

L
(481)N

Norsk landbruksforskning

Norwegian Agricultural Research

Vol. 6 1992 Nr. 1

NISK, BIBLIOTEKET
70266706

ning
R JAN 1992
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*, Jan A. Breian

Redaksjonsråd/*Editorial Board*

Birger Halvorsen, Norsk institutt for skogforskning
Sigmund Huse, Norges landbrukshøgskole, Institutt for biologi og naturforvaltning
Ådne Håland, Særheim forskingsstasjon
Åshild Krogdahl, Institutt for akvakulturforskning
Karl Alf Løken, Norges landbrukshøgskole, Institutt for tekniske fag
Toralf Matre, Norges landbrukshøgskole, Institutt for 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 Steinholt, 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 Svensrud, 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

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 400,- pr. år. Eventuelle supplementer vil bli sendt gratis til abonnenter, men kan bestilles separat hos utgiveren.

KORRESPONDANSE/*CORRESPONDENCE*

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

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

ISSN 0801-5333

Norsk institutt for skogforskning
Biblioteket

8 JAN. 1992

Høgskoleveien 12, 1432 ÅS

Glukaner og glukanaser

Glucans and glucanases

HANS KOLBEIN DAHLE & EVA EIKUM

Norges veterinærhøgskole, Sem forsøksgård, Asker, Norge

The Norwegian College of Veterinary Medicine, Sem Research Farm, Asker, Norway

Dahle, H.K. & E. Eikum 1992. Glucans and glucanases. Norsk landbruksforskning 6: 1-5. ISSN 0801-5333.

The chemical structure and natural sources of beta-glucans are described and the analytical procedures which have been used in determining these substances are discussed. Beta-glucans cannot be digested in the gut of monogastric animals without the addition of microbial beta-glucanases. Commercial products of microbial beta-glucanases are now available and they are already being used in poultry and pig production. Strict analytical procedures for the control of the concentrations of the enzymes in feed products are needed. In Norway it has been decided that a method based on changes in the viscosity caused by the enzymes shall be used. It is expected that the use of such enzyme additives in feed products will increase, while beta-glucans will probably be of some value as prophylactic and therapeutic compounds for medical use in man and animals.

Key words: Beta-glucanases, beta-glucans, glucanases, glucans.

Hans Kolbein Dahle, Centre of Veterinary Medicine, P.O.Box 3065 Guleng, N-9001 Tromsø, Norway.

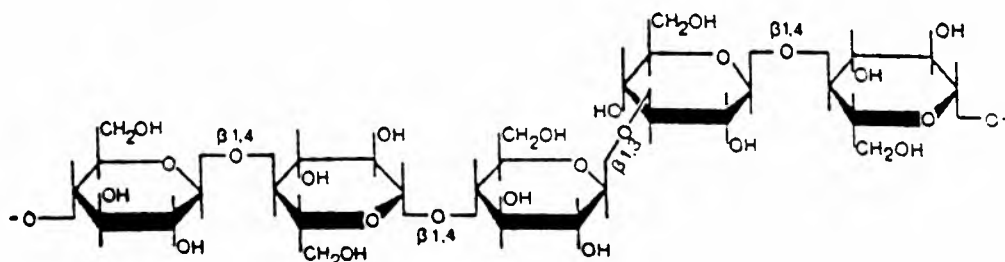
Glukaner er polysakkarider som ligner cellulose og som finnes utbredt i planteriket. De finnes i flere av våre kornslag ved siden av stivelse og de er særlig knyttet til celleveggene i endospermen. Beta-glukaner i kornslagene er av interesse for næringsverdien til f.eks. bygg og havre. Beta-glukaner har vist seg å ha mange interessante biologiske effekter. De kan nedbrytes av enzymet beta-glukanase og derved frigi sukker-molekyler som de er bygget av.

GLUKANER

Kjemi

Beta-glukaner er homopolysakkarider bygget av glukose-enheter ved beta-1,3 og beta-1,4-bindinger. De danner lange kjeder der de to nevnte bindingstyper inngår, men beta-1,4-bindingene dominerer (Fig.1), (Aastrup 1987).

Tilstedeværelsen av begge disse bindingstypene hindrer at det oppstår sterke intermolekylære forbindelser, men de tillater at det blir hydrogenbindinger til vann. Derfor er beta-glukan løselig i vann i motsetning til cellulose som er bygget opp av glu-



Figur 1. Modell av beta-glukan fra bygg
 Figure 1. Chemical structure of beta-glucan from barley

koseenheter ved bare beta-1,4-bindinger. I cellulose kan hydrogenbindinger opptre mellom kjedene og derved stabilisere molekylet og gjøre det mindre løselig i vann.

Forekomst

Beta-glukanene finnes i endospermets cellevegg hos flere kornslag, hos raigras, bambus og flere andre grasarter, hos noen bønner og hos flere sopp- og lavarter (Wood 1984). Hos bygg utgjør de omkring 70 prosent av den stivelseslignende endospermveggen. Resten utgjøres av arabin-oxylaner, mannose-polymerer, cellulose samt proteiner og aromatiske komponenter. Totalt utgjør de ca. 4% av norsk bygg og av dette beskrives halvdelen som løselig og den andre halvdelen som uløselig beta-glukan. I havre er det noe lavere verdier av totalt og uløselig beta-glukan, men tilsvarende nivå som i bygg av løselig beta-glukan. I både bygg og havre vil innholdet variere mellom sortene, og de klimatiske forhold i vekst-sesongen påvirker også innholdet.

Analyse

Likheten mellom beta-glukan og flere av de andre polysakkaridene i korn er så stor at det vanskeliggjør analyser med hensyn på beta-glukaninnhold. Hovedproblemene er knyttet til problemer med å fullstendig kunne ekstrahere dem og hydrolysere dem, mangel på rene glukanaser og mangel på sikre og pålitelige referansemeter for bruk av spektro-fluorimetrisk og viskosimetrisk metoder. En analysemetode går ut på først å bryte ned stivelse og deretter hydrolysere beta-glukan ved hjelp av enzymer til glukose (Aamann & Hesselman 1985). Glukose bestemmes deretter ved hjelp av glukoseoksydase og beta-glukaninnholdet beregnes ut fra glukoseinnholdet. En annen hurtig metode går ut på å la beta-glukanet reagere i løsning med reagenset fluorochrom Calcofluor. Økningen i fluorescens måles spektrofotometrisk (Jørgensen & Aastrup 1988).

Ernæringsmessige forhold

Beta-glukaner fordøyes ikke av høyere dyr eller mennesker uten ved hjelp av bakterier eller sopp som produserer beta-glukanaser. Bruk av fôr som inneholder mye bygg eller havre til kyllinger gir dårlig tilvekst (Hesselman 1983) men også såkalt «sticky droppings» som viser at dyrene lider av diaré. Når beta-glukan gis til mennesker kan det

observeres interessante effekter på serum glukose-verdiene, og det er observert senking av serum kolesterol og plasma triglyseridverdiene (Wood 1986).

Andre biologiske effekter

Beta-glukaner fra gjærceller påvirker immunsystemet og stimulerer til generell antistoffproduksjon (Tizard 1987, Seljelid 1990). I forsøk med mus som er utsatt for kancerogene substanser virker beta-glukan hemmende på utvikling av tumorvekst. Fisk som får beta-glukan i fôret tåler tilførsel av sykdomsfremkallende bakterier i store doser uten å bli syk (Robertson et al. 1991). I ølbrygging vil beta-glukaner være et problem som gjør at filtere må skiftes svært ofte (Aastrup 1987).

GLUKANASER

Enzymer som nedbryter beta-glukaner kalles beta-glukanaser. Slike enzymer finnes også i kornslagene og Preece et al. (1954, 1957) har vist at det er relativt høyere nivåer av endo-beta-glukanase i uspiret havre enn i bygg, og at det er nødvendig å inaktivere dette enzymet før det skal arbeides videre med vanndige ekstrakter av polysakkaridene. I bygg er det hovedsakelig tre typer av endo-beta-glukanase-aktivitet, nemlig endo-1-4-beta-D-glukanase, endo-1-3-beta-D-glukanase og endo-(1-3) (1-4)-beta-D-glukanase. Enmagede dyr har ikke beta-glukanaser i fordøyelsessystemet. Det er også velkjent at broilere har liten tilvekst når de står på et fôr rikt på bygg, og de vil også få tendenser til osmotisk diare som manifesterer seg med såkalt «sticky droppings» (Hesselman 1983). Disse problemene kan motvirkes ved å tilsette fôret preparater av beta-glukanaser produsert av bakterier eller sopp. Flere slike preparater er nå kommersielt tilgjengelig, og de er også tatt i bruk i praktisk fôring av broilere i Norge og flere andre steder.

Mikrobielle beta-glukanaser er kjent fra *Bacillus Subtilis*, *Trichoderma viridae*, *Rhizomucor pusillus*, *Humicola insolens* og *Aspergillus aculeatus*. (Chesson 1987) De kommersielle preparatene er ikke rensset, og de inneholder oftest også enzymer med aktiviteter som amylase, proteinase og sågar lipase.

Analyser av beta-glukanaseaktivitet

Beta-glukaner er polysakkarider. I vanndig løsning vil slike stoffer bidra til at løsningen får høy viskositet. Enzymer som spalter polysakkarider vil derfor bidra til at viskositeten i slike vanndige løsninger avtar. Dette er grunnlaget for en viskosimetrisk bestemmelse av beta-glukanaseaktiviteter som er utviklet ved Norsk Hydro's forskningscenter i Porsgrunn (Norsk Hydro 1988). Falltider måles med stoppeklokke for løsninger av beta-glukan med og uten enzymtilsetning i et såkalt viskosimeter. Gjennom et regneprogram som tar hensyn til de ulike løsnings og bufferløsnings falltider, prøvevolum, fortynningsfaktor, substratmengde o.s.v. kommer en fram til et uttrykk for enzymaktivitet som uttrykkes i såkalte IRV-enheter (Increase in Resiproce Viscosity). En enhet defineres som den mengde enzym som ved 30 °C og ph 4,0 gir en økning i den resiproke spesifikke viskositet på en enhet pr.minutt i 1 ml beta-glukanløsning med en spesifikk resiprok viskositet ved starten av reaksjonen på 0,13.

Etter et annet prinsipp kan beta-glukanaseaktiviteten bestemmes ved å måle frigjort sukker fra beta-glukan. Dette kan i prinsipp gjøres både i flytende løsninger og i gel-dannende medier. Velges det sistnevnte kan farget beta-glukan innstøpes i en agargel

som forsynes med brønner hvortil enzymekstraktet overføres. Etter diffusjon av enzym-løsningene fra brønnene og inn i beta-glukan-agaren vil nedbrutt beta-glukan vise seg som oppklarende soner i gelen. På dette grunnlag kan det defineres enheter for enzym-aktiviteten.

KOMMENTARER

Såvel beta-glukaner som beta-glukanaser er naturlige komponenter som har flere interessante egenskaper. Glukanene tilhører planteriket og soppenes verden mens glukanasene for det meste tilhører mikrobenes verden. Det ligger altså godt til rette for å fremstille dem i form av preparater som kan brukes såvel i hverdagen som til spesielle formål. Mens anvendelsesområdene for glukaner kan tenkes å være innen human ernæring, føring av husdyr og medisinsk profylakse og behandling vil glukanasene foreløbig ha størst interesse innen husdyrføringen.

LITTERATUR

Aaman, P. & K. Hesselman 1985. An enzymatic method for analyses of mixed-linkage B-glucans in cereal grains. *Journal of Cereal Science* 3: 231-237.

Aastrup, S. 1987. Proceedings from the Nordic cereal Congress, Copenhagen, Denmark.

Chesson, A. 1987. In: *Recent Advances in Animal Nutrition*, 71- 89. Red.: Haresign & Cole. University of Nottingham School of Agriculture. Butterworths, London, England.

Hesselman, K. 1983. Effects of B-glucanase supplementation to barley based diets for broiler chickens. Dissertation. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Animal Husbandry. Uppsala, Sweden.

Jørgensen, K.G. & S. Aastrup 1988. Quantification of high molecular weight (1-3) (1-4)-B-D-glucan using Calcofluor complex formation and Flow Injection Analysis. In *Analytical Principle and its standardization*. Carlsberg Res. Commun., 53- 54. Carlsberg, Copenhagen, Denmark.

Norsk Hydro, Forskningscenter, Porsgrunn, 1988. Analysebeskrivelse. Norsk Hydro, Forskningscenter, Porsgrunn, Norge.

Preece, I.A. 1957. Malting relationships of barley polysaccharides. Wallerstein Lab. Communication 20, 147-161.

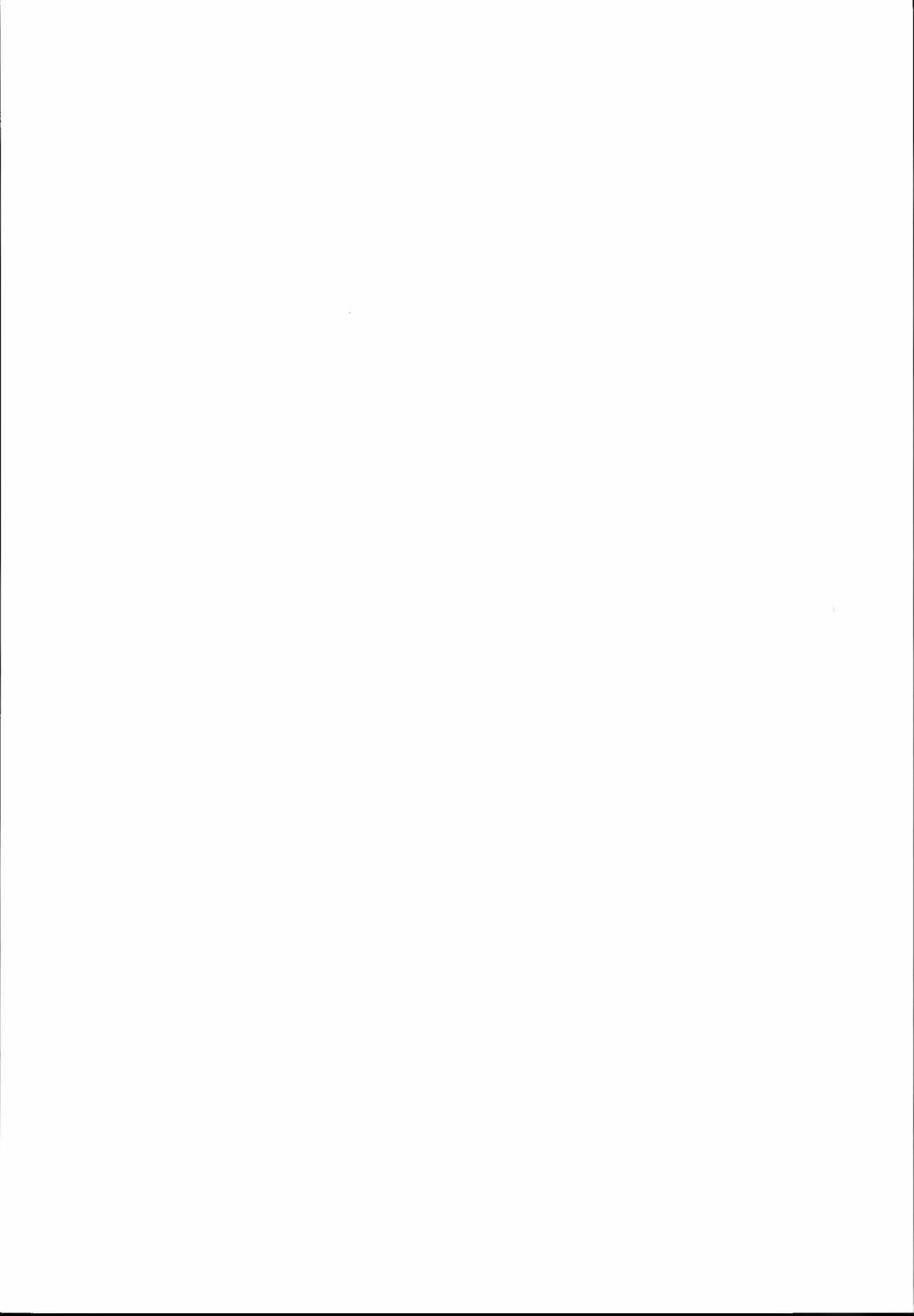
Preece, I.A., R.A. Aithen & J.A. Dick 1954. Non-starchy polysaccharides of cereal grains, IV. Preliminary study of the enzymes of barley glucosan. *J. Inst. Brew. London*. 60. 497- 507.

Robertsen, B.,G. Rørstad, R. Engstad & J. Raa,1991. Enhancement of non-specific disease resistance in Atlantic salmon (*Salmo salar*) by a glucan from *Saccharomyces cerevisiae* cell walls. J. Fish. Dis. In Press.

Seljelid, R. 1990. Revolusjon på linje med antibiotika. Legemidler og samfunn 6: 47-51.

Tizard, I. 1987. In: Veterinary immunology 3. Ed. 383-384. W.B. Saunders Company, Philadelphia, USA.

Wood, P.J. 1986. In Oats, Chemistry and Technology, Red.: Webster, F.H., American Association of Cereal Chemists. St. Paul Minnesota, USA



Glukanaser i fôrvarer

Glucanases in feed products

HANS KOLBEIN DAHLE, EVA EIKUM & KJELL N. LILLEENG

Norges veterinærhøgskole, Sem forsøksgård, Asker, Norge

The Norwegian College of Veterinary Medicine, Sem Research Farm, Asker, Norway

Norske Felleskjøp, Oslo, Norge

Norske Felleskjøp, Oslo, Norway

Dahle, H.K., E. Eikum & K.N. Lilleeng 1992. Glucanases in feed products. Norsk landbruksforskning 6: 7-11. ISSN 0801-5333.

When feeds for monogastric animals are rich in beta-glucans then diarrhoea and also hygienic problems can be introduced into the herds. Beta-glucans are located in the cell walls of many plants and moulds. For animal feeding, barley and oats may be problematic because of their high content of these polysaccharides. The addition of microbial beta-glucanases to the feed mixtures is one measure that can be taken to avoid the problems. Several preparations of this kind are now available on the market. In Norway they have to be accepted by a governmental committee before they can be introduced in practical animal feeding. Since most of the concentrated feeds for poultry are pelletized by heat, the thermal stability of the enzymes is of the utmost importance. An analytical procedure for control purposes is also an absolute necessity, and when such enzymes are used as feed additives this should be declared on the label of the feed. This study deals with the main problems which have arisen in Norway since it became necessary to add beta-glucanases into poultry feed after it was decided that the feed mixtures should contain more Norwegian oats and barley than was previously the case. This decision was taken in agreement with the official agricultural policy of Norway.

Key words: Animal feeding, beta-glucan, beta-glucanase, viscosimetry.

Hans Kolbein Dahle, Centre of Veterinary Medicine, P.O. Box 3065, Guleng, N-9001 Tromsø, Norway.

Glukanaser er enzymer som spalter glukaner helt ned til de enkle suktermolekyler som glukanene er bygget av. Beta-glukaner er bygget av glukoseenheter bundet sammen med beta-1,3 og beta-1,4-bindinger. I noen av våre kornslag består celleveggene for det meste av beta-glukaner. Det gjelder f.eks. bygg og havre. Hos dem kan 70 prosent av celleveggene være beta-glukan mens hele kornet inneholder ca. 4 prosent av dette stoffet (Aaman & Graham, 1986).

Beta-glukaner kan ikke fordøyes av enmagede dyr som ikke får hjelp av mikroorganismer som kan spalte glukanene. Dette ses særlig hos unge dyr mens de voksne synes å ha etablert mekanismer for å greie det. I hvert fall registreres det mindre diaré hos eldre dyr enn hos unge som går på fôring med høyt innhold av beta-glukaner. Derfor er det blitt aktuelt å tilsette beta-glukanaser til fôrvarer som inneholder mye beta-glukaner slik at denne fraksjon kan utnyttes bedre (Haresign & Cole, 1986). Derved oppnås det

også bedre fôrutnyttelse når f.eks. bygg inngår i fôvarene, og det hindrer utvikling av osmotisk diaré og såkalt «sticky droppings» (Hesselman, 1983).

Etter at Norge ble selvforsynt med fôrkorn for noen år siden ble det nødvendig å erstatte det som hadde vært av mais med norsk korn. Særlig ble dette merkbart for fjørfefôret der bygg ble satt inn i stedet for mais. I de aktuelle norske blandinger til fjørfe er det nå fra 10 til 50 % bygg og havre og det blir tilsatt beta-glukanaser til samtlige som brukes til unge fugler, livkylling og slaktekylling.

Det finnes en hel rekke preparater med beta-glukanase-aktivitet på markedet og de fleste er i pulverform og det er således lett å blande dem inn i fôvarene.

Standardiseringen av preparatene er ikke kommet langt, og det var et problem da det ble aktuelt å tilsette slike preparater til norske fôrvarer. Andre problemer var knyttet til kunnskap om enzymenes stabilitet, til analysemetoder og til deklarasjonsmuligheter. I denne artikkelen vil disse forhold bli belyst før det redegjøres for dagens praksis på dette feltet.

MATERIALE OG METODER

De preparater som er undersøkt er mottatt fra Statens tilsynsinstitusjoner i landbruket (STIL), 1430 Ås, i forbindelse med vurdering av preparatenes egnethet for norske forhold (Tabell 1). Alle preparatene er basert på mikrobiologisk fermenteringsteknikk.

Fôrprøvene er mottatt for Norske Fellekjøp, Oslo og Mølle-sentralen A/S, Oslo, og de representerer prøveuttak fra 6 kraftfôrblanderier. Det er tatt ut prøver både før og etter pelleteringsprosessen som foregår ved ca. 70° C.

Både preparatene og fôrprøvene ble analysert etter en viskosimetrisk analysemetode som er utviklet ved Norsk Hydros forskningscenter i Porsgrunn (Norsk Hydro 1988). Det lages vandige løsninger av rent beta-glucan (Biocon UK LTD, Worcestershire, England) som tilsettes ekstrakter av preparat eller fôrprøve med enzymaktivitet. Falltidene måles med stoppeklokke i et såkalt Cannon-Fenske kapillar-viskosimeter plassert i vannbad (30° C), og enzymaktiviteten regnes ut etter et regneprogram og oppgis i såkalte IRV-enheter pr. gram (IRV = Increase in Reciproce Viscosity). STIL besluttet at denne metoden skulle brukes ved vurdering av preparater for det norske marked og ved kontrollanalyser av fôrprøver.

RESULTATER

De preparater som det er tatt kontakt med STIL for godkjenning som fôrtilsetning i Norge, er vist i Tabell 1. Der fremgår det hvem som har produsert preparatene, hvilken opprinnelse de har og preparatenes aktivitet oppgitt i IRV-enheter pr. gram.

Da det var lite kunnskap om beta-glukanasenes stabilitet overfor varme og lagring ble det utført serier av undersøkelser der prøver ble tatt ut fra flere kraftfôrblanderier før og etter pelleteringsprosessen. Slike serier ble utført med flere av preparatene som på det tidspunkt var aktuelle, og det fremgår av Tabell 2 hvilke aktiviteter som ble funnet før og etter pelleteringsprosessen. Det er tydelig at selve pelleteringsprosessen som foregår med en damptemperatur 60-70° C er kritisk for enzymaktivitetene i fôr-

Preparat, navn og produsent <i>Name and producer</i>	Mikrobiell opprinnelse <i>Origin</i>	IRV-enheter pr. gram* <i>Concentration</i>
Hydrozyme Norsk Hydro, Norge	<i>Rizomucor pusillus</i>	600
Novozyme 343 Novo A/S, Danmark	<i>Humicola insolens</i>	150
SP 376 Novo A/S, Danmark	<i>Aspergillus aculeatus</i>	80
Avizyme Finnsugar, Finland	<i>trichodora viridae</i>	150
Econase BGP Alko LTD, Finland	<i>Trichoderma viridae</i>	4500
Kemzyme B Kemin Europa, Belgia	<i>Bacillus subtilis</i>	15

* Verdiene er gjennomsnittsverdier for de prøver som er analysert. *Mean values*

Fôrprøve nr. <i>Sample no.</i>	Kraftfôrblanderi nr. <i>Factory no.</i>	Enzymaktivitet før* <i>Enzyme activity</i>	etter** <i>Enzyme activity</i>
1	1	0,095	0,025
2	1	0,082	0,016
3	2	0,029	0,003
4	3	0,055	0,032
5	4	0,037	0,004
6	5	0,064	0,021
7	5	0,058	0,027
8	2	0,061	0,007
9	4	0,062	0,031
10	4	0,084	0,005
11	4	0,035	0,005
12	4	0,105	0,058
13	4	0,095	0,064
14	4	0,061	0,042
15	4	0,056	0,030
16	4	0,058	0,032
17	4	0,053	0,036
18	4	0,425	0,402
19	4	0,270	0,156

* før = før pelletering ved 70° C / = before heating

** etter = etter pelletering ved 70° C / = after heating

Tabell 1. Preparater med beta-glukanaseaktivitet som er vurdert med hensyn til bruk i norske fôrvarer

Table 1. Preparations with beta-glucanase activity which are examined with regard to Norwegian feed mixtures

Tabell 2. Forsøk utført i 5 kraftfôrblandinger med tilsetning av 3 forskjellige beta-glukanasepreparater

Table 2. Fullscale experiments in five factories with the addition of three different beta-glucase preparations

prøvene. Temperaturen stiger ytterligere med 5-10° C gjennom matrisen. Svinnet i aktivitet varierer i betydelig grad, fra 94 % i prøve nr 10 til 5,4 % i prøve nr 18.

Når studier av varmepåvirkning i 5 minutter ble utført med vandige løsninger av preparatene i glassampuller kunne det på den annen side ikke påvises tilsvarende reduksjoner i enzymaktivitetene selv om prøvene ble oppvarmet helt til 100° C.

Analysen av tilfeldig uttatte fôrprøver i 1990 viste at enzymaktivitetene lå i området 0.05 til 0.5 IRV-enh. per gram prøve. Senere innsendte prøver av preparatene viste for de flestes vedkommende høyere aktiviteter i 1991 enn tidligere.

DISKUSJON

Da situasjonen ble slik for norsk kornproduksjon på midten av 80-tallet at vi ble selvforsynt med fôrkorn ble det mindre import av mais, noe som førte til at fjørfefôrblendingene fikk større innblanding av norsk bygg og havre. Dette førte til noen problemer av fôringsmessig karakter, og det ble snakket om løs avføring og hygieniske problemer på grunn av dette. Det var dette en søkte å finne løsning på ved tilsetning av enzymer som kunne bryte ned beta-glukankomponentene som ble tilført med bygg og havre. Beta-glukanase vil spalte beta-glukaner til enkle suktermolekyler som vil være fordøyelige også for monogastriske dyr. Derved oppnås såvel bedre fôrutnyttelse som mindre hygieniske problemer.

Til å begynne med var det mangel på kunnskaper om disse enzymenes effekter og også hvor stabile de var under de prosesser de ville bli utsatt for under blanding til kraftfôr og pelletering. Det var heller ingen enhetlig oppfatning av hvordan de skulle analyseres hverken som konsentrert preparat eller som komponent i ferdig utblandet kraftfôr. Det var også usikkerhet om hvordan tilsetningen til kraftfôrblendingene skulle deklarerer.

Den analysemetoden som ble valgt er basert på å måle endringer i viskositeten til løsninger som inneholder beta-glukan som substrat og beta-glukanase som enzym. Den har vist seg å være godt reproducerbar og tilstrekkelig følsom både for de høye konsentrasjoner i de konsentrerte enzympreparatene og for de ordinære nivåer i fôrprøvene. I preparatene ligger enzymaktivitetene på verdier fra noen titalls til noen tusen IRV-enheter pr. gram mens verdiene i fôrprøvene bør ligge på verdier fra 0,05 til 0,5 IRV-enheter pr. gram.

Tabell 1 viser preparatenes opprinnelse og enzymaktiviteter slik de presenterte seg i årene 1987-90. Siden har vi erfart at det fortsatt foregår en produktutvikling. De fleste av preparatene er innsendt for nye analyser i 1991, og de aller fleste viste da høyere aktiviteter enn det som fremgår av Tabell 1. I tillegg til beta-glukanaseaktiviteten er det også vist at flere av preparatene inneholder såvel proteinaser som amylase og noen av dem også andre enzymer som for eksempel lipaser.

Fra Tabell 2 fremgår det at det i den første perioden var betydelige variasjoner i den reduksjon i aktivitet som pelleteringsprosessen medførte hos de forskjellige blanderier. Dette ble tatt opp med Norske Felleskjøp og Møllesentralen A/S idet det ble pekt på at temperaturen kunne ha vært for høy hos noen av blanderiene under pelleteringen. For øvrig ble det minnet om at det dreide seg om biologisk aktive komponenter som kunne bli inaktivert ved hardhendt behandling. Etter dette ble det ikke utført nye systematiske forsøk med prøveuttak før og etter pelletering, men alle de fôrprøver

som er innsendt for analyse i 1990 viste at fôret inneholdt forventede nivåer av enzymaktivitet, altså i området 0,05-0,5 IRV-enheter pr. gram. Samtidig ble det gjennom laboratorieforsøk vist at varmestabiliteten for vandige løsninger av preparatene var større enn først antatt idet de fleste av dem viste tilnærmet uendret aktivitet etter oppvarming til 100° C i 5 minutter.

Når det gjelder deklarasjon av tilsetning av beta-glukanase til kraftfôrblandinger gikk STIL først inn for at det skulle deklarerer antall IRV-enheter pr. mengdeenhet av bygg og havre i blandingene. Senere har de akseptert at det oppgis hvor mange gram av preparatet som er tilsatt pr. tonn av blandingen. På bakgrunn av den produktutvikling som fortsatt finner sted på dette feltet synes den nåværende praksis å være å foretrekke selv om den førstnevnte måten ville være mer faglig korrekt. Det gjenstår således ennå å vinne ytterligere erfaring med disse preparatene før en fullt ut tilfredsstillende deklarasjon kan oppnås. I dag foregår nemlig tilsetningen stort sett etter produsentenes anbefalinger.

Denne studien viser at det er mange forhold som både må avklares og erfares når en søker å introdusere nye prinsipper i kraftfôrblendingene. Enzymer er biologisk aktive komponenter som må håndteres med innsikt for at de tilsiktede egenskaper skal kunne beholdes samtidig som utilsiktede virkninger må unngås. I dette tilfellet var tilsetningen ønsket ut fra at det oppsto en ny nasjonal forsyningsituasjon som skapte problemer vi ikke hadde hatt i Norge. Det kan også tenkes at enzymtilsetninger til fôrvarer kan bli aktualisert av andre forhold. Derfor vil de erfaringer som her er gjort kunne bli til nytte for andre forhold som kan oppstå senere.

LITTERATUR

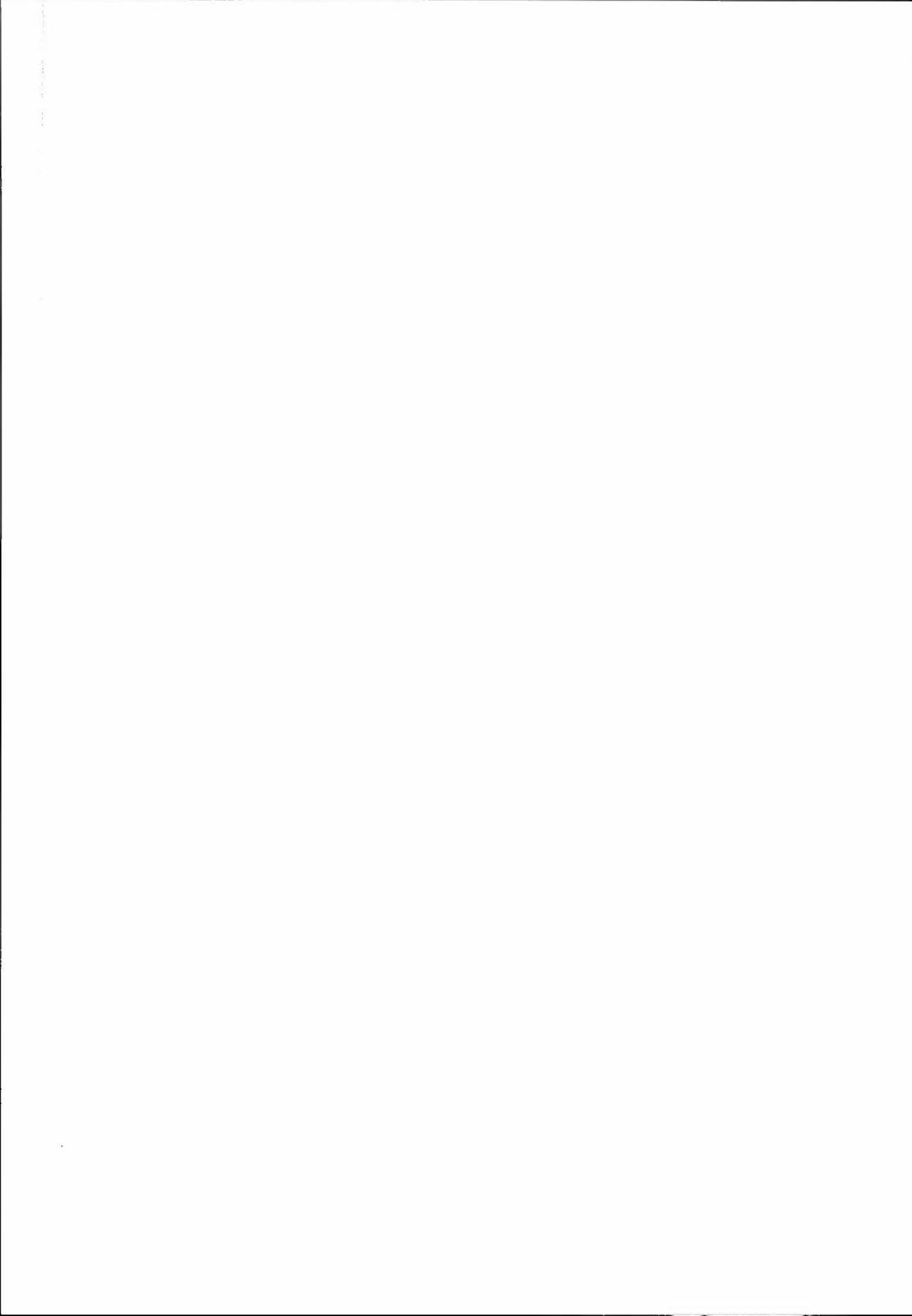
Aaman, P & H. Graham, 1986. Mixed-linked B-(1-3),(1-4)-D-glucans in the cell walls of barley. Proceedings from the 1st European Congress in Food Science and Technology. Bournemouth U.K.

Haresign, W.& D.J.A. Cole, 1986. Recent Advances in Animal Nutrition -1986. Butterworths, London, U.K.

Hesselmann, K. 1983. Effects of B-glucanase supplementation to barley based diets for broiler chickens. Dissertation, Swedish University of Agriculture Sciences. Department of Animal Husbandry, Uppsala, Sweden. Report 112.

Norsk Hydro, Forskningscenter, Porsgrunn, 1988. Analysebeskrivelse. Norsk Hydro, Forskningscenter, Porsgrunn, Norge.

STIL, Statens tilsynsinstitusjoner i landbruk 1986. Rundskriv MF 3/86. Ås, Norge.



Bygg høstet som grønfôr eller som korn og halm - med eller uten ettergrøder

Barley harvested as green fodder or for grains and straw - with or without a subsequent stubble crop

NILS SKALAND

Norges landbrukshøgskole, Institutt for plantekultur, Ås, Norge
Agricultural University of Norway, Department of Crop Science, Ås, Norway

Skaland, N. 1992. Barley for green fodder or for grains and straw - with or without a subsequent stubble crop. *Norsk landbruksforskning* 6: 13-25. ISSN 0801-5333.

Six-rowed barley in pure stand (seed rate 180 kg/ha) or undersown with Italian ryegrass (30 kg/ha) was cut as «green fodder» at the heading-, dough- or combine-maturity stages. The highest yield of feed units was obtained at dough stage, with barley of pure stand. At combine-maturity, undersown ryegrass reduced the dry matter (DM) yield of barley ears and grains. Whole crop harvests gave slightly higher yields of feed units than the calculated combine-harvests of grain and straw, calculated with some losses of the straw but added improved value of NH_3 -treated straw. At the lowest level of N-fertilizations (110 kg/ha compared to 140 kg/ha), the main crops «recovered» completely the amount of N given. Ryegrass as a stubble crop, and fodder radish sown in pure stand plots immediately after each harvest (20 kg/ha), yielded about the same after the early harvest of the main crop. Radish sown later added little DM or feed units to the total yield, even after an additional supplement of N (40 kg/ha). The ryegrass responded positively to additional supplements of N given also at the dough stage harvest. An amount of N equal to that added to the stubble crops was recovered in re-growth only from the heading stage harvest, not from the later.

Key words: Barley forage, forage quality, forage yield, harvestings, N rates, N recovery, stubble crops.

Nils Skaland, Agricultural University of Norway, Department of Crop Science, P.O. Box 41, N-1432 Ås, Norway.

På bruk med mjølkeproduksjon er det aktuelt å dyrke korn både til modning og til grønfôr for ensilering. Kornåker med sterk legde, med groskade og mye grønt, kan som alternativ til skurtresking høstes som helgrøde (helsød) med slaghøster. Tidlig bygg høstet ved modning utnytter ikke hele vekstsesongen i flatbygdene over Østlandet. Høstes det som grønfôr, blir det enda lengre ubenyttet veksttid. I forsøksriken som omtales her, ble denne veksttida utnyttet med en ettergrøde av italiensk raigras sådd i bygget om våren, eller av fôrredik sådd umiddelbart etter høstingen av bygget. Ettergrødene virker

også som fangvekster, de hindrer erosjon - og de binder eventuell overskuddsnæring etter korngrøden. Derfor ble det tatt med ledd både uten og med tilleggsgjødsling til ettergrødene.

MATERIALE OG METODER

'Bamse' 6-radsbygg ble i fem år (1985-89) sådd i reinbestand eller sammen med 'Tetila' tetraploid italiensk raigras. Raigraset ble radsådd på tvers av kornradene straks etter kornsådden. Såmengdene var 18 kg bygg og 3 kg raigras pr. dekar. Åkeren ble høstet sams med forsøkshestemaskin ved tre utviklingsstadier for bygget, henholdsvis i tida fra skyting til ei veke etter skyting, ved deigmodning, og når åkeren var skurtreskemoden. Grødene fram til 1.-slåtten blir heretter kalt hovedgrøder. Straks etter høstingene ble stubbåkeren etter korn i reinbestand harvet og tilsådd med 'Siletina' eller 'Slobolt' fôrreddik, såmengde 2 kg/daa. Raigrasgjenvekst og fôrreddik, heretter kalt ettergrødene, ble høstet samtidig for alle ledd seinhøstes. Både hovedgrødene (i 4 år) og ettergrødene ble gjødslet med to forskjellige N-mengder (én grunnjødsling med NPK og tillegg av kalksalpeter):

Til hovedgrøder	Til ettergrøder	Sum for sesongen
Gj ₁ = 11 kg/daa	N ₀ = 0 kg/daa	11 kg/daa
	N ₁ = 4 "	15 "
Gj ₂ = 14 kg/daa	N ₀ = 0 kg/daa	14 kg/daa
	N ₁ = 4 "	18 "

Feltplanen var split-split plot med to gjentak. Høstetider var på storruter, bygg i reinbestand eller bygg isådd med raigras var på mellomstore ruter. N-gjødslinger var på småruter.

Ett av feltene lå på moldrik morenejord på Staur i Stange (1986), mens de øvrige lå på moldholdig leirjord på Vollebekk i Ås. Gjennomsnittlig sådag var 7/5 (variasjon 2/5-12/5), og gjennomsnittlige høstetider for hovedgrødene var 17/7 (4/7-24/7), 1/8 (19/7-14/8) og 17/8 (7/8-29/8). For ettergrødene var gjennomsnittlig høstetider 25/9. Veksttidens lengde ble da i middel 73 døgn fram til 1. høstetid (skyting), 88 døgn til 2. høstetid (deigmodning) og 104 døgn til 3. høstetid (treskemodning). Veksttidene for ettergrødene ble tilsvarende 70, 55 og 39 døgn. De gjennomsnittlige varmesummer fra såing til høsting i døgngrader (d°C) var:

	Hovedgrøder	Ettergrøder	Totalt
Skyting	958 (790-1114)	885 (711-1143)	1842
Deigmodning	1144 (1028-1285)	698 (534-905)	1842
Treskemodning	1407 (1295-1654)	435 (269-635)	1842

Den totale varmesum varierte fra 1657 til 2021 d°. Året 1987 hadde ekstremt låge varmesummer. Forsommertørke i 1988 og 1989 resulterte i svært kort åker, med strå leng-

der på henholdsvis ca 50 og ca 60 cm (øvrigt år ca 100 cm), og noe reduserte avlinger av hovedgrødene. Feltet på Staur ble vatnet.

Avlingskomponentene ble bestemt ut fra rutevise analyseprøver fra stående åker. Prøvene ble sortert i de 4 fraksjonene byggaks, byggstrå med blad, raigras og ugras. Andelen korn i aksfraksjonen ble bestemt for siste høstetid, i to år også ved deigmodning. For kornfraksjonen var det stor variasjon i resultatene, noe som delvis kan skyldes spill av korn under treskingen av aksene. Ved førenhetsberegningen ble fraksjonene gitt ulike verdier ut fra høstetider og årsvariasjoner i andel og utvikling. Med støtte i konvensjonelle fôrverditabeller og seinere sitert litteratur, samt et begrenset antall in vitro og kjemiske analyser utført på forsøksmaterialet, ble førenhetskonsentrasjonen (f.e./100 kg tørrstoff) satt til:

	Aks	Strå med blad, uten aks
Skytningstadiet	85-90	60-50
Deigmodning	95	35
Treskemodning	97	25

For ettergrødene ble førenhetskonsentrasjonen satt til 83 f.e. pr 100 kg tørrstoff, likt for alle.

Høsting av treskemodent korn som helgrøde vil i praksis bli utført med slaghøster, og med minimalt svinn. Når en høster med skurtresker, tapes agner og noe stubb. Dette tapet ble her satt til 1/3 av stråavlingen. Mengde av halm for eventuell NH₃-behandling regnes derfor til 2/3 av differensen mellom totalavling og aksavling. F.e. verdien av NH₃-behandlet halm, 50 f.e./100 kg tørrstoff, kommer da i tillegg til kornavlingen ved sammenligning av høstemetoder.

Materialet fra to av årene er brukt i hovedoppgaver (Kristianslund 1986 og Jørgensen 1987).

RESULTATER

Hovedgrødene

Variasjonen mellom felt (år) i avling av tørrstoff totalt, akstørrstoff og førenheter, samt kornavling ved siste høstetid, går fram av tabell 1. Det kjølige året 1987 skiller seg ut med store totalavlinger av tørrstoff og f.e. fram til deigmodning. Høsting ved deigmodning ga generelt størst avling av tørrstoff og f.e., unntatt i 1988 da siste høstetid ga størst avling. Avlingsøkningen fra skyting til deigmodning, ca 125 f.e. i middel, skyldes tilvekst av akstørrstoff (ca 230 kg). Fra deigmodning til skurtreskemodning endret avlingen av akstørrstoff seg lite, mens avlingen av f.e. avtok på grunn av redusert mengde av strå med blad og reduksjon i fôrverdi for disse. Om en for denne høstetida beregner f.e.-avlingen ut fra korn- og halmavlingene (NH₃-behandlet) i stedet for etter aks og stråandelen, blir avlingen betydelig mindre. Ved denne sammenligningen er ikke tatt med ensileringstap for helgrøde (10-15 %), noe som en vil få i praksis. Andelen akstørrstoff av totaltørrstoff ved deigmodning og ved skurtreskemodning varierte lite mellom år bortsett fra året 1987 da andelen var lågest. Kornavlingene ble, som tidligere

Tabell 1. Midlere tørrstoffavling av bygg-grønfôr totalt og i aks i kg/daa og beregnede f.e.-avlinger ved tre høstetider. Også kornavling samt f.e.-tillegg for NH₃-behandlet halm ved siste høstetid
 Table 1. Total yields of DM and of barley-ears (Aks) in kg/0.1 ha and total feed units (FU/f.e.) at three stages of harvest. Also yield of grains and NH₃-treated straw at the last harvest

År Year	Skyting Heading stage			Deigmodning Dough stage			Treskemodning Combine-maturity stage				
	Tørrstoff DM	F.e. FU		Tørrstoff DM	F.e. FU		Tørrstoff DM	F.e. FU	Korn Grain	Halm Straw	
	Total	Aks		Total	Aks		Total	Aks	kg/daa	f.e.	
1985	738	399	522	944	610	696	900	650	693	579	84
1986	739	427	550	815	529	602	795	535	584	505	87
1987	978	276	656	1132	646	784	1058	608	702	541	150
1988	639	405	545	736	500	558	773	525	571	409	83
1989	666	260	464	949	638	715	812	560	606	465	84
Middel Average	752	354	547	915	585	671	868	576	632	500	98

nevnt, mindre sikkert bestemt. De harmonerer likevel bra med kornavlingen for 'Bamse' i tilstøtende åker.

Den midlere f.e.-verdi for totaltørrstoffet, beregnet på de to fraksjonene aks og strå med blad, blir lik for de tre høstetidene, 73 f.e./100 kg tørrstoff.

Bygg sådd i reinbestand ga i alle år større totalavling og større avling av akstørrstoff ved de siste to høstetidene enn bygg isådd med raigras (tab. 2). Middeldifferensen for akstørrstoff på ca 50 kg tilsvarer ca 40 kg korn. Ved 1. høstetid var det ingen gjennomgående avlingsforskjell mellom bygg i reinbestand og bygg med raigras. Raigraset utgjorde en heller liten del av totalavlingen. Størst andel var det ved siste høstetid, ca 4 % av totaltørrstoffet i middel. Ugrasandelen utgjorde ca 1 % av avlingen, på det meste 3-4%.

Tabell 2. Avling av tørrstoff totalt og i aks i kg/daa og beregnet f.e.-avling for bygg i reinbestand og bygg med italiensk raigras ved forskjellige høstetider
 Table 2. Total yields of DM and of ears (Aks) in kg/0.1 ha, total feed units (f.e.) of barley in pure stand and of barley undersown with Italian ryegrass, at three stages of harvest

Høstestadium Stage of harvest	Reinbestand Pure stand			Med raigras With ryegrass		
	Total	Aks	f.e.	Total	Aks	f.e.
Skyting Heading	749	362	547	756	347	547
Deigmodning Dough	950	610	699	882	562	645
Treskemodning Combine-maturity	893	598	654	843	553	609

På ruter med raigras var det mindre legde i bygget ved de siste to høstetidene enn på ruter med bygg alene (i middel 11 % mot 17 %, med N-tillegg 20 % mot 30 %).

Tillegg av 3 kg N til 11 kg/daa om våren økte middelavlingen ved alle tre høstetidene, og mest ved deigmodning (20-30 kg tørrstoff, tab. 3). Avlingsøkningen for aksfraksjonen var i middel noe større for bygg alene enn for bygg med raigras. Tillegget ga en ubetydelig økning i andelen av raigras. Særlig i 1987 ble det mer legde etter N-tillegget (50-90 % legde ved alle høstingene mot nesten ingen uten tillegget).

Tabell 3. Avling i kg tørrstoff og f.e./daa etter ulik N-gjøsling. Middel for bygg i reinbestand og bygg med raigras (4 felt)

Table 3. Total yield of DM and of barley ears (Aks) in kg/0.1 ha and total feed units (f.e.) at two levels of N-fertilization ($Gj_1 = 110\text{kg/ha}$, $Gj_2 = 140\text{kg/ha}$). Average for pure stand and undersown barley (four trials)

Høstestadium Stage of harvest	Gj ₁ (11 kg)			Gj ₂ (14 kg)		
	Total	Aks	f.e	Total	Aks	f.e.
Skyting Heading	752	325	536	771	344	549
Deigmodning Dough	889	563	649	926	594	681
Treske Combine-maturity	845	545	604	873	569	628

Resultater av de viktigste kvalitetsanalyser utført på sams avling av hovedgrøden, går fram av tabell 4.

Tabell 4. Kjemisk innhold og in vitro fordøyelighet av sams avling av hovedgrødene ved ulike høstetider

Høstetid Stage of harvest	% tørrstoff DM	% av tørrstoff % of DM			Total-sukker Sugar	In vitro fordøyel. Digest.
		Aske Ash	Rå-trevler Fibres	Rå-protein Protein		
Skyting Heading	33	4,9	21,8	9,2	8,2	77,1
Deigmodning Dough	47	4,4	18,9	9,1	2,8	76,9
Treske Combine-maturity	59	4,1	18,9	9,6	1,7	77,0
Antall år No. of years	5	3	2	2	2	3

Tørrstoffinnhold

Tørrstoffanalyser er utført på alle ruteavlingene. Tørrstoffinnholdet steg markant med plantenes utviklingstrinn. N-tilskuddet senket tørrstoffinnholdet i varierende grad, men vanligvis ikke mer enn 1-2 %-enheter. Om bygg var i reinbestand eller sammen med raigras, hadde det liten innvirkning på tørrstoffprosenten.

Aske

De få analyser som er utført indikerer en svak nedgang i askeinnholdet fra skyting til treskematning.

Trevler

Analysene viste unormalt lågt trevleinnhold, og avtakende innhold fra skyting til deigmatning.

Råprotein

Analysene viste ingen entydig forskjell i proteininnhold mellom ledd.

Total-sukker

Det var tydelig nedgang i sukkerinnholdet i plantemassen fra skyting til skurtreskematning. Sukkeret er overført til stivelse i kornet.

In vitro fordøyelighet

Det er 8 analyser pr. høstetid, og liten variasjon både innen og mellom høstetider og år. Fordøyeligheten må karakteriseres som høy.

Av de relativt få analyser som ble utført, kunne det ikke påvises noen entydig virkning av N-tilskudd eller innblanding av raigras på kjemisk innhold og in vitro fordøyelighet i sams plantemateriale. I ett år (1986) ble det utført separate analyser på fraksjonene aks og strå med blad:

	% av tørrstoff			
Fraksjon	Aske	Trevler	Råprotein	In vitro ford.
Aks	2,8	7,2	11,5	81,4
Strå med blad	6,8	39,6	6,0	65,1

I stråfraksjonen var det en stigning i trevleinnholdet fra ca 35 % ved akssyting til vel 40 % ved deig- og treskematning. Det var antydning til stigning i proteininnholdet etter tilleggs gjødsling med N i alle fraksjonene ved alle høstetidene, men utslagene var små og uten praktisk betydning. In vitro fordøyelighet i aksfraksjonen varierte lite mellom høstetidene, mens den i stråfraksjonen var ca 3 enheter høyere ved skyting enn ved de seinere høstetidene. Dette året var det relativt mye raigras i avlingen, opp til 10 % av tørrstoffet. En kan spore noe lågere trevleinnhold (ca 1 %-enhet) og høyere proteininnhold (0,5 %-enhet) der det var med raigras enn i bygg alene.

Ettergrødene

De to ettergrødene, fôrreddik og italiensk raigras, ga overraskende like store avlinger i middel etter 1. høstetid av hovedgrødene (tab. 5). Etter de seinere høstetidene ga raigraset noe større avling enn fôrreddiken. I to år var det ikke høstbar avling av fôrreddik etter siste høstetid, og i ett år heller ikke etter høsting ved deigmatning. Av raigraset var det ikke høstbar avling i ett år på ruter uten ekstra N-gjødsling etter de to siste høstingene.

Tabell 5. Midlere avling i kg tørrstoff og f.e./daa av ettergrøder, etter ulike høstetider for hovedgrødene og to N-gjøslinger til ettergrødene (0 og 4 kg N/daa)

Table 5. Average yields of DM in kg/0.1 ha and feed units (f.e.) for stubble crops, after three harvesting stages of the main crops, and after two levels of N fertilization to the stubble crops ($N_0=0$, $N_1=40$ kg/ha)

Ettergrøder Stubble crops	N trinn N levels	Fra skyting (1.høstetid)		Fra deigmodning (2.høstetid)		Fra treskemodning (3.høstetid)	
		From heading stage kg	f.e.	Dough stage kg	f.e.	Combine maturity stage kg	f.e.
Fôrreddik	N_0	132	110	35	29	41	34
Fodder-radish	N_1	286	220	95	79	56	46
Middel Average		200	166	65	54	49	41
Raigras	N_0	117	97	54	45	55	46
Ryegrass	N_1	278	230	182	151	92	76
Middel Average		198	164	118	98	73	61

N-tilskudd til ettergrødene fordoblet avlingene etter 1. høstetid, med en økning på ca 110 og 130 f.e./daa for henholdsvis fôrreddik og raigras (ca 30 f.e./kg N). Etter 2. høstetid ble det mer enn fordobling av avlingene, men økningen utgjorde bare henholdsvis ca 50 og 100 f.e. Ved 3. høstetid var økningen bare ca 10 og ca 30 f.e. for henholdsvis fôrreddik og raigras i middel (2,5 og 7,5 f.e. pr.kg N).

For 1. høstetid ble hovedgrødene sådd dobbelt opp. Det ga to paralleller med ettergrøder, en for bare én slutthøsting seinhøstes som beskrevet hittil, og en for to høstinger av gjenveksten (en simulert tidlig beiting). Høsting i to omganger, med ca 35 vekstdøgn for hver, reduserte avlingen av fôrreddik med ca 50 % og av raigras med ca 35 % i forhold til bare en høsting etter ca 70 døgn.

Omfanget av kvalitetsanalyser for ettergrødene er begrenset, unntatt for tørrstoffinnhold. For de øvrige kvalitetsmål er det analyser bare fra tre eller to år, og et begrenset antall pr. felt (tab. 6).

Tørrstoffinnhold

I materialet med lengst veksttid (etter de første to høstetidene/såtidene) hadde raigraset høyere tørrstoffinnhold enn fôrreddiken. Hos fôrreddik var det i middel ca 13 % tørrstoff i det eldste materialet mot ca 15 % i det yngste. Hos raigraset avtok tørrstoffinnholdet fra ca 19 % i middel for det eldste til ca 15 % i det yngste. N-gjødslinga til ettergrødene reduserte tørrstoffinnholdet i middel med ca 2 %-enheter hos raigraset og ca 1 %-enhet hos fôrreddiken.

Aske

Askeinnhold i ettergrødene ble bestemt i 3 år. Innholdet i fôrreddik lå i middel på ca 13 %, og var jamt over 2-3 %-enheter høyere enn i raigraset med middel ca 10,5 %. Askeinnholdet var lågest i det eldste materialet hos både fôrreddik og raigras.

Protein

Tabell 6. Kjemisk innhold og in vitro fordøyelighet i ettergrøder med ulik veksttid (bare ledd med tilleggs-gjødsling)
 Table 6. Chemical content and in vitro digestibility of the stubble crops after different growth periods (for N₁ treatments only)

Ettergrøde Stubble-crops	Veksttid fra Growth per. from	Tørrstoff % DM	% av tørrstoff		% of DM		In vitro In vitro
			Aske Ash	Prot. Prot.	NO ₃ -N NO ₃ -N	Glucose Glucose	
Reddik Fodder-radish	Skyting Heading stage	13,0	10,8	10,2	0,35	12,5	71,7
	Deigmodn. Dough stage	13,5	14,7	15,1	0,31	13,0	80,1
	Treskem. Combine-maturity stage	14,3	14,0	16,9	0,41	13,5	-
Raigras Rye-grass	Skyting Heading stage	17,8	9,0	11,9	0,42	8,8	75,3
	Deigmodn. Dough stage	16,6	9,9	12,7	0,57	12,6	78,9
	Treskem. Combine-maturity stage	14,5	10,8	14,5	0,56	12,1	-

Proteininnholdet var lågest i det eldste materialet, og fôreddiken hadde noe lågere innhold enn raigraset. I det yngste hadde reddiken 1-2 %-enheter høgere proteininnhold enn raigraset. Tillegg av N-gjødsel påvirket ikke prosentisk innhold av protein, men proteinavlingen steg med økningen av tørrstoffavlingen. Proteininnholdet må karakteriseres som lågt i forhold til plantenes utviklingstrinn.

Nitrat

Nitratinnholdet i ettergrødene lå i to av tre år (1986 og 1989) for de fleste analysene mellom 300 til 600 mg NO₃-N pr. 100 gram tørrstoff (0,3-0,6 % av tørrstoffet), og det må betegnes som høgt. Raigraset hadde noe høgere innhold enn fôrreddiken. Høgest var nitratinnholdet i raigras som ble høstet to ganger etter 1. høstetid av hovedgrøden, og som hadde fått tilleggs-gjødsling av N. Men også avling uten tilleggs-gjødsling, og fra alle høstetider, kunne ha innhold opp mot 0,5-0,6 % nitrat-N.

Sukkerinnhold

Sukkerinnhold bestemt som glucose varierte omkring 13 % hos fôrreddiken. Hos raigraset var det stigende fra ca 9 % etter 1. høstetid (eldst materiale) til vel 12 % i yngre materiale.

In vitro fordøyelighet

Variasjonen i fordøyelighet mellom høstetider/såtidene var større hos fôreddik enn hos raigras. For begge var det tydelig nedgang i fordøyelighet med stigende utviklingstrinn.

Totalavling i sesongen

Fôrreddik som ettergrøde ga liten avling når den var sådd seinere enn ved 1. høstetid av hovedgrødene. Ekstra N-tilskudd til raigras-ettergrøden ved siste høsting av hovedgrødene ga heller ikke stor avlingsøkning. Ut fra denne betraktning gir tabell 7 en sammenligning av sesongavlingen for aktuelle alternativer.

Tabell 7. Samlet avling i f.e./daa for sesongen for fire alternative driftsmåter
Table 7. Total seasonal yield in feed units/0.1 ha for four alternative managements

Høstestadium Stage of harvest	N-trinn N level	Bygg og fôrreddik Hovedgr. Ettergr. Sum Barley and radish Main crop Sub.crop Total			Bygg og raigras Hovedgr. Ettergr. Sum Barley and ryegrass Main crop Sub. crop Total		
		Skyting Heading	N ₁ N ₀	547	222 110	769 657	547
Deigmod. Dough	N ₀ N ₁	699 -	(29) -	699 -	645 645	45 151	690 796
Treskem. Combine-maturity	N ₀	654	(34)	654	609	46	654

Høsting av hovedgrøden ved skytingstadiet og tilleggsgjødsling til ettergrøden kommer da best ut reknet i f.e., og nokså likt enten fôrreddik eller raigras er ettergrøde. Uten tillegg av N til ettergrøden ga den tidlige høstingen av hovedgrøden betydelig mindre enn høsting ved deigmodning.

For høstingen av hovedgrøder ved deigmodning kommer bygg alene, eller bygg med raigras sammen med raigrasgjenveksten uten N- tillegg - nokså likt ut. Det samme kan sies om de samme kombinasjoner når hovedgrøden ble høstet ved treskemodning. Men totalavlingen reknet i f.e. for den siste høstetid ble noe mindre enn når hovedgrøden var høstet ved deigmodning.

N-regnskapet

Mengden av N som ble ført bort med avlingene er beregnet ut fra gjennomsnittsavlingene over år for de forskjellige høstinger, og midlere N-innhold i analysert materiale. Mengden N i kg/daa bortført med hovedgrødene (4 år) blir da:

Høstestadium	Gj ₁ (11 kg N)	Gj ₂ (14 kg N)
Skyting	10,8	11,6
Deigmodning	12,5	13,9
Treskemodning	12,7	13,72

Mengden N i kg/daa bortført med ettergrødene er beregnet til:

Veksttid fra	Fôrreddik		Raigras	
	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁
Skyting	2,2	4,7	2,2	5,3
Deigmodning	0,8	2,3	1,1	3,7
Treskemodning	1,1	1,5	1,3	2,1

Ved den svakeste N-gjødsling til hovedgrødene og de alternative driftsmåter for ettergrødene som nevnt for tabell 7, blir «gjenvinningen» av N som vist i tabell 8. Allerede ved skytingstadiet har hovedgrødene tatt opp like mye N som det ble gjødslet med om våren, og noe mer ved de seinere høstetidene. For det høyeste N-trinn ble det ved 1. høstetid ført bort noe mindre enn tilført og omtrent like mye som tilført ved de seinere høstingene. Bare etter tidligste høsting av hovedgrødene ble det veksttid nok for ettergrødene til å ta opp like mye N som tilført med overgjødsla til dem. Ugjødslet ettergrøde førte bort ca 2 kg/daa av frigjort N etter høstinger av hovedgrøder ved skytingsstadiet, og ca 1 kg etter høstinger ved deig- og treskemodningsstadiene. Raigraset fungerte best som «fangvekst» for N ved de siste høstetidene.

Tabell 8. Sum N i kg/daa bortført i avlinga for fire alternative driftsmåter etter vårgjødsling med 11 kg N pr daa

Table 8. Amount of N in kg/0.1 ha removed by the yield at four alternative managements

Høste- stadium hovedgr. Stage of harvest main crop	N-trinn etter- grøde N level of stubble crop	Bygg og fôrreddik			Bygg og raigras		
		Hoved- grøde	Etter- grøde	Sum	Hoved- grøde	Etter- grøde	Sum
		Main crop	Stubble crop	Total	Main crop	Stubble crop	Total
Skyting Heading	N ₁	10,9	4,7	15,6	11,0	5,3	16,3
	N ₀	10,9	2,2	13,1	11,0	2,2	13,2
Deigmodning Dough	N ₀	13,7	0,8	14,5	12,7	1,1	13,8
Treskemodn. Combine-maturity	N ₀	13,5	1,5	15,0	12,7	1,3	14,0

DISKUSJON

F.e.-beregningen: Sammenligninger av avlingsresultater mellom ulike arter, og mellom ulike høstetider av en og samme art eller blanding av arter, er vanskelig på grunn av forskjeller i kvalitet. Ved sammenligningen mellom høstetider for hovedgrødene i dette materialet er valget av verdier for f.e.-beregningene avgjørende. Beregningene ble utført på fraksjonene aks og strå med blad, og med ulik f.e.-verdi for disse ved ulike utviklingsstrinn. Tradisjonelt har vi reknet med noe avtakende f.e.-konsentrasjon i bygg-grøn-

fôr fra skyting til deigmoning og fullmodning. Dette vil også være tilfelle for materiale med stor andel av strå (lang halm og lite korn). I dette materialet var andelen aks i forhold til strå nokså stor, og beregningene ga en midlere f.e.-konsentrasjon på 73 for alle tre høstetidene. Det samsvarer bra med verdier beregnet for bygg-helgrøde av Lunnan (1988). Om en hadde brukt in vitro fordøyelighet og trevleinnhold (tab.4) som grunnlag for beregningene, ville f.e.-konsentrasjonen ha steget fra skytingstadiet til deigmodning. Det ville vært i samsvar med beregningene for et tidligere materiale fra Vollebakk (Skaland 1990), hvor f.e.-konsentrasjonen var beregnet til 65 og 67 for henholdsvis skyting og deigmodning. I Hejes førtabeller (Sundstøl et al. 1991) er f.e.-verdien for helgrøde av bygg 69. Mo (1982) beregnet f.e.-konsentrasjonen for surfôr av bygg-helgrøde med variasjon fra 71 til 83 i forsøk på Hellerud (Sør-Østlandet). Garmo (1984), Nordang (1988) og Østgård (1990) melder om avtakende in vitro fordøyelighet fra skyting til deigmodning, men denne tendensen er sterkere i materiale fra Nord-Norge med liten andel av aks enn i materiale fra Østlandet med stor andel aks og korn (Østgård l.c.). Nordang (1988) beregnet - ut fra in vitro analyser av bygg-grønfôr med innslag av noe fôraps - høyere f.e.-konsentrasjon for materiale ved skyting enn ved deigmodning, henholdsvis ca 75 og 68, men det motsatte på grunnlag av resultatene fra feiting av okser, henholdsvis ca 69 og 72. Dette illustrerer at fôringsjonen i sin helhet virker inn på fôrverdien av de enkelte fôrslag. De refererte forsøksresultater viser også at det er vanskelig å angi eksakt f.e.-verdi for grøvfôr av dette slaget.

Resultatene for øvrig: Bygg isådd med raigras ga mindre total tørrstoffavling enn bygg i reinbestand ved deig- og skurtreskemodning, sjøl ved ekstra tilskudd av N-gjødsel. At ruter med raigras hadde tydelig mindre legde enn ruter med bygg alene, tyder på at raigraset har konkurrert om tilgjengelig N, kanskje også om tilgjengelig vatn i perioder. At avlingsreduksjonen i vesentlig grad gikk ut over fraksjonen aks med korn, vil i praksis bety mest når en vil dyrke korn til modning. Også Breland (1989) og Grønnerød (1989) fikk redusert kornavling med isådd raigras i vårkorn. I tillegg til reduksjon i kornavlingen, vil en få noe mer problem med treskinga hvis raigraset skulle vokse gjennom åkeren i legdeflekker. Dette vil gjelde enten en tar med raigras for ettergrøde eller som fangvekst. Om avlingen høstes som helgrøde, betyr en liten avlingsreduksjon mindre, da den tas igjen i form av ettergrøde.

Italiensk raigras sådd i bygget om våren og fôrreddik ettersådd i stubbåkeren stod nokså likt som ettergrøde avlingsmessig når bygget var høstet ved skytingstadiet. Ved seinere høsting av bygget ga fôrreddiken liten avling sjøl med tilleggsjødsling. Fôrreddik synes heller ikke å være særlig egnet som fangvekst ved såing etter modent korn her i landet. Veksttida blir oftest for kort. Isådd raigras vil gi høstbar avling eller brukbart beite med en god måneds veksttid etter høsting av hovedgrøden, og raigraset gir et bra plantedekke som vil beskytte mot erosjon. Sjøl ompløyd raigras binder jorda sammen med sin rike rotmasse (Breland 1989), og det vil virke til å redusere erosjonsfaren også ved høstpløying. Tetraploid italiensk raigras ble valgt med tanke på størst mulig avling av ettergrøden, og sorten 'Tetila' fordi den ikke går opp i strå i såingsåret. Diploide sorter vil kanskje konkurrere mindre med kornet om næring og vatn og derfor passe bedre som fangvekst ved dyrking av korn til modning. Det samme gjelder flerårige grasslag. Men det er viktig at grasene ikke går opp i strå. Såmengden kan nok også reduseres for fangveksten i forhold til hva som brukes for å oppnå en fullgod bestand av ettergrøde.

SAMMENDRAG

Halvsein 6-radsbygg ble sådd alene eller isådd med tetraploid italiensk raigras i kryssende såretning. Avlingen ble høstet sams som grønfôr ved skyting, ved deigmodning eller ved skurtreskemonent bygg. Størst avling i tørrstoff og f.e. ga bygg i reinbestand høstet ved deigmodning (gjennomsnitt for 5 felt, ett pr år). Reinbestand ga også størst avling ved skurtreskemoning. Innblandingen av raigras reduserte aksfraksjonen av bygg med ca 50 kg tørrstoff i middel (ca 40 kg korn). Raigraset gjorde lite av seg i sams avling, og andelen av raigras var lite påvirket av ekstra 3 kg N i tillegg til grunnkjødslingen med 11 kg/daa. Ved skytingstadiet påvirket raigraset grønfôravlingen lite. Bygg med raigras hadde mindre legde enn bygg i reinbestand. Sams høsting, som byggheilgrøde, ga større f.e.-avling enn en beregnet sams avling høstet med skurtresker der halmtap og verdiøkning for NH_3 -behandlet halm er medregnet. Umiddelbart etter høstingene ble ruter med bygg alene harvet lett og tilsådd med fôrreddik. Med tilleggs-gjødsling av 4 kg N til ettergrødene ble oppnådd ca 225 f.e./daa i middel for både fôrreddik og raigras etter at grønforet var høstet ved skyting, og knapt det halve uten tilleggs-gjødsling. Fôrreddik sådd seinere (ved deig- og skurtreskemoning) ga liten avling, både med eller uten tilleggs-gjødsling. Av raigras vant en ca 100 f.e./daa med tilleggs-gjødslingen etter bygg høstet ved deigmodning og svært lite etter høsting ved skurtreskemoning. NO_3 -innholdet i ettergrødene steig med tilleggs-gjødslingen og med utsatt høsting av hovedgrøden. Samlet avling av hovedgrøde og ettergrøde i f.e. var omtrent like store etter de to første høstetidene for hovedgrødene enten en sammenligner uten eller med tilleggs-gjødsling til ettergrødene. Allerede ved skytingstadiet hadde hovedgrødene tatt opp like mye N som gjødslet med ved lågeste N-trinn. Bare når hovedgrødene var høstet ved skytingstadiet, tok hovedgrøde og ettergrøde tilsammen opp like mye N som det var gjødslet med totalt (lågste N-trinn til hovedgrøden pluss tillegg til ettergrødene). Det tilrådes ikke å tilleggs-gjødsle raigras ved så sein høsting av hovedgrøden som ved deigmodning, sjøl om det økte avlingene i forsøket. Ugjødslet raigras som fangvekst tok opp 1-1,5 kg N etter høsting av skurtreskemonent bygg.

LITTERATUR

Breland, T.A. 1989. Fangveksteffekter, N-mineralisering og avlinger ved dyrking av grønnkjødslingsvekster undersådd i korn. NJF-seminarium nr. 159. Grøngjødslingsgrøddor och/eller fånggrøddor.

Garmo, T. H. 1984. Avling og kvalitet av byggheilgrøde. Meldinger fra Norges landbrukshøgskole 63 (16) 23 s.

Grønnerød, B. 1989. Grønnkjødsleffekter av undersådde belgvekster i korn. Avlinger og kvalitet. NJF-seminarium nr. 159. Grøngjødslingsgrøddor och/eller fånggrøddor.

Jørgensen, E. 1987. Korn og ettergrøder, med studie av en del rammebetingelser for jordbruk i Mjøsbygdene. Hovedoppgave ved NLH.

Kristianslund, B. 1986. Grønnfôrvekster som ettergrøder ved dyrking av tidlig bygg til modning. Fôrverdi av friskt og ensilert materiale. Hovedoppgave ved NLH.

Lunnan, T. 1988. Blandingar av bygg i ulike belgvekstar til grønfôr. Norsk landbruksforskning 2: 219-232.

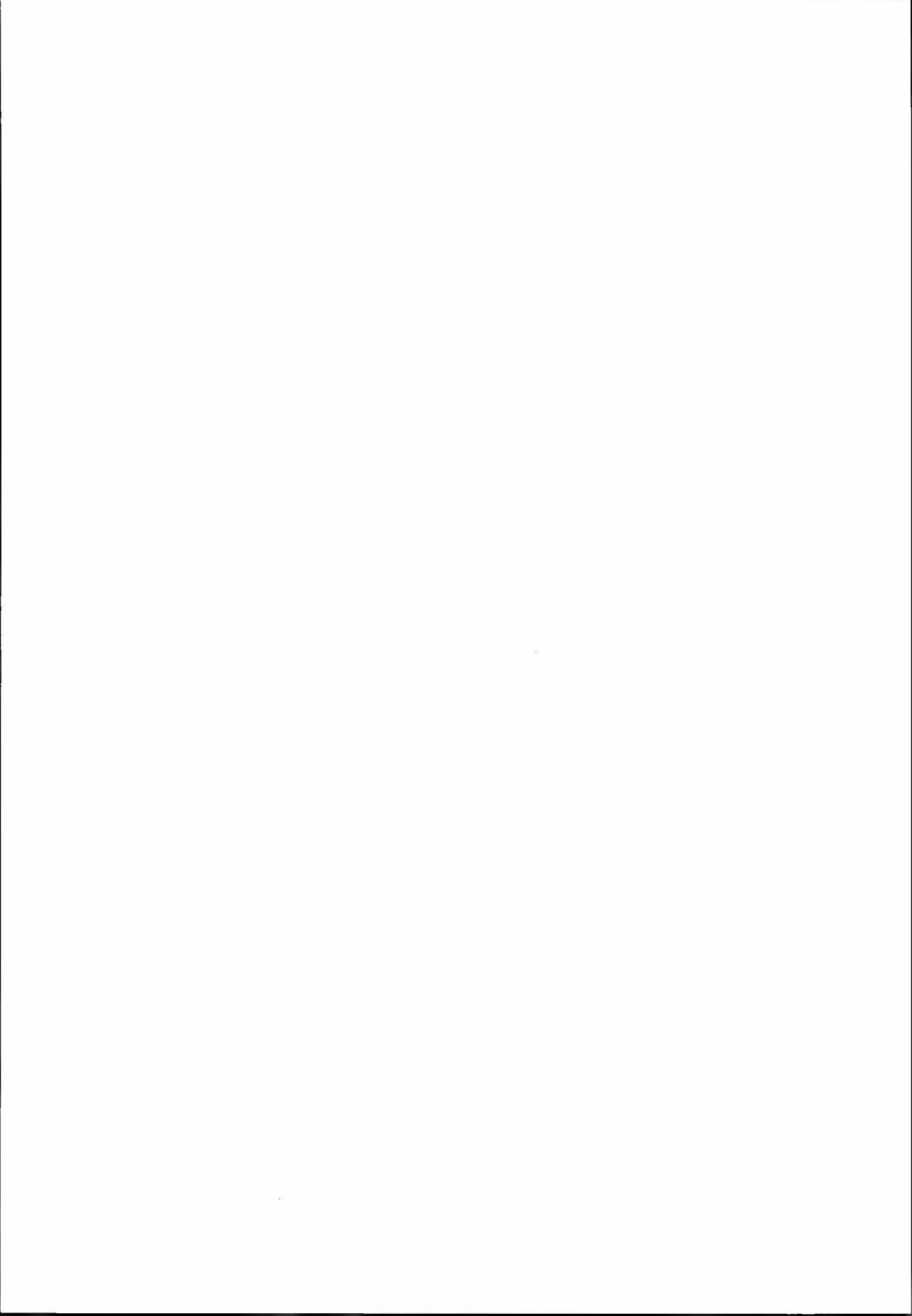
Mo, M. 1982. Surfôr av helsæd. Aktuelt fra Statens fagtjeneste for landbruket (1): 228-233.

Nordang, L. Ø. 1988. Barley-Fodder Rape Silage. II. Feeding experiments with fattening bulls. Dr. scient-avhandling ved NLH. 20 s.

Skaland, N. 1990. Grønfôrvekster i reinbestand og i blandinger på Sør-Østlandet i årene 1952-1987. Norsk landbruksforskning 4: 81-105.

Sundstøl, F. et al. 1990. Sammensetning og næringsverdi i norske fôrmidler. K.K. Heje. Håndbok for jordbruket 1991: 135-176.

Østgård, O. 1991. In vitro meltegrad i sortar av bygg, havre og triticales, hausta på ulike utviklingssteg til grønfôr. Norsk landbruksforskning 4: 313-32.



Planteforedling for eit økologisk landbruk: Eit oversyn

Plant breeding for an ecological agriculture - a review

ÅSMUND BJØRNSTAD

Norges Landbrukshøgskole, Institutt for bioteknologifag, faggruppe genetik og planteforedling, Ås Norge

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

Bjørnstad, Å. 1992. Plant breeding for an ecological agriculture - a review. Norsk landbruksforskning 6: 27-38. ISSN 0801-5333.

Very little research has been carried out on plant breeding in relation to agroecosystems in general and ecological (alternative, organic) agriculture in particular. This is partly due to experimental difficulties inherent in agroecosystem comparisons. The topic is discussed in the context of widely adapted vs. specifically adapted cultivars, and experiments with genotype x single-factor interactions in conventional agriculture. Although breeding goals are similar in the two systems, their priorities and mutual conflicts differ. Generally modern cultivars should be used in ecological agriculture, but not all of these are equally well suited. More research is needed on genetic variation in and selection for (1) quantity and growth pattern of roots; (2) nitrogen fixation potential; (3) endomycorrhiza formation; (4) weed competition. The role of genetic diversity in cultivars (multilines, cultivar mixtures) should be of particular interest to ecological agriculture.

Key words: Ecological agriculture, farming systems, genotype x environment interaction, plant breeding

Åsmund Bjørnstad, Agricultural University of Norway, Department of Biotechnological Sciences, P.O. Box 40, N-1432 Ås, Norway.

Kva er «økologisk landbruk»?

Det første som trengst, er ei avgrensing og presisering av omgrepet «økologisk landbruk» (forkorta ØL). Ofte vert omgrepa «organisk», «alternativt» eller «bærekraftig» landbruk brukt synonymt med «økologisk», noko som ikkje gjev større avklaring. Vidare må ein skille mellom ei fagleg presisering av innhaldet og dei kommersielle krava til produkt som vert kalla «økologisk dyrka», som kan variere frå land til land. Det einaste omgrepet som virkar nokonlunde presist er «biodynamisk» landbruk, basert på antroposofiske prinsipp. Alle står dei i kontrast til det «konvensjonelle» landbruket (forkorta KL). I ei mellomstilling kjem det «integrerde» eller «ressursmedvitne» landbruket (for-

korta IL). Her prøvar ein å kombinere viktige element frå ØL, t.d. vekstskifte og resistens, med ein mest mogleg behovsprøva bruk av kunstgjødsel og sprøytemiddel.

Denne presiseringa inneber at vi har med ulike dyrkingssystem eller agroøkosystem å gjera, der dei «menneskelege» og dei «naturlege» faktorane spelar saman. Dei «naturlege» omfattar i hovudsak nærings sirkulasjon og genetisk diversitet. Nærings sirkulasjon omfattar kvantitative mål for karbon-, nitrogen- og fosfor-straum innan og inn/ut av systemet. Genetisk diversitet omfattar både omløp/vekstskifte og genetisk heterogenitet ved blandingskulturar og innan ein vekst. I mange tilfelle vert og husdyr, mikroorganismar osv. rekna med i eit vidt diversitetsperspektiv. Økologisk landbruk prøvar å optimalisere stoffstraumane, særleg gjødsling, mineralisering og N₂-fiksering, for å dekke plantenes behov. Her er vekstskiftet si sentrale rolle. I tillegg er det ein nøkkelfaktor for å sanere sjukdomssmitte, skadedyr og ugras.

Økologisk landbruk vert (av KL) oftast definert negativt: eit nei til bruk av lettlyseleg kunstgjødsel og kjemiske plantevernmidel. Perspektivet vert då korleis desse innsatsfaktorane kan bli erstatta, og dette er sjølsagt kritisk for den samla produktiviteten til systemet. Den positive sida, bruken av diversitet, har blitt mykje mindre fokusert, bortsett frå vekstskifte og til ein viss grad artsblandingar. Foredlarer sitt hovudperspektiv, intraspesifikk genetisk variasjon, er sjelden tatt opp. I store utgreiingar om økologisk landbruk, t.d. National Research Council (USA) sin «Alternative agriculture» (1989) eller den hollandske «Development of farming systems» (Zadoks 1989), er planteforedlingsaspekta heilt fråverande. Ellers er det spreidde artikkelar her og der, men inga systematisk behandling. Drøftinga mi skal ha to siktepunkt: (1) Ei generell drøfting av foredling sett i høve til dyrkingssystem, og (2) foredlingsaspekta i samband med erstatting av innsatsfaktorar (N,P,K, ugrasmiddel, soppmiddel etc.) og bruk av genetisk diversitet.

Planteforedling og dyrkingssystem

Kvar bør foredlinga skje?

Frå ein «konvensjonell» planteforedlingssynsstad vil ein då spørje: Er dei sortane vi lagar for «vårt» system veilegna for det «økologiske»? Er foredlingsmåla dei same, og har dei eventuelt den same innbyrdes prioriteringa? Stilt meir formelt: Er det genotype x dyrkingssystem-samspel som vi treng å ta omsyn til? Det neste spørsmålet vi vil stille, er kva faktor som er avgjerande for eventuelle samspel. I og for seg er ikkje dette noko nytt i vekstforedling. Genotype x miljø-samspel er vi vane med, men oftast sett i relasjon til klimafaktorar eller dyrkingsteknikk. Det er nok å tenke på strålengd x N-mengd i korn, der vi utnyttar eit spesifikt genotype x dyrkingssystem-samspel, her med kunstgjødsel som miljøfaktor. Dette problemet gjeld ikkje bare ØL, men og i høve til kva sortar som er veilegna i miljø med bestemte stressfaktorar.

Generelt kan vi spørje: bør sortar for slike miljø bli foredla i eit slikt miljø, eller kan vi bruke sortar utvikla i «optimale» miljø? I kvantitativ genetikk vert dette kalla «indirekte seleksjon». Mange foredlarar vil seie at skilnadar i avlingspotensial kjem best fram i optimale miljø, som og reduserar miljøfeilen i forsøka. Effekten blir ein større genetisk varians og større framgang ved seleksjon. Neste steg er å selektere for vid tilpassingsevne for og å famne flest mogleg underoptimale miljø. Ceccarelli (1989) har drøfta dette m.o.t. foredling for tørre område i Midt-Austen og kjem til at ein slik strategi har sine klare grenser, avhengig av både veksten det gjeld og graden av stresspåkjenning.

Ein faktor som sjeldan vert bestemt (heller ikkje av Ceccarelli), er kor god den genetiske korrelasjonen er mellom seleksjon i to ulike miljø. Bortsett frå studien til Atlin & Frey (1989), er det få undersøkingar om dette som tangerar temaet vårt. Kunz (1990) har eit program for «Standortsorientierte» foredling av haustkveite i Sveits, basert på biodynamiske prinsipp om lokal tilpassing til veksestaden. Ein viss diversitet innan dei ferdige sortane er og eit mål. Dette er det einaste alternative foredlingsprogrammet eg kjenner til.

Forsøksmetodikk for dyrkingssystem-analysar

Det er ikkje for mykje sagt at den etablerte landbruksforskinga er lite van med å trekke inn dyrkingssystemet i si fulle breidde. Ein vesentleg grunn er forsøksmetodisk: korleis skal ein studere og måle skilnadar mellom dyrkingssystem? Den vanlege faktorielle forsøkstypen har småruter, oftast mindre enn 10m², som forsøksseining. Denne er velegna for analyse av enkeltfaktorar: genotypar, ulike N-nivå, samspel osv, med gjentak og sterk grad av kontroll. For å studere system- eller langtidseffektar har faktorielle forsøk sine klare begrensingar. Systemsamanlikningar er ofte basert på mykje større forsøksseiningar: ulike skifte, gardsbruk o.l. vert samanlikna ved differansemetoden. Slike forsøk er dyre, det er ingen eigentlege gjentak, det tek lang tid å få resultat, og det er spørsmål om kor representative dei er. Vidare vert det stundom ei samanblanding av forsøks- og driftssida, sidan det har eit preg av utviklingsarbeid. Eksempel her er prosjektet «Development of Farming Systems» i Holland, der KL, IL og ØL (biodynamisk) har blitt samanlikna (Zadoks, 1989). Eit interessant prosjekt ved Statens Forskningsstasjon Apelsvoll kjem i ei mellomstilling (Eltun & Nordhaug 1991). Her er 6 ulike dyrkingssystem samanlikna: planteproduksjonsomløp eller allsidige omløp av typane KL, ØL og IL. Kvar forsøksseining (system, «gard») er på 1800 m² og med 8-delt skifteplan innan kvart, dvs. 225 m², og med gjentak. Dette forsøket går i sitt andre år i 1991.

I samband med foredlingsprogram kan ein kombinere desse forsøkstypane, ved å legge ut vanlege faktorielle forsøk med ulike genotypar og med lokalitetar som «gjentak» innan dyrkingssystem-faktoren. Det er svært få slike forsøk som er gjort. Ved SLU i Ultuna har Andersson & Bengtsson (1990) i ei årrekke utført sortsforsøk på konvensjonelle og KRAV-godkjende gardsbruk i Sverige. Her har både bygg, havre, haust-, vårkveite og rug blitt undersøkte. I Tyskland har slike sortsforsøk blitt gjort i Bayern (haustkveite, potet, åkerbønne Pommer, 1985, 1988) og i Hessen (haustkveite Stoeppler m.fl., 1988). I Bayern vert sortstilrådingar for ØL publisert av det statlege forsøksvesenet.

Desse undersøkingane er likevel svært begrensa i omfang. For å belyse problemstillinga vår må vi difor i tillegg bygge på «konvensjonelle» forsøk og den overføringsverdi desse kan ha til ØL. Dette gjeld undersøkingar av genotype x enkeltfaktor-samspel, t.d. doseringsforsøk av N eller P. Ein vanleg og demagogisk feil er å sette ØL lik eit minste felles multiplum av null-ledda i slike forsøk, men det skal eg ikkje drøfte nærare her.

Genotype x miljøsamspel for næringsopptak

Nitrogenopptak

Problemet for ØL er her å syte for ein optimal N-tilførsel tilpassa plantene sine vekstkrav. Dette tenker ØL å gjera ved tilførsel gjennom husdyrgjødsel, grønnmjødsel og/eller nitrogenfiksering. Dette har og som langsiktig mål å auke N-banken og dermed N-mineraliseringa i jorda. Desse biologiske prosessane sine temperaturkrav gjer at N-tilførslene

aukar gradvis med jordtemperaturen, medan det i t.d. konvensjonell korndyrking er det typisk at N-tilførsel skjer samtidig med såing, dvs. når behovet er minst. (Delt gjødsling blir nå likevel meir og meir vanleg). Spørsmålet er om det er genetisk variasjon i N-opptaksmønsteret som tilsvarar desse forandringane i N-tilgang.

Det er ei rekke studiar som tyder på at genotypar som tek opp N effektivt ved god tilgang, og er dei beste ved begrensa tilgang. Dette gjeld m.a. i 4 sortar av raigras (Wilkins & Lovatt 1989), i norske forsøk med hundegras (Aastveit 1983) og i 117 havreliner av ulike opphav (Atlin & Frey, 1989). I havre vart det funne ein genetisk korrelasjon på 1,0 mellom seleksjon i høg-N og låg-N miljø. Konklusjonen synest å vera at seleksjon for N-knappe vekstvilkår kan skje i N-rike miljø.

Det er imidlertid forsøk som tyder på at dette avheng både av arten og den genetiske variasjonen ein arbeider med. Genetisk variasjon finst i rotvekst, N-opptak og translokasjon til hausta avling innanfor ulike artar (Cregan & van Berkum, 1984). Går vi til det amerikanske skogstreet *Larix laricina* (ein «opportunistisk» art med ein vid økologisk amplitude), fann Wanyancha & Morgenstern (1987) alle typar N-utnyttingsmønster: effektive anten ved låg N eller ved høg N eller begge. I ein heterogen maispopulasjon fann Muruli & Paulsen (1981) genotypar som var overlegne ved låge N-nivå, men desse kunne ikkje konkurrere ved rik tilgang.

Det er tenkeleg at dette kan spele ei rolle i ØL der N-tilgang, særleg om våren, kan vera ein begrensande faktor. Spørsmålet er om ein ved konvensjonell foredling kan ha innsnevra denne variasjonen utan å vera klar over det. Programmet til Kunz prøvar å krysse inn ei kraftig vegetativ utviklingsevne ved knapp N-tilgang frå landsortar, noko som og gjev lenger strå. Metoden er massesелеksjon i tidlege generasjonar på fleire lokalitetar. Dei eksperimentelle data frå forsøka hans er imidlertid tynne.

Stoepler m. fl. (1988) undersøkte rotveksten i gamle og nye haustkveitesortar og fann at moderne sortar var overlegne både i avling og i rotmasse. Det var imidlertid ein interessant skilnad i vekstmønster (Fig. 1). Rotveksten i ein langstråa landsort heldt fram under kornmatinga, men kulminerte i dei moderne. Dette kan kome av at akset i moderne sortar konkurrerer betre med røtene om assimilat i denne vekstfasen. Denne undersøkinga synte og at dvergsorten 'Ural' hadde den lågaste avlinga og det veikaste rot-systemet av alle. Forfattarane konkluderar med at slike sortar er ueigna for ØL.

Det er og forsøk som syner ulike N-krav i ulike sortar. Eit eksempel er Andersson & Bengtsson (1990) sine forsøk med byggsortar og N-nivå (Fig. 2). Medan ein sort som 'Golf' er overlegen ved alle N-nivå, har sorten 'Alva' eit tydeleg optimum. Samanlikna med sortar på same avlingsnivået (t.d. Ida) skulle denne sorten ha interesse i ØL. Eit liknande mønster er funne i den norske byggsorten 'Vera' (Reitan, pers. medd.). Varis & Lehtiniemi (1984) studerte 6 finske og svenske byggsortar sin reaksjon på ulike dosar av kunst- eller husdyrgjødsel og fann betydeleg genetisk variasjon mellom sortane. Dei framheva at ØL kan trenge sortar som pga. av knapp N-tilgang under busking må ha god evne til opptak seint i sesongen og til å kompensere i andre avlingskomponentar som korntal og kornvekt. Det same vert framheva av Pommer (1988). Haustkveitesortar der avlingsevna avheng av tette bestand, er mindre eigna for ØL.

Eit område som synest å vera bortimot totalt ukjend, er konkurranse om N mellom genotypar. I eit fytotronforsøk ved IVT i Holland vart ulike raigrassortar samanlikna ved rikeleg og knapp N-tilgang (Schapendonk & De Vos, upubl.). Det var ingen sorts-skilnadar i N-utnytting mellom sortane dyrka aleine, men nitrogenutnyttinga var betre i

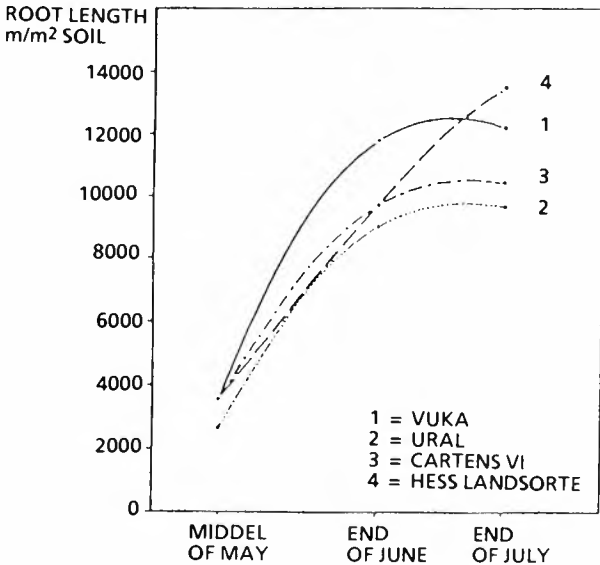


Fig.1. Samla rotlengd i 4 haustkveitesortar til ulik tid i vekstsesongen. Sortane 1, 2 og 3 er moderne sortar, 4 ein gamal landsort frå Hessen. Sort 2, 'Ural', er ein dvergsort. (Data frå 1984). Etter Stoeppler m.fl.(1988)

Fig. 1. Root development in four winter wheat cultivars during the growing season. Cultivars 1, 2 and 3 are modern, cultivar 4 is a landrace from Hessen. Cultivar 2, 'Ural', is a semi-dwarf (1984 data) (Stoeppler et al. 1988)

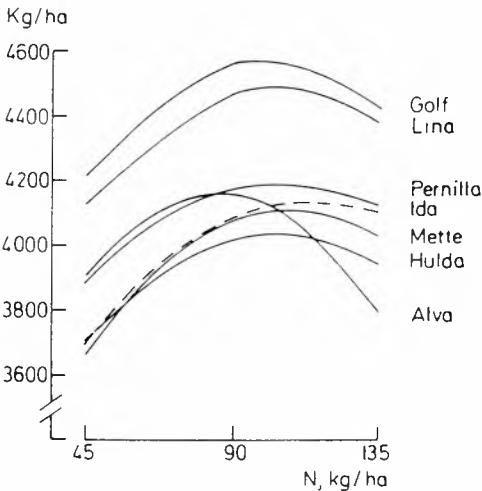


Fig.2. Nettoavling (bruttoavling minus den avlingsmengda som tilsvarar gjødselkostnaden) i ulike byggsortar dyrka ved 3 ulike nitrogen-nivå. Basert på 52-91 forsøk i åra 1985-88, ved konvensjonell dyrking. Etter Andersson & Bengtsson 1990

Fig. 2. Net grain yield (corrected for the quantity of grain corresponding to fertilizer costs) in various barley cultivars grown at three N-levels. Based on 52-91 trials in the period 1985-88, conventional growing (Andersson & Bengtsson 1990)

blandingane. Ved knapp N-tilgang var det i tillegg sterke konkurranseeffektar. Her og kan altså genetisk diversitet spele ei rolle.

Nå er det slett ikkje noko mål for ØL å vera eit «låg-N miljø», og difor vil ØL vera best tent med sortar som har ei effektiv N-utnytting, uavhengig av nivå. Det må likevel leggst til at genetisk variasjon på dette området er for lite kjend. Særleg gjeld dette rotvekst. Dette har truleg den enkle grunnen at slike karakterar er vanskelege både å studere og å bruke i vanleg seleksjon. Det er mogleg at samlekarakterar som «nitrogen harvest index», dvs. N-innhald i avling som % av totalt opptatt N, kan vera ei hjelp. Praktisk seleksjon ved 2 N-nivå vert nytta i bestandstestane i det norske engvekstfor-

edlingsprogrammet. Generelt vil dette vera ei vesentleg fordyring av foredlinga, og rolla til G x N samspel bør difor bli vurdert først i vedkomande vekst.

Biologisk nitrogenfiksering

Belgvekster spelar ei nøkkelrolle i omløpa i ØL: kløverartar eller luserne til eng og beite, erter til mogning eller t.d. lupin til grønn gjødsel, for å nemne dei mest aktuelle her på berget. Ei effektiv nitrogenfiksering vil vera eit meir sentralt foredlingsmål i ØL enn i KL. Teoretisk kan ein då velje dei artane med høgast fikseringsevne, som kvitkløver eller luserne, men i praksis er ØL i Norden sterkt begrensa pga. artane si tilpassingsevne. I Norge vil såleis raudkløver vera den sentrale arten i lang tid framover. Nematode- og sjukdomsresistens, frøsettingsevne og tørrstoffproduksjon i fråver av N-gjødsel er dei sentrale foredlingsmåla i norsk foredling av raudkløver. Framgangane her vil på kort sikt bidra meir til ØL enn å gjera nitrogenfikseringsevna til eit eige foredlingsmål. Pommer (1988) fann heller ingen sort x system-samspel i åkerbønne. Det er såleis ingen konflikt mellom ØL og KL, men truleg eit ynske om sterkare prioritering av belgvekstene, noko som og vil kome IL til gode.

Likevel bør vi reflektere over spørsmålet om seleksjonsmetodikken idag tar vare på nitrogenfikseringsevna (sjå Bjørnstad (1990) for ei meir utfyllande drøfting av dette). Genetisk variasjon for denne eigenskapen er påvist både i kvitkløver (Mytton 1984), raudkløver (Nutman 1984) og luserne (Heichel m.fl., 1989). Genetikken er her komplisert, sidan ein har med både vert- og bakteriegenotype å gjera og i tillegg ofte sterke samspel mellom dei. Mytton (1984) fann i faktorielle kombinasjonar av *Vicia faba* og *Rhizobium*-genotypar at samspela forklarte heile 73,8% av variasjonen i nitrogenfikseringsevne, plantegenotypen 8,9% og *Rhizobium* 11,8%. I eit tilsvarende forsøk med andre genotypar i same artane fann Roskothen (1989) 1,9% for samspel, 24,7% for verten og 73,4% for *Rhizobium*. Det er bare ved introduksjon av nye belgvekster der *Rhizobium*-symbionten må bli tilført ved inokulering, at eit foredlingsprogram kan ta vare på slike spesifikke samspel og levere «pakker» til bøndene. I Norge er dette mogleg i t.d. *Galega orientalis* eller lusern. I sistnemnde tilfelle kan ein tenke seg å finne adapterte *Rhizobium*-stammer i ville slektningar som *Medicago lupulina* eller *Melilotus spp.*

I kløverartane er det bare plantegenotypen som kan bli selektert. Det burde bli undersøkt om det, i analogi med resistensforedling, finst «horisontale» genotypar med evne til effektiv symbiose med eit vidt spekter av *Rhizobium*-genotypar. I luserne har Barnes og medarbeidarar (Heichel m.fl., 1989) synt klar respons på masseseleksjon av planter inokulert med blandingsinokulum. Dei har oppsummert 15 års arbeid i luserne med å tilrå at tørrstoffproduksjon i fråver av bunde N, N-innhald i tørrstoffet og knollmengd bør bli selektert samtidig, om ein ynsker å auke nitrogenfikseringsevna. Det er behov for kvantitative genetiske studiar på dette området, inkl. seleksjonsforsøk i avanserte material og med relevante forsøksiningar (enkeltplanter, klonar, halv- eller fullsystenfamiljar). Det er i det heile ein sterk kontrast mellom den enorme forskinga omkring biologisk nitrogenfiksering på molekylært plan og den ringe interessa omkring foredlingsspørsmåla.

Fosfor-opptak

Økologisk landbruk er avhengig av P som vert (1) tilført (som husdyrgjødsel eller som mineralisk tungtløseleg fosfat) eller (2) mineralisert i jorda. Lettløseleg superfosfat vert ikkje brukt. Spørsmålet er igjen om det er genotypiske forskjellar i evne til å vekse ved

høg eller sparsam P-tilgang. Dette vart påvist i det ovanfor nemnde havreforsøket til Atlin & Frey (1989). Den genotypiske korrelasjonen mellom seleksjon for avling i dei to miljøa var 0,52, i klar kontrast til nitrogen. Foredling av havre for fosforfattige miljø bør altså skje i eit slikt miljø. Gjennomsnittsavlinga ved låg fosfortilgang var her bare 46% av den ved god tilgang. Dette treng ikkje alltid vera tilfelle. Anni Jensen ved Pajbergfonden har gjort ein serie med svært interessante karforsøk med erter, som er relevante for mitt tema (samanfatta i Jensen, 1985). I eitt av dei samanlikna ho tilvekst og frøutbytte i 6 ertesortar ved låg og høg P-tilgang (Fig.3). Ho fann klare sort x P-samspel. Sorten 'Huka' gav like stort utbytte ved 0,1 g P/kar som sorten 'Bodil' ved 1,0 g P. Grunnen til dette var truleg ein signifikant større rotvekst i 'Huka'. Å selektere yterike ertesortar for P-knappe miljø skulle difor vera mogleg og skjer best i eit slikt miljø.

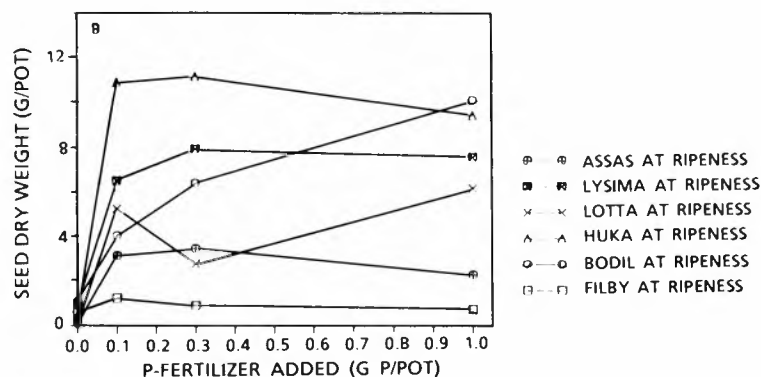


Fig. 3. Frøavling (g/pote) i 6 ulike ertesortar dyrka ved 4 ulike P-nivå. Merk særleg skilnaden mellom 'Huka' og 'Bodil'. Etter Jensen (1985)

Fig. 3. Seed yield (g/pot) in six pea cultivars grown at four P-levels. Note the difference between cultivars 'Huka' and 'Bodil' (Jensen 1985)

Det same gjeld for vesikulær-arbuskulær- («endo-») mykorrhiza (VAM), som var hovudtemaet i Anni Jensen sitt arbeid. Det er velkjend at slik symbiose gjev vertspplantene eit betre P-opptak og dessutan betre tørketoleranse. Det er særleg artar med pelerot eller generelt grovfordelte rotsystem som synest å ha nytte av VAM. Anni Jensen undersøkte i eit karforsøk rotvekst og VAM-utvikling i gamle svenske landsortar av erter, samanlikna med 'Bodil', raps og bygg. Dei to sistnemnde har finfordelte rotsystem og hadde nesten ikkje VAM i dette forsøket, særleg ettersom P-nivået var ganske høgt. I erter var det derimot velutvikla VAM, men med store genotypiske variasjonar. Samanlikna med 'Bodil' hadde 37% av dei gamle sortane signifikant lengre røter og 81% hadde signifikant større VAM-infeksjon. Det er sannsynleg at slike genotypar ikkje vil gje seg fenotypisk uttrykk i foredlingsfelt med høg tilgang på lettlyseleg P. Mange av dei gamle sortane var av remonterande type, med den vanlege positive korrelasjonen mellom rot- og skotvekst. Denne var imidlertid ikkje så sterk at dvergvekst og god rotvekst, inkl. VAM-stimulerande evne, ikkje går å kombinere ved foredling. Både for ØL og for alminneleg foredlingsforskning hadde det vore av stor interesse å få dette prøvd.

Her burde karforsøk bli komplettert med samanliknande seleksjon av F2- og SSD-liner på jord med og utan lett-tilgjengeleg P.

Foredling for resistens

Det skulle ikkje vera konflikt mellom ØL og KL med omsyn til foredlingsmål på dette området, kva anten vi tenker på resistens mot sjukdomar, insekt eller klimatiske påkjenningar. Det synest å vera ei alminneleg erfaring at sjukdomsproblemet er mindre i ØL (Pommer, 1988; Rabbinge & Zadoks, 1989; Kunze, 1990). I fylgje Rabbinge & Zadoks er lågare N-status i plantene og glisnare bestand dei viktigaste grunnane til dette. Dei karakteriserar dermed ØL som ein «låg-risiko»-strategi, sjøl om ein altså frivillig avstår frå sprøytemiddelbruk. Omvendt karakteriserar dei KL som ein «høg-risiko»-strategi, som skaper optimale vilkår for mange patogene organismar, som dermed krev mottiltak. IL er her i ein mellomsituasjon. Pommer (1988) understrekar likevel at tendensen til lågare sjukdomsangrep ikkje gjeld for frøborne sjukdomar. Pga. at såkorn i ØL ikkje vert behandla med soppmiddel, understrekar han at ØL bør basere seg på innkjøp av sjukdomsfri såvare. Konsekvensen blir at ØL sjøl må bygge opp system for slike leveransar.

Rabbinge & Zadoks sitt ØL kan synast å vera ikkje bare ein strategi for redusert sjukdom, men og for redusert avling. Eg synest dei har eit viktig poeng, men strategien blir for passiv. Det synest for meg som om sortsblendingar eller multiliner er ein strategi som skulle passe særleg godt for ØL, både agronomisk (redusere sjukdom) og ideologisk (genetisk diversitet). Det er kjend både frå England (Wolfe 1985) og Danmark (Helms Jørgensen 1989) at sortblendingar i bygg er ein fordelaktig strategi. I fylgje dei danske forsøka gav blendingar i gjennomsnitt 4% meiravling pr. år over ein 10-årsperiode. Dei gav og gjennomsnittleg eit meir stabilt resultat enn å «gamble» med dei høgastytande enkeltsortane til ei kvar tid. At blendingane og gav høgare avling med sprøyting, tolkar Helms Jørgensen som at sortane i ein blandingskultur og kan utfylle kvarandre på andre måtar enn ved resistens. Resistensgena (og kan hende sortane) si levetid kan bli forlenga på denne måten.

Foredlarar har ein tendens til å søke den eine lina som har den optimale kombinasjonen av alle eigenskapar. Avanserte foredlingsliner med gode resistenseigenskapar, men som ikkje er t.d. stråstive nok i KL, kan vera svært verdifulle i ØL. For KL kan det og vera verdifullt å få marknadsført eit større sortsspektrum for bruk i blendingar.

Foredling for konkurransevne mot ugras

Denne eigenskapen treng heller ikkje innebere nokon konflikt i foredlingsmål mellom ØL og KL. Det er eit mål å redusere herbicidbruken i KL, og dermed bør foredlinga ta omsyn til sortvariasjonar i evne til raskt å dekke jordoverflata. Generelt vil høge strå og plan bladvinkel vera ein fordel her. Andersson & Bengtsson (1990) har funne ein klar korrelasjon mellom halmmengd og ugrasmengd i ulike vårbyggsortar (Fig.3). Desse varierte og sterkt i dekkingsevne, målt optisk som lysgjennomstrøyming i bestanden. Sortsskilnadar vart og påvist i vårkveite. Det synest imidlertid å vera uklart i kva grad konkurransevna er i konflikt med andre eigenskapar. Dersom det t.d. krev lenger strå, kan den kome i konflikt med legderesistensen, noko som kan vera eit større problem for KL enn for ØL. Den kan og føre til hemming av veksten i ev. undersådde fangvekster eller ved attlegg.

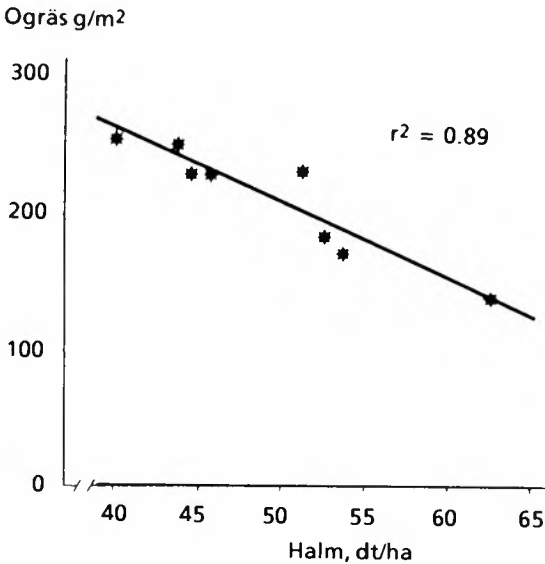


Fig.4. Sambandet mellom halmmengd og ugrasvekt i bygg dyrka utan ugrassprøyting. Basert på ulike sortar og 8 forsøk i åra 1980-82, konvensjonell dyrking. Etter Andersson & Bengtsson 1990

Fig. 4. The relationship between weights of straw and weeds in barley grown without use of herbicides. Based on different cultivars and eight trials in the years 1980-82, conventional cultivation. (Andersson & Bengtsson 1990)

Kvalitet

«Kvalitet» i ØL er dels eit teknisk/sensorisk mål, som i KL, dels eit resultat av dyrkingsmåten. Det siste omfattar både restmengder av pesticid, næringssamansetting m.m., såvel som «immaterielle» aspekt på grunn av «sunn» dyrking. Når det gjeld teknisk kvalitet i t.d. kveite, er det eit typisk trekk at proteinprosenten er 1-2% lågare i ØL (Andersson & Bengtsson 1990). Bakekvaliteten vert dermed ein kritisk faktor, med mindre kornet går til spesialmøller og -bakeri, med større evne til å ta imot ulike mjølkvalitetar (Kunz, 1990). Vidare er smaksegenskapar sterkt vektlagt. Ofte er slike skilnadar vanskelege å påvise/kvantifisere, anna enn i form av forbrukarprisen. Det har t.d. synt seg vanskeleg å skilje mellom grønsaker frå ØL og KL ved sensoriske analysar (M.Martens, pers. medd.). Dei «immaterielle» kvalitetsaspekta er viktige i ØL. Kunz selekterer såleis for ei biodynamisk «planteform» og for «vakre, velfylte korn (...) dyrka på sunt vis».

Eg trur at ein grunn til at den konvensjonelle jordbruksforskninga har vanskeleg for å skjønne ØL, ligg i det «immaterielle» aspektet: utfordringa frå eit heilskapssyn innebygd i «dyrkingssystem»-perspektivet. Dette gjeld synet på naturen sin eigenverdi, såvel som på mennesket si rolle i høve til naturen. ØL er i så måte ein motkultur, som medvite reflekterer over jordbruket som livsform, ikkje bare ein teknisk vareproduksjon. Det er nøyaktig det same vi møter mellom «skolemedisin» og «alternativ medisin» og i diskusjonen omkring bioteknologien. I eit foredrag sa ein dansk bioteknologiprofessor, som kommentar til den danske debatten om å sette transgene planter «ut i naturen», at «en mark er et produktionssystem og intet andet». Denne verdidomen vart sagt med ettertrykk. Einkvar bonde med forhold til jorda si vil truleg seie professoren imot på dette punktet, og det illustrerer eit viktig punkt i konflikten mellom KL og ØL.

KONKLUSJONAR

1. Foredlingsmåla i KL og ØL er (nå) stort sett dei same: avling, kvalitet, sjukdoms-resistens, men vektlegginga og konfliktane mellom foredlingsmål vil bli noko ulik. Eg har nemnd strålelengd i korn i samband med ugraskonkurransse så vel som korrelasjonen med eit stort rotsystem. Vidare kan lågare N-tilgang om våren redusere buskinga, med fare for mindre konkurranseevne mot ugras.

2. Tilgjengelege forsøk tyder på at sortar frå KL med fordel kan bli brukt i ØL, men alle høver ikkje like godt. Likevel bør ØL nytte moderne sortar framfor eldre. Pommer (1988) polemiserar mot «fordommar mot såkalla «moderne» sortar» i ØL-miljøet og avviser at dei gamle er mest eigna. Den same konklusjonen vert nådd av Stoeppler m.fl. (1988). Likevel er ikkje alle moderne sortar like eigna, og det finst genetisk variasjon i relevante eigenskapar som kan kome både det økologiske, konvensjonelle og integrerte (= morgondagens konvensjonelle) landbruk til gode.

3. Både for ØL og IL trengst det studiar av genetisk variasjon i og seleksjon for:

- * rotvekst og næringsopptak
- * biologisk nitrogenfiksering
- * symbiotisk fosforopptak (endomykorrhiza)
- * ugraskonkurransse
- * genetisk diversitet i sortar

ETTERORD

Forfattern ynsker å takke personalet i faggruppe Genetikk og planteforedling, forskingsstipendiat Geir Lieblein, lektor Per Kølster (Landbohøjskolen, København) og Dr. Anni Jensen (Pajbergfonden) for råd om og kritikk av manuskriptet, som vart halde som foredrag ved NJF-kongressen, Uppsala 1991.

LITTERATUR

Andersson, B. & A. Bengtsson 1990. Stråsådessorters reaktion i olika odlingsssystem. Sveriges Utsädesförenings Tidsskrift 1: 52-57.

Atlin, G N. & K.J. Frey 1989. Predicting the relative effectiveness of direct versus indirect selection for oat yield in three types of stress environments. Euphytica 44: 137-142.

Bjørnstad, Å. 1990. Foredling for auka biologisk nitrogenfiksering: seleksjon av vertsgenotypar. Rapport, seminar om belgvekster Ås 8.2.1990, NLVFs Fagutval for grovforsking.

Ceccarelli, S 1989. Wide adaptation: How wide? Euphytica 40: 197-205.

Cregan, P.B. & P.v. Berkum 1984. Genetics of nitrogen metabolism and physiological/biochemical selection for increased grain productivity. *Theor. Appl. Genet.* 67: 97-111.

Eltun, R. & O. Nordheim 1991. Systemforskningsprosjektet på Apelsvoll med første års avlingsresultat. *SFL Apelsvoll* (29 s).

Heichel, G.H., D.K. Barnes & C.P. Vance 1989. Dinitrogen fixation technologies for alfalfa improvement. *Journal of Production in Agriculture* 2 (1): 24-32.

Jensen, A. 1985. Evaluation of VA-mycorrhiza as a parameter in breeding field peas. *Pajbergfonden*.

Jørgensen, J. Helms 1989. Resistente bygsorter, sortsblandinger og/eller fungicider? 6. Danske Plantevernkonference, Sygdomme og Skadedyr 1989. 159-171.

Kunz, P. 1990. Züchtung standortsangepasster Weizen- und Dinkelsorten für den biologisch-dynamischen Anbau - ein Konzept, erste Erfahrungen und Ergebnisse. Foredrag, 41. Tagung Ver. Österr. Pflanzenzüchter Gumpenstein.

Muruli, B.I. & G.M. Paulsen 1981. Improvement of nitrogen use efficiency and its relationship to other traits in maize. *Maydica*. XXVI: 63-73.

Mytton, L.R. 1984. Developing a breeding strategy to exploit quantitative variation in symbiotic nitrogen fixation. In: G. Hardarsson & T.Lie, (eds.), *Breeding legumes for enhanced symbiotic nitrogen fixation*, Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publ. pp. 57-64.

National Research Council 1989. *Alternative Agriculture*. National Academy Press, 448 pp.

Nutman, P.S. 1984. Improving nitrogen fixation in legumes by plant breeding: the relevance of host selection experiments in red clover. In: G. Hardarsson & T. Lie (eds.) *Breeding legumes for enhanced symbiotic nitrogen fixation*. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publ. pp. 13-30.

Pommer, G. 1985. Winterweizen-sortenversuche auf alternativ bewirtschafteten Betrieben - dreijährige Auswertung (1982-84). *Lebendige Erde* 1: 44-48.

Pommer, G. 1988. Sortenwahl im alternativer Landbau. *Lebendige Erde* 6: 364-369.

Rabbinge, R. & J.C. Zadoks 1989. Disease and pest control. I: Development of farming systems. (Zadoks, red.) Wageningen, Pudoc. Pp. 32-39.

Roskothen, P. 1989. Genetic effects of host x strain interaction in the symbiosis of *Vicia faba* and *Rhizobium leguminosarium*. *Plant Breeding*. 102: 122-132.

Stoepler, H., E. Koelsch & H. Vogtmann 1988. Suitability of winter wheat varieties for ecological agriculture. Global perspectives on agroecology and sustainable agricultural systems. Proc. 6th Int. Sci. Conf. INFOAM, Vol. Univ. of California, Santa Cruz. pp. 407-412.

Varis, E. & K. Lehtiniemi 1984. Reaction of some spring barley cultivars to mineral nitrogen and farmyard manure. The importance of biological agriculture in a world of diminishing resources. Proc. 5th Int. Sci. Conf. INFOAM, University of Kassel, Pp. 98-109.

Wanyancha, J.M. & E.K. Morgenstern 1987. Genetic variation in response to nitrogen fertilizer levels in tamarack families. Can. J. Forest Res. 17: 1246-1250.

Wilkins, P.W. & J.A. Lovatt 1989. Genetic improvement of yield of nitrogen of *Lolium perenne* pastures. Euphytica. 43:259-262.

Wolfe, M.S. 1985. The current status and prospects of multiline cultivars and variety mixtures for disease resistance. Ann. Rev. Phytopathol. 1985: 251-273.

Zadoks, J.C. 1989. Development of farming systems - evaluation of the five year period 1980-84. Wageningen, Pudoc.

Aastveit, K. 1983. Resultater av seleksjonsforsøk i hundegras. Stensil, Institutt for genetik og planteforedling, NLH.

Sammenvoksing og tilvekst ved poding av eple på svaktvoksende grunnstammer

Grafting take and subsequent growth of apple cultivars on dwarfing rootstocks

OLE BILLING HANSEN

Norges landbrukshøgskole, Institutt for hagebruk, Ås, Norge

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

Hansen, O.B. 1992. Grafting take and subsequent growth of apple cultivars on dwarfing rootstocks. *Norsk landbruksforskning* 6: 39-44. ISSN 0801-5333.

Six apple cultivars ('Aroma', 'Filippa', 'Red Torstein', 'Summerred', 'Tohoku 2' and 'Åkerø Hassel') were grafted on 11 different rootstocks (B9, P1, P2, J-TE-B, J-TE-C, J-TE-E, J-TE-F, J-TE-G, J-TE-H, M26 and MM106). With the exception of graftings on J-TE-C (87%) and P2 (84%), more than 90 % of the grafts took successfully after copulation in spring. After the first growing season J-TE-F, J-TE-G, P2 and B9 had grown less than M26, while maximum growth was observed for P1, J-TE-B and J-TE-C. A statistically significant interaction was observed between rootstock and cultivar for both height and stem diameter. The rootstocks could be ranked in the same order after the first growing season as that found by other authors when recording fruit-bearing trees.

Key words: Apples, apple rootstocks, grafting, propagation.

Ole Billing Hansen, Agricultural University of Norway, Department of Horticulture, P.O.Box 22, N-1432 Ås, Norway.

I norsk fruktdyrking legges det nå større vekt på svaktvoksende grunnstammer og forming av trærne slik at de kommer raskt i bæring og blir enkle å stelle.

Etterspørselen etter svaktvoksende eplegrunnstammer har økt, og nye stammer fra andre deler av verden er hentet inn for oppformering og utprøving hos oss. De fleste av de svaktvoksende eplegrunnstammene har god rotdanningsevne, særlig når en nytter unge, urteaktige skudd som stiklingsmateriale (Hansen 1990).

Med utgangspunkt i 2-årige grunnstammer formert med skuddstiklinger var det ønskelig å undersøke tilslaget ved poding, samt å få en første indikasjon på vekstkraften hos grunnstammene. Seks ulike eplekultivarer ble podet på 10 egenproduserte stammer og importstammer av M26.

MATERIALE OG METODER

De nylig innførte svaktvoksende grunnstammene er presentert tidligere (Hansen 1990). To-årige grunnstammer med rothalsdiameter 8-10 mm av B9, P1, P2, J-TE-B, J-TE-C, J-TE-E, J-TE-F, J-TE-G, J-TE-H og MM106 var produsert fra urteaktige stiklinger i planteskolen ved NLH. I tillegg ble det nyttet importerte 12-14 mm grunnstammer av M26 formert ved avlegging. Disse hadde et dårligere utviklet rotsystem enn de norsk-produserte stammene.

Eplekultivarene 'Aroma', 'Filippa', 'Rød Torstein', 'Summerred', 'Tohoku 2' og 'Åkerø Hassel' ble podet på grunnstammene i et faktorielt forsøk med 2 gjentak á 10 podinger. På grunn av lite antall grunnstammer ble det utført 2 gjentak á 5 podinger på grunnstammene P2, J-TE-C og J-TE-E.

Podeskivst med 3 knopper ble kopulert 10-12 cm over rothalsen på grunnstammene i perioden 29. mars - 5. april 1990. Podingene ble deretter pottet i gjødslet og kalket torv i 3,5 l plantekar, og plassert i veksthus med 18-25°C dag- og 15°C natt-temperatur. Podingene ble gjødslet regelmessig og pinsert, rykket og bundet til stokk i månedskiftet mai-juni. Den 20. juni ble podingene flyttet ut på karplanteplass. De ble plassert med god avstand mellom enkeltplantene for å unngå konkurranse om lys. Podingene ble vannet og gjødslet regelmessig fram til slutten av august. Etter vekstavslutning ble tilslaget registrert, og tilvekst i form av piskens lengde fra podestedet samt stammediameter rett ovenfor podestedet, ble målt.

Ved de statistiske analysene er det nyttet variansanalyse basert på ubalanserte forsøk og med modeller bestående av hovedeffekter og toveis samspill. I tillegg er det utført separate analyser for hver grunnstamme. Til vurdering av signifikansnivåer innen hver forsøksfaktor er det nyttet en test basert på multippel sammenlikning, Ryan-Einot-Gabriel-Welsh's metode (SAS Institute 1987). I tabellene indikerer ulike bokstaver bak enkelttall statistisk sikker forskjell.

RESULTATER

Tilslaget ved poding på de svaktvoksende grunnstammene var over 90 % for alle stammer unntatt J-TE-C og P2 hvor tilslaget var hhv. 87 og 84 %. Det var spesielt kvister av eplekultivaren 'Rød Torstein' som bidro til redusert tilslagsprosent. Mens tilslaget var 94-99 % hos fem av kultivarene, var tilslagsprosenten bare 75 hos 'Rød Torstein'.

Det var statistisk sikker forskjell mellom grunnstammene med hensyn til det første årets tilvekst, med P1, J-TE-C og J-TE-B som de mest sterktvoksende og P2, B9, J-TE-E, J-TE-F og J-TE-G som de mest svaktvoksende (Tab. 1). Korrelasjonen mellom høyde og stammetverrmål var signifikant hos alle grunnstammene og korrelasjonskoeffisientene varierte fra 0,40 hos J-TE-C til 0,76 hos J-TE-F. Av kultivarene var 'Filippa' og 'Rød Torstein' de klart mest vekstkraftige, mens 'Summerred' hadde det minste stammetverrmålet etter ett års vekst (Tab. 2).

Det var et statistisk sikkert samspill mellom grunnstamme og kultivar med hensyn til både lengdetilvekst (ikke presentert) og stammetverrmål (Tab. 3). Det kunne ikke påvises noen sikker forskjell i tilvekst mellom eplekultivarene når de var podet på M26. 'Rød Torstein' hadde best tilvekst på alle de 11 grunnstammene, men tilveksten var

Tabell 1. Vekstkraft hos 11 eplegrunnstammer podet på 6 ulike kultivarer målt etter én vekstsesong (middeltall)

Table 1. Growth of 11 apple rootstocks grafted on six different cultivars recorded after one growing season (average)

Grunnstamme	Høyde (cm)	Stamme- diameter (mm)	Korrelasjons- koeffisient
Rootstock	Height (cm)	Caliper (mm)	Correlation coefficient
P1	109 a	9,7 b	0,47***
J-TE-C	107 a	10,2 a	0,40**
J-TE-B	103 ab	9,6 b	0,54***
MM106	99 bc	9,1 c	0,54***
J-TE-H	98 bc	8,6 d	0,48***
M26	93 cd	8,5 d	0,45***
J-TE-E	91 de	8,2 de	0,70***
P2	87 de	7,8 ef	0,66***
J-TE-F	86 e	7,8 ef	0,76***
B9	86 e	8,1 e	0,52***
J-TE-G	84 e	7,4 f	0,52***

** : P < 0,01

*** : P < 0,001

Kultivar	Høyde (cm)	Stammediameter
Cultivar	Height (cm)	Caliper (mm)
'Filippa'	121 a	8,9 b
'Rød Torstein'	116 b	9,4 a
'Åkerø Hassel'	86 c	8,6 c
'Summerred'	85 c	7,8 d
'Aroma'	83 cd	8,6 c
'Tohoku 2'	81 d	8,5 c

Tabell 2. Vekstkraft hos 6 eplekultivarer podet på 11 ulike grunnstammer målt etter én vekstsesong (middeltall)

Table 2. Growth of six apple cultivars grafted on 11 different rootstocks recorded after one growing season (average)

størst på P2. 'Summerred' hadde spesielt dårlig tilvekst på J-TE-B, B9 og P1, mens 'Åkerø Hassel' hadde dårligst tilvekst på P2.

DISKUSJON

Grunnstamme og kultivar påvirker hverandre gjensidig. I tillegg vil selve podestedet og podestedets plassering på grunnstammen påvirke vekstkraften. Svaktvoksende grunnstammer gir redusert trestørrelse, og blir brukt for kraftigvoksende kultivarer. Eplekultivarer med stor vekstkraft kan påvirke svaktvoksende stammer til å vokse sterkere enn de normalt ville ha gjort dersom de ikke ble podet. Tilsvarende kan svaktvoksende kultivarer påvirke grunnstammen til svakere vekst enn om den ikke var podet (Hart-

Tabell 3. Samspill mellom eplekultivar og grunnstamme m.h.t. vekstkraft målt som stammediameter (mm) etter én vekstsesong. Multiplert sammenlikning er utført for hver grunnstamme separat
 Table 3. Interaction between apple cultivar and rootstock when growth is recorded as caliper (mm) after one growing season. Multiple range tests of means are performed for each rootstock separately

Grunn- stamme Rootstock	'Aroma'	'Filippa'	'Rød Forstein'	'Summer- red'	'Tohoku 2'	'Åkerø Hassel'
J-TE-B	9,9 b	9,6 b	11,1 a	8,4 c	9,4 b	9,8 b
J-TE-C	10,8 abc	11,0 ab	11,4 a	9,7 cd	10,1 bcd	9,2 d
J-TE-E	7,8 b	8,8 ab	9,3 a	7,7 b	7,8 b	8,4 ab
J-TE-F	7,4 bc	8,4 ab	8,7 a	6,9 c	7,5 bc	7,9 ab
J-TE-G	6,8 c	7,4 bc	8,4 a	6,8 c	7,6 bc	7,7 ab
J-TE-H	8,5 abc	9,3 a	9,0 ab	8,0 c	8,5 abc	8,2 bc
B9	7,9 a	8,6 a	8,5 a	7,2 b	7,9 a	8,2 a
P1	10,0 ab	10,1 ab	10,5 a	8,4 c	9,9 ab	9,2 bc
P2	7,8 bc	8,1 b	9,7 a	7,3 bc	7,7 bc	6,5 c
M26	8,8 a	8,2 a	9,2 a	8,1 a	8,5 a	8,4 a
MM106	8,9 bc	9,5 ab	9,8 a	8,3 c	8,6 c	9,6 ab

mann og Kester 1983). I praktisk fruktdyrking er riktig kombinasjon av kultivar og grunnstamme avgjørende for et vellykket resultat. Grunnstammeeffekten vil øke etter hvert som trærne blir eldre, og derfor kan ikke de helt store utslagene forventes i ett-årige forsøk med gode vokseforhold.

Den tsjekkosllovakiske serien med grunnstammer viser en stor spredning i vekstkraft, og de seks som er godkjent for oppformering av de tsjekkosllovakiske myndighetene (J-TE-B, -C, -E, -F, -G og -H) er rangert i noenlunde riktig rekkefølge med synkende vekstkraft etter plassering i alfabetet (Dvorak 1988). I sammenliknende forsøk med andre grunnstammer er det beregnet følgende indekser for vekstkraft:

A2	141	M9	67
J-TE-C	137	J-TE-H	65
J-TE-B	108	J-TE-F	52
M7	92	og J-TE-G	40
J-TE-E	72		

I sammenlikning med "frøstammer" angir Callesen (1987) vekstkraften til M9 som om lag 30 %, M26 som 40 % og MM106 som 60-70 %. Av de nyere grunnstammene oppgis B9 til 30 % vekstkraft, P1 30-40 % og P2 30-45 %. Barritt et al. (1990) beskriver vekstkraften hos P2 til å være om lag som M9 ut fra stammetverrsnitt målt hos trær i bæring, og North Central Regional Committee (1990) konkluderer med at P2 og B9 etter 5 år gav trær som var mindre enn M26. Pätzold & Fischer (1991) målte stammetverrsnitt hos epletrær i det tredje avlingsåret og fant at J-TE-C var mer sterktvoksende enn MM106, mens P1 og J-TE-B blir beskrevet som mindre sterktvoksende enn MM106. North Central Regional Committee (1990) hevder imidlertid at vekstkraften til P1 ligger mellom M7 og frøstammer, dvs. kraftigere vekst enn MM106.

Ut fra disse opplysningene skulle vi kunne karakterisere J-TE-F og J-TE-G som svært svaktvoksende, B9, J-TE-E, J-TE-H og P2 som svaktvoksende (om lag som M9), mens P1, J-TE-B og J-TE-C skulle ha vekstkraft om lag som MM106 og M7.

Vekstkraften registreres vanligvis på bakgrunn av stammediameteren eller stammeomkretsen hos trær i bæring. Men høyde og stammediameter etter én vekstsesong ser ut til å gi en brukbar indikasjon på vekstkraften (Tab. 1). De tsjekkoslovakiske grunnstammene kan rangeres i noenlunde samme rekkefølge som hos Dvorak (1988) allerede én vekstsesong etter handpoding om våren. Det synes imidlertid som J-TE-H og J-TE-E har noe større vekstkraft på dette tidlige tidspunktet enn M9 (og B9), kan hende mer likt M26.

Kvåle (1990) beskriver 'Rød Torstein' og 'Åkerø Hassel' som sterktvoksende kultivarer, mens det om 'Summerred' heter at den har stor vekstkraft som ungt tre, men at den stagnerer raskt. 'Aroma' og 'Tohoku 2' har middels vekstkraft. Vekstkraften til 'Filippa' omtales ikke av Kvåle, men Stedje og Skard (1947) beskriver veksten hos denne som middels kraftig. 'Rød Torstein' og 'Åkerø' omtales som å ha kraftig opprett vekst. Redalen (1989) fant at stammeomkretsen hos 5-årige trær av 'Tohoku 2' var noe mindre enn hos 'Summerred'. Med unntak av 'Filippa' samsvarer middel tilvekst hos eplekultivarene godt med omtalen i andre publikasjoner. Den gode tilveksten hos 'Rød Torstein' på P2 og den dårligere tilveksten hos 'Åkerø Hassel' på samme grunnstamme (Tab. 3) kan tyde på samspill mellom grunnstamme og kultivar.

Ut fra litteratur og egne observasjoner kan det synes tvilsomt å anbefale J-TE-B, J-TE-C og P1 som svaktvoksende grunnstammer. Det gjenstår imidlertid å se hvordan epletrær på disse grunnstammene utvikler seg over tid. Både tidspunktet når trærne kommer i bæring, avlingsmengde og den endelige trestørrelsen er atskillig viktigere for fruktdyrkerne enn tilveksten under oppformering.

SAMMENDRAG

Seks eplekultivarer ('Aroma', 'Filippa', 'Rød Torstein', 'Summerred', 'Tohoku 2' og 'Åkerø Hassel') ble podet på 11 ulike grunnstammer (B9, P1, P2, J-TE-B, J-TE-C, J-TE-E, J-TE-F, J-TE-G, J-TE-H, M26 og MM106). Tilslagsprosenten ved kopulasjon om våren var over 90 for alle grunnstammer unntatt J-TE-C (87 %) og P2 (84 %). I løpet av den første vekstsesongen hadde J-TE-F, J-TE-G, P2 og B9 mindre tilvekst enn M26. Størst tilvekst hadde P1, J-TE-B og J-TE-G. Det ble funnet statistisk sikre samspill mellom grunnstamme og kultivar m.h.t. både høyde og stammediameter. Grunnstammene kunne stort sett rangeres i samme rekkefølge m.h.t. vekstkraft i løpet av første år som det oppgis i litteraturen ut fra målinger på trær i bæring.

ETTERORD

Forfatteren takker forskningsteknikere i Planteskolen, N.I.H, for assistanse med gjennomføringen av forsøkene.

LITTERATUR

- Barritt, B.H., M.A. Dilley & B.J. Schonberg 1990. Potential new apple rootstocks producing trees similar to M9 in size. *Compact Fruit Tree* 23: 4-7.
- Callesen, O. 1987. Nyere frugttrægrundstammer. *Frugtavleren* 16(9): 294-298.
- Dvorak, A. 1988. Breeding of rootstocks "J-TE" and their influence on growth and productivity of different cultivars. *Acta Hortic.* 224: 325-329.
- Hansen, O.B. 1990. Rotdanningsevnen hos svaktvoksende eplegrunnstammer. *Norsk landbruksforskning* 4: 73-79.
- Hartmann, H.T. & D.E. Kester 1983. *Plant propagation - principles and practices*. 4th Edition. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 727 s.
- Kvåle, A. 1990. *Fruktsortar for yrkesdyrking og småhagedyrking*. Landbruksforlaget, Oslo, 96 s. ISBN 82-529-1393-8.
- North Central Regional Committee 1990. Early performance of 'Starkspur Supreme Delicious' on 16 rootstocks in the NC-140 cooperative planting. *Fruit Varieties Journal* 44(4): 225-235.
- Pätzold, G. & M. Fischer 1991. Ergebnisse aus Obstunterlagenprüfungen. II. Mittelstark wachsende Apfelunterlagen für leichte Böden. *Erwerbsobstbau* 33: 72-75.
- Redalen, G. 1989. Verdiprøving i frukt - Tidlige eplesorter. *Aktuelt fra Statens fagtjeneste for landbruket* 13/89, 12 s. ISSN 0333-1121.
- SAS Institute 1987. *SAS/STAT guide for personal computers*, Version 6 Edition. Cary, N.C. 1028 s.
- Stedje, P. & O. Skard 1947. *Norsk Pomologi*. I. Epler, 3. utg. Grøndahl, Oslo, 343 s.

Lagringsevne hos kålrot etter ulik behandling ved høsting

Storage life of swedes after different treatments at harvest

STEINAR DRAGLAND

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

Dragland, S. 1992. Storage life of swedes after different treatments at harvest. Norsk landbruksforskning 6: 45-50. ISSN 0801-5333.

Swedes from seven growers were harvested by hand in September/October. The roots were given different treatments before cold storage until April. At that time the highest percentage of saleable roots (84%) was obtained among those which were stored without any leaves and with as little damage as possible. Cutting of root tips and sideroots at harvest had no effect on the storage result. Damage caused by dropping roots with 5-10 cm leaf stalks from a height of 1.5 m, was reduced if no roots had been cut. Leaving 5-10 cm leaf stalks on the roots resulted in more rot at the leaf bases. Dropping gave rot elsewhere on the roots. Roots from some growers stored well even if they were dropped from 1.5 m onto a concrete floor, but this was only the case for roots without leaves.

Key words: *Brassica napus* L. *rapifera* Metzg., harvest, storage, swede.

Steinar Dragland, Kise Research Station, N-2350 Nes på Hedmark, Norway

Både ved handhøsting og maskinhøsting av kålrot kan det være stor variasjon i behandlingen av røttene (Dragland 1991). Neergaard (1984) undersøkte hvordan ulik behandling påvirket lagringsresultatet. Hennes konklusjon var at handhøstet rot ga om lag samme lagringsresultat enten de var uten eller med lang bladstubb, eller om de var uten eller med jord i pussesårene. Støtskade ga varierende resultat. Samtidig fant hun at maskinhøsting kunne redusere lagringsevnen sterkt sammenlignet med handhøsting. Ved maskinhøsting blir verken siderøttene eller spissen av hovedrota fjernet før lagring. Rotpussing er derimot mere vanlig ved handhøsting. Virkningene av dette synes ikke å være undersøkt. Rettleiingstjenesten ønsket også sikrere grunnlag for råd om bladkutting og støtfare.

MATERIALE OG METODER

Røttene ble handhøstet i vanlige dyrkingsfelt i september/oktober, samtidig som dyrkerne selv høstet kålrot for lagring.

Behandling av røttene:

Treatment of roots:

Blad: 1. Ingen bladrester.
2. 5-10 cm bladstilker.

*Leaves: 1. No leaves left.
2. 5-10 cm leaf stalks.*

Røtter: 1. Fjernet rotspiss og siderøtter
2. Ingen rotkutting.

*Roots: 1. Root tip and sideroots cut.
2. No roots cut.*

Støt: 1. Minst mulig.
2. Fall fra 1,5 m høyde mot betonggulv

*Damage: 1. As little as possible.
2. Dropped from 1.5 m onto concrete floor*

Ved fall fra 1,5 m var røttene samlet i en sekk som ble sluppet ned. Eneste unntak fra dette var i Hedmark forsøksring 1990/91 hvor enkeltrøtter ble sluppet fra samme høyde. Røttene ble ikke vasket før lagring.

Det var tre gjentak, - hvert med 15-20 røtter fra hver behandling. Røttene ble lagret fram til april, og ble da sortert etter råteangrep.

Forsøkene ble utført i følgende forsøksringer:

	<u>1989/90</u>	<u>1990/91</u>
Hedmark forsøksring	x	x
Toten forsøksring	x	x
Jeløy og omland forsøksring	x	
Jæren forsøksring	x	
Arendal/Grimstad forsøksring		x

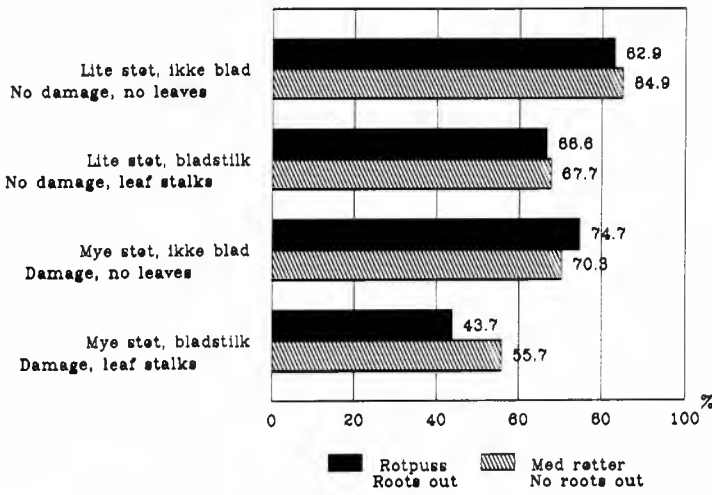
De fleste brukte sorten 'Vige', mens 'Bangholm Ruta' ble brukt i Jæren, og i Arendal/Grimstad forsøksring.

RESULTAT

Salgbare røtter etter lagring

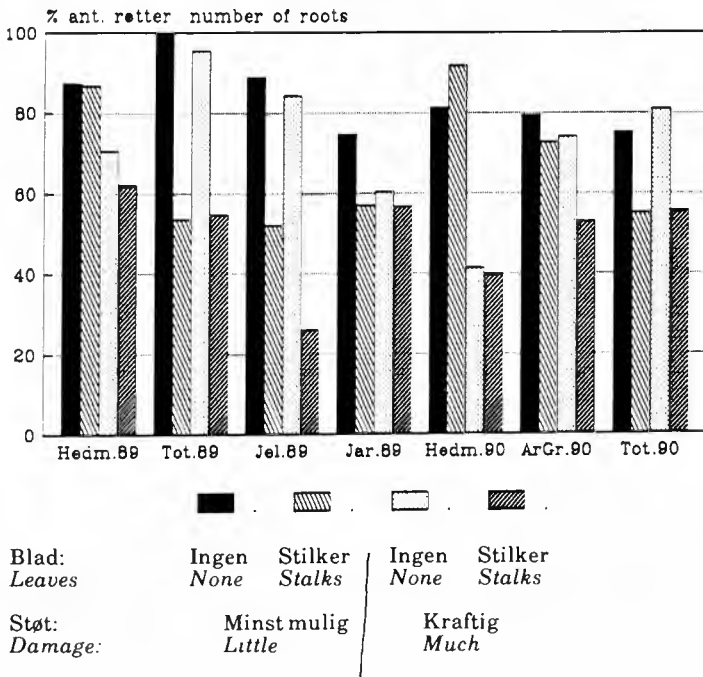
Det var tydelig forskjell på mengden av salgbare røtter både på grunn av bladpussing og støt. Røtter uten bladrester og med lite støtskader greide lagringsperioden best (figur 1). I middel for alle forsøkene hadde bladrestene større betydning enn støtskadene for lagringsresultatet.

Resultatene varierte imidlertid mellom forsøksstedene (figur 2). På Toten var det 95-100 % salgbare røtter dersom bladstilkene ble fjernet høsten 1989. Selv etter minst mulig støt var det bare 54 % salgbare av de røttene som var innlagt med bladstilker. Også neste år var det bladfjerninga som hadde størst betydning for lagringsevnen.



Figur 1. Salgbare røtter (% antall). Gjennomsnitt for sju forsøk etter lagring. Virkning av støt, blad- og rotpussing

Figure 1. Saleable roots (% number). Averages of seven trials after storage. Effects of damage, leaf- and root cutting



Figur 2. Salgbare røtter (% antall) fra sju forsøk etter lagring. Virkning av støt og bladpussing

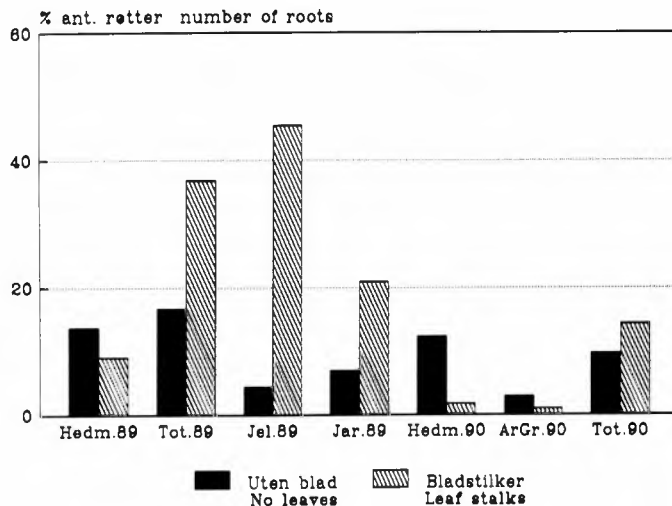
Figure 2. Saleable roots (% number) from seven trials after storage. Effects of damage and leaf cutting

Forsøkene i Hedmark viste derimot begge årene at det i dette distriktet var støtskadene som førte til redusert salgbar avling etter lagring.

Rotkutting om høsten hadde i de fleste kombinasjonene med støt og bladpussing, ingen tydelig virkning på antall salgbare røtter etter lagring. Dersom røtter med bladstilker ble utsatt for kraftige støt, var det derimot en tydelig fordel at røttene ikke var kuttet før lagring (figur 1).

Råte ved bladfestet etter lagring

Verken støt eller rotkutting hadde noen tydelig virkning på antall røtter med råte bare ved bladfestet. Det var derimot en tydelig virkning av bladrester, men virkningen varierende mellom feltene. Som nevnt ovenfor var det i Hedmark ingen negativ virkning av bladrester på salgbar avling. Dette framgår også av figur 3 som viser hvor mange av røttene som hadde råte bare ved bladfestet. Feltet på Sørlandet (ArGr90) hadde nesten ikke røtter med slik råte, mens det i Toten, Jæren og Jeløy og omland forsøksring var tydelig at bladrester førte til flere røtter med råte ved bladfestet. Hos noen av disse røttene var angrepet så svakt at de var salgbare etter pussing.



Figur 3. Antall røtter (%) med råte bare ved bladfestene i sju lagringsforsøk. Virkning av bladpussing ved høsting

Figure 3. Percentage of roots in which rot was found only at the leaf base in seven storage trials. Effect of leaf cutting at harvest

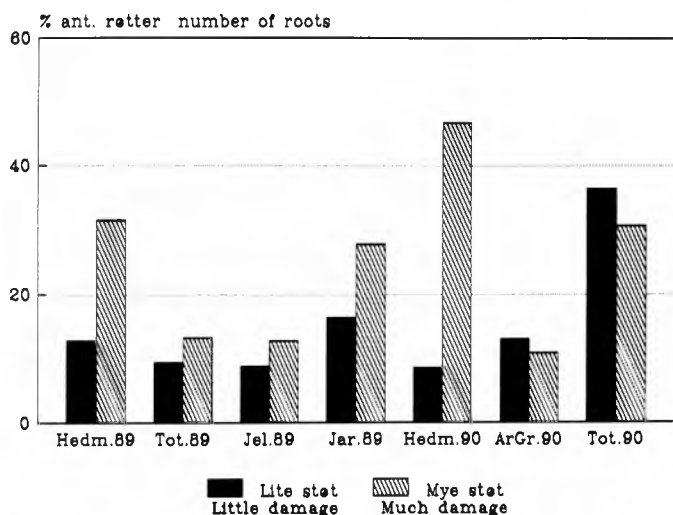
Råte utenom bladfestet etter lagring

Dårlig bladpussing hadde ingen tydelig virkning på antall røtter med råte bare utenom bladfestet. Kutting av hovedrota og siderøttene ved høsting førte til noe mindre av slik råte på fem av de sju stedene, men forskjellen fra røtter som ikke var kuttet, var i gjennomsnitt for alle felt bare fire prosentenheter. Det var støtskadene som førte til de store forskjellene på grunn av råte utenom bladfestet (figur 4). Uten støtskader var det 15% av røttene som bare hadde råte utenom bladfestet. Antallet økte til 25% dersom røttene ble utsatt for støt.

Selv om noen av råteangrepene var så svake at røttene kunne selges etter pussing, ble henholdsvis 26 og 46 % av røttene i Hedmark forsøksring frasortert på grunn av slik råte etter støtskade de to forsøksårene. I Toten forsøksring var det i 1990 33 % av røttene som bare hadde råte utenom bladfestet, men ikke mer enn 13 % ble frasortert av den grunn. På dette feltet og i Arendal/Grimstad hadde støtbehandlingen ingen betydning for råteangrepene utenom bladfestet.

Råte både ved og utenom bladfestet etter lagring

Om lag hver femte rot hadde råte både ved og utenom bladfestet. Av disse var det 70 % som hadde bladrester, og 60 % var uten rotspiss og siderøtter. Det var ingen tydelig



Figur 4. Antall røtter (%) med råte bare utenom bladfestene i sju lagringsforsøk. Virkning av støtskader ved høsting
 Figure 4. Percentage of roots in which rot occurred other than at the leaf base in seven storage trials. Effect of damage at harvest

sammenheng mellom disse råteskadene og støtbehandlingen. Nesten halvparten av disse røttene (42 %) hadde ikke vært utsatt for spesielle støt. I Jeløy og omland forsøksring hadde 89 % av de råteskadde røttene bladrester.

DISKUSJON OG KONKLUSJON

Bladkutting

I denne undersøkelsen ble det brukt samme forsøksopplegg som Neergaard (1984) brukte for å undersøke virkningen av bladkutting. Hun fant som gjennomsnitt for ni felt, at 71 % av røttene var salgbar etter vanlig god bladpussing. Dersom røttene ble lagret med 5-10 cm bladstiler, var 65 % salgbar etter lagring.

I engelske undersøkelser (Geeson, Browne, Everson 1987) ble det forsøkt å vri bladene løs i stedet for å kutte med kniv. Røttene ble heller ikke pusset. Dette ble prøvd i to år, og førte til mindre problem med gråskimmelrøte enn i røtter hvor blad og røtter ble pusset på vanlig måte.

Våre undersøkelser viser at virkningen av bladrester på røttene kan variere, men at en i de fleste tilfellene vil få det beste resultatet når alle bladrestene er fjernet før lagring. Dersom røttene ble utsatt for mye støt førte bladrestene til ekstra store lagringstap.

Støtskader

Neergaard (1984) slapp også røttene ned på betonggulv fra 1,5 m høyde. Det reduserte vekten av salgbar røtter etter lagring med bare to prosentenheter, men nesten halvparten av de støtskadete, salgbar røttene hadde grunne råteflekker som gjorde at de havnet i K1 2.

Enkelte dyrkere har erfaring for at kålrøttene tåler mye støt uten at det reduserer salgsavlinga. Resultat fra to av feltene våre viser også at det kan gå bra noen ganger. De grunne råteflekkene som oppstår etter støtskader kan imidlertid lett føre til sterk reduk-

sjon i salgbar avling dersom røttene ikke blir omsatt etter kort tid eller lagret under gode forhold.

Rotpussing

Som nevnt ble det i de engelske undersøkelsene oppnådd bedre lagringsresultat når en lot være å pusse røttene. Våre resultat bekrefter dette dersom røttene både hadde bladrester og ble utsatt for mye støt. I alle andre tilfeller var det ingen tydelige forskjeller i lagringsevne enten en kuttet rotspissen og siderøttene ved høsting, eller om en bare ristet av det meste av jorda. Jordtypen på feltet og fuktighetsforholdene under høsting kan føre til at det følger mye jord med dersom røttene ikke pusses. Ved handhøsting har en under slike forhold muligheten for å lagre reinere røtter ved å pusse dem først. Ellers vil en spare høstearbeid og få like bra lagringsresultat uten rotpussing.

SAMMENDRAG

Kålrot ble handhøstet hos sju dyrkere i september/oktober. Etter ulik behandling ble røttene lagret hos dyrkerne til april. Det var da flest salgbare røtter (84%) blant de røttene som var innlagt uten bladrester og støtskader. Rotkutting ved høsting hadde i de fleste tilfellene ingen betydning for lagringsresultatet, men dersom røtter med bladrester ble utsatt for kraftige støt, var det en fordel at rotspissene og siderøttene ikke var kuttet. Bladrester på røttene førte til mere råte ved bladfestet, mens støtskader økte råteangrepet utenom bladfestet. Hos enkelte dyrkere ble lagringsresultatet bra selv etter at røttene var utsatt for kraftige støt, med det gjalt bare for røtter uten bladrester.

LITTERATUR

Dragland, S. 1991. Arbeidsbehov ved tynning og høsting av kålrot. Norsk landbruksforskning 5: 131-138.

Geeson, J., Browne, M. & Everson, H. 1987. No rot in the store. Grower, 18: 24-26.

Neergaard, M. 1984. Virkning av ulike høstemetoder på lagringsevnen hos kålrot. Grønnsakseminar, - gulrot, kålrot og kinakål. Aktuelt fra Statens fagtjeneste for landbruken, nr. 7: 60-65.

Virkning av ulike plasttyper på temperatur og avling av grønnsaker

Effects of various types of plastic film on temperature and vegetable yield

GUNNAR GUTTORMSEN

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

Guttormsen, G. 1992. Effects of various types of plastic film on temperature and vegetable yield. Norsk landbruksforskning 6: 51-60. ISSN 0801-5333.

The effects of different types of floating plastic film on temperature, light transmission and vegetable yield have been investigated. In April, despite a lower light transmission, using double layers of PE 500 and of PE 500 + PP resulted in an increase in temperature and yield to the same level as temperature and yield when a traditional covering with single, non-perforated polyethylenen was used. In May, with a mean outside air temperature of 13.8°C and a soil temperature of 11.6°C, single permeable coverings with PE 500, PP or PP + PA resulted in either an earlier or higher yield of white cabbage and chinese cabbage.

Key words: Light transmission, mulch, plastic, temperature.

Gunnar Guttormsen, Landvik Research Station, N-4890 Grimstad, Norway.

Plastdekking er et middel for å forbedre det naturlige klimaet i luft og jord med hensyn til temperatur og fuktighet. Lav temperatur er gjerne en begrensende faktor for vekst og utvikling hos grønnsaker særlig ved tidlig dyrking. Fordelen ved plastdekking er større avling og økonomisk sikkerhet særlig for varmkrevende vekster. En oppnår også en tidligere markedsføring til en høyere pris og lengre markedsdekking med norske produkter. Prisforskjellen mellom tidligere salg etter plastdekking og senere salg etter dyrking på friland må være stor nok til å dekke merkostnadene ved denne dyrkingsteknikk.

I mange land brukes plastdekking til å forlenge produksjonssesongen. I land med lite nedbør f. eks. i Israel gjør plastdekking det mulig å flytte grønnsakproduksjonen til vinteren, en årstid som har nok nedbør, men som har for lav temperatur for grønnsakproduksjon, dersom en ikke bruker plast. Hos oss var vanlig dekketid fra første uke i april til første uke i mai for tett plast i Sør-Norge

I de senere år er det markedsført polyetylen som hullfolie og ulike typer av fiberduk laget av polypropylen (Agryl) eller polypropylen og polyamid (Agronet). Felles for

disse plasttypene er at de kan ligge på lengre uten at temperaturen blir for høy. De markedsføres i 8-12 bredde og legges direkte på plantene eller over grop. Dette er omtalt som flatedekking.

En landsomfattende forsøksserie i 1985-86 viste positive resultater etter flatedekking med fiberduk og hullfolie utover i mai og juni (Guttormsen 1987). Forlenget dekkeperiode ved bruk av hullfolie eller fiberduk er nå etter hvert blitt vanlig her i landet. En starter med tett plast over grop eller bøyer, når denne blir fjernet først i mai blir det lagt på enkel fiberduk direkte på plantene (flatedekking) frem mot hodedanning. En bruker dermed to lag med plast. Det er også vanlig å bruke enkel fiberduk som flatedekking etter utplanting fra mai og utover i vekstsesongen der en tidligere ikke nyttet plastdekking.

I Tyskland og i Belgia, hvor man ikke bruker tett plast som hos oss, har en påvist bedre vekst ved flatedekking med dobbel plast som fiberduk eller hullfolie når en sammenlignet med enkelt dekke (Maync 1983, Benoit & Ceustermans 1990).

Hensikten med denne undersøkelsen var å klarlegge bruksverdien av nyere plasttyper som er alternativ til tradisjonell solfangerdyrking ved dekking i april-mai og til forbedring av vekstklimate senere i vekstsesongen. Dobbeldekking som flatedekking på flatt land eller over grop ble sammenlignet med tett plast ved dekking i april-først i mai, Seinere i vekstsesongen ble også enkeltdekking på flatt land som flatedekking sammenlignet med udekt.

MATERIALE OG METODER

Temperaturmålingene er utført på Landvik forskingsstasjon ved Grimstad i en serie med forsøk fra 1986 til 1990. Temperaturen ble målt hvert 30. minutt med kopper-konstantan termoelementer og registrert ved en Delta-x-datalogger. Temperaturen ble målt samtidig 5 cm under, og 10 cm over jordoverflaten enten i 20 cm dype plantegroper eller på flatt land under flatedekking. Bare temperaturmålinger fra klarværsdager er presentert. Lysgiennomgangen ble målt i bur dekt med plast.

For måling av avling ble det også lagt ut forsøk på spredte felt i forsøksringer rundt om i landet og ved Holt forskingsstasjon i Tromsø. Forsøkene ble utført med hvitkål, kinakål eller blomkål hvor tett plast ble hullsatt eller ett av to lag ble fjernet når dagens maksimumstemperatur kom opp i ca. 15°C. Ved dobbeldekking med hullfolie og fiberduk/nettduk ble hullfolien, som lå øverst, fjernet først. All plast ble fjernet før begynnende hodedanning.

Anvendte plasttyper:

1. Solfangerplast, tett polyetylen, 0.03 mm.
2. Hullfolie, polyetylen med 500 hull a 1 cm pr. m², 0.05 mm.
3. Agryl, polypropylen (fiberduk), 17 gram pr. m².
4. Lutrasil, polypropylen (fiberduk), 17 gram pr. m².
5. Agronet, polypropylen og polyamid (nettduk), 15 gram pr. m².
6. Sort og brun polyetylen til jorddekking.

RESULTATER

Tabell 1 viser resultater for flatedekking med enkel plast etter utplanting i mai (ikke tidlig dyrking) Flatedekking hevet døgnetts gjennomsnittstemperatur 10 cm over bakken 1-3 grader i klart vær. Tabellen viser dessuten at plastdekking gir høyere temperatur om dagen når det er innstråling, mens nattens minimumstemperatur i luften blir uendret. Temperatureffekten av Lutrasil og Agryl var lavere enn for PE 500 hvor maksimumstemperaturen ble hevet ca. 9°C, mens Agronet hadde lavest temperatureffekt hvor maksimumstemperaturen bare var 3.5°C høyere enn der det ikke var dekket. Jorden har større evne til å lagre varme enn luft, dette gjør at nattens minimumstemperatur i jord blir høyere under plast. Tabell 1 viser også at plastdekking gir en betydelig lysreduksjon til plantene.

Tabell 1. Temperaturheving og lysgjennomgang ved plastdekking på flatt land (flatedekking) i klart vær. Måleperiode: 03.-20. mai 1986

Table 1. Temperature increase and light transmission under single covering with floating plastic film on clear days. Period of observation: 3-20 1986 May

Dekke Covering	Temperaturheving, °C Increase in temperature, °C						
	+ 10 cm			- 5 cm			%Lys %Light
	Gj.sn. Mean	Maks. Max.	Min. Min.	Gj.sn. Mean	Maks. Max.	Min. Min.	
Udekt Uncovered	13.8	22.3	5.6	11.6	16.4	7.5	100
PE 500	3.2	9.1	0.3	3.4	6.2	1.6	77
Lutrasil	2.6	6.9	-0.2	2.5	4.4	1.7	63
Agryl	2.4	6.1	0.0	2.4	3.8	1.6	63
Agronet	1.2	3.5	0.1	1.7	2.4	1.2	70
LSD 5%	0.6	0.9	0.2	0.3	1.1	0.3	-

Avlingen av kinakål er vist i tabell 2. I gjennomsnitt for 8 felt rundt om i landet gav flatedekking i mai-juni 5 dager tidligere høsting og 5-31% større KI i avling enn friland. I Nord-Norge ble høstingen opptil 14 dager tidligere etter flatedekking, mens for lang dekketid kombinert med høge temperaturer forsinka hodedanningen på andre felt. For blomkål (tabell 3) ble hodene større etter dekking, mens kvaliteten delvis ble dårligere på grunn av for lang dekketid kombinert med høy temperatur.

I tabell 4 er tett solfangerplast sammenlignet mer dobbel dekking med ulike plasttyper ved tidlig dekking. Temperatureffekten av dobbeldekking med fiberduk eller nettduk var betydelig lavere enn for enkel og tett polyetylen. Dobbeldekking med hullfolie (PE 500) eller hullfolie sammen med fiberduk gav tilnærmet samme temperaturheving og vekst av hvitkål som enkel og tett polyetylen, men dobbel hullfolie hadde litt mindre effekt enn hullfolie lagt over fiberduk.

Tabell 2. Tidligavling av kinakål etter enkel plastdekking på flatt land (flatedekking) i mai. Gjennomsnitt av 8 felt: Hedmark, Lier, Grimstad, Landvik, Haugaland, Stjørdal, Namdal og Ofoten i 1986
Table 2. Early yield of Chinese cabbage after single covering with floating plastic film in May. Means of eight sites: Hedmark, Lier, Grimstad, Landvik, Haugaland, Stjørdal, Namdal and Ofoten in 1986

Dekke	Døgn utpl.-høst	Gram/hode	% stokk	% tall Kl I	Kg Kl I/ha
Cover	Days pl.-harv.	Gram/head	% bott.	% n.gr. I	Kg gr./ha
Udekt <i>Uncovered</i>	57	757	21	64	29523
PE 500	52	888	5	80	38628
Lutrasil	52	780	4	83	35880
Agryl	51	707	7	76	31108
Agronet	52	690	7	76	31050
LSD 5%	2	94	6	7	4990

Tabell 3. Tidligavling av blomkål etter enkel plastdekking på flatt land (flatedekking) i mai. Gjennomsnitt av 3 felt: Jeløy, Landvik og Tromsø i 1986

Table 3. Early yield of cauliflower after single covering with floating plastic film in May. Means of three sites: Jeløy, Landvik and Tromsø in 1986

Dekke	Døgn utpl.-høst	Gram/hode	% tall Kl I	Kg Kl I/ha
Cover	Days pl.-harv.	Gram/head	% n. gr. I	Kg gr./ha
Udekt <i>Uncovered</i>	58	359	67	11847
PE 500	56	381	67	12954
Lutrasil	57	436	60	13298
Agryl	57	420	61	12810
Agronet	56	401	66	13634
LSD 5%	n.s	22	n.s	n.s

Lysreduksjonen blir betydelig under dobbelt dekke, mens 85% av lyset slipper gjennom enkel solfangerfolie ble lyset redusert ned til 52-55% for dobbel fiberduk/nettduk. Polyetylen har noe høyere lysgjennomgang enn fiberduk/nettduk.

Tabell 5 og 6 viser resultater av temperaturmålinger under dobbeldekking og avlingsundersøkelser på spredte felt i 1988. Dobbeldekking med hullfolie og fiberduk gav tilnærmet samme temperaturøkning og avling som vanlig solfangerplast, mens dobbeldekking med hullfolie og nettduk hadde mindre effekt. Til forskjell fra flatedekking i mai (tabell 1) viser tabell 5 at plastdekking kan gi stor nok varmeakkumulering i jorden om dagen til at luftens minimumstemperatur om natten også blir høyere.

Undersøkelsen ble ført videre i 1990 hvor det også ble tatt med jorddekking i kombinasjon med plantedekking med plast. Med hensyn til temperatur viser tabell 7 at dobbeldekking med hullfolie og nettduk gav resultater i forhold til udekket og til

Tabell 4. Temperaturøkning, lysgjennomgang og plantevekst (hvitkål) ved plastdekking av plantegrop. Måleperiode: 25. april-10. mai 1987 (klare dager). PE = polyetylen
 Table 4. Temperature increase, light transmission and plant growth (white cabbage) in furrows covered with various types of plastic film. Period of observation: 25 April - 10 May 1987 (clear days) PE-NP = single covering with non-perforated polyethylene

Dekke Covering	Temperaturheving, °C Increase in temperature, °C						% lys % Light	% vekst % Growth
	+ 10 cm			- 5 cm				
	Gj.sn. Mean	Maks. Max.	Min. Min.	Gj.sn. Mean	Maks. Max.	Min. Min.		
Udekt Uncovered	12	19	3	12	16	5	100	-
PE,tett,enkel PE-NP	7	20	1	3	5	6	85	100
PE 500,dobbel PE 500,double	5	18	1	2	4	5	66	92
Agronet,dobbel Agronet,double	1	9	-1	0	1	3	55	40
Lutrasil,dobbel Lutrasil,double	3	12	0	1	1	5	52	65
Agryl,dobbel Agryl,double	4	15	1	1	1	5	52	57
Agryl + PE 500	7	21	1	3	5	6	61	107
LSD 5%	1	2	1	1	1	1	-	20

Table 5. Temperaturheving i klart vær ved plastdekking over plantegrop. Måleperiode: 14. april - 9. mai 1988. PE = polyetylen
 Table 5. Temperature increase on clear days in furrows covered with plastic film. Period of observation: 14 April - 9 May. 1988. PE-NP = single covering with non-perforated polyethylene

Dekke Covering	Temperaturheving, °C Increase in temperature, °C					
	+ 10 cm			- 5 cm		
	Gj.sn. Mean	Maks. Max.	Min. Min.	Gj.sn. Mean	Maks. Max.	Min. Min.
Udekt Uncovered	14	25	4	14	19	6
PE,tett,enkel/PE-NP	7	15	2	5	9	3
Agryl + PE-500	6	13	3	4	6	3
Agronet + PE-500	4	10	2	3	5	2
LSD 5%	1	3	1	1	2	1

dekking med enkel solfangerplast som samsvarer med resultatene i 1988. I klart vær økte dagens maksimumstemperatur under enkel fiberduk med 9°C. Dette er ca. halvparten av temperaturstigningen under tett solfangerplast. Denne var 16°C. Jorddekking under fiberduk gav ikke høyere temperaturer, unntatt en viss heving av nattens minimumstemperatur i jord. Avlingsresultatet (tabell 8) viser at dobbeldekking med

Tabell 6. Tidligavling av hvitkål ved plastdekking av plantegrop. Dekkeperiode: April-mai 1988. Gjennomsnitt av 4 felt: Jeløy, Lier, Grimstad og Landvik. PE = polyetylen
 Table 6. Early yield of white cabbage after plastic covering of furrows. Period of covering: April-May 1988. Means of four sites: Jeløy, Lier, Grimstad, and Landvik. PE-NP = single covering with non-perforated polyethylene

Dekke Cover	Døgn utpl.-høst Days pl.-harv.	Gr./hode Gr./head	% t. KI I % n. gr.I	% v. KI I % w. gr.I	Kg KI I/ha Kg gr.I/ha
PE,tett,enkel /PE-NP	57	574	86	90	21542
Agryl + PE-500	59	639	78	83	22116
Agronet + PE-500	60	516	61	68	14632
LSD 5%	2	n.s.	14	15	5690

hullfolie og fiberduk gav minst like tidlig og stor avling av tidlig kinakål som tradisjonell dekking med enkel solfangerplast.

Tabell 7. Temperaturheving i klart vær ved plastdekking på flatt land (flatedekking). Måleperiode: 30. april - 6. mai 1990. PE = polyetylen, PE-brun og PE-sort er jorddekking.
 Table 7. Temperature increase on clear days under floating plastic films. Period of observation: 30 April - 6 May 1990. PE-NP = single covering, non-perforated polyethylene. Soil covering (mulch) consists of PE-brun and PE-sort

Dekke Covering	Temperaturheving, °C Increase in temperature, °C					
	Gj.sn. Mean	+ 10 cm Maks. Max.	Min. Min.	Gj.sn. Mean	- 5 cm Maks. Max.	Min. Min.
Udekt Uncovered	17	29	5	17	24	9
PE-tett,enkel /PE-NP	8	16	2	6	7	6
Agryl	4	9	0	2	2	3
Agryl + PE-500	7	15	3	5	7	4
PE-brun + Agryl	4	11	0	1	-1	4
PE-sort + Agryl	3	9	0	2	0	5
LSD 5%	1	3	1	1	1	1

Tabell 8. Tidligavling av kinakål ved plastdekking på flatt land (flatedekking). Dekkeperiode: April-mai 1990. PE = polyetylen, PE-brun og PE-sort er jorddekking

Table 8. Early yield of Chinese cabbage after covering with floating plastic films. Period of covering: April - May 1990. PE-NP = single covering, non-perforated polyethylene. Soil covering (mulch) consists of PE-brun and PE-sort

Dekke	Døgn utpl.-høst	Gram/hode	% K11
Covering	Days pl.-harv.	Gram/head	% grade 1
Udekt	61*	848*	0
Uncovered			
PE,tett,enkel	45	480	76
/PE-NP			
Agryl	49	540	79
Agryl + PE-500	40	451	83
PE-brun + Agryl	48	497	84
PE-sort + Agryl	52	613	84
LSD 5%	5	166	13

* = 100% stokkløping/bolting

DISKUSJON

Endring av mikroklimaet ved plantedyrking betyr at energibalansen til enkeltplanter eller en plantebestand endres. Den viktigste enkeltfaktoren er redusert luftskifte mellom plantesjiktet og høyere luftlag. Om dagen vil innstrålingen være større enn utstrålingen. Differansen (nettostrålingen) brukes til oppvarming av jord, planter og luft og til evapotranspirasjon. Ved høy innstråling gir dette gir en kraftig stigning av temperatur og luftfuktighet under platen. Om natten vil oppvarma jord, planter og luft fungere som en varmekilde og avgi varme slik at temperaturen kan bli høyere under platen enn utenfor. Om natten frigjøres det også varme ved kondensasjon av vanndamp. Rikelig jordfuktighet er derfor en av betingelsene for en god effekt av plastdekking. Temperaturen om natten avhenger derfor av balansen mellom tapt energi og tilført energi fra varmekilder under platen.

Tabellene 1, 4, 5 og 7 illustrerer hvordan forskjell i energibalansen under platen resulterer i ulik effekt av plastdekking på nattens minimumstemperatur, som i luften varierte fra en reduksjon på en grad C til en økning på 3°C. Tabellene 4, 5 og 7 viser i samsvar ned tidligere undersøkelser (Guttormsen 1972) en heving av dagens maksimumstemperatur med ca. 15°C på klare dager i april - mai under tett plast. Dobbeldekking med hullfolie eller fiberduk og hullfolie gav tilnærmet samme temperatureffekt som tett plast, mens dobbeldekking med fiberduk og spesielt med nettduk gav lavere temperatureffekt.

Plastdekking gir også redusert innstråling til plantene. Ved dobbeldekking kan denne bli betydelig (tabell 4). Dette forutsettes likevel å være mindre vesentlig under gode lysforhold.

Plastdekket virker som en barriere mot luftbevegelse enten den skyldes temperaturstigning i plantesjiktet eller vind. Det er rimelig å anta at den positive effekt på

plantevekst ved flatdekking i mai, juni eller juli ikke bare skyldes temperaturheving, men også høyere luftfuktighet (bedre vannbalanse i plantene) på grunn av levirkning mot vind. Benoit & Ceustermans (1980) fant at luftgjennomgangen gjennom fiberduk og nettduk var henholdsvis 3 og 2.7 ganger større enn for hullfolie ved en lufthastighet på 88 m pr. minutt. Tilsvarende resultater for fiberduk er også funnet av Gerst (1985). Denne forskjellen gjør at både temperatur og luftfuktighet bør bli høyere under hullfolie enn under fiberduk/nettduk. Dette samsvarer med resultatene i denne undersøkelsen, som også viser at hullfolie har større lysgjennomgang enn fiberduk/nettduk. På grunnlag av temperaturforskjellen mellom fiberduk og nettduk er det imidlertid urimelig at fiberduk skal ha større luftgjennomgang enn nettduk. Den anvendte nettduken ble lett revet i stykker. Ved mye vind under spiring eller mens plantene er små kan imidlertid tett plast gi fordeler fremfor dobbeldekking med fiberduk/hullfolie på grunn av mindre uttørring og høyere luftfuktighet. Dette kan motvirkes med planting i grop eller vanning på platen. Forskjellen mellom fiberduk og hullfolie kan være uvesentlig for praktisk bruk, men for vekster med krav til høy luftfuktighet vil hullfolie være best. Høy luftfuktighet gir hurtigere vekst hos bladgrønnsaker f.eks. salat- og kålvekster med et stort bladareal. Tørrstoffprosenten kan imidlertid bli redusert etter plastdekking. Dette er bl.a. funnet hos issalat (Henriksen 1982).

Det fremgår av tabellene 2, 3, 4, 6 og 8 at økende temperatureffekt på grunn av plastdekking generelt har gitt tidligere og/eller større avling. Ved høsting på spredte felt har det vært et problem å få høstet alle rutene på feltet på samme utviklingstrinn for å få frem forskjellen i tidlighet (tabell 2, 3 og 6). Dette gjør at de behandlinger som har gitt avlingsøkning egentlig skulle ha vært høstet tidligere. Tabell 3 viser relativ liten effekt av flatdekking i mai for blomkål. Dette skyldes perioder med uheldig høy temperatur som har gitt løse hoder for feltene Jeløy og Landvik. I Tromsø ble høstingen 5 dager tidligere etter flatedekking. I danske forsøk fant Henriksen (1986) opp til 10 dager tidligere høst for blomkål etter flatedekking med enkel hullfolie eller fiberduk fra først i april til midt i mai.

Ved plastdekking kan det være et problem å avgjøre når platen skal fjernes. For tidlig eller for sein fjerning i forhold til kulturens utvikling eller klimaforhold vil redusere fordelene ved dekking. Tett plast bør hullsettes eller øverste lag ved dobbeldekking fjernes når dagens maksimumstemperatur kommer opp i ca. 15°C. For hodedannende vekster bør all plast fjernes før begynnende hodedanning.

En vurderer dobbeldekking med fiberduk under hullfolie som et aktuelt alternativ til tett plast i april etterfulgt av fiberduk i mai. Under forutsetning av at samme hullplast og fiberduk kan brukes på tre kulturer etter hverandre og at den tette solfangerplaten bare brukes en gang, vil plastkostnadene like store for de to alternativene. Beregningsgrunnlaget er: Tett solfangerplast som brukes en gang koster kr 600 pr. daa. Hullfolie og fiberduk koster kr 1800 pr. daa brukt en gang og kr 600 pr daa brukt tre ganger. Dette gir en kostnad på kr 1200 pr. daa for dobbeldekking. Dette er samme kostnad som for solfangerplast brukt en gang etterfulgt av fiberduk brukt tre ganger. Flatdekking av 10-12 m brei plast gir tydelige arbeidsmessige fordeler fremfor tett plast over grop eller bøyer både ved utlegging og ved fjerning av platen. Flatdekking, som gir en bedre arealutnyttelse, gir også en bedre stabilitet i vind enn tett solfangerplast. Den anvendte nettduk var for svak til gjenbruk.

Den økonomiske fordel etter klimaforbedring med plast vil variere med virkningen av klimaforbedring på avling og kvalitet, men særlig av den merpris som oppnåes etter

klimaforbedring, gjennom en tidligere markedsføring. En lengre markedsdekking med norskproduserte grønnsaker gir også fordeler. Plastdekking minsker risikoen veksthemming og stokkløping på grunn av lave temperaturer. Tradisjonell dekking med tett plast i april og flatdekking med enkel fiberduk eller hullfolie fra ca. 1. mai har bidratt til å styrke økonomi og sikkerhet i norsk grønnsakproduksjon.

SAMMENDRAG

En har undersøkt bruksverdien av nyere plasttyper som et alternativ til tradisjonell solfangerdyrking med dekking i april- mai og til forbedring av vekstklimaet senere i vekstsesongen

Dobbeldekking med dobbel hullfolie eller fiberduk og hullfolie gav samme temperatureffekt som enkel, tett polyetylen (solfangerplast), men lysreduksjonen ble større. Etter dobbeldekking ble veksten like stor som etter dekking med enkel, tett solfangerplast. På grunn avlingsresultater, plastkostnad og arbeidsmessige fordeler vurderes flatdekking over grop eller flatt land med dobbel hullfolie eller hullfolie over fiberduk som et aktuelt alternativ til tradisjonell dekking med tett plast i april.

Forbedring av vekstklimaet ved flatdekking med enkel hullfolie eller fiberduk som flatdekking på flatt land i mai og juni gav til dels store avlingsmessige fordeler sammenlignet med udekket.

LITTERATUR

Benoit, F. & N. Ceustermans 1980. Morphogenesis of early lettuce under temporary direct cover of perforated plastic sheeting. *Plasticulture* 46: 19-29.

Benoit, F. & N. Ceustermans 1990. Morphogenesis of butterhead lettuce (*Lactuca Sativa* Var. *Capitatis*) under double direct cover (DC). *Acta. Hort.* 267: 29-32.

Gerst, J.J. 1985. Cultures légumières bâches CTIFL, Bergère, Paris. 200 pp.

Guttormsen, G. 1972. The effect of plastic tunnels on air and soil temperatures in relation to observations of cloud-cover. *J. agric. Engng. Res.* 17: 99-106.

Guttormsen, G. 1987. Klimaforbedring med plast - virkninger av nye dekkematerialer 1986. *Aktuelt fra SFFL* 1: 195-198.

Henriksen, K. 1980. Dyrkning under klar plast. *Gartner Tidende* 13: 188-191.

Henriksen, K. 1982. Plasticdækning i issalat. *Statens Planteavlsvorsøg* 84(1644): 1-4.

Henriksen, K. 1986. Plastdækning af tidlig blomkål. NJF-seminar nr. 93 Paimio, Finland: 36-49.

Maync, A. 1983. Verfrühung von Gemüse. Gewusst wie ?. Landes Lehr- und Forschungsanstalt, 17:103-117.

Nitrogen, fosfor og kalium i grøftevannsprøver fra dyrket mark

Nitrogen, phosphorus and potassium in drainage water from cultivated land

GOTFRED UHLEN & JOHN GEIR ØSTERUD

Norges landbrukshøgskole, Institutt for jordfag, Ås, Norge

Agricultural Univ. of Norway, Department of Soil Sciences, Ås, Norway

Uhlen, G. & J. G. Østerud 1992: Nitrogen, phosphorus and potassium in drainage water from cultivated land. *Norsk landbruksforskning* 6: 61-72. ISSN 0801-5333.

In 1988-90, about 200 samples of water were taken from pipe drains of agricultural fields, usually from the first runoff after harvest. The fields were grouped according to crop species: grassland, spring grain, and vegetables, (including potatoes), and also, according to soil type: fine- and coarse-textured soil and peat soils. Large variations in content of N and P were found. The median values for $\text{NO}_3\text{-N}$ + small amounts of $\text{NH}_4\text{-N}$ were 2 mg per litre for grassland samples, 6.5 mg for spring grain and 15 mg N for the vegetable group. The grassland samples were mainly from high rainfall districts in western Norway, whereas the grain and vegetable fields were situated in inland districts with less yearly runoff. The phosphorus content of the drain water was for the most part extremely low, ≤ 0.01 mg $\text{PO}_4\text{-P/l}$, and median total P 0.04-0.05 mg/l. Very high values of $\text{PO}_4\text{-P}$ and total P (> 1 mg P/l) occurred in samples from three peat soils and for one morainic soil with heavily farm manured grassland. No correlations were found between N, P, and K in the water and the amounts added in fertilizer + manure.

Key words: Crop species, $\text{NO}_3\text{-N}$ and $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$ and total-P. soils.

Gotfred Uhlen, Agricultural University of Norway, Department of Soil Sciences, P.O. Box 28, N-1432 ÅS.

Avrenning fra jordbruksareal til vassdrag og til sjøen er gjenstand for stor oppmerksomhet. Før den såkalte algekatastrofen våren og sommeren 1988 var interessen i Norge særlig fokusert på fosforavrenning til ferskvann. Etter 1988 er oppmerksomheten i stadig større grad rettet mot nitrogenforurensing fra land.

Nitrogenavrenning fra landbruksareal synes i følge undersøkelser å variere med en faktor på ca. 10 fra år til år og fra sted til sted. Uhlen og Lundekvam (1989) har samlet tilgjengelig data for N og P-avrenning fra norske undersøkelser.

Vekstforhold og avling, og dermed utnyttelse av nitrogen i jord og gjødsel har, i tillegg til nedbørforhold og gjødsling, helt avgjørende betydning for utvaskningstap av N fra arealene.

I undersøkelsene som er referert her, har en ikke tatt sikte på å måle avrenningsmengder, men å skaffe mer utfyllende opplysninger om konsentrasjoner av næringsstoffer i grøftevann fra dyrket jord.

METODER OG MATERIALE

Landbrukets forsøksringer har tatt ut grøftevannsprøver fra utvalgte skifter, og samlet inn de nødvendige opplysninger om jordart, vekst, gjødsling m.m. Prøvene er analysert ved NLH for innhold av NO₃-N, NH₄-N, PO₄-P, tot-P, K med mere. Miljøvern-departementet ga kr. 50 000 til dekning av analyser og andre utgifter. Statens tilsynsinstitusjoner i landbruket (STIL) har skaffet ytterligere midler til fullføring av analyseprogrammet i 1990 og til fortsatte undersøkelser. Resultatene for 1988 og 1989 er bearbeidd som ledd i en hovedoppgave ved NLH. Resultatene gjengitt her er for 3-årsperioden 1988-90.

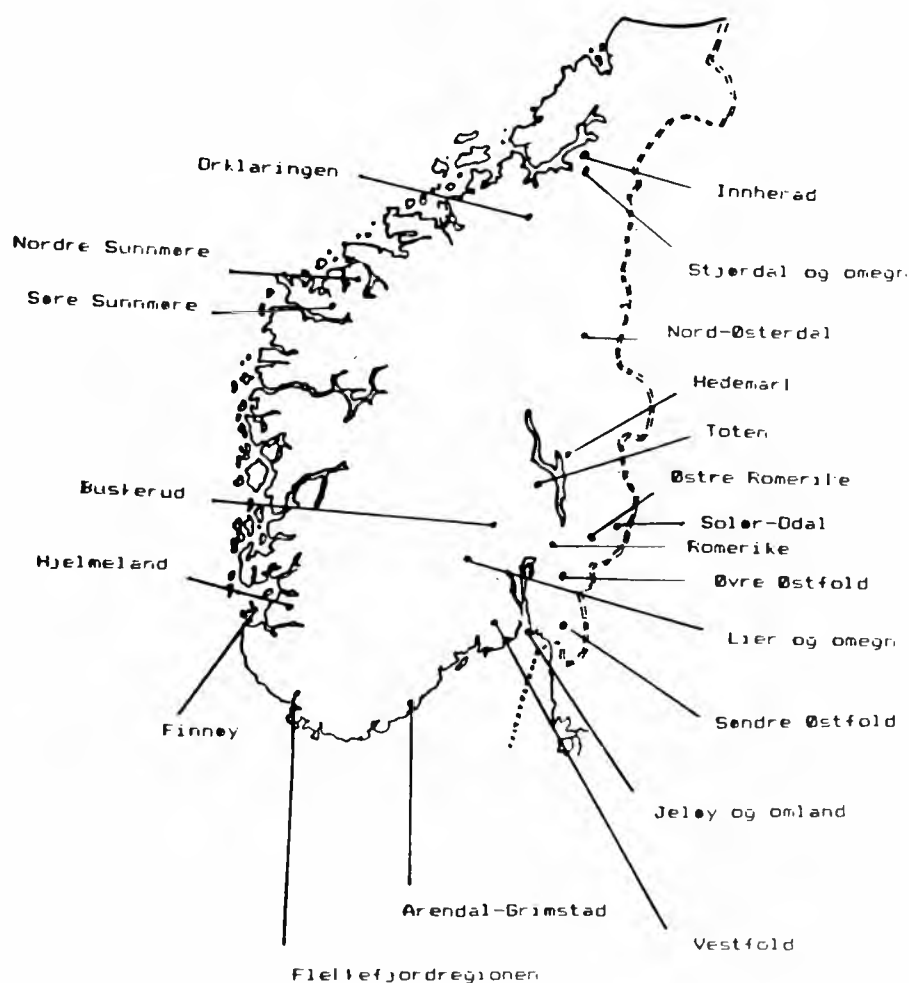
En tok sikte på å få inn en vannprøve fra inntil 5 gårder i hver av de deltagende forsøksringer. I 1988 kom det inn 50 prøver fra 11 forsøksringer, og 1989 ca. 130 prøver fra 21 ringer, hvorav 7 med prøver fra samme steder som året før. Også i 1990 ble det tatt ut 50 prøver fra 11 forsøksringer. I 1989 ble det på mange steder tatt ut prøver 2 ganger i løpet av året. Antall prøvesteder dette året var 80. Som vist på kartet (Figur 1) har en fått prøver fra forsøksringer i hele Sør-Norge, men likevel med overvekt av prøver fra Østlandsområdet.

Hensikten med undersøkelsen var å få et bilde av variasjoner i innhold i grøftevann i forhold til klima, jord, gjødsling og vekstforhold. For å bedømme utvasking i kg eller gram pr. dekar, måtte en ha hatt målinger også av avrent mengde vann og representative prøver av dette vannet. Vannprøvene er som oftest tatt ved første grøftevannsavrenning i eller etterveksts sesongen, noe som en antar særlig skulle fange opp høye verdier for innhold av stoffer i grøftevann.

I innlandsklima inntreffer ofte første grøfteavrenning etter at gjødslingssesongen er over og først etter innhøsting. I enkelte år kan en få avrenning i grøftene også på forsommeren, en situasjon som nok er mer vanlig i regnrrike distrikter.

Vannprøvene er fra enkeltgrøfter eller grøftesystem som representerer større skifter med samme vekst og gjødsling. Grøftesystemene var av forskjellig alder, 1-30 år. I de fleste tilfelle er oppgitt at det er brukt plastrør, og sagflis har vært mest brukt som filtermateriale. I de tilfelle det ikke forelå jordanalyser, ba en om å få sendt inn også prøver av jorda i 2 sjikt (0-20 cm og 25-40 cm).

Resultatene av jordanalyser for pH, lett-løselig fosfor (P-AL) og kalium (K-AL) i tilgjengelige jordprøver, viser en fordeling på de ulike klasser som samsvarer bra med det som er funnet på landsbasis. Ca. halvparten av prøvestedene fra 1988 og 1989 hadde fosforinnhold i klasse III, og 16 av 71 var i høyeste P-klasse (IV). Over halvparten hadde K-AL innhold tilsvarende klasse II. En har gruppert prøvestedene dels etter jordart, og dels etter vekst. For årene 1988-90 har en 84 steder med engareal, 70 med korn og 35 felter med grønnsaker eller poteter. Den siste gruppen omfatter så pass ulike vekster som løk, gulrot, kål og kinakål, delvis med vanning. Av prøvene fra eng var i alt 24 fra



Figur 1. Geografisk fordeling av grøtefelt
 Figure 1. Geographical distribution of drainage areas

torvjord. En har videre gruppert prøvestedene skjønsmessig i finkornet og grovkornet mineraljord. Finkornet omfatter leir og siltjord, og også morenejord fra Østlandet, og grovkornet omfatter sandjord og leirfattig morenejord. Inndelingen medfører samtidig en gruppering etter distrikt. Kornfeltene er fra Østlandet og flest på leirjord og engfelter på grovkornet jord er vesentlig fra Sør- og Vestlandet. For noen prøver mangler opplysning om jordart eller vekst, slik at materialet gruppert i tabell 1, 2 og 3 omfatter maksimalt 189 prøver.

Gjødsling på feltene synes å ha vært noe sterkere enn landsmidlet, særlig for eng. Det dreier seg om medlemmer av forsøksringer med noe over middels sterk drift og store avlinger. I middel var brukt 10,7 kg N, 2,1 kg P og 5,4 kg K i kunstgjødsel på kornfeltene, de fleste av disse på Østlandet. Tilsvarende tall for enggjødsling var 16,7 kg N,

2,5 kg P og 8,8 kg K i kunstgjødsel. På ca. halvparten av engfeltene ble det dessuten brukt husdyrgjødsel, tilsvarende 8 kg nyttbart N, 3,5 kg P og 18 kg K, mens det var husdyrgjødsel bare på et mindre antall av kornfeltene. Tilførselen av N, P og K i kunstgjødsel var ellers størst for gruppen grønnsaker, 20,7 kg N, 4,5 kg P og 16,1 kg K, men her med stor variasjon.

Nitrogen

Variasjonene i innhold i grøftevannsprøvene er, som ventet, svært store. Innhold av $\text{NO}_3\text{-N}$ har variert fra 0,1 mg pr.liter for noen engareal til 126 mg/l for et grønnsakfelt. I siste tilfelle ble det vannet umiddelbart etter gjødsling med kalksalpeter ved utplantning av blomkål, og en fikk grøfteavrenning umiddelbart.

$\text{NH}_4\text{-N}$ -innhold i vannprøver var svært lite, som oftest 0,1-0,2 mg/l og med bare noen få prøver med mere enn 1 mg/l. I 1988 ble det bestemt også total-N. Total-N var ikke klart større enn summen av $\text{NO}_3\text{-N}$ + $\text{NH}_4\text{-N}$ i disse prøvene. I noen prøver fra torvjord i Nord-Østerdal fant en noe $\text{NH}_4\text{-N}$, men nesten ikke nitrat, noe som tyder på dårlige forhold for nitrifikasjonprosessen.

Middeltall for $\text{NO}_3\text{-N}$ + $\text{NH}_4\text{-N}$ blir sterkt påvirket av noen enkeltprøver med ekstremverdier. Tallene er likevel gjengitt i tabell 1.

Tabell 1. $\text{NO}_3\text{-N}$ + $\text{NH}_4\text{-N}$ i grøftevann
Table 1. $\text{NO}_3\text{-N}$ + $\text{NH}_4\text{-N}$ in drainage water

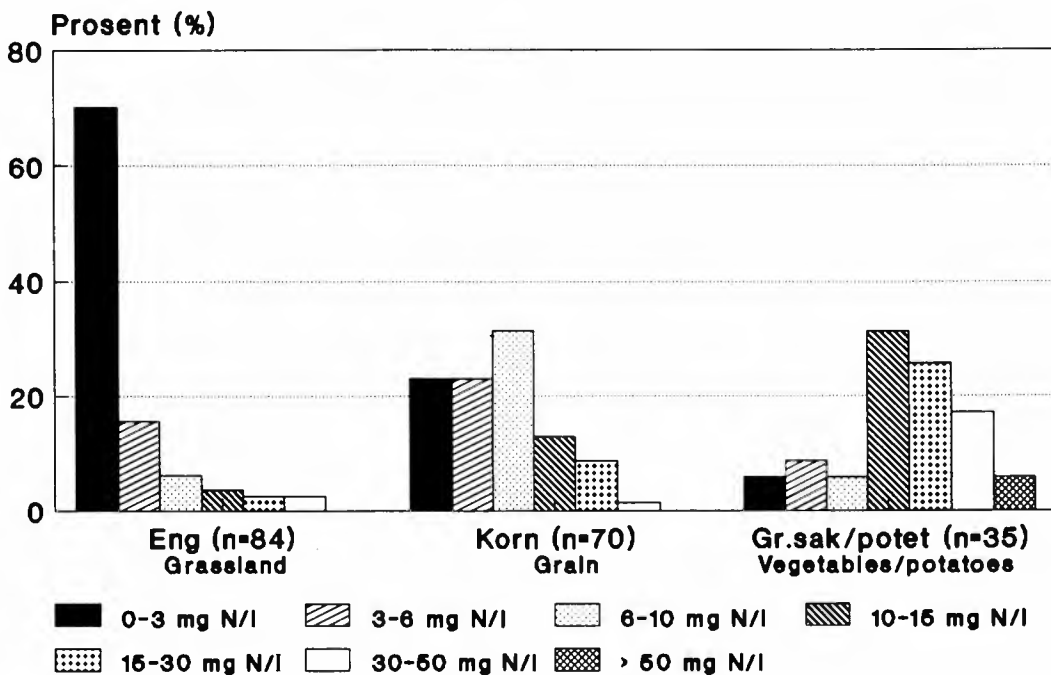
Vekt <i>Crop</i>	Jordart <i>Soil</i>	Antall prøver <i>No. of samples</i>	$\text{NO}_3\text{-N}$ + $\text{NH}_4\text{-N}$ mg/l	Standardavvik <i>Standard deviation</i>
Korn <i>Grain</i>	Finkornet <i>Fine-textured</i>	50	7,9	± 6,2
	Grovkornet <i>Coarse-textured</i>	20	7,4	
Eng Grassland	Finkornet <i>Fine-textured</i>	13	5,1	
	Grovkornet <i>Coarse-textured</i>	47	4,1	± 8,8
	Torvjord <i>Peat soil</i>	24	4,1	
Grønnsak/poteter (Mineraljord) <i>Vegetables/potatoes (Mineral soils)</i>		35	22,6	± 23,0

Ved å utelate en prøve med 34 mg $\text{NO}_3\text{-N}$ pr. l fra eng på leirjord, reduseres middeltallet for denne gruppen fra 5,1 til 2,6 mg/l. For eng på grovkornet jord var innhold i en enkelt prøve fra 1990 hele 65 mg $\text{NO}_3\text{-N}$. Uten denne reduseres middel for gruppen fra 4,1 til 2,8. På tilsvarende måte reduseres middeltall for grønnsak/potet fra 22,6 til 19,5 mg N/l ved å utelate en prøve med 126 mg/l.

Den skjeve fordeling med noen få svært høye verdier gjør at beregnet standardavvik har liten mening. Ved t-test finner en likevel at vekstgruppene har signifikant forskjellig

middeltall ($P < 0,05$). N-innhold i grøftevannsprøvene er derimot i middel praktisk talt likt for ulike jordarter.

Medianverdier og gruppering av analyseverdiene i ulike klasser av N-innhold gir et langt bedre bilde av resultatene enn middeltall og standardavvik. En slik gruppering er vist i figur 2. Av engfeltene faller hele 70% i gruppe 0-3 mg pr. liter grøftevann. Medianverdien er for eng 2 mg, som er mindre enn halvparten av middeltallene i tabell 1. For kornfeltene er i alt 77% i gruppene under 10 mg pr. l grøftevann. Medianverdien er her 6,5 mg, mot middeltallet på 7,8 mg. Av grønnsak- og potetfeltene har ca. halvparten større N-innhold enn 15 mg N/l. Vekstgruppen består av 9 prøver fra potetfelt vesentlig fra Jeløy forsøksring. Disse hadde et middelinnhold på 17 mg N/l. Noen nærmere vurdering av de enkelte vekster innen grønnsakgruppen har ikke vært mulig. Åpen, bearbeidd jord, f.eks. i perioden etter tidliggrønnsaker og poteter, kombinert med rikelig gjødsling, kan medføre store utvaskingstap av N.



Figur 2. Prosentvis fordeling av grøftevannsprøver, gruppert etter N-innhold
Figure 2. Per cent distribution of drainage samples grouped according to N-content

Når det gjelder eng kontra korn, så har gjødslingen som nevnt vært sterkere til eng, men forbruket av N er også større enn i korn. Her må vi minne om at konsentrasjon av N i grøftevann ikke er det samme som utvasket N i kg/dekar. Prøvene fra de regnrrike distrikter er fra engareal, mens korn er dominerende vekst i forsøksringene på Øst-

landet, der den totale avrenning i mm pr. år er langt mindre. Undersøkelsen viser bare at konsentrasjoner av $\text{NO}_3\text{-N}$ i grøftevann har vært klart mindre for eng enn for korn.

Virkning av gjødslingsintensitet, kg N tilført pr. dekar, på konsentrasjonene av $\text{NO}_3\text{-N}$ i grøftevannsprøver er ikke kommet klart frem i denne undersøkelsen. En fant ingen signifikant korrelasjon mellom gjødsling og N i grøftevann. Tar en for seg de ekstremverdier for N-konsentrasjon, som nevnt foran, finner en at 2 svært høye tall for eng på sandjord er fra et felt med sterk husdyrgjødsling, mens det for et tilsvarende tilfelle for eng på leirjord var knapt normalgjødsling og med bare fullgjødsel. I et tilfelle med eng på torvjord kom det uvanlig store nedbørmengder umiddelbart etter gjødsling. Den høyeste verdi funnet i undersøkelsen er som nevnt fra et kålfelt som ble vannet like etter overgjødsling med kalksalpeter.

Variasjon i utvasking over tid

I 1989 ble tatt prøver 2-3 ganger fra noen av feltene. Som eksempler kan nevnes at i et felt med potet var $\text{NO}_3\text{-N}$ etter tur 10, 14 og 27 mg N/l 12/7, 31/7 og 23/10. På et annet potetfelt i samme forsøksring, fant en 10 mg $\text{NO}_3\text{-N}$ 16/8 og 8,4 17/10.

I et kålfelt i Agder økte $\text{NO}_3\text{-N}$ fra 28 til 47 mg/l fra 15/8 til 1/11, mens det i et annet kålfelt gikk ned fra 21 til 10 mg/l. I to felt med løk var derimot $\text{NO}_3\text{-N}$ -innholdet nesten det samme ved 3 prøvetakingstidspunkt.

Ved gjentatt prøvetaking fra grøfter i eng på Sunnmøre var det klar nedgang ved de seinere tidspunkt, mens det i et kornfelt på Østlandet var økning i $\text{NO}_3\text{-N}$ fra august til november.

Avrenningsmønstrer for vann og næringsstoffer varierer med jordart, pore- og sprekkssystemer, og med frigjøring av nitrogen fastlagt i organisk form. Det er funnet, også i lysimeterforsøk, at innholdet kan øke i løpet av de første avrenninger etter sesongen, mens det går ned igjen seinere på høsten, på grunn av fortykning ved ny vanntilførsel. Ved grøfteavrenning kort tid etter gjødsling om våren, kan en finne høye $\text{NO}_3\text{-N}$ -konsentrasjoner, men ofte kombinert med små vannmengder.

Fosfor

Fosforinnhold er bestemt som vannløselig P benevnt $\text{PO}_4\text{-P}$, og som total-P. Den siste bestemmelsen gir noe større verdier, sannsynligvis fordi en får løst ut fosfationer bundet til eller i partikler. I en dansk rapport (Hansen 1991) antydes at forskjellen mellom tot-P og $\text{PO}_4\text{-P}$ kan være organisk P. Norske erfaringer er at fosfor som vaskes ut av husdyrgjødsel, grasrester (Uhlen 1989) og fra myrjord, stort sett er uorganisk fosfor som kommer med ved bestemmelse av $\text{PO}_4\text{-P}$, mens differansen mellom tot-P og $\text{PO}_4\text{-P}$ kan bli stor om vannet inneholder mye av fine jordpartikler. Uten svært effektiv filtrering, vil ellers partikkelbundet P i noen grad også komme med ved bestemmelse av $\text{PO}_4\text{-P}$ i den sterkt sure reaksjonsløsningen som benyttes ved denne analysen.

I 114 av 187 av grøftevannsprøver fra 1988, -89 og -90, var $\text{PO}_4\text{-P}$ innholdet bare 0,01 mg P/l eller mindre enn 0,01, d.v.s. knapt målbart. Med slike konsentrasjoner kommer utvasking av vannløselig P bare opp i noen få gram pr. dekar og år.

Som vist i tabell 2 synes det ikke å være noen forskjell på andel av prøver med svært lite P-innhold mellom korn og engfelter.

Det mest interessante med undersøkelsen er de prøver som viser stort til dels stort innhold av oppløst P. På et felt fra eng på morenejord fra Rogaland var det i 4 prøver i 1988-90 fra 4,2 til 7,3 mg $\text{PO}_4\text{-P}$ pr. l. Det var alle år brukt mye husdyrgjødsel, (stor-

Tabell 2. Antall grøftevannsprøver gruppert etter mg PO₄-P pr. l
 Table 2. Number of drainage samples grouped according to mg PO₄-P per litre

Vekst Crop	Jordart Soil	Antall prøver No. of samples	≤0,01	0,01 -0,05	0,05 -0,1	>0,1	Prøver > 0,1 mg P/l Samples > 0,1 mg P/l			
Korn Grain	Finkornet Fine-textured	48	30	8	6	4	0,15	0,15	0,16	0,26
	Grovkornet Coarse-textured	20	13	4	1	2	0,20	0,23		
Eng Grassland	Finkornet Fine-textured	13	6	5	1	1	0,28			
	Grovkornet Coarse-textured	47	39	4	0	4	4,2	6,0	6,6	7,3
	Torvjord Peat soil	24	6	5	3	10	0,13 0,9	0,2 1,2	0,2 2,5	0,36 6,7
Grønnsak/potet (Mineraljord) Vegetables/potatoes (Mineral soil)		35	20	7	2	6	0,14 0,45	0,20 0,56	0,24	0,37
Alle prøver All samples		187	114	33	13	27				

fe/gris) tilført også etter 1. slått. P- innholdet i en jordprøve fra feltet var ekstremt stort (P-AL 87). Bortsett fra dette tilfelle, har det nesten ikke vært PO₄-P i grøftevannsprøver fra eng på grovkornet jord, på tross av sterk gjødsling, også med husdyrgjødsel.

Ekstremt stort PO₄-P innhold er, videre, funnet i grøftevann fra en torvjord i Flekkefjord, 0,5-1,2 mg/l i 1988, 6,7 i 1989 og 0,4 i 1990, og i en torvjord fra Sunnmøre, 9 og 1 mg ved 2 tidspunkt i 1989 og 2,5 mg i 1990. Den første prøven i 1989 er tatt umiddelbart etter gjødsling ved kraftig nedbør (60 mm/døgn). Også en prøve fra torvjord i Nord-Østerdal viste stort innhold av tot-P, men ikke PO₄-P.

Som påvist av Sorteberg (1974) i undersøkelser på Smøla, inneholder askefattig myrjord ved svak kalking lite av komponenter som binder fosfationer. Under slike forhold kan fosfor vaskes ut like lett som nitrat.

PO₄-P innhold større enn 0,1 mg P/l er funnet i 4 prøver fra et felt med poteter på sandjord og i prøver fra 2 felt med grønnsaker på leirjord. På den annen side var det knapt påvisbart innhold av fosfor i grøftevann fra noen grønnsakfelt på sandjord i Grimstad, på tross av meget stort fosforinnhold i topplaget (P-AL 30-50).

Total-P er bestemt i de fleste prøver, og er alltid større enn PO₄-P. For vannprøvene fra torv- og mineraljord med svært stort PO₄-P-innhold (> 1 mg/l), var tot-P likevel bare knapt 10% større enn PO₄-P. Det meste av fosforet var kommet med ved PO₄-P-bestemmelsen. Unntak var noe brunfarget grøftevann fra to torvjordsfelt i Nord-Østerdal.

Tabell 3. Antall grøftevannsprøver gruppert etter mg total-P pr. l
 Table 3. Number of drainage samples grouped according to mg total P per litre

Vekst	Jordart	Antall prøver	≤0,01	0,01 -0,05	0,05 -0,1	>0,1	Prøver > 0,1 mg P/l				
Crop	Soil samples	No. of					Samples > 0.1 mg P/l				
Korn <i>Grain</i>	Finkornet <i>Fine-textured</i>	48	8	18	12	10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,14
	Grovkornet <i>Coarse-textured</i>	20	3	8	6	3	0,19	0,20	0,20	0,26	0,48
Eng <i>Grassland</i>	Finkornet <i>Fine-textured</i>	13	2	4	3	4	0,18	0,18	0,30	0,58	
	Grovkornet <i>Coarse-textured</i>	44	12	26	2	4	4,2	6,2	6,9	8,0	
	Torvjord <i>Peat soil</i>	24	2	3	5	14	0,13	0,26	0,40	0,44	0,47
		3,0	4,9	6,8	9,0		0,56	0,64	0,95	1,3	1,3
Grønnsak/potet (Mineraljord) <i>Vegetables/potatoes</i> (Mineral soil)		29	5	14	3	7	0,15	0,19	0,27	0,31	
Alle prøver <i>All samples</i>		178	32	73	31	42	0,39	0,45	0,67		

De aller fleste prøvene var relativt klare og med lite innhold av leirpartikler. Dette i motsetning til hva som er funnet i andre undersøkelser på nygrøftet jord på Romerike (Øygarden 1989) og enkelte andre leirjordsfelt (Lundekvam 1990).

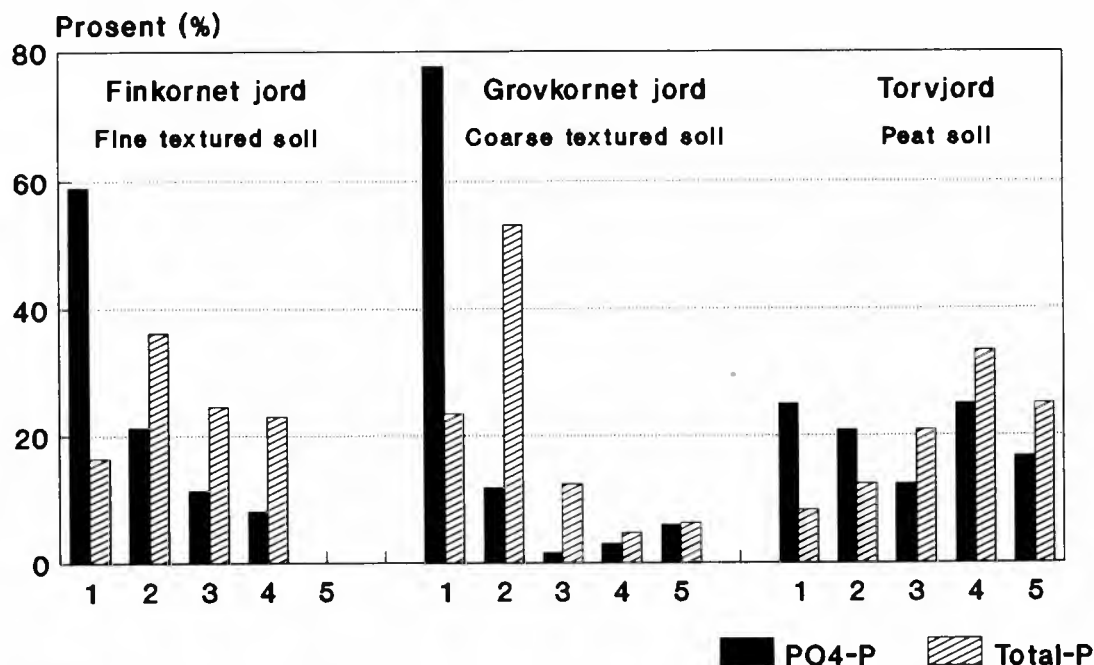
Middelinhold og standardavvik for PO₄-P og total-P i prøvene vil ha liten mening fordi resultatet vil være bestemt av noen få prøver med ekstremverdier. Bortsett fra de 4 prøver i området 4-8 mg P/l, er det mindre P-innhold (flere prøver med mindre enn 0,05 mg/l) for grovkornet enn for finkornet jord. Dette gjelder både PO₄-P og total-P, men i størst grad total-P, som vist i figur 3. Dette tyder på at fosfor i leirpartikler har påvirket total-P innholdet noe, selv om de fleste prøver som nevnt var relativt klare.

Kalium

I tabell 4 er vist middelkonsentrasjon av K ved gruppering av 180 grøftevannsprøver fra tre år etter vekstslag og jordart.

Standardavvik angir at noe over halvparten av prøvene kan ligge innenfor de oppgitte intervall, forutsatt normalfordeling. Feilen på middeltallene får en ved å dividere standardavvik med kvadratrotten av antall prøver. En prøve fra torvjord med et K-innhold på hele 67 mg/l er utelatt. Prøven ble tatt umiddelbart etter gjødsling ved kraftig nedbør (60 mm/døgn).

Vurdert ved t-tester er middelinholdet av K i grøftevannsprøvene signifikant større fra grønnsak/potetfelt enn fra eng og kornfelt. Det er såvidt signifikant (P = 0,05) stør-



Klasser etter innhold av P (mg/l):

Classification according to P-content (mg/l):

1- <0.01, 2- 0.01-0.05, 3- 0.05-0.1, 4- 0.1-1.0, 5 = >1.0

Figur 3. Prosentisk fordeling av grøftevannsprøver, gruppert etter PO₄-P og total P

Figure 3. Per cent distribution of drainage samples grouped according to PO₄-P and total-P

	Jordart Soil	Antall prøver No. of samples	Middel K mg/l Mean K mg/l	Standard- avvik Standard deviaton
Korn Grain	Finkornet Fine-textured	48	6,2	± 5,0
	Grovkornet Coarse-textured	21	5,5	± 4,2
Eng Grassland	Finkornet Fine-textured	10	5,9	± 3,9
	Grovkornet Coarse-textured	47	4,1	± 4,1
	Torvjord Peat soil	21	5,7	± 3,9
Grønnsaker/poteter Vegetables/potatoes (Mineraljord) (Mineral soil)		33	10,4	± 4,8

Tabell 4. Kaliuminnhold i grøftevann.
Table 4. Potassium content in drainage water

re K-innhold i grøftevann fra korn enn fra eng, begge jordarter under ett, og større K-innhold fra finkornet enn fra grovkornet jord, korn og eng under ett.

Det er vanlig antatt, og også påvist, at kalium taper lettere ved utvasking fra sand (Vömel 1966) og myr (Sorteberg 1984) enn fra leirjord. Fra grøftefelt med bruk av svært store mengder husdyrgjødsel fant en stor K-utvasking på Jæren (Lundekvam 1983) og fra mjelejord på Romerike (Tveitnes 1980).

Avgjørende for K-utvasking er, ved siden av gjødsling med K, den mengde mobile anioner som transporteres nedover i profilet. Når K-konsentrasjonene er størst i grøftevann fra potet og grønnsakfelt skyldes det ikke minst det jevnt over større $\text{NO}_3\text{-N}$ innhold, og kanskje også $\text{SO}_4\text{-S}$ og Cl-innhold i disse prøvene på grunn av rikelig gjødsling. I middel ble brukt i kunstgjødsel pr. dekar 5,4 K til korn, 8,8 kg til eng og 16 kg på potet-/grønnsakfelt i 1988/89. Langt over halvparten av engfeltene ble imidlertid tilført også husdyrgjødsel, slik at den totale K-tilførsel var størst på engfeltene.

De relativt store middelinnhold av K i grøftevann fra finkornet jord, her leire, leirholdig morene og siltjorder, kan i noen grad føres tilbake til enkeltfelter med ekstra stor $\text{SO}_4\text{-S}$ utvasking. Ved oksidering blir frigjort $\text{SO}_4\text{-ioner}$ som ved utvasking følges av tilsvarende mengde kationer, særlig de 2-verdige, Ca og Mg, men også av en økning i K og Na-innhold.

Som et eksempel kan nevnes at grøftevann fra et kornfelt på leire på Romerike i 1990 inneholdt 20 mg K, 17 mg Na, 480 mg $\text{SO}_4\text{-S}$, 400 mg Ca og 130 mg Mg alt pr. liter. $\text{SO}_4\text{-S}$ bestemmelse i grøftevann fra samme felt i 1989 viste et innhold på 350 mg pr. l. I forhold til midlet for normale grøftevannsprøver, representerer dette 3 ganger høyere innhold av K og Na og 10 ganger så høyt innhold av Ca og Mg. Dette har sammenheng med kationbyttereaksjonene som ved konsentrasjonsøkning gir et tilnærmet konstant $\frac{M^+}{\sqrt{M^{++}}}$ forhold i jordløsningen, der M^+ er enverdige og M^{++} er toverdige kationer (Schofield 1947).

Grupperingene ovenfor medfører at kornfelt nesten bare er fra Østlandet, og de fleste engfelt er fra Sør- og Vestlandet med langt større årsnedbør. Utvasket mengde K i kg pr. dekar ville ha gitt et noe annet bilde enn konsentrasjonene.

De relativt lave K-innhold i grøftevann fra engfeltene har sammenheng med store grasavlinger som har etterlatt lite NO_3 og Cl i jorda. Dersom innhold av $\text{SO}_4\text{-}$ og $\text{HCO}_3\text{-ioner}$ også er lavt, vil grøftevannet utenom vekstsesongen inneholde lite også av K^+ og andre kationer.

DISKUSJON OG SAMMENDRAG

De konklusjoner en kan trekke på grunnlag av denne undersøkelsen av norske grøftevannsprøver fra årene 1988, 89 og 90, er for det første at nitrogenkonsentrasjonene ofte er svært lave, særlig i grøftevann fra engareal. Selv ved gjødsling over middels, er nitrogen blitt effektivt utnyttet, og det har vært lite igjen til utvasking.

Nitratinholdet i grøftevann har vært stort fra enkelte grønnsak- og potetfelt, sannsynligvis både på grunn av overskuddsgjødsling, tidlig avrenning ved vanning, og ved frigjøring fra jorda i lange perioder uten plantedekke.

Fra kornfelter har nitratkonsentrasjon i grøftevann vært større enn fra engfelter, men en må ta med i betraktningen at engfelt i denne undersøkelsen representerer dist-

rikt med til dels stor årsnedbør, og at en her ikke har gjort noe forsøk på å måle utvasket mengde nitrogen, men bare konsentrasjoner på en tid da en antar at disse er relativt store. $\text{NO}_3\text{-N}$ i grøftevann vil ofte avta utover høsten og vinteren på grunn av fortykning, men en har i denne undersøkelsen også eksempler på økning i $\text{NO}_3\text{-N}$ i grøftevann i perioden 1/8 til 1/11.

I innlandsstrøk med tele kan noe av overskuddsvannet renne av som overflatevann med svært lite innhold av nitrogen. Avrenningen, som er lik nedbør minus vannforbruk, vil i Østlandsområdet dreie seg om 3-400 mm pr år. Nedbørmengdene regnet fra mai til april neste år, var på Ås noe over det normale disse 3 årene. Dersom en regner med 400 mm sigevannpr. år og medianverdien for $\text{NO}_3\text{-N}$ for kornfelter 6,5 mg/l, vil utvaskningen svare til en 2,6 kg N pr. dekar. Dette er mindre enn de beregnede tall Uhlen og Lundekvam (1989) kom frem til for korn på Østlandet (3,5-4 kg). I prosjektet Handlingsplan mot landbruksforurensninger har en i 2 av 4 år målt svært stor avrenning av N fra dyrket jord med overveiende korn på Østlandet (Rognerud 1989). De avrente vannmengder var unormalt store på disse feltene, også i forhold til årsnedbør.

For engfeltene der medianverdien for N i grøftevann var bare 2 mg/l, må en opp i 1000 mm avrenning for å få 2 kg utvasket N, mens f.eks. 400 mm sigevann fra grønnsaksfelt på Østlandet vil vaske ned 6 kg N pr. dekar ved et innhold på 15 mg N/l. Ikke alt sigevann vil fanges opp i grøftesystemer. Nitrat i vann som etter hvert kommer til elver og bekker som grunnvannsig kan ha blitt redusert, også ved kjemiske prosesser (Maag og Lind 1986).

Fosforinnhold i grøftevannsprøvene er målt både som helt løst $\text{PO}_4\text{-P}$ og som total-P. Innhold av begge er svært lavt i de fleste prøver. I 60% av prøvene var innholdet $\leq 0,01$ mg $\text{PO}_4\text{-P}$ /l. Medianverdi for total P er i området 0,04-0,05 mg/l. På 3-4 prøvesteder, der det er tatt i alt 10 prøver er funnet ekstremt stort innhold av P. Et av stedene var morenejord der det brukes svært mye husdyrgjødsel, de øvrige var fra torvjord med liten evne til å binde fosfor.

Kaliuminnhold i grøftevann var mindre fra engfelter på grovkornet jord enn fra kornfelter på leirjord. Dette til tross for langt større tilførsler, særlig i husdyrgjødsel, på engfeltene. Variasjonene i innhold av N, P, og K i grøftevann var ikke klart påvirket av gjødsling med disse stoffene i denne undersøkelsen.

LITTERATUR

Hansen, B. 1990. Næringsstoffutvasking fra arealer i landbruksdrift. NPO-forskning fra Miljøstyrelsen N2 A8 1990 45 s.

Lundekvam, H. 1983. Husdyrgjødsel og avlaup frå driftsbygningar. Stensiltrykk 1/83 Inst. for hydroteknikk, NLH 31 s.

Lundekvam, H. 1990. Åpen åker og erosjonsproblem. Landbrukspolitikk og miljøforvaltning. SEFO-konf. Drammen, 29 s.

Maag, M. og A.M. Lind, 1986. Omsetning av nitrat i dybereliggende jordlag. Seminar nr. 90. Nord-Jordbr. Forskn. 68. årgang nr. 3: 351-52.

- Rognerud, B. 1989. Informasjonskampanje. Utprøving av tiltak mot arealavrenning. Handlingsplan mot landbruksforurensninger. GEFO. Rapport nr 1: 107 s.
- Schofield R.K. 1947. A ratio law governing the equilibrium of cations in the soil solution. Proc. XIth Int. Congr. of applied chem. Vol. 3: 251-261 London.
- Sorteberg, A. 1974. Avlingsstørrelse og opptak av fosfor hos havre dyrket i torv rik på hvitmose, og utvasking av fosfor fra torv og myrjord. Meld. nr. 81 Inst. for jordkultur. Særtrykk av festskrift for F. Steenbjerg. Kjøbenhavn 1974. s. 173-194.
- Sorteberg, A. 1984. Avrenning fra jordbruksareal. En undersøkelse av Hopenvassdraget på Smøla. Jord og Myr 8. årg. Nr. 5 1984: 171-183.
- Tveitnes, S. 1980. Virkning av husdyrgjødsel på avling og forurensning. Sluttrapport 349 NLVF 14 s.
- Uhlen, G. og H. Lundekvam. 1989. Avrenning av nitrogen, fosfor og jord fra jordbruk 1949-1979/88. Rapport nr. 7 Landbrukspolitikk og miljøforvaltning. SEFO-NTNF: 30 s.
- Uhlen, G. 1989 Surface runoff losses of phosphorus and other elements from fertilized grassland. Norw. Jour. of Agric Sci. 3: 47-55.
- Vömel, A. 1966. Der Versuch einer Nährstoffbilanz am Beispiel verschiedener Lysimeterböden. I. Wassersickerung und Nährstoffhaushalt. Z. Acker u Pflanzenbau 123: 155-188.
- Øygarden L. 1989. Utprøving av tiltak mot arealavrenning i Akershus. Handlingsplan mot landbruksforurensninger. GEFO. Rapport nr. 6. 112 s. + vedlegg.

RETTLEIING FOR FORFATTARAR

MANUSKRIPTE

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

Nummerer sidene med 1 på tittelsida.

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

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

TITTELSIDA

På tittelsida skal stå:

1. Tittelen på artikkelen.
Gjer tittelen presis, men så kort som råd. Undertittel kan brukast, men 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 NØKKEWORD

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 resultatata og konklusjonane i artikkelen.

TABELLAR

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

Unngå loddrette og vassrette linjer i tabellane. Tabellteksta og all tekst i tabellen skal vera omsett til engelsk.

FIGURAR

Alle illustrasjonar vert rekna som figurar. Dei skal nummererast med arabiske tal. Bokstavar, tal og symbol må vera klare, stå i høve til kvarandre og vera store nok til å tåla minsking. Forfattaren bør gjera seg opp ei meining om figurane skal dekkja 1, 1½ eller 2 spaltar og teikna figurane slik at tal og bokstavar i alle vert om lag like store etter minskinga. Fotografi bør vera så nær den prenta storleiken som mogleg. Om forstøring eller minsking er viktig for fotografiet, bør målestokken stå på baksida av fotografiet og ikkje i teksta til bildet. Kvar figur skal ha ei tekst som gjer han skjønleg utan å sjå i artikkelteksta. Alle figurtekstene skal skrivast på eige ark og med engelsk omsetjing.

LITTERATURTILVISINGAR

I teksta vert det vist til litteratur ved forfattarnamn og årstal etter Harvardsystemet: Høeg (1971) eller (Høeg 1971). Eit arbeid av to forfattarar vert vist til ved begge namna kvar gong: Oen & Vestrheim (1985) eller (Oen & Vestrheim 1985). Når det er fleire enn to forfattarar, skal ein visa til første forfattaren med tillegget «et al.»: Aase et al. (1977) eller (Aase et al. 1977).

Litteraturlista vert ordna alfabetisk etter forfattarnamn, og under kvar forfattar i kronologisk orden. Er ein vist til fleire publikasjonar av same forfattar same året, må ein føya til a, b osv. etter årstalet både i litteraturlista og ved tilvising i teksta.

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

Juntilla, O. & I. Schjelderup 1984. Seed production and vivipary in timothy (*Phleum pratense* L.), s. 51-55 i H. Riley & A.O. Skjelvåg (red.). The Impact of Climate on Grass Production and Quality. Proceedings of The 10th General Meeting of The European Grassland Federation, Ås-Norway 26-30 June 1984.

Oen, H. & S. Vestrheim 1985. Detection of non-volatile acids in sweet cherry fruits. *Acta agriculturae scandinavica* 35: 145-152.

Strømnes, R. 1983 Maskinell markberedning og manuell planting. Landbrukets årbok 1984: 265-278.

Uhlen, G. 1968. Nitrogengjødsling til ettårig raigras. *Jord og avling* 10 (3) : 5-8.

Aase, K.F., F. Sundstøl & K. Myhr 1977. Forsøk med strandrøyr og nokre andre grasartar. *Forskning og forsøk i landbruket* 27: 575-604.

Legg merke til at:

- Berre første forfattaren skal ha etternamnet først
- Teiknet & vert brukt mellom forfattarnamn
- Årstalet etter forfattarnamnet er prentealet for publikasjonen
- Heftennummer vert sett i parentes etter band/årgangsnummer.
- Heftennummer vert teke med berre når kvart helte byrjar med side 1
- Det skal brukast kolon framfor sidetal for tidskriftartiklar
- Årstal skal nyttast der band/årgangsnummer vantar
- Ved tilvising til bok skal forlag og utgjevarstad først opp etter tittelen på boka. Dersom boka har komme i fleire utgåver, skal det står kva for utgåve som er nytta
- Det vert ikkje tilrådd å forkorta namnet på publikasjonar. Eventuelle forkortingar bør følgja World List of Scientific Periodicals med tillegg av BUCOP, British Union Catalogue of Periodicals

FORKORTINGAR

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

KORREKTUR

Første korrektur, som er på ferdigmonterte sider, vert send til forfattaren, som straks les gjennom og returnerer 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 prishste og eit kort til tinging av særprent. Forfattaren får 50 særprent gratis. Tinginga må sendast redaksjonen saman med korrekturen.

Norsk landbruksforskning

Vol. 6 1992 Nr. 1

Innhold/Content		Side/Page
Glukaner og glukanaser <i>Glucans and glucanases</i>	Hans Kolbein Dahle & Eva Eikum	1
Glukanaser i fôrvarer <i>Glucanases in feed products</i>	Hans Kolbein Dahle, Eva Eikum & Kjell N. Lilleeng	7
Bygg høstet som grønfôr eller som korn og halm - med eller uten ettergrøder <i>Barley harvested as green fodder or for grains and straw - with or without a subsequent stubble crop</i>	Nils Skaland	13
Planteforedling for eit økologisk landbruk: Eit oversyn <i>Plant breeding for an ecological agriculture - a review</i>	Åsmund Bjørnstad	27
Sammenvoksing og tilvekst ved poding av eple på svaktvoksende grunnstammer <i>Grafting take and subsequent growth of apple cultivars on dwarfing rootstocks</i>	Ole Billing Hansen	39
Lagringsevne hos kålrot etter ulike behandling ved høsting ... <i>Storage life of swedes after different treatments at harvest</i>	Steinar Dragland	45
Virkning av ulike plasttyper på temperatur og avling av grønnsaker <i>Effects of various types of plastic film on temperature and vegetable yield</i>	Gunnar Guttormsen	51
Nitrogen, fosfor og kalium i grøftevannsprøver fra dyrket ... mark <i>Nitrogen, phosphorus and potassium in drainage water from cultivated land</i>	Gotfred Uhlen & John Geir Østerud	61