rundt halvparten og fjerning hver uke til en fjerdepart (tabell 2). Usedvanlig varmt vær i slutten av mai gav betydelig større avling i 1992 enn året før.

DISKUSJON OG KONKLUSJON

Det var i denne undersøkelsen liten sammenheng mellom grasmengden som ble bestemt ved klipping av kontrollruter og fôrmengden som ble tatt opp av dyra ved beiting, beregnet på grunnlag av energibehovet. I enkelte år var beregnet opptatt mengde til og med langt større enn målt disponibel mengde.

Det er flere årsaker til den ekstremt store variasjonen:



- 1) Gjenvækst etter 1. høsting ikke veld, *Regrowth after 1st cut is not measured*
 2) Føtningsförenheter pr. dekar ved 1. høsting, *Feed Units per 0.1 hectare in the 1st cut*

Figur 1. Grasavling ved ulike klippeintervaller om våren
 Figure 1. Herbage yield with different cutting intervals in spring

Tabell 2. Avling i beiteperioden ved ulike høsteintervaller
 Table 2. Yield in the grazing period

Forsøksledd Treatment	Förenheter pr daa Feed Units pr 0.1 ha	Relativ avling Relativ yield		
		1 høsting (forsøksledd 6) = 100 1st cut (treatment 6) = 100		
Antall høstinger Number of cuts	1	2	3	6
1991	133	75	50	26
1992	188	59	43	21

- Kontrollrutene som er grunnlaget for beregning av høstet avling utgjorde bare litt over 3% av anleggsrutene og anleggsrutene utgjorde bare knapt halvparten av arealet som var inngjerdet.
- Avlingsanalyser ble bare tatt i 8 av 18 forsøksår som ligger til grunn for beregningene og en måtte derfor nytte midlere analyseresultater ved omregning av tørrstoffavling til førehetsavling.
- Dyretallet ble skjønsmessig tilpasset den disponible førmengden. Beitepresset varierte trolig ganske mye fra år til år og dette påvirket gjenveksten i beiteperioden.

Selv om det ikke kunne påvises noen korrelasjon mellom disponibel og opptatt førmengde i de enkelte årene må gjennomsnittet for en lang årrekke likevel kunne gi en viss pekepinn om hvor godt den disponible avlinga blir utnyttet.

Ved hjelp av forsøket med simulert beiting ønsket en å sjekke om den beregnede utnyttelsesgrad på 75% var realistisk. Hyppig klipping av kontrollruter gav i våre undersøkelser imidlertid langt mindre grasproduksjon, bare knapt 25% av avlinga ved uforstyrret vekst når graset ble klippet hver uke og knapt 50% ved klipping annen hver uke.

På Særheim ble samme areal klippet hver gang. I et forsøk på Tjøtta forskingsstasjon derimot ble kontrollrutene flyttet hver gang og arealet beitet i den mellomliggende perioden (Våbenø & Einrem 1987). Med klipping i femdagers intervaller oppnådde en der en produksjon på vel 5 f.f.e. pr. dekar daglig mot bare 1 f.f.e. på Særheim med klipping hver uke. Denne forskjellen kan skyldes at bladarealet ikke ble fjernet så radikalt ved beiting som ved klipping og at beitinga fremmet busking av plantene. At en del av nitrogenet ble ført tilbake i urin og fast gjødsel fra beitedyra kan også ha en viss betydning.

Forsøket med simulert beiting på Særheim gir trolig alt for låge avlingsresultater. I et forsøk på Tjøtta ble det ved to høstinger i løpet av en vårbeiteperiode på 20-25 dager registrert en avling på 198 føreheter pr. dekar, mens en beregning av fôropptaket ved hjelp av normtall for dyras energibehov gav 112 føreheter, d.v.s. 57% av høstet avling (Våbenø & Bø 1980).

Beregnet fôropptak under vårbeiting var i forsøk på Tjøtta 84 f.f.e. pr. dekar ved 15 dagers beitetid (Våbenø & Einrem 1987) og 120 f.f.e. ved 23 dagers beitetid (Våbenø & Bø 1980) mot bare 79 f.f.e. på Særheim ved 31 dagers beitetid. Graset var trolig noe høyere ved beiteslepp og beitepresset hardere på Tjøtta enn på Særheim.

Etter en samlet vurdering av resultatene fra forsøk på Tjøtta og Særheim har en i forsøket på Særheim satt fôropptaket skjønsmessig til 70% av høstet avling for vårbeiting og til 90% for høstbeiting på blandingseng. På timoteieng som gjennomgående ble betydelig bedre avbeitet ble utnyttelsesgraden satt til 75% ved vårbeiting og til 95% ved høstbeiting (Pestalozzi 1993).

Etter høsting skilte kontrollrutene seg tydelig ut i mange dager med lysere farge og seinere gjenvekst enn arealet som var beitet. På Tjøtta ble førsteslåttsavlinga ca. en tredjedel mindre etter to slåtter i vårbeiteperioden enn etter kontinuerlig beiting med sau (Våbenø & Bø 1980). Også undersøkelser i fjellbygdene viste mindre førsteslåttsavling etter simulert beiting (fire gangers slått i beiteperiode på 15 dager) enn etter beiting med sau i samme tidsrom (Todnem 1993). Dette viser at det er nødvendig å nytte dyr i denne typen forsøk dersom en skal oppnå realistiske avlingstall for høstingene etter beiting.

SAMMENDRAG

I et forsøk med ulike driftsmåter på Særheim forskingsstasjon ble disponibel grasmengde for vårbeiting bestemt på småruter som ble vernet for beiting og høstet når beitinga ble avsluttet. Om høsten ble småruter høstet før beiting, vernet for beiting og gjenveksten høstet når beitinga ble avsluttet. Fôropptaket for hele det beitede arealet ble beregnet på grunnlag av normtall for fôrforbruk til vedlikehold og tilvekst av beitedyra (lam).

Det kunne ikke påvises noen korrelasjon mellom disponibel grasmengde og fôropptak. Fôropptaket var i middel 75% av disponibel grasmengde om våren og 95% av disponibel grasmengde om høsten.

I to forsøk med simulert beiting som varte i en seksukers periode om våren ble avlinga sterkt redusert ved korte klippeintervaller. Ukentlig klipping gav bare 23% av avlinga ved ubrutt vekst, klipping annen hver uke 46% og klipping hver tredje uke 66%.

LITTERATUR

- Baker, R.D. 1982. Estimating herbage intake from animal performance. In: Leaver, J.D. (ed.). *Herbage Intake Handbook*. British Grassland Society, Maidenhead, 143 s.
- Breirem, K. 1947. Beregning av F.e. opptatt på beite av sauer. *Nordisk Jordbruksforskning* 28: 159-172.
- Homb, T. & K. Breirem 1952. The use of fecal nitrogen as a measure of dry matter intake and of digestibility of organic matter in forage. *Journal of Animal Science* 11(3): 496-500.
- Le Du, Y.L.P & P.D. Penning 1982. Animal based techniques for estimating herbage intake. In: Leaver, J.D. (ed.). *Herbage Intake Handbook*. British Grassland Society, Maidenhead, 143 s.
- Meijs, J.A.C., R.J.K. Walters & A. Keen 1982. Sward methods. In: Leaver, J.D. (ed.). *Herbage Intake Handbook*. British Grassland Society, Maidenhead, 143 s.
- Nesheim, L. & Å. Karlsten 1988. Effects of grazing and cutting on grassland yield and sward composition in northern Norway. *Proceedings of the 12th General Meeting of the European Grassland Federation*, Dublin 1988.
- Pestalozzi, M. 1993. Ulike driftsmåter på varig eng og på eng i regelmessig omløp. *Norsk landbruksforskning* 7: 297-312.
- Todnem, J. 1993. Høstesystemer ved beiting av eng og metodestudium for beiteforsøk. *Norges landbrukshøgskole, Dr. scient. Thesis* 1993: 4. 40 sider.
- Våbenø, A.W. & S. Bø 1980. Forsøk med engbeite, kulturbeite og innføring til lamsøyer om våren. *Forskning og forsøk i landbruket* 31: 67-88.

Våbenø, A. & Einrem, F. 1987. Verknader av beiting med sau på avling og plantedekke i eng. Norsk landbruksforskning 1: 81-89.

Såmengder av bygg og hvete som dekkvekst til hundegrasfrøeng

*Establishment of cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) seed crops with cereal companion crops*

GUNVALD HENNING JONASSEN

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

Jonassen, G.H. 1993. Establishment of cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) seed crops with cereal companion crops. Norsk landbruksforskning 7: 321-330. ISSN 0801-5333.

The effects of increasing seeding rates (0, 50, 100, 200 and 250 kg/ha) of "Møyar" spring barley and "Runar" spring wheat as companion crops for seed stands of cocksfoot "Hattfjeldal" were investigated in field trial at Landvik Research Station (58° N) during 1978 through 1983. The highest grain yields of barley (4010 kg/ha) and wheat (3560 kg/ha) were obtained at seeding rates 150 and 200 kg/ha, respectively, but the differences in yield from 100 kg/ha (in barley) and 150 kg (in wheat) were not significant. Increasing the seeding rates from 50 to 250 kg/ha caused a two- to threefold reduction in ear number per plant in both species, with a concomitant drop in grain yield per plant. The first year's seed yields of cocksfoot were 690, 430 and 250 kg/ha when sown in pure stand and with 250 kg/ha of wheat and barley, respectively. The yield reduction was mainly due to a decline in panicle number. Based on these results and current Norwegian prices of barley, wheat and cocksfoot seed, a seeding rate of 100 kg/ha of either barley or wheat will give the highest total net income for the sowing year and the first ley year in cocksfoot seed production.

Key words: Cocksfoot, cereal companion crops, seed production, seeding rate.

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

Ulike grasarter reagerer forskjellig når frøenga blir sådd med dekkvekst, med større eller mindre avlingsreduksjon, sammenliknet med såing uten dekkvekst (Jonassen 1976, Jonassen & Hillestad 1990, Torskenes 1980) I de fleste undersøkelser er brukt såmengder som er anbefalt til korndyrking. Hvordan frøenga reagerer på små såmengder av ulike dekkvekster er lite undersøkt. Denne melding omhandler undersøkelser i hvordan frøeng av hundegras reagerer på ulike såmengder av bygg og hvete som dekkvekst.

MATERIALE OG METODER

På Landvik forskingsstasjon ble det i årene 1978 til 1983 gjennomført fem forsøk med ulike

såmengder (0, 5, 10, 15, 20 og 25 kg pr daa.) av bygg og hvete som dekkvekst til "Hattfjelldal" hundegras. Det var brukt "Møyar" bygg og "Runar" hvete.

Forsøksplanen var split-plot med kornart på storruter og såmengder på småruter. Alle forsøksledd var tilfeldig fordelt innenfor fire gjentak.

Ved såing ble det gjødslet med 7 kg N, 3 kg P og 8 kg K pr. dekar. Såtidene varierte fra 26. april i 1982 til 12. mai i 1981. Såmengden var 0,5 kg pr. dekar og radavstanden 15 cm for hundegraset. Radavstanden for kornet var 12 cm. Kornet var sådd med "Nordsten" kornsåmaskin, og såmengden ble bestemt ved dreieprøve. En fikk derfor ikke ut eksakte såmengder.

På grunn av en feil under skurtreskingen av kornet i 1979, og under frøhøstingen i 1981 er middeltallene for disse årene usikre, og resultatene er derfor ikke tatt med. Høstedatoene for bygg varierte fra 21. august til 3. september, og for hvete fra 29. august til 9. september. Etter høsting av kornet ble ledd uten dekkvekst avpusset. Deretter ble hele feltet gjødslet med 4,5 kg N pr. dekar som kalksalpeter.

Om våren i første engår ble det gjødslet med 12,8 kg N, 5,3 kg P og 9,0 kg K pr. dekar. Høstedatoene varierte fra 20. juli i 1982 til 30. juli i 1978. Forsøkene ble høstet med skurtresker og frøet tørket på kaldluftstørke.

Ved beregningen av verdien av kornavlingen er brukt grunnpris for bygg og hvete for 1992 med henholdsvis kr. 2,28 og 2,36 pr. kg. Det er brukt netto kornavling ved at verdien av såkornet er trukket fra brutto kornavling (netto fornavling = brutto kornavling - (2 x såmengden)). Ved beregning av verdien av frøavlingen er brukt prisen på hundegrasfrø for 1992 med kr. 24,50 pr. kg. I beregningen er ikke tatt med arbeidskostnader ved bruk av dekkvekst.

RESULTATER

Kornavling

Virkingen av såmengdene på kornavlingen var forskjellig i bygg og hvete (fig. 1). I bygg var kornavlingen 79 kg høyere når såmengden var 10 kg sammenliknet med 5 kg såkorn pr. dekar, mens økningen var 22 kg når såmengden ble økt fra 10 til 15 kg pr. dekar. I hvete var tilsvarende avlingstall 58 og 59 kg. Bygg ga større kornavling enn hvete, og forskjellen var større ved små enn ved store såmengder.

Antall kornplanter

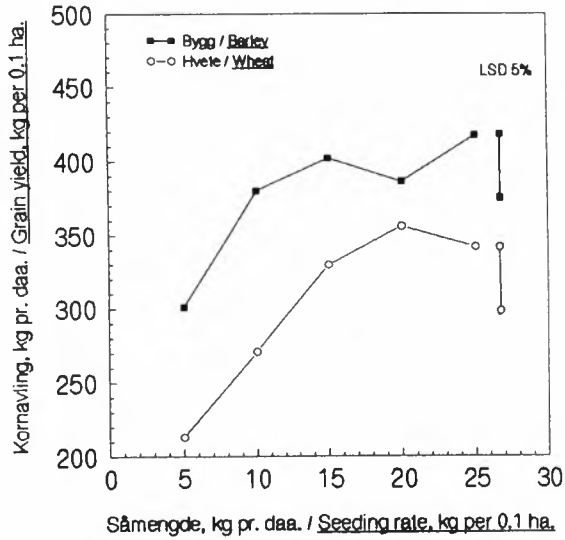
Antall planter pr. m² i bygg øket fra 95 ved minste såmengde til 394 ved største såmengde, og i hvete fra 72 til 309 ved de samme såmengder (fig. 2).

Antall aks

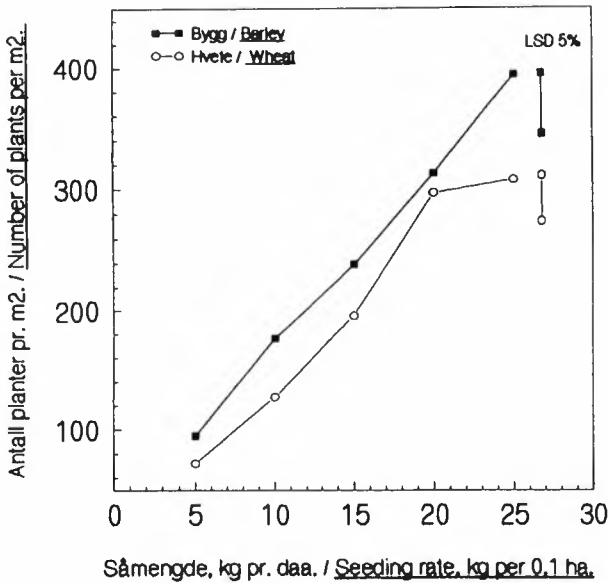
Buskingen avtok ved økende såmengder både i bygg og hvete, men utviklingen av aks var gjennomgående lavere i hvete enn i bygg (fig. 3). I bygg avtok antall aks pr. plante fra 5,3 ved en såmengde på 5 kg pr. dekar til 2,0 når såmengden var 25 kg pr. dekar. I hvete avtok aksantallet fra 3,1 til 1,4 ved de samme såmengdene (fig. 4).

Kornavling pr. plante

Kornavlingen pr. plante avtok med økende såmengde både i bygg og hvete (fig. 5). Det var ingen signifikant forskjell i kornavling pr. aks ved ulike såmengder.



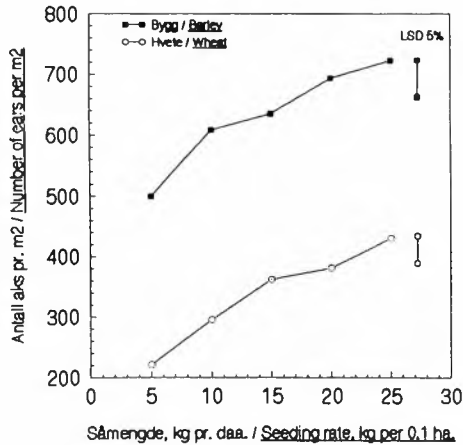
Figur 1. Kornavling. Middel 4 forsøk
 Figure 1. Grain yield. Mean of 4 trials



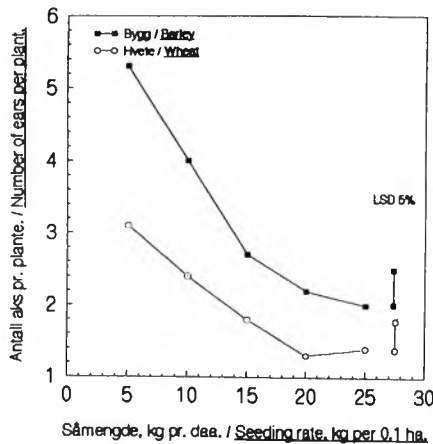
Figur 2. Antall kornplanter, Middel av 3 forsøk
 Figure 2. Number of grain plants. Mean of 3 trials

Frøavling

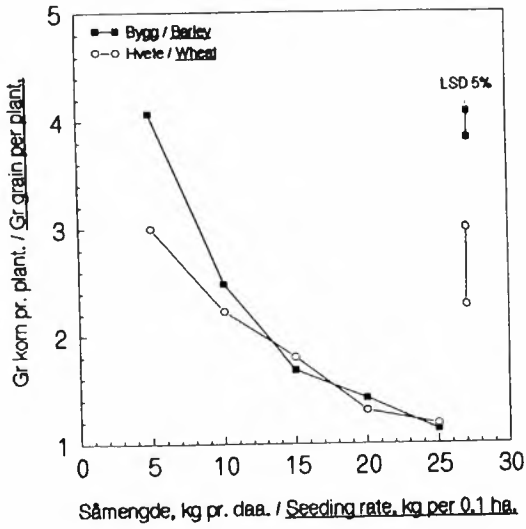
Bruk av dekkvekst virket klart uheldig på frøavling av hundegras i første engår, og avlingsreduksjonen tiltok med økende såmengder (fig. 6). Hvete ga mindre avlingsreduksjon enn bygg uansett såmengde. Bygg som dekkvekst reduserte frøavlingen med 20 kg ved minste såmengde og 39 kg pr. dekar ved største såmengde sammenliknet med såing uten dekkvekst. Tilsvarende avlingsreduksjon med hvete som dekkvekst var henholdsvis 11 kg og 29 kg pr dekar.



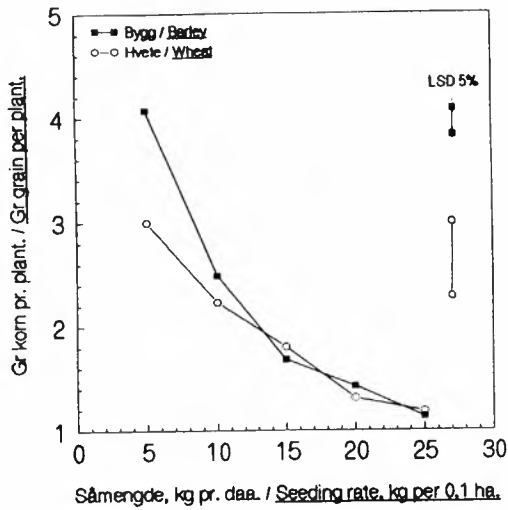
Figur 3. Antall aks pr. m². Middell av 3 forsøk
 Figure 3. Number of ears pr m². Mean of 3 trials



Figur 4. Antall aks pr. plante. Middell av 4 forsøk
 Figure 4. Number of ears per plant. Mean of 3 trials



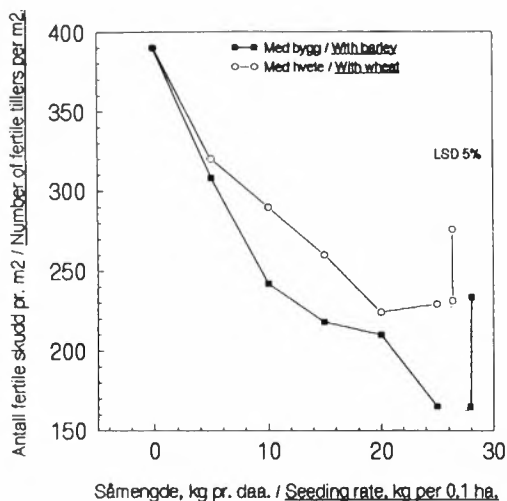
Figur 5. Kornavling pr. plante. Middell av 3 forsøk
 Figure 5. Grain yield pr plant. Mean of 3 trials



Figur 6. Frøavling (15% vann og 100% renhet). Middell av 4 forsøk
 Figure 6. Seed yield (15% m.c. and 100% purity). Mean of 4 trials

Antall frøbærende skudd

Bruk av dekkvekst førte til en kraftig reduksjon av frøbærende skudd året etter såing, og den negative virkningen tiltok ved økende såmengde (fig. 7). Reduksjonen i antall frøbærende skudd var større ved bruk av bygg som dekkvekst enn når hundegraset var sådd i hvete.



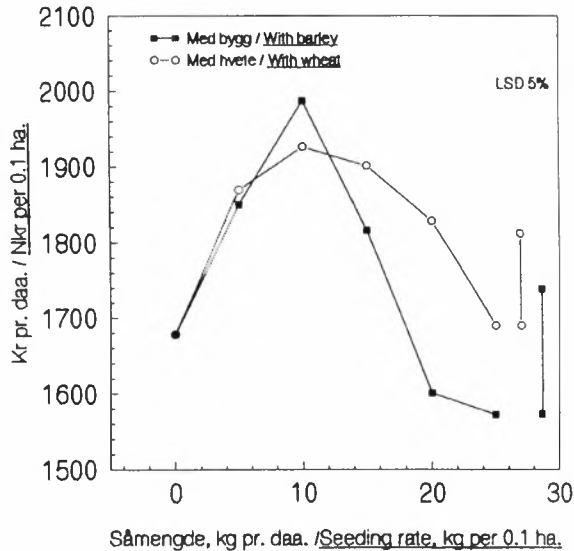
Figur 7. Antall fertile skudd av hundegras. Middell av 4 forsøk
 Figure 7. Number of fertile tillers of cocksfoot. Mean of 4 trials

Frøkvalitet

Det var ingen forskjell i spireprosent eller 1000-frøvekt mellom behandlingene. Spireprosenten var i middel for alle år og alle behandlinger 82 og 1000-frøvekten 1.12 g.

Verdien av korn- og frøavlingen

Totalverdien av kornavlingen og frøavlingen i første engår var størst ved såing av hundegraset i dekkvekst med en såmengde på 10 kg pr. dekar (fig. 8). Det var et lite merutbytte ved bruk av bygg sammenliknet med hvete når såmengden var 10 kg pr. dekar. Ved større såmengder enn 10 kg pr dekar ga bruk av hvete som dekkvekst større utbytte enn såing i bygg.



Figur 8. Verdien av kornavlingen og frøavlingen i første engår. Middell av 4 forsøk
 Figure 8. Economy with undersowing cocksfoot. Mean of 4 trials

DISKUSJON

Kornplantene har stor evne til å buske seg og kompenserer for redusert såmengde med sterkere busking (Høymark 1975). I undersøkelsen som er omtalt her, ga minste såmengde 301 kg bygg og 213 kg hvete pr. dekar i middel for alle år, med en økning på 100 kg bygg ved å øke såmengden fra 5 kg til 15 kg og en økning på 143 kg pr. dekar i hvete ved å øke såmengden fra 5 kg til 20 kg pr. dekar. Kornavlingene var gjennomgående lave også ved normale såmengder spesielt i hvete. De lave avlingene skyldes i noen grad liten næringstilførsel. Det ble gjødslet med 7 kg N pr. dekar til kornet, mens Stabbetorp (1983) anbefaler 12-14 kg N pr. dekar til vårhvete og 10-12 kg N til bygg.

I bygg avtok antall aks pr. plante fra 5,3 til 2,0 ved å øke såmengden fra 5 kg til 25 kg pr. dekar og i hvete var tilsvarende tall 3,1 og 1,4. Under danske forhold fant Høymark (l.c.) en reduksjon i antall aks pr. byggplante fra 3,6 til 2,0 ved å øke såmengden fra 10 kg til 20 kg pr. dekar.

Reduksjonen i antall aks pr. plante førte til en sterk reduksjon i kornavling pr. plante ved økende såmengde, fra 4,07 g bygg pr. plante ved minste såmengde til 1,13 g ved største såmengde. I hvete var kornavlingen henholdsvis 3,00 g og 1,18 g ved de samme såmengder. Tilsvarende resultater er funnet i flere andre undersøkelser (Bengtson & Ohlson 1966, Høymark (l.c.), Gretzmacher 1979).

Resultatene samsvarer godt med tidligere forsøk både her i landet og i utlandet, der frøavlingen er blitt redusert ved såing av hundegrass i dekkvekst (Evers & Sonneveld 1953,

Søndergaard 1965, Griffiths et al. 1967, Jonassen 1976). I Danmark prøvde Thøgersen (1974) såing av hundegras med to såmengder av bygg som dekkvekst, 9 kg og 18 kg pr. dekar, og fant at minste såmengde ga 10 kg mer frø pr. dekar enn største såmengde året etter såing. Under norske forhold fant Jonassen (1976) at frøavlingen øket fra 28 kg til 42 kg pr. dekar når såmengden av bygg ble redusert fra 18 kg til 9 kg pr. dekar samtidig som radavstanden ble øket fra 12 til 24 cm. Såing uten dekkvekst ga 101 kg hundegrasfrø pr. dekar i første engår.

Det var sterk reduksjon i antall frøbærende skudd ved bruk av dekkvekst, og den negative virkningen var større ved store enn ved små såmengder. Tilsvarende resultat er funnet i andre undersøkelser (Nordestgaard 1984). De skudd som gir frø dannes i hovedsak om høsten året før frøhøsting (Langer & Lambert 1959). Heide (1987) har vist at for å få rik blomstring i hundegras krever de enkelte skudd korte dager og/eller låg temperatur. Slik induksjon skjer under avtakende daglengde og temperatur på seinsommeren, høsten og vinteren. I hundegras fant Odgaard (1970) at ca. 90% av de skudd som ble fertile var dannet før 1. november under danske forhold. Kirshin (1970) viste at skudd av hundegras måtte ha 6-7 blad for å bli indusert. Reduksjonen av antall frøbærende skudd kan forklares ved nedsatt vekst av hundegraset i såingsåret ved bruk av dekkvekst, som fører til at færre skudd når tilstrekkelig utvikling for primærinduksjon om høsten.

Selv om frøavlingen i første engår ble sterkt redusert ved bruk av dekkvekst, var likevel verdien av kornavlingen og frøavlingen størst ved bruk av lave såmengder av dekkveksten. Verdien av avlingen var størst når frøenga var etablert med 10 kg bygg eller hvete. Det var et lite merutbytte ved bruk av bygg sammenliknet med hvete når såmengden var 10 kg pr. dekar, mens utbyttet var større ved såmengder over 10 kg pr. dekar ved bruk av hvete enn ved bruk av bygg.

Jonassen (1976) fikk større bruttoutbytte ved å så hundegraset uten dekkvekst sammenliknet med bygg som dekkvekst. Verdien av korn og frøavlingen ble større når såmengden ble redusert fra 18 til 9 kg pr. dekar og dekkveksten var sådd med 24 cm radavstand sammenliknet med 12 cm. Også under danske forhold var det en fordel å redusere såmengden fra 18 til 9 kg pr. dekar og øke radavstanden fra 12 til 24 cm ved gjenlegg av hundegrasfrøeng. Likeledes var utbyttet større ved å gjødsle med 6 kg N enn ved bruk av 12 kg N pr. dekar i såingsåret (Nordestgaard 1984). Også i engsvingel og rødsvingel var det en fordel å redusere såmengden av dekkveksten og redusere nitrogengjødslingen, men det var bare i hundegras at økt radavstand hadde positiv virkning (Nordestgaard l.c.)

SAMMENDRAG

Virkning av ulike såmengder (0, 5, 10, 15, 20 og 25 kg pr. daa.) av bygg og hvete som dekkvekst til Hattfjell dal hundegras, ble undersøkt i markforsøk i årene 1978-83 ved Landvik forskingsstasjon.

I bygg ga 15 kg såkorn pr. daa. størst kornavling, men avlingsøkningen var liten ved å øke såmengden fra 10 til 15 kg pr. daa. I hvete ga 20 kg størst kornavling, men meravlingen var liten ved å øke såmengden fra 15 til 20 kg pr. daa. Antall aks pr. plante avtok med økende såmengde både i bygg og hvete. Reduksjonen i antall aks pr. plante med

økende såmengde førte til reduksjon i kornavling pr. plante.

Såing av hundegras med dekkvekst reduserte frøavlingen, og avlingsreduksjonen tiltok med økende såmengde både med bygg og hvete.

Verdien av kornavlingen og frøavlingen i første høstear var størst ved såing av hundegras i dekkvekst med 10 kg såkorn pr. dekar.

LITTERATUR

Bengtson, A. & I. Ohlsson 1966. Utsædesmengdsforsøk med vårsåd. Lantbrukshøgskolans meddelanden. Serie A. Nr. 43: 34 s.

Evers, A. & A. Sonneveld, 1953. Grass seed production trials. Gestenc. Meded. 12 Cent. Inst. Landbouwk. Ondwrz. Wageningen: 50 s.

Gretzmacher, R. 1979. Das Ertragsverhalten von Sommergerste (*Hordeum vulgare* L.) und Durumweizen (*Triticum durum* Desf.) auf unterschiedliche Saatstarken einer experimentellen Breitsaat. Die Bodenkultur 30 (2): 151-180.

Griffiths, D.J., H.M. Roberts, J.L. Stoddart & E.W. Beam 1967. Principles of herbage seed production. Technical Bulletin No 1. Welsh Plant Breeding Station: 135 s.

Heide, O. 1987. Photoperiodic control of flowering in *Dactylis glomerata*, a true short-long-day plant. Physiologia Plantarum 70: 523-529.

Højmark, J.V. 1975. Utsædesmengder af byg kombineret med stigende mængder kvælstof. Tidsskrift for Planteavl 79: 378-392.

Jonassen G.H. 1976. Skal vi så grasfrøenga med eller uten dekkvekst? Norsk Landbruk (9): 13 og 31.

Jonassen J.H. & R. Hillestad 1990. Etablering av frøeng uten dekkvekst. s. 84-93 i R. Hillestad (red) - Engfrøavl, Hellerud, Norge.

Kirshing, I.K. 1970. The autumn induction of flowering of perennial grasses. USSR Agricultural Biology 5: 829-839.

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

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

330 *Såmengder av bygg og hvete som dekkvekst*

Nordestgaard, A. 1984. Utlæg i byg af hundegras, rødsvingel og engsvingel til frøavl. Tidsskrift for Planteavl 83: 15-23.

Stabbetorp, H. 1983. Gjødsling til korn på Østlandet. Norsk Landbruk 102(7): 9-11, 76.

Søndergaard, Edv. 1965. Vejledning i frøavl. Aktieselskabet Dansk Frøavls Kompani og Markfrøkontoret (*Trifolium*), København: 176 s.

Thøgersen, O. 1974. Forsøg med frø- og industriafgrøder. Tidsskrift for Frøavl 62: 329-333.

Torskenæs, E. 1980. Gjenlegg og såtid ved grasfrøavl. Norsk Landbruk 99(9): 26-28.

Lara, Strandrør

Lara, reed canarygrass

PETTER MARUM & ELI T. SOLBERG

Statens forskingsstasjoner i landbruk, Løken forskingsstasjon, Heggenes, Norge
*Norwegian State Agricultural Research Stations, Løken Research Station, Heggenes,
Norway*

Marum, P. & E.T. Solberg 1993. Lara, reed canarygrass. Norsk landbruksforskning 7: 331-337. ISSN 0801-5333.

Reed canarygrass is a high yielding forage species. Because of different indole alkaloid types, the palatability of reed canarygrass is lower compared with that of other important forage species. The Gramineae family is the least harmful type for animals. One of the goals of the Norwegian forage breeding programme is to develop a cultivar adapted to our climatic conditions and with better forage quality. Work on this project was started in 1978 at Løken Research Station. A total of 4896 spaced plants were observed for two years. The most promising plants were screened for alkaloid type. In 1992 the best 112 clones were selected and intercrossed. All 112 clones had only the alkaloid type gramine. Syn 2 and syn 3 seeds were produced in the years from 1984 to 1988. The variety LøSr8201 was included in the official variety testing in 1986. The new cultivar was accepted on the Norwegian national list in 1992, under the name Lara. This cultivar is higher yielding than cultivars from abroad and has proved in practical seed production to give acceptable seed yields.

Key words: Forage breeding, *Phalaris arundinacea*, reed canarygras

Petter Marum, Løken Research Station, N-2940 Heggenes, Norway

Strandrør (*Phalaris arundinacea*) er en art med stort avlingspotensiale. Arten har god overvintringsevne og har et kraftig rotsystem med evne til å armere matjordskiktet. Den greier seg godt på fuktig jord samtidig som den er tørkesterk. I negativ retning har ikke strandrør så god kvalitet som for eksempel timotei. Det skyldes at planten lett blir for grov hvis den høstes for seint og at den inneholde ulike alkaloider som kan redusere smakligheten av fôret (Hamar & Marum 1974).

Utover på 70-tallet steg interessen for bruk av strandrør i Norge, særlig på Vestlandet (Myhr 1978). Det var også stor interesse for strandrør i andre land som i Nord-Sverige (Anderson 1978) og i Minnesota, USA (Hovin 1978).

I Norge hadde vi ingen norske godkjente sorter. Alle undersøkelser var enten gjort med utenlandske sorter eller med lokalsorten Løken. Lokalsorten Løken bygger på lokalt innsamlet materiale fra fjellbygdene. Den har hevdet seg godt i forsøk på Løken (550 moh), med en og to gangers slått (Solberg 1961). Den har imidlertid ikke samme avlingspotensiale som utenlandske sorter.

I "Program for Norsk Grovførforskning 1980- 1985" (Simonsen 1981) er det uttalt at et av målene innen engvekstforedlinga er å få fram en norsk sort av strandrør, tilpasset norske forhold. Arbeidet med å foredle en norsk sort av strandrør startet ved Løken forskingsstasjon i 1978.

MATERIALE OG FOREDLINGSMETODIKK

Våren 1978 ble det plantet ut 4896 enkeltplanter fra ulike utgangsmaterialer (Tabell 1).

Tabell 1. Utgangsmateriale og antall kloner plantet fra hver populasjon

Table 1. Basic breeding material and number of clones planted from each population

Utgangsmateriale <i>Breeding material</i>	Antall <i>No.</i>
NCRC-1	2976
"Tysk"	480
Luba	480
LøSr3001 (Løken)	480
"Nederlandsk"	480

NCRC-1 er en bred sammensatt gen-samling laget i Minnesota, USA (Hovin 1974). Luba er en sort fra Polen, som særkjennes med å ha brede blad. Strandrør "Tysk" og "Nederlandsk" har vi ikke andre opplysninger om enn det landet de kommer fra. LøSr3001 er identisk med den gamle lokalstammen, Løken strandrør, som er omtalt i litteraturen i ulike sammenhenger. LøSr3001 er frøavlet på Løken i flere generasjoner. I utgangsmaterialet representerte LøSr3001 det lokale genmaterialet.

Plantene ble plantet med en avstand på 75 cm * 75 cm. De 4896 plantene var organisert i 102 blokker à 48 planter. Inne hver blokk var det bare planter fra samme utgangsmateriale. Planen var å bruke en form for "restricted phenotypic selection" ved å bare selektere den beste klonen (planten) innen hver blokk. Fra LøSr3001 var planen å selektere de to beste klonene (plantene). Denne metodikken ble brukt for å redusere effekten av eventuell jordvariasjon på det 2.7 dekar store arealet.

I 1980 og 1981 ble plantene observert med hensyn på følgende egenskaper: Vekststart, tidlighet, plantehøyde, skuddtetthet, vekstform og bladbredde. Dessuten ble helhetsinntrykket av hver plante notert flere ganger i løpet av vekstsesongen.

Smakligheten av strandrør kan være dårlig. Det skyldes varierende innhold av ulike typer av indol-alkaloider. Det finnes tre hovedtyper av indolalkaloider i strandrør, gramin, MeO-tryptamin og tryptamin. Av disse er gramin den minst skadelige. Det var derfor ønskelig at en ny sort bare inneholder denne typen. Disse tre alkaloidtypene er styrt av to gener M og T. Forholdet mellom genotype og fenotype er følgende er gitt i tabell 2 (Marum et al. 1979).

Tabell 2. Forhold mellom genotype og fenotype av alkaloidtype
 Table 2. Relationship between genotype and phenotype for alkaloid type

Fenotype <i>Phenotype</i>	Genotype <i>Genotype</i>
Gramine	m m t t
Tryptamine	m m T-
MeO-Tryptamine	M - - -

Typen gramin får en med den doble ressesive typen m m t t. Dette gjør seleksjon for denne typen enkelt. Krysser en sammen to planter med alkaloidtypen gramin, vil en alltid bare få avkom med alkaloidtypen gramin.

De 1178 antatt beste klonene, basert på de visuelle observasjonene, ble analysert for alkaloidtype ved Fureneset Forskingsstasjon. Fordelingen av alkaloidtype på utgangsmaterialet er gitt i tabell 3.

Tabell 3. Fordeling av alkaloidtype innen utgangsmaterialet
 Table 3. Distribution of alkaloid type within basic breeding material

Utgangsmateriale <i>Breeding material</i>	Antall analysert <i>No. analysed</i>	Alkaloidtype i % <i>Alkaloid type in %</i>		
		Gramin	MeO-Tryptamin	Tryptamin
NCRC-1	726	60	39	1
"Tysk"	115	85	15	0
"Luba"	115	50	50	0
LøSr3001(Løken)	113	89	11	0
"Nederlandsk"	109	48	48	4

Lø3001 og det tyske materialet hadde en stor andel gramin, mens andelen av de mer skadelige indolalkaloidene var forholdsvis stor i den polske sorten Luba, og det nederlandske materialet.

På bakgrunn av de visuelle observasjonene og alkaloidtype ble 112 kloner valgt ut høsten 1981 (Tabell 4).

Tabell 4. Antall utvalgte kloner fra hver populasjon
 Table 4. Number of clones selected from each population

Utgangsmateriale <i>Breeding material</i>	Antall <i>No.</i>
NCRC-1	62
"Tysk"	10
"Luba"	10
LøSr3001 (Løken)	20
"Nederlandsk"	10
Sum	112

Hver utvalgt klon ble delt opp i 10 enkeltplanter for å danne 10 kryssingsgrupper à 112 kloner. Innen hver kryssingsgruppe var det tilfeldig fordeling mellom klonene. Syn 1 frø ble produsert i kryssingsveksthuset på Løken sommeren 1982. Foredlingspopulasjonene fra denne sammenkryssingen fikk betegnelsen LøSr8201.

I 1983 ble et samkryssingsfelt med omlag 300 enkeltplanter etablert på Løken for produksjon av Syn 2 frø. Det ble tatt ut like mange planter fra hver halvsøskenfamilie. Disse ble plantet ut i tilfeldig rekkefølge. I denne generasjonen ble ikke halvsøskenfamiliene fra "Nederland" ført videre. De 10 plantene fra "Nederland" har derfor bare bidratt med pollen til foredlingspopulasjonen i Syn 1.

Syn 2 frø ble produsert på dette feltet i 1984. I alt ble det høstet 13.6 kg frø. I 1985 ble et lite frøfelt sådd ut på Øverland i regi av Stamsedsentralen på Hellerud, for produksjon av Syn 3 frø. Syn 3 frø ble høstet på dette feltet i 1986, 1987 og 1988.

LøSr8201 ble med i den offisielle verdiprøvingen fra 1986.

RESULTATER

LøSr8201 har vært med i to prøveserier i den offisielle verdiprøvingen. Den første serien startet i 1986, med 8 sorter og den andre startet i 1988 med 7 sorter.

Avling

Den første prøveserien ble lagt ut på tre steder (Vågønes, Mære, og Løken) med to felt på hvert sted. Resultatene fra den forsøksserien er publisert av Bø & Larsen (1992). Tabell 5 gir resultater fra denne forsøksserien.

Tabell 5. Middel avling fra tre steder med to felt på hvert sted. 1986-1990. Vekststart 1 = tidlig og 9 = sein.
 Table 5. Mean yield from three locations with two trials each, 1986-90. Growth start in spring, 1 = earliest and 9 = latest

Sort Variety	Tørrstoffavling/DM yield					Middel avling/ Mean yield Kg/daa	Strandør % Reed - Canarygrass % Vår spring	Vekst- start Growth - start 1-9	Legde Lod- ging %
	'Luba' = 100			1.sl Cut 1	2.sl Cut 2				
	Forsøkssteder/sites Vågønes	Mære	Løken						
Lara	114	102	103	113	96	1094	82	4	7
VåSr8401	120	107	93	124	82	1086	91	3	15
LøSr3001	115	100	97	113	89	1063	84	4	15
"Luba"	613	1259	1260	552	492	1044	72	5	8
Frontier	105	91	96	100	91	1001	70	5	10
Castor	99	92	92	98	88	972	59	6	5
Palaton	96	88	91	96	85	948	64	6	5
Venture	89	87	89	82	84	923	57	6	4
P %	3.0	2.4	1.2	0	0	0.2	0	0.2	5
Feltår/No	5	6	6	17	17	17	18	16	13

Resultatene viser at Lara gir større avling enn de utenlandske sortene på alle tre prøvesteder. I Nord-Norge gav VåSr8401 noe større avling enn Lara, mens på Løken gir Lara størst avling. Lara har mindre 1. slått enn VåSr8401, men bedre gjenvekstevne. VåSr8401 avslutter veksten for tidlig om høsten.

Overvintringsevnen til Lara er bedre enn til de utenlandske, men noe dårligere enn VåSr8401. Lara starter veksten tidligere enn de utenlandske sortene, men senere enn VåSr8401.

Den andre prøveserien ble anlagt i 1988 og 1990. Det er i alt 9 felt. Denne serien er ikke helt avsluttet, men den bekrefter resultatene fra den første prøveserien. I denne prøveserien er også den amerikanske sorten Vantage med. Både Lara og VåSr8401 har så langt vist seg bedre enn Vantage.

Frøavl

Hellerud forsøks- og eliteavlsgard startet forsøk med frøavl av Lara i 1988. Det ble da anlagt et felt på Øverland der halve arealet ble sådd med 12,5 cm radavstand og resten plantet på 60 x 30 cm avstand. Feltet ble frøhøstet i 3 påfølgende år, og frøavlingen er gitt i tabell 6 (Hillestad 1993).

Tabell 6. Gjennomsnittlig frøavling i kg /daa samt frøkvalitet på plantet og sådd areal over 3 høsteår (Etter Hillestad 1993)

Table 6. Average seed quality and yield in kg/daa from a spaced plant and a dense stand field during three harvest years

	1989	1990	1991	Middel
Plantet	18,2	15,5	20,9	18,2
<i>Spaced plants</i>				
Sådd	2,7	35,8	18,2	18,9
<i>Dense stand</i>				
Renfrø %	99,5	98,1	99,4	
<i>Pure seed %</i>				
Spireevne %	97,0	95,0	88,0	
<i>Germination %</i>				

Det sådde arealet ga liten avling det første året, men godt resultat året etter. I gjennomsnitt over tre år er det ikke forskjell på de to etableringsmåtene. Analysetallene viser at det er fullt mulig å oppnå god spireevne i denne sorten.

I et frøavlsfelt anlagt på Løken i 1991 ble det i 1992 høstet ca 15 kg rent frø pr daa i gjennomsnitt for ulike såmengder og radavstander.

På Landvik har man i plantet, et år gammel frøeng i 1992 oppnådd opptil 65 kg rent frø pr daa.

I 1992 ble de første frøfeltene for avl av stamsæd lagt ut, i alt 38.1 dekar. Frøavlingene på tre av de fire stedene var meget god med et gjennomsnitt på 44 kg/daa. Alt tyder på at det er fullt mulig å oppnå akseptable frøavlinger av denne sorten.

SAMMENDRAG

Strandrør er en art med stort avlingspotensiale, men på grunn av varierende innhold av ulike indolalkaloider kan smakeligheten være dårlig. Det var et uttalt mål innen norsk engvekstforedling å få fram en norsk strandrørsort tilpasset vårt klima og med god kvalitet. Arbeidet med å foredle en slik sort tok til på Løken i 1978. I alt 4986 enkelplanter fra ulike kilder ble etablert i felt med 75*75 cm avstand og observert i to år. I 1982 ble de 112 antatt beste klonene valgt ut. Samtlige hadde alkaloidtypen gramin, som er den minst skadelige av indolalkaloidene. De 112 klonene ble krysset sammen til foredlingspopulasjonen LøSr 8201. Syn-2 og syn-3 ble produsert i perioden 1984-1988. LøSr 8201 ble med i den offisielle verdiprøvingen i 1986, og ble i 1992 godkjent under navnet Lara. Lara gir større avling enn de utenlandske sortene, og resultater fra frøavlsforsøk og praktisk dyrking viser at den gir gode frøavlinger.

LITTERATUR

Anderson, S. 1978. Försök med rörflen och andra grärsarter i Norra Sverige. Strandrør og kvalitet. Aktuellt fra Landbruksdepartementets opplysningstjeneste nr. 4, 1978, 23-34.

Bø, S. & A. Larsen 1992. Verdiprøving i jordbruksvekstar, Førsteprøving i engvekstar 1974-1990. FAGINFO, Statens fagtjeneste for landbruket. Nr. 26.

Hamar, T.O. & P. Marum 1974. En oversikt over slekta *Phalaris* L. med særlig vekt på *P. arundinacea* L. (Strandrør): Botanikk, cytologi, dyrking, kvalitet og foredling. Semesteroppgave, Institutt for plantekultur, NLH, kompendium 132 sider.

Hillestad, R., 1993. Muntlig informasjon.

Hovin, A.W., H.L. Thomas & I.T. Carlson 1974. Registration of NCRC1 reed canarygrass germplasm. *Crop Science* 14: 130.

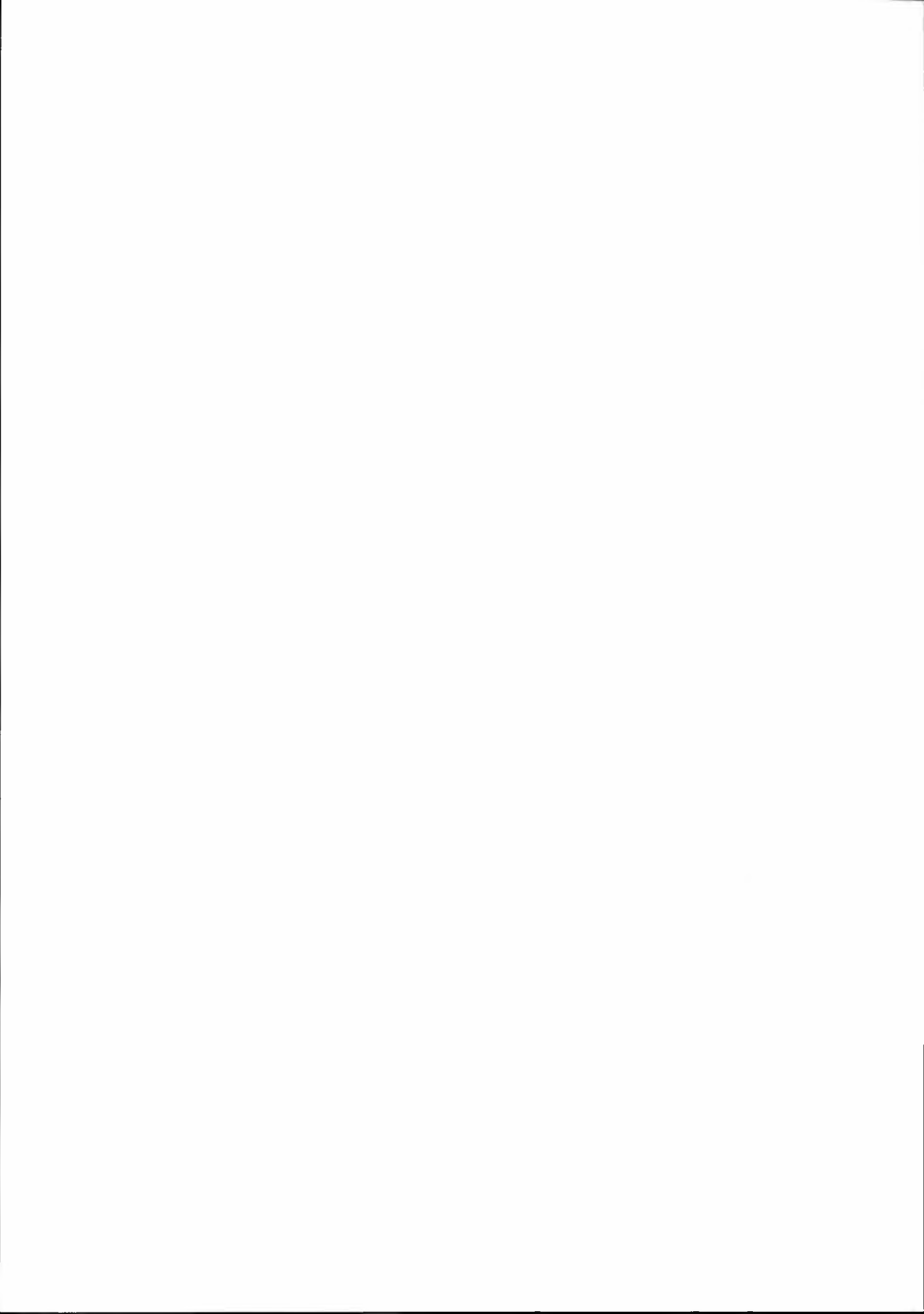
Hovin, A. 1978. Forsøk og erfaringer med strandrør i Nord-Amerika. Strandrør og kvalitet. *Aktuelt fra Landbruksdepartementets opplysningstjeneste* nr. 4: 18-22.

Marum, P., A.W. Hovin & G.C. Marten 1979. Inheritance of three groups of indole alkaloids in reed canarygrass. *Crop Science* 19: 539-544.

Myr, K. 1978. Forsøk med strandrør på Vestlandet. Strandrør og kvalitet. *Aktuelt fra Landbruksdepartementets opplysningstjeneste* nr. 4: 5-12.

Simonsen, Ø. 1981. Program for Norsk Grovførforskning 1980-1985. Utarbeidet av styringsutvalget for engforking, NLVF og SFL.

Solberg, P. 1961. Engvekster dyrket i blanding og reinbestand. *Forskning og forsøk i landbruket* 12: 375-400.



Verdiprøving av selekterte populasjoner og utenlandske sorter engrevehale (*Alopecurus pratensis* L.) i Nord-Norge
Testing of selected populations and foreign varieties of meadow foxtail (Alopecurus pratensis L.) in northern Norway

KÅRE RAPP

Statens forskingsstasjoner i landbruk, Holt forskingsstasjon, Tromsø, Norge
The Norwegian State Agricultural Research Stations, Holt Research Station, Tromsø, Norway

Rapp, K. 1993. Testing of selected populations and foreign varieties of meadow foxtail (*Alopecurus pratensis* L.) in northern Norway. Norsk Landbruksforskning 7: 339-347. ISSN-0801-5333.

The selected north-Norwegian meadow foxtail population Seida (HoRh-71) from Tana, Finnmark, and the synthetic offspring population (HoRh-76) based on ten selected genotypes, were tested along with varieties from Poland (Dan and Polano) and Germany (Alko and Werdaer rhøna), on peat soil, and clay, and sandy soil in Troms and Finnmark. An extra cleaned seed-portion of the HoRh-76 selection ("Ho-85") was tried on some of the plots. Timothy (Engmø), bluegrass (Lavang) and meadow fescue (Salten) were used as references. HoRh-76 outyielded the foreign varieties on peat soil and clay (500 - 450 kg/daa) and also had the highest dry matter yield (445 kg/daa) over Werdaer rhøna (430 kg/daa) as a mean of the three soil types. The chemical fodder analyses indicate that meadow foxtail has higher content of crude protein and minerals than timothy, bluegrass and meadow fescue.

Key words: *Alopecurus pratensis*, selected populations, variety testing

Kåre Rapp, Holt Research Station, N-9000 Tromsø, Norway.

Engrevehale (*Alopecurus pratensis* L.) ble brukt som forvekst i Norden allerede på 1700-tallet (Lustig 1960) og er eldre enn for eksempel både timotei og hundegras som engvekst hos oss (Beddows 1969). I Finland og Sverige ble revehale tidligere brukt som engvekst i stor utstrekning, og verdien av foret ble ofte fastsatt etter andelen av dette graset i avlingen (Lustig 1960). I Nord-Norge ble revehale sådd både i reinbestand og i blanding med timotei i 1930-40 årene (Meld. Finnm. Landbr.skole 1932).

I dag blir revehale brukt som engvekst i Tyskland, Sveits, Polen og andre land i Mellom-Europa med jordbruk i høyereliggende områder. I disse landene nyttes stedegent

sortsmateriale som delvis frøavles kommersielt. Også i Canada brukes engrevehale som engvekst i dag, mens arten er falt nesten helt ut av bruk i Scandinavia. Hovedårsaken til dette er mangel på egnet sortsmateriale. En medvirkende årsak er vanskeligheter med å avle frø av engrevehale i nordlige områder, og arten er svak for intensive driftsopplegg med to til flere ganger høsting.

Engrevehale egner seg best på våtlendt mark og skyggefulle steder. Her etablerer den seg relativt fort, gir et tett, bladrikt bestand, og konkurrerer ut de fleste andre grasarter (Jalas 1958). En årsak til dette er at arten har stivelsesrike knoller på røttene, og lever via disse energireservene i en form for symbiose med N-fikserende bakterier (Nogtev 1938). Det er denne stivelse-reserven som gir arten et forsprang til andre grasarter på våt mark om våren. Nitrogen-tilgang fra bakteriene kan kanskje også tillegges noe vekt. På våte voksesteder kan en ennå 30 - 40 år etter gjensåing finne tett revehaleeng i Nord-Norge. På tørre steder, derimot, passer arten dårlig. Her blir planten bladfattig, modnes tidlig, og kan angripes sterkt av bladflekk-soppene revehaleflekk (*Mastigosporium album*) og grå øyeflekk (*Rhynchosporium orthosporum*) som forårsaker dårlig forkvalitet (Andersen 1979).

MATERIALE OG METODER

Omkring 1970 ble det gjort frø-innsamling av revehale populasjoner flere steder i landet. Etter prøving og seleksjon mellom populasjoner satt en igjen med populasjonen Seida (HoRh-71) fra Tana i Finnmark. Av denne ble det, etter kromosomtelling og avkomsprøving, selektert ut 10 genotyper som danner basis for den "syntetiske" populasjonen HoRh-76 (Rapp 1982). Den syntetiske populasjonen HoRh-76 og foreldrepopulasjonen HoRh-71 ble sådd til frøavl ved Selskapet for Norges Vel, Hellerud, i 1982 og verdiprøvingen med syn 2 frø startet i 1986. I verdiprøvingen har en hatt med de to nummer-sortene HoRh-76 og HoRh-71, 2 polske sorter (Dan og Polano) og 2 tyske sorter (Alko og Werdaer rhøna). På noen felt ble det også sådd et ledd med HoRh-76 som var renset og hamset noe sterkere (her betegnet Ho-85) for å øke frøvekten og eventuelt også spireprosenten.

For å få inntrykk av hvordan engrevehale sto i forhold til andre enggrasarter, har en også nyttet timotei (Engmo), engrapp (Lavang) og delvis engsvingel (Salten) som målestokk. Rent avlingsmessig har en slik sammenligning begrenset verdi fordi hver art har sin fysiologiske og morfologiske utvikling, slik at de ved høsting til samme tid gir avlinger som er lite sammenlignbare.

Forsøksfeltene har vært plassert under maritime forhold ved SFL Holt, Tromsø, og under mer innlandsklima ved SFL Holt avd. Flaten, Alta, og Svanhovd Miljøsen, Pasvikdalen, Sør-Varanger. Av tre forsøksfelt som var lagt ut i regi av forskjellige forsøksringer måtte to vrakes. I alt er 11 felt med her.

Feltene ble fordelt på myrjord, leir/silt-jord og sandjord, og gjødslingen var 70 kg 14-6-16 (NPK) gjødsel pr. dekar ved en gang slått, med tillegg av 20 kg 14-6-16 pr. dekar etter første slått der feltene ble høstet to ganger.

Forsøksplanen var vanlig blokk med to gjentak. Det ble brukt radsåing på 1.5 m x 7 m ruter. Feltene ble høstet to til fire engår, varierende etter utgangen av sådd gras. Det

ble observert prosent dekning om våren, prosent sådd gras/ugras ved høsting, og foravling i kg tørrstoff pr. dekar etter en eller to ganger slått. Middell av prosent dekning om våren og prosent sådd gras ved høsting er brukt som et uttrykk for sortens overvintringsstyrke (jfr. tabell 2, 5, 8).

De statistiske beregningene er gjort med treveis variansanalyse, over gjentak og år, og testingen av sortslikheten innen forsøksfelt er gjort mot samspillet ("feilen") sort x år. I tillegg har en benyttet utregnet Lsd (5%) for å teste likheten i avling mellom enkelte ledd.

Fra ca. 1/3 av feltene er det tatt ut prøver for analyse av protein, råtrevler og aske ved hjelp av NIR og kjemisk analyse. Fordøyeligheten er bestemt ved hjelp av NIR og in-vitro analyse.

RESULTATER

I tabellene har populasjonene HoRh-71 og HoRh-76 betegnelsene Ho71 og Ho76. Tørrstoffavling pr. dekar (totalavling) i middel over flere år, på myrjord, leir/siltjord og sandjord, er gitt i henholdsvis tabell 1, 4 og 7.

Middel av prosent dekning om våren og prosent andel sådd gras i avlingen, på de tre nevnte jordarter, er gitt i henholdsvis tabell 2, 5 og 8.

Utregnet reinavling av sådd gras i kg tørrstoff pr. dekar, på de tre nevnte jordarter, er gitt i henholdsvis tabell 3, 6 og 9.

Statistisk sikker forskjell mellom ledd er gitt med stjerne (*, **, ***) til høyre for hvert forsøksfelt i tabellene.

Resultater av foranalyser er gitt i tabell 10.

På myrjord (tabell 1) har nummersorten HoRh-76 gitt størst totalavling i middel for alle felt (500 kg/daa) etterfulgt av den tyske sorten Werdaer rhøna (485 kg/daa). Begge har statistisk sikker større totalavling enn de øvrige populasjoner/sorter revehale på to av tre felt. Leddet med Ho-85 viste bedre spiring og gav større avling (525 kg/daa) enn HoRh-76 "original". Middell totalavling på myrjord for alle ledd med revehale er 475 kg/daa.

Blant revehaleleddene var overvintringen best for HoRh-76 (tabell 2) slik at i utregnet reinavling (tabell 3) er denne seleksjonen enda klarere bedre enn øvrige sorter/populasjoner revehale. Leddet med Ho-85 overvintret dårligere enn HoRh-76 "original", og gav levere reinavling.

På leir/silt-jord (tabell 4) hvor de polske sortene ikke var med, har Werdaer rhøna gitt størst totalavling (475 kg/daa) foran HoRh-76 (455 kg/daa), og disse to har statistisk sikker større avling enn øvrige sorter/populasjoner revehale på tre av fire forsøksfelt hver. Middell totalavling på leir/siltjord for alle ledd med revehale er 450 kg/daa.

På grunn av bedre vinterstyrke hos HoRh-76 (90 %) sammenlignet med Werdaer rhøna (80 %) (tabell 5), har HoRh-76 større reinavling (390 kg/daa) enn Werdaer rhøna (tabell 6).

342 Verdipsrøving av selekterte populasjoner

Tabell 1. Totalavling (kg t.st./daa) av 7 populasjoner/sorter revehale, samt timotei og engrapp på moldjord
 Table 1. Total yield (kg DM/0.1 ha) of 7 pop. and varieties meadow foxtail, timothy and bluegrass on peat soil

	Alko	Pol.	Ho76	W.rh.	Dan	Ho71	Tim.	Era.	Ho85
Tromsø	512	448	502	542	534	446	711	439	584**
Tromsø	457	450	571	507	483	472	620	544	535**
Sør-Varanger	412	388	427	409	377	450	571	449	456**
Middel/mean	460	428	500	486	465	456	634	477	526

Tabell 2. Sådd gras (%) i avlingen av 7 populasjoner/sorter revehale, samt timotei og engrapp på moldjord
 Table 2. Seeded grass (%) of 7 pop. and varieties meadow foxtail, timothy and bluegrass on peat soil

	Alko	Pol.	Ho76	W.rh.	Dan	Ho71	Tim.	Era.	Ho85
Tromsø	45	45	70	35	35	15	85	70	40***
Tromsø	50	40	70	40	15	20	75	65	55**
Sør-Varanger	60	45	65	60	50	40	75	55	45*
Middel/mean	52	43	68	45	33	25	78	63	47

Tabell 3. Avling (kg t.st./daa) beregnet for sådd gras, av 7 populasjoner/sorter revehale, samt timotei og engrapp på moldjord
 Table 3. Nto. yield (kg DM/0.1 ha) calculated for seeded grass of 7 pop. and varieties meadow foxtail, timothy and bluegrass

	Alko	Pol.	Ho76	W.rh.	Dan	Ho71	Tim.	Era.	Ho85
Tromsø	230	202	351	190	187	67	604	307	234
Tromsø	229	180	400	203	72	94	465	348	294
Sør-Varanger	227	175	278	245	189	180	428	247	205
Middel/mean	236	185	342	213	149	114	499	301	244

*, **, ***: Statistisk sikker forskjell mellom ledd, $P < 0.05$, $P < 0.01$, og $P < 0.001$
 Statistic significant difference between plots, $P < 0.05$, $P < 0.01$, and $P < 0.001$

Pol. = Polano
 W.rh. = Werdaer rhøna
 Tim. = Timotei, Engmo
 Era. = Engrapp, Lavang

Tabell 4. Totalavling (kg t.st./daa) av 5 populasjoner/sorter revehale, samt timotei, engrapp og engsvingel på leir-siltjord

Table 4. Total yield (kg DM/0.1 ha) of 5 pop. and varieties meadow foxtail, timothy, bluegrass and meadow fescue on clay soil

	Alko	Ho76	W.rh.	Ho71	Tim.	Era.	Ho85	Esv.
Alta	276	280	273	271	335	305	217	367*
Tromsø	470	451	513	492	720	340	455	600**
Tromsø	464	526	530	509	586	520	500	588*
Sør-Varanger	527	561	580	550	688	528	591	635**
Middel/mean	434	455	475	456	582	423	441	548

Tabell 5. Sådd gras (%) i avlingen, av 5 populasjoner/sorter revehale, samt timotei, engrapp og engsvingel på leir-siltjord

Table 5. Seeded grass (%) of 5 pop. and varieties meadow foxtail, timothy, bluegrass and meadow fescue on clay soil

	Alko	Ho76	W.rh.	Ho71	Tim.	Era.	Ho85	Esv.
Alta	62	70	70	30	25	70	65	80**
Tromsø	80	88	85	50	90	95	50	95*
Tromsø	88	95	86	50	95	94	88	95**
Sør-Varanger	80	82	80	63	80	77	77	73*
Middel/mean	78	89	80	48	72	84	70	86

Tabell 6. Avling (kg t.st./daa) beregnet for sådd gras, av 5 populasjoner/sorter revehale, samt timotei, engrapp og engsvingel på leir-siltjord

Table 6. Nto. yield (kg DM/0.1 ha) calculated for seeded grass of 5 pop. and varieties meadow foxtail, timothy, bluegrass and meadow fescue on clay soil

	Alko	Ho76	W.rh.	Ho71	Tim.	Era.	Ho85	Esv.
Alta	171	200	191	81	84	213	141	294
Tromsø	376	397	435	246	578	323	228	570
Tromsø	408	500	456	255	556	488	440	559
Sør-Varanger	422	460	464	347	550	407	455	464
Middel/mean	344	390	387	232	442	358	316	472

*, **, ***: Statistisk sikker forskjell mellom ledd, $P < 0.05$, $P < 0.01$, og $P < 0.001$.Statistic significant difference between plots, $P < 0.05$, $P < 0.01$, and $P < 0.001$

W.rh. = Werdaer rhøna

Tim. = Timotei, Engmo

Era. = Engrapp, Lavang

Esv. = Engsvingel, Salten

344 Verdipsrøving av selekterte populasjoner

Tabell 7. Totalavling (kg t.st./daa) av 6 populasjoner/sorter revehale, samt timotei, engrapp og engsvingel
 Table 7. Total yield (kg DM/0.1 ha) of 6 pop. and varieties meadow foxtail, timothy, bluegrass and meadow fescue on sandy soil

	Alko	Pol.	Ho76	W.rh.	Dan	Ho71	Tim.	Era.	Esv.
Balsfjord	311	346	320	342	391	292	554	307	348**
Tromsø	422	445	348	431	402	351	603	358	396**
Alta	323	342	384	316	341	252	369	394	296ns
Tromsø	420	427	490	442	476	425	720	445	462*
Middel/mean	369	390	386	383	403	330	562	376	376

Tabell 8. Sådd gras (%) i avlingen, av 6 populasjoner/sorter revehale, samt timotei, engrapp og engsvingel på sandjord
 Table 8. Seeded grass (%) of 6 pop. and varieties meadow foxtail, timothy, bluegrass and meadow fescue on sandy soil

	Alko	Pol.	Ho76	W.rh.	Dan	Ho71	Tim.	Era.	Esv.
Balsfjord	70	70	65	70	75	35	85	60	70*
Tromsø	93	97	90	97	93	92	95	90	95ns
Alta	46	48	50	48	45	50	40	80	55**
Tromsø	90	90	95	90	90	90	95	65	95ns
Middel/mean	75	76	75	76	76	67	78	74	78

Tabell 9. Avling (kg t.st./daa) beregnet for sådd gras av 6 populasjoner/sorter revehale, samt timotei, engrapp og engsvingel på sandjord
 Table 9. Nto. yield (kg DM/0.1 ha) calculated for seeded grass of 6 pop. and varieties meadow foxtail, timothy, bluegrass and meadow fescue on sandy soil

	Alko	Pol.	Ho76	W.rh.	Dan	Ho71	Tim.	Era.	Esv.
Balsfjord	217	242	208	239	293	102	470	185	245
Tromsø	392	432	315	418	374	323	573	322	376
Alta	150	164	192	152	154	126	148	315	164
Tromsø	378	384	466	398	428	383	684	289	439
Middel/mean	285	306	295	302	312	234	465	278	305

*, **, ***: Statistisk sikker forskjell mellom ledd, $P < 0.5$, $P < 0.01$, og $P < 0.001$

Statistic significant difference between plots, $P < 0.05$, $P < 0.01$, and $P < 0.001$

Pol. = Polano

W.rh. = Werdaer rhøna

Tim. = Timotei, Engmo

Era. = Engrapp, Lavang

Esv. = Engsvingel, Salten

Tabell 10. Innhold av råprotein, rårevler og aske (% av t.st.) og fordøyelighet av tørrstoffet, i 6 populasjoner/-sorter revehale, samt timotei, engrapp og engsvingel
 Table 10. Crude protein, fiber, ash content (% of DM) and digestibility of the DM (DDM), of 7 pop./varieties meadow foxtail, timothy, bluegrass and meadow fescue

	Alko	Pol.	Ho76	W.rh.	Dan	Ho71	Tim.	Era.	Esv.
Protein	13.4	13.3	13.8	13.4	13.8	13.5	11.9	13.7	(12.0)
Trevler/fiber	31.2	31.2	32.0	31.4	31.4	31.3	30.3	29.3	-
Aske/ash	7.4	7.5	7.7	6.9	7.3	7.8	6.3	6.9	(7.2)
Fordøyelig (DDM %)	68.4	69.3	68.9	68.3	69.8	68.3	68.8	68.9	(65.7)

Pol. = Polano

W.rh. = Werdaer rhøna

Tim. = Timotei, Engmo

Era. = Engrapp, Lavang

Esv. = Engsvingel, Salten

På sandjord (tabell 7) har den polske sorten Dan gitt størst totalavling (403 kg/daa), men avlingen er sikker større enn hos Polano, HoRh-76 og Werdaer rhøna på bare et av fire felt. Middel totalavling på sandjord for alle ledd med revehale er 375 kg/daa.

På grunn av lik overvintring for alle ledd på sandjord (tabell 8) viser utregnet reinavling (tabell 9) samme rekkefølge som for totalavling.

Avlingene av timotei har gjennomgående vært større enn for de øvrige artene, mens avlingene av engrapp har vist en motsatt tendens og engsvingel har vært mer variabel. Et unntak for timotei er resultatene fra Alta, der overvintringen på siltrik jord har vært klart dårligere for timotei enn for engrapp og revehale.

Forverdiene etter NIR og kjemiske analyser viser ikke nevneverdig forskjell mellom forsøksleddene med revehale. Sammenligner en derimot med de øvrige artene, viser analysene at innholdet av spesielt protein, men også av aske, er tydelig høyere i revehale enn i timotei og engsvingel. Innholdet i engrapp ligger mer på samme nivå som revehale. Innholdet av trevler er tydelig lavest i engrapp, mens fordøyeligheten har vært svært lik for alle ledd (tabell 10).

DISKUSJON

Som ventet har stedegent nordnorsk plantemateriale gitt større avling enn importerte sorter med mer sørlig herkomst. Dette er det mest vanlige bildet fra sortsforsøk innen flerårige engvekster i Nord-Norge. Årsaken til dette resultat ligger hovedsaklig i bedre vinterstyrke for plantemateriale fra Nord-Norge. Dette gir seg klare utslag på myrjord og leirjord, der overvintringen er vanskelig for de fleste grasarter. På sandjord derimot har alle populasjoner og sorter overvintret bra.

En annen årsak til nevnte resultat kan være vekstrytmen hos plantene. Dette kan gjøre

at populasjoner adaptert i nordlig klima har best arvelig potensiale til å utnytte fuktig jord, lav temperatur og kort veksttid.

En tredje årsak til resultatet etter denne verdiprøvingen kan være at nordnorsk materiale av engrevehale har bedre utviklet stivelse-reservene i rotknoller på røttene sammenlignet mot materialet med sørligere herkomst. Dette kan en få inntrykk av fordi avlingsdifferansen til fordel for materiale med nordlig herkomst er tydeligst på myr- og leirjord, der slike startreserver om våren kan ha gitt positivt avlingsutslag ved høsting.

Resultatene her stadfester ellers at revehale egner seg best på våtlandte jorder. Totalavlingene på myrjord, i middel ca. 475 kg tørrstoff pr. dekar, og avlingene på leir/silt jord (ca. 450 kg pr. dekar) ligger klart over avlingene på sandjord (ca. 350 kg pr. dekar). At revehale trives godt på våt mark er tidligere blant annet fremhevet i tyske forsøk, der simulert våroversvømmelse av flere grasarter viste at strandrør og revehale tålte oversvømmelsene best (Hochberg & Bischoff 1980).

Selv om en avlingsmessig sammenligning mellom revehale og timotei, engrapp og engsvingel i denne sammenheng har mindre interesse, stadfester det at timotei og engsvingel er våre beste enggrasarter i reinbestand hvis overvintringen er bra. Der overvintringen er vanskelig er revehale og engrapp viktige arter.

Det høye innholdet av protein og mineraler (aske) observert i dette materialet harmonerer også godt med tidligere undersøkelser i Mellom-Europa (Dietl & Lehmann 1972, Hochberg & Bischoff 1980). I Canada er det gjort beregninger som gir større avling fordøyelig protein av revehale enn av timotei, selv om tørrstoffavlingen viste klart motsatt resultat (Kline m. fl. 1993).

Hvilken betydning revehalens evne til å leve i en form for symbiose med nitrogenfikserende bakterier kan få for fremtidig engdyrking er vanskelig å ha noen formening om nå. Men i tider hvor landbrukets forurensning av miljøet med bruk av mineralgjødsel er sterkt fokusert, bør forskning på dette felt vurderes meget seriøst.

Som konklusjon kan sies at denne verdiprøvingen i revehale har vist at nord-norsk materiale (HoRh-76) er bedre enn utenlandsk sortsmateriale med mer sørlig herkomst under våre klima- og jordforhold. Ut fra de foreliggende resultater bør derfor HoRh-76 komme på markedet som en norsk sort.

SAMMENDRAG

Engrevehale blir regnet som et smakfullt forgras med høyt innhold av protein og mineraler. Grasarten blir tilrådd på våt jord i høyereliggende strøk av Mellom-Europa og for nordlige områder i Canada. Den selekterte populasjonen Seida (HoRh-71) fra Tana i Finnmark, og den syntetiske avkomstpopulasjonen HoRh-76, som består av 10 basis-genotyper fra Seida, er prøvd sammen med 2 polske (Dan og Polano) og to tyske (Alko og Werdaer rhøna) sorter, på myrjord, leir/silt jord og sandjord i Troms og Finnmark. En ekstra godt rensset og hamset frøporsjon av HoRh-76 ("Ho-85") er prøvd i noen felt. Timotei (Engmo), engrapp (Lavang) og engsvingel (Salten) har vært benyttet som en form for referanse. Seleksjonen HoRh-76 har gitt størst tørrstoffavling på myr - og leir/silt-jord (500 - 450 kg/daa) og i middel for alle jordarter (445 kg/daa). Werdaer rhøna ligger på andre plass (430 kg/daa). På sandjord er det liten forskjell mellom populasjoner og sorter av revehale. I

tillegg til bedre vinterstyrke kan det synes som nord-norske populasjoner er bedre adaptert til fuktig jord enn sorter fra sørligere strøk. Foranalysene stadfester at revehale, sammenlignet med timotei, engrapp og engsvingel, er et mer protein- og minaralrikt for med god fordøyelighet.

ETTERORD

Takk til fagassistent Lars Svensson, SFL Holt for godt teknisk arbeid, og takk til forskningssjef Ivar Schjelderup, SFL Holt for kritisk gjennomgang av manuskriptet.

LITTERATUR

Andersen, I. L. 1979. Bladflekksjukdommer på eng- og beitegrasarter i Troms og Finnmark. *Norden* 83 (12): 477, 491, 493, 495.

Beddows, A. R. 1969. A history of the introduction of timothy and cocksfoot into alternate husbandry in Britain. *J. Br. Grassld. Soc.* 24: 163-167.

Dietl, W. & J. Lehmann 1987. Futterbaulicher Wert von Wiesenfuchsswanz. *Mitteilungen für die Schweizerische Landwirtschaft* 37 (11): 302-310.

Finnmark landbruksskole 1932. Beretning fra Finnmark landbruksskole for 1929/30 og 1930/31: 24-27.

Hochberg, H. & H.- M. Bischoff 1980. Überflutungstoleranz, Ertrag und Futterqualität ausgewählter Gräser in einem Modellversuch mit simulierter Überschwemmung. *Arch. Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenkund.*, Berlin 24 (1980) 8: 513-520.

Jalas, J. 1958. *Suuri Kasvikirja I.*

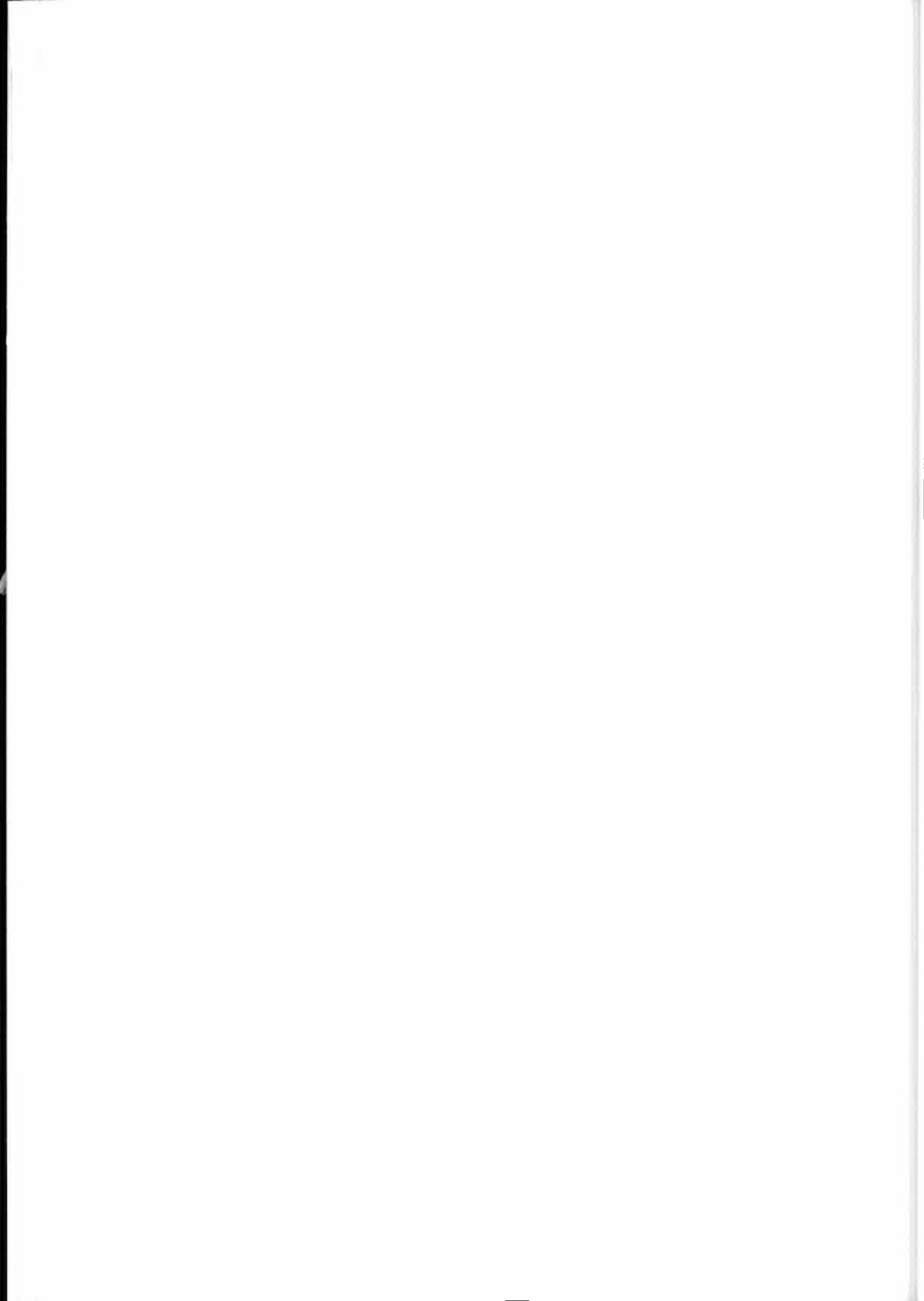
Kleine, P. et al. 1993. Meadow foxtail - a production guide. Agriculture Canada, Publication 1890/E: 23 pp.

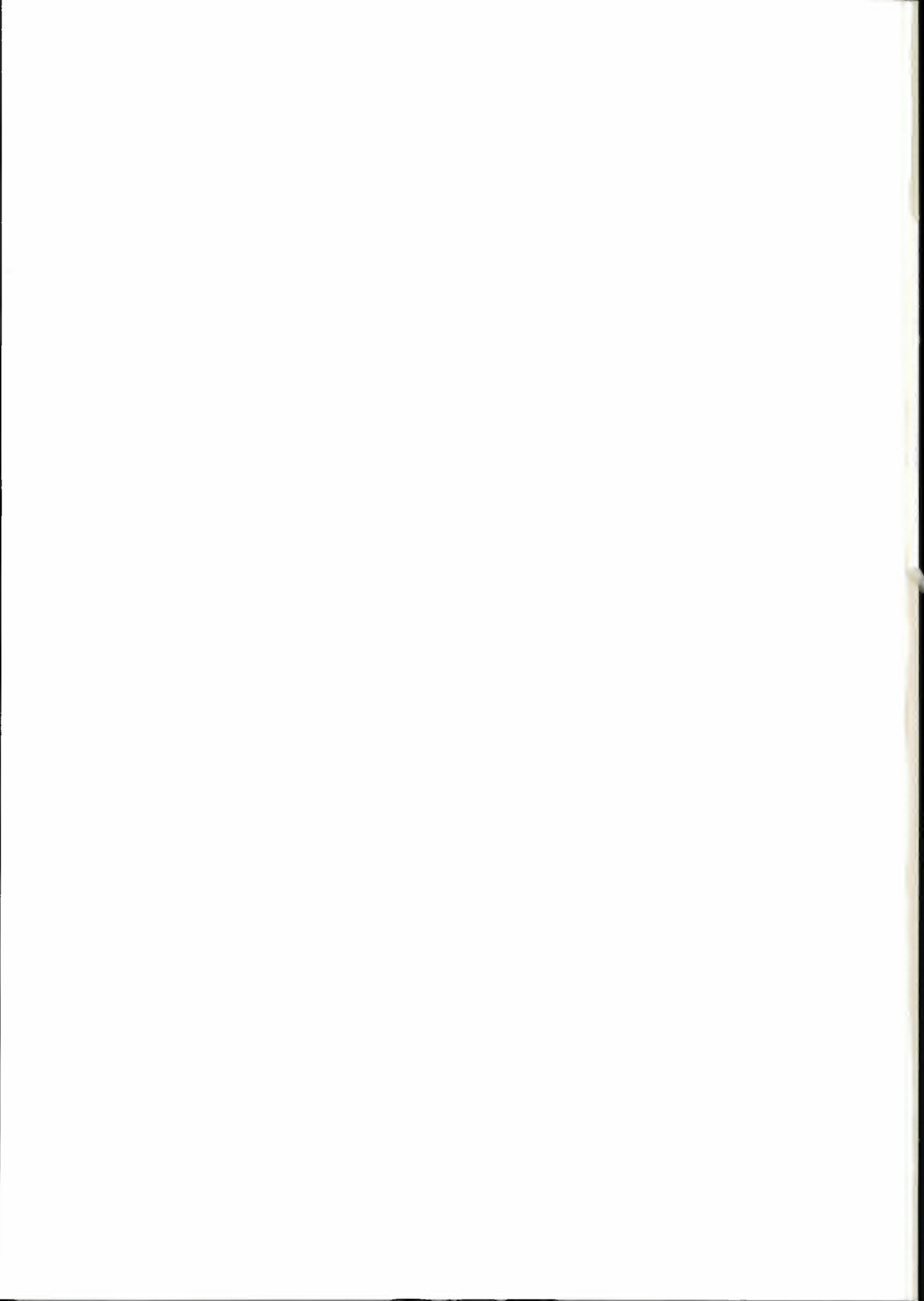
Lustig, H. 1960. Om grasen på anger och vallar. *Beten - Vallar -Mossar* 12: 71-73.

Nogtev, V. P. 1939. Origin and functions of nodule on the roots of the meadow foxtail. *C.R. Doklady Acad. Sci. URRS* 25: 159-160.

Rapp, K. 1982. Engrevehalen forsvarer fortsatt en plass i nord-norsk engdyrking. *Norden* 86 (1): 12-13.







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) tekst, (4) etterord, (5) litteraturliste, (6) tabellar, (7) figurtekster.

Nummerer sidene med I 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 og 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 resultatane og konklusjonane i artikkelen.

TABELLAR

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

Unngå loddrette og vassrette liner i tabellane. Tabellteksta og all tekst i tabellen skal vera omsett til engelsk.

FIGURAR

Alle illustrasjonar vert rekna som figurar. Dei skal nummerast med arabiske tal. Bokstavar, tal og symbol må vera klare, stå i høve til kvarandre og vera store nok til å tåla minsking. Forfattaren bør gjera seg opp ei meining om figurane skal dekkja 1, 1/2 eller 2 spaltar og teikna figurane slik at tal og bokstavar i alle vert om lag like store etter minsking. Fotografi bør vera så nær den prenta storleiken som mogleg. Om forstørring eller minsking er viktig for fotografiet, bør målestokken stå på baksida av fotografiet og ikkje i teksta til bildet. Kvar figur skal ha ei tekst som gjer han skjønleg utan å sjå i artikkelteksta. Alle figurtekstene skal skrivast på eige ark og med engelsk omsetjing.

LITTERATURTILVISINGAR

I teksta vert det vist til litteratur ved forfattarnamn og årstal eller Harvardsystemet: Høeg (1971) eller (Høeg 1971). Eit arbeid av to forfattarar vert vist til ved begge namna kvar gong: Oen & Vestrheim (1985) eller (Oen & Vestrheim 1985). Når det er fleire enn to forfattarar, skal ein visa til første forfattaren med tillegget «et al.»: Aase et al. (1977) eller (Aase et al. 1977). Litteraturlista vert ordna alfabetisk etter forfattarnamn, og under kvar forfattar i kronologisk orden. Er ein vist til fleire publikasjonar av same forfattar same året, må ein føya til a, b osv. etter årstalet både i litteraturlista og ved tilvising i teksta.

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

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 strandrør og nokre andre grasarter. *Forskning og forsøk i landbruket* 27: 575–604.

Legg merke til at:

- Berre første forfattaren skal ha etternamnet først
- Teiknet & vert brukt mellom forfattarnamn
- Årstalet etter forfattarnamnet er prentearåret for publikasjonen
- Heftennummer vert sett i parentes etter band/årgangsnummer. Heftennummer vert teke med berre når kvart hefte byrjar med side I
- Det skal brukast kolon framfor sidetal for tidskriftartiklar
- Årstal skal nyttast der band/årgangsnummer vantar
- Ved tilvising til bok skal forlag og utgjevarstad først opp etter tittelen på boka. Dersom boka har komme i fleire utgåver, skal det stå kva for utgåve som er nytta
- Det vert ikkje tilrådd å forkorta namnet på publikasjonar. Eventuelle forkortingar bør følgja World List of Scientific Periodicals med tillegg av BUCOP, British Union Catalogue of Periodicals

FORKORTINGAR

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

KORREKTUR

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

SÆRPRENT

Saman med førstekorrekturen til forfattaren vert det sendt ei prislste 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. 7 1993 Nr. 3-4

Innhold/Content

Side/Page

Effekter av UV-B stråling på planters fysiologi, vekst og utvikling <i>The influence of UV-B radiation on physiology, growth and development of plants</i>	Arne Sæbø & Leiv M. Mortensen	235
Verknader av vind og le på planter i jord- og hagebruk <i>Effects of wind and shelter on plants in agriculture and horticulture</i>	Gudmund Taksdal & Arne Sæbø	255
En ny norsk sort av westerwoldsk raigras, HeWr 8701 <i>A new Norwegian cultivar of westerwoth ryegrass, HeWr 8701</i>	Ragnar Hillestad, Odd Arne Rognli, Erik Torskenæs & Knut Aastveit	271
Nitrogengjødslingas innvirkning på avling og kvalitet i tre potetsorter dyrket på ulike lokaliteter i Norge <i>The influence of nitrogen fertilization on tuber yield and quality in three potato varieties grown at different locations in Norway</i>	Per J. Møllerhagen	279
Ulike driftsmåter på varig eng og på eng i regelmessig omløp <i>Different management of permanent grassland and leys on arable land</i>	Markus Pestalozzi	297
Avlingsbestemmelse i beiteforsøk med sau <i>Measurement of yield in grazing experiments with sheep</i>	Markus Pestalozzi	313
Såmengder av bygg og hvete som dekkvekst til hundegrasfrøeng <i>Establishment of cocksfoot (Dactylis glomerata L.) seed crops with cereal companion crops</i>	Gunvald Høyning Jonassen	321
Lara, Strandrør <i>Lara, reed canarygrass</i>	Petter Marum & Eli T. Solberg	331
Verdiprøving av selekterte populasjoner og utenlandske sorter engrevehale (<i>Alopecurus pratensis</i> L.) i Nord-Norge <i>Testing of selected populations and foreign varieties of meadow foxtail (Alopecurus pratensis L.) in northern Norway</i>	Kåre Rapp	339