

(481)N

L

Norsk landbruksforskning

Norwegian Agricultural Research

Vol. 7 1993 Nr. 2

NISK, BIBLIOTEKET



70266722



Norsk institutt for skogforskning
Bibliotek

2 JULI 1993

Høgskoleveien 12, 1432 ÅS

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

NORSK LANDBRUKSFORSKING / NORWEGIAN AGRICULTURAL RESEARCH

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

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

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

Ansvarlig redaktør/*Managing Editor, Margrete Wiig*

Redaksjonsråd/*Editorial Board*

Sigmund Huse, Norges landbrukshøgskole, Institutt for biologi og naturforvaltning

Ådne Håland, Særheim forskingsstasjon

Åshild Krøgdahl, Institutt for akvakulturforskning

Karl Alf Løken, Norges landbrukshøgskole, Institutt for tekniske fag

Toralv Matre, Norges landbrukshøgskole, Institutt for husdyrfag

Einar Myhr, Norges landbrukshøgskole, Institutt for tekniske fag

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

Kjell Bjarte Ringøy, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning

Ragnar Salte, Institutt for akvakulturforskning

Martin Sandvik, Norsk institutt for skogforskning

Hans Sevatald, Norges landbrukshøgskole, Institutt for planfag og rettslære

Bal Ram Singh, Norges landbrukshøgskole, Institutt for jordfag

Arne Oddvar Skjelvåg, Norges landbrukshøgskole, Institutt for plantekultur

Anders Skrede, Norges landbrukshøgskole, Institutt for husdyrfag

Grete Skrede, Norsk Institutt for næringsmiddelforskning

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

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

Hans Staaland, Norges landbrukshøgskole, Institutt for biologi og naturforvaltning

Asbjørn Svendsrud, Norges landbrukshøgskole, Institutt for skogfag

Geir Tutturen, Norges landbrukshøgskole, Institutt for tekniske fag

Odd Vangen, Norges landbrukshøgskole, Institutt for husdyrfag

Sigbjørn Vestrheim, Norges landbrukshøgskole, Institutt for hagebruk

Kåre Årsvoll, Statens plantevern

UTGIVER/*PUBLISHER*

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

KORRESPONDANSE/*CORRESPONDENCE*

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

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

ISSN 0801-5333

Virkning av kalking på jordreaksjoner i nedbørsrike strøk

Effects of liming on soil pH in an area with high precipitation

TORSTEIN MO¹ & JON FURUNES²

¹ Ytre Romsdal og Nordmøre forsøksring

² Statens forskingsstasjoner i landbruk, Kvithamar forskingsstasjon, Stjørdal, Norge
The Norwegian State Agricultural Research Stations, Kvithamar Research Station, Stjørdal, Norway.

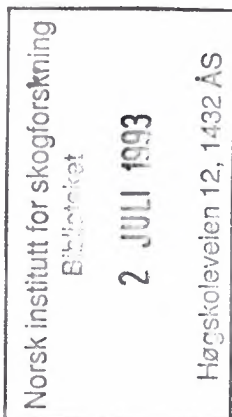
Mo, T & J. Furunes 1993. Effects of liming on soil pH in an area with high precipitation. Norsk landbruksforskning 7: 109-115. ISSN 0801-5333.

Newly cultivated moraine soil on the north-west coast (Eide på Nordmøre) of Norway with a precipitation concentration of about 2300 mm a year was limed with five different liming materials/qualities in different quantities (0, 300, 600, 900 kg CaO per 0.1 ha). The limestone qualities were: Franzefoss limestone powder (particles 0-1.0 mm), Langnes (0-1.0 mm), Langnes (0-1.5 mm), Langnes (0-3.0 mm) and Langnes (1.0-3.0 mm). The limestone was spread in July 1980 and mixed in the top layer (down to 8 cm) before sowing. The herbage was harvested in the usual way with a tractor and without any recording of yield. Every year from 1981 to 1990 pH was measured in samples from different soil levels (0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm and 15-20 cm; 10-20 cm in the years 1981 to 1983). In the first two years (1981-82), the two types of powdered limestone (0-1.0 mm) at an average quantity of 600 kg CaO per 0.1 ha increased the pH level by 0.1-0.2 units more than the average of the other three liming materials. In the next two years very small differences were observed in pH rate between all five types of limestone. In the crude limestone (1.0-3.0 mm) the pH rate averaged 0.2-0.3 units higher than that in the other limestone types after 4-5 years. pH increased by 0.3 units when the lime quantity was increased from 0 to 300 kg and likewise from 600 to 900 kg CaO per 0.1 ha. The pH rate increased by an average of 0.4 units when the liming material was increased from 300 to 600 kg per 0.1 ha. The effect of the limestone on the pH was quite good throughout the experimental period (10 years), and this effect was especially marked when crude limestone was used (1.0-3.0 mm). The effect of limestone on pH permeated the soil at the rate of about 1 cm per year.

Key words: Crushed limestone, liming, pH, powdered limestone, soil reaction.

Jon Furunes, Kvithamar Research Station, N-7500 Stjørdal, Norway

I Eide på Nordmøre er det bygd opp et intensivt jordbruk med fôrdyrking som basis for mjølkeproduksjon. Nydyrking har vært en forutsetning for utviklingen. Dette er et nedbørsrikt område med en årlig nedbør på omlag 2300 mm. Den udyrka jorda har normalt en pH



på 3,5-4,5 og det er derfor et stort behov for kalking i forbindelse med oppdyrking. Ettersom det er tre kalkverk i området, med god tilgang av billig kalk, er det blitt kalka mye. Det er særlig de grovere kalkfraksjonene som er blitt brukt. Tilførsel av to-tre tonn ved nydyrking og ett til to tonn per dekar ved neste kalking har ikke vært uvanlig. pH har gjerne kommet opp i 6,7-6,8 som i praksis har vist seg å være den høyest oppnåelige ved bruk av grovkalk på nydyrka jord. Virkningen av kalkingen har ellers vist seg å være stabil i minst fem år. Ut fra de erfaringer en hadde og viktigheten av å klarlegge jordreaksjoners forløp med ulike kalkalternativer, ble det igangsatt et langvarig forsøk. Ettersom en har arbeidet under agronomiske forhold med stor nedbør, var det av stor interesse å klarlegge effekter av kalkingen nedover i jordprofilen.

MATERIALE OG METODE

Forsøksfeltet ble anlagt på gården Vassgård, Eide på Nordmøre, medio juli 1980. Den nydyrka og moldrike morenejorda med pH 4,4 og volumvekt 0,79 vart djuparbeidd før anlegg. Feltet hadde ca. 2% fall i lengderetningen av forsøksrutene. Årsnedbøren var i gjennomsnitt 2300 mm i forsøksperioden. Grøftene fungerte godt. Feltet ble anlagt med faktorene kalktype og -mengde.

Kalktyper	Fordeling av partikkelstørrelsen (mm) i %			
	3,1-1,0	1,0-0,4	0,4-0,2	0,2-0,0
1. Franzefoss granulert kalkmjøl	-	< 18,0	(< 80,0)	
2. Langnes finkalk (0-1,0)	1,1	21,2	26,3	51,4
3. Langnes mellomkalk (0-1,5)	6,4	54,6	17,7	21,3
4. Langnes grovkalk (0-3,0)	35,9	31,0	14,1	18,7
5. Langnes grov grovkalk (1,0-3,0) ("grovsalttype")	87,0	I tillegg 4% med kornstørrelse 0,6-1,0 mm og 9% <0,6 mm		

Franzefoss granulerte kalkmjøl hadde en CaO ekv. på 45% og Langnes marmorbrudds produkter på 55% (analysert og beregnet av Statens landbrukskjemiske kontrollstasjon i Moss).

Forsøket bestod av i alt 15 kombinasjoner av kalktype og kalkmengde foruten ukalka ledd. Rutene med størrelse 2m x 7m i 3 gjentak ble lagt ut med tilfeldig fordeling. Kalkmengdene var 300, 600 og 900 kg CaO per dekar.

Kalken ble spredd for hånd og nedmoldet med tohjuls jordfreser i lengderetningen av forsøksrutene ned til ca. 5-8 cm. Feltet ble tilsådd med en frøblanding av timotei, engsvingel og kløver for varig eng i forsøksperioden.

Forsøksfeltet ble tilsiktet tilført 25 kg N, 4 kg P og 20 kg K årlig. Det ble gjødsla med handelgjødsla i årene 1981-87, og i 1988-90 med 5 tonn blautgjødsla + 60 kg kalkamonsalpeter. Gjødsla ble gitt på tvers av rutenes lengderetning.

Engavlingene ble høstet av gårdbrukeren uten avlingskontroll. I høstarbeidet ble det brukt forhøster og vanlig traktor.

Jordprøvene ble tatt ut like etter førsteslått i juni, men før overgjødslingen. Det ble tatt ut 9 prøvestikk jevnt utover forsøksrutene og med grensebelter på 0,5 m fra naborutene. I 1981 ble det tatt ut prøver fra jordsjiktet 0-5 cm og fra 5-20 cm, i 1982 og 1983 fra 0-5, 5-10 og 10-20 cm. Senere ble sjiktet 10-20 cm delt i sjiktene 10-15 og 15-20 cm. Fra 1981 til 1984 ble pH-analyser utført ved Statens jordundersøkelse. Siden utførte Ytre Romsdal og Nordmøre forsøksring pH-målingene selv. Jordprøvene ble tilsatt destillert vann i forhold 1:2,5 og pH målt neste dag. Instrumentene ble justert etter bufferoppløsninger på pH 4,01 og pH 7,00. Forsøksringens pH-meter PHM Portable og Statens jordundersøkelser ICP-måling har gitt samme pH-avlesninger ved kontrollprøver.

RESULTATER OG DISKUSJON

Målingene i toppsjiktet for ukalka jord viste en variasjon på 0,7 pH-enheter i løpet av 10-årsperioden. Det var ingen markert trend i pH-nivået i løpet av tidsperioden og en endring i vertikal oppdeling av prøvene (fra 1983) har heller ikke ført til tydelige endringer i pH (Tabell 1, Figur 1).

Det var først og fremst kalkmengden som påvirket pH i jorda og ga en signifikant ($p < 0,001$) økning i pH for hvert intervall tilført CaO. Målinger over år viste stabil og en nærmest rettlinjet økning av pH når kalkmengden økte i intervall av 300 kg CaO per dekar. Økningen i pH var ca. 0,1 enheter per tilført 100 kg CaO per dekar innen intervallet 0-900 kg CaO per dekar.

Men signifikante skilnader er også observert mellom kalkslag. For kalkslaga er alle resultattall i det etterfølgende gitt ved en midlere kalkingsstyrke på 600 kg CaO per dekar. Jord kalka med groveste kalktype (1-3 mm) hadde i 1981-82 en jordreaksjon som var 0,2 pH-enhet ($p < 0,01$) lavere og jord kalka med Franzefoss kalkmjøl 0,2 pH-enhet høyere enn for de 4 øvrige kalkslag. Prøvedybden ble disse to årene begrenset til 0-10 cm.

I årene 1983-84 skilte ingen kalktyper seg signifikant ut.

I 1985 hadde jord kalka med så vel groveste kalktype (1.0-3.0 mm) som med kalktype Langnes (0-1,5 mm) signifikant ($p < 0,05$) høyere pH (0,2 enhet) enn de øvrige. Bruk av kalktype Langnes (0-1,0 mm) førte derimot til signifikant ($p < 0,05$) lavere pH (0,1 enhet) enn midlet av de 4 øvrige.

I årene 1986-90 var det bare groveste kalktype ("grovsalttypen") som skilte seg signifikant ($p < 0,05$) fra de øvrige, og lå da henholdsvis 0,2, 0,3, 0,2, 0,1 og 0,3 pH-enheter over midlet av de fire øvrige.

Tabell 1. pH i sjiktet 0-10 cm i årene 1981-82, og i sjiktet 0-15 cm i årene 1983-90. For ukalka er pH angitt i absolute tall, for kalka ledd som plussavvik i forhold til ukalka.

Table 1. pH values in the 0-10 cm depth during the years 1981-82, and in the 0-15 cm depth during the years 1983-90. pH rates in the unlimed plots are recorded as absolute figures. The pH effects after liming are recorded as plus-differences compared to unlimed plots

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Ukalka/unlimed	5.0	4.7	5.1	4.8	4.8	4.8	4.8	4.6	5.2	5.3
300 kg CaO/da	0.4	0.5	0.3	0.4	0.4	0.0	0.3	0.5	0.2	0.3
600 kg CaO/da	0.7	0.8	0.7	0.8	0.7	0.6	0.7	1.0	0.6	0.5
900 kg CaO/da	0.9	0.9	0.9	1.1	1.1	0.9	1.1	1.3	0.9	0.8
Franzefoss kalkmjøl	0.8	0.8	0.7	0.8	0.7	0.4	0.7	0.9	0.5	0.5
Langnes 0-1.0 mm	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6	0.4	0.8	0.9	0.5	0.5
Langnes 0-1.5 mm	0.7	0.7	0.7	0.8	0.9	0.5	0.7	0.9	0.6	0.5
Langnes 0-3.0 mm	0.6	0.7	0.6	0.7	0.6	0.5	0.7	0.9	0.5	0.4
Langnes 1.0-3.0 *)	0.6	0.7	0.6	0.8	0.9	0.7	1.0	1.1	0.7	0.8
Midd. 300/600/900 **)	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.5	0.7	0.9	0.6	0.5

*) Groveste kalktype, ("som grovsalt"). Partiklene 0-1,0 mm er frasoldet.

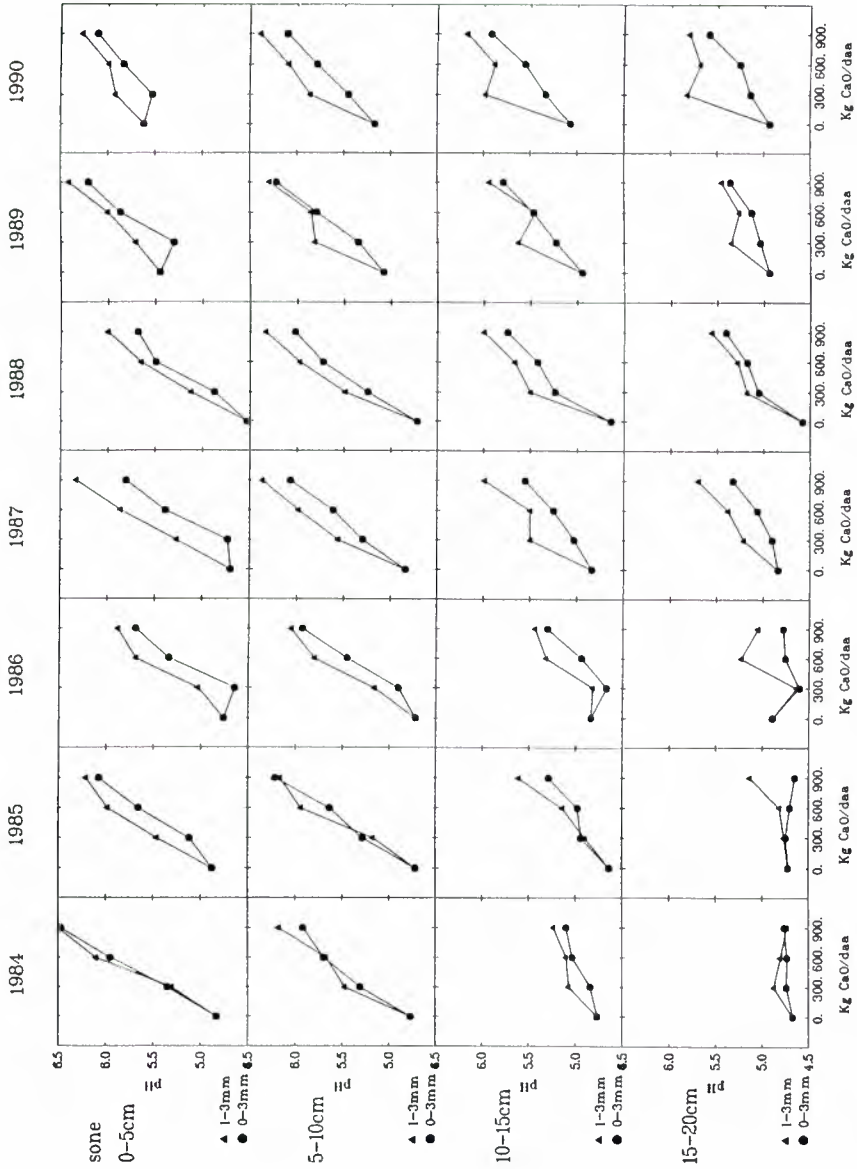
*) *Crude limestone with the finest particles (0-1,0 mm) removed.*

**) For kalktypene gjelder pH-tallene midlere kalkmengde, eller 600 kg CaO per dekar.

**) *For the liming materials, the figures reflecting the average liming of the experiment, 600 kg CaO per 0.1 ha.*

Figur 1 viser effekten av kalkingen nedover i jordprofilet over tid, med og uten den fineste kalkfraksjonen. I de øverste 10 cm av jordprofilet var det alt etter tre år markert effekt av kalkmengde. I de dypere nivå (10-20 cm) av jordprofilet ble denne effekten tydelig først på et senere tidspunkt. Mens effekten på pH av økt kalking holdt seg oppe eller ble noe redusert over tid i det øverste sjiktet, økte effekten med tiden lengre nede i jorda. Først i 1987 har så mye kalkmateriale kommet ned i det nederste sjiktet for prøveuttak at effekten på pH ble beregnet til å være nesten signifikant på 5%-nivået. Figur 1 viser at kalktype 1,0-3,0 mm virket raskere enn kalkmjøltypene i sjiktene 10-15 og 15-20 cm ($p < 0,05$). Nivåhevinger i pH fra 1989 har trolig sammenheng med bruk av husdyrgjødsel fra 1988, og den positive effekt den har på pH-heving (Mo upubl.).

Den midlere stigning i pH på 0,1 enhet per 100 kg CaO mellom 0 og 900 kg CaO per dekar stemmer godt med undersøkelser fra hele landet (Ekeberg 1973), der stigningen var ca. 0,15 pH-enhet per 100 kg CaO. I et materiale fra Midt-Norge (Furunes 1989) steg pH-tallet på mineraljord (mest sand og silt) det første året med 0,3 pH-enhet per 100 kg CaO, og på torvjord med 0,2 enhet. De sist nevnte tallene skriver seg fra gammel kulturjord.



Figur 1. Virkning av tilført kalk i nydyrka jord i 1980 på pH i ulike sjikt i jorda for årene 1984-1990.
 ▲ Grov kalk (Langnes 1,0-3,0 mm) ● Gjennomsnitt av Langnes 0-1,0, 0-1,5 og 0-3,0 og Franzefoss kalkmjøl
 Figure 1. Effects of liming material supplied newly cultivated soil in 1980 on pH at different soil depths in the years 1984-1990.
 ▲ Crude limestone (Langnes 1.0-3.0 mm) ● Average of Langnes 0-1.0, 0-1.5 og 0-3.0 and Franzefoss kalkmjøl

At pH-tallene er relativt høye for kalkmjøltypene (0-1,0 mm) de to første årene, for deretter å likestilles med de grovere kalktypene senere, stemmer godt med resultatene av Furunes (1989) selv om denne serien var av kortere varighet, andre fraksjoner og lavere kalkmengde.

De første par årene etter bruk av kalkmjøl kan en forvente å oppnå litt høyere pH-tall (0,1-0,2 enheter) enn etter grovere kalktype, og de neste to-tre årene ubetydelige skilnader i pH mellom kalktype. Dette gjelder også om en i tillegg til de vanlig grovkalktype tar med kalktyper med opptil 3 mm store korn, og hvor kalkmjølfraaksjonen (0-1,0 mm) er såldet fra.

I de neste 5 årene (år 6 til 10) kan dette groveste kalkslaget (1,0-3,0 mm), kanskje forutsatt sterk kalking, forventes å holde nydyrka jord i ekstremt nedbørrike strøk på et pH-nivå som ligger 0,2-0,3 enheter høyere enn ved bruk av kalkmjøl.

Selv i dette nedbørsrike området viser undersøkelsen at kalkeffekten på pH flytter seg sakte ned over i jordprofilen. En effektforflytning på ca. 1 cm per år ser det ut for at en kan regne med. Det kan derfor være riktig å spre ut halv mengde, pløye den ned til ønsket dybde og deretter spre den andre halvparten før harving.

På nydyrka jord i særns nedbørrikt strøk kan hevingen i pH ved kalking komme ned i 0,9-1,2 enheter per 100 kg CaO per dekar. Alt etter behovet for å øke pH-nivået kan det derfor være aktuelt å gå opp i mengder på opptil 600-900 kg CaO per dekar.

SAMMENDRAG

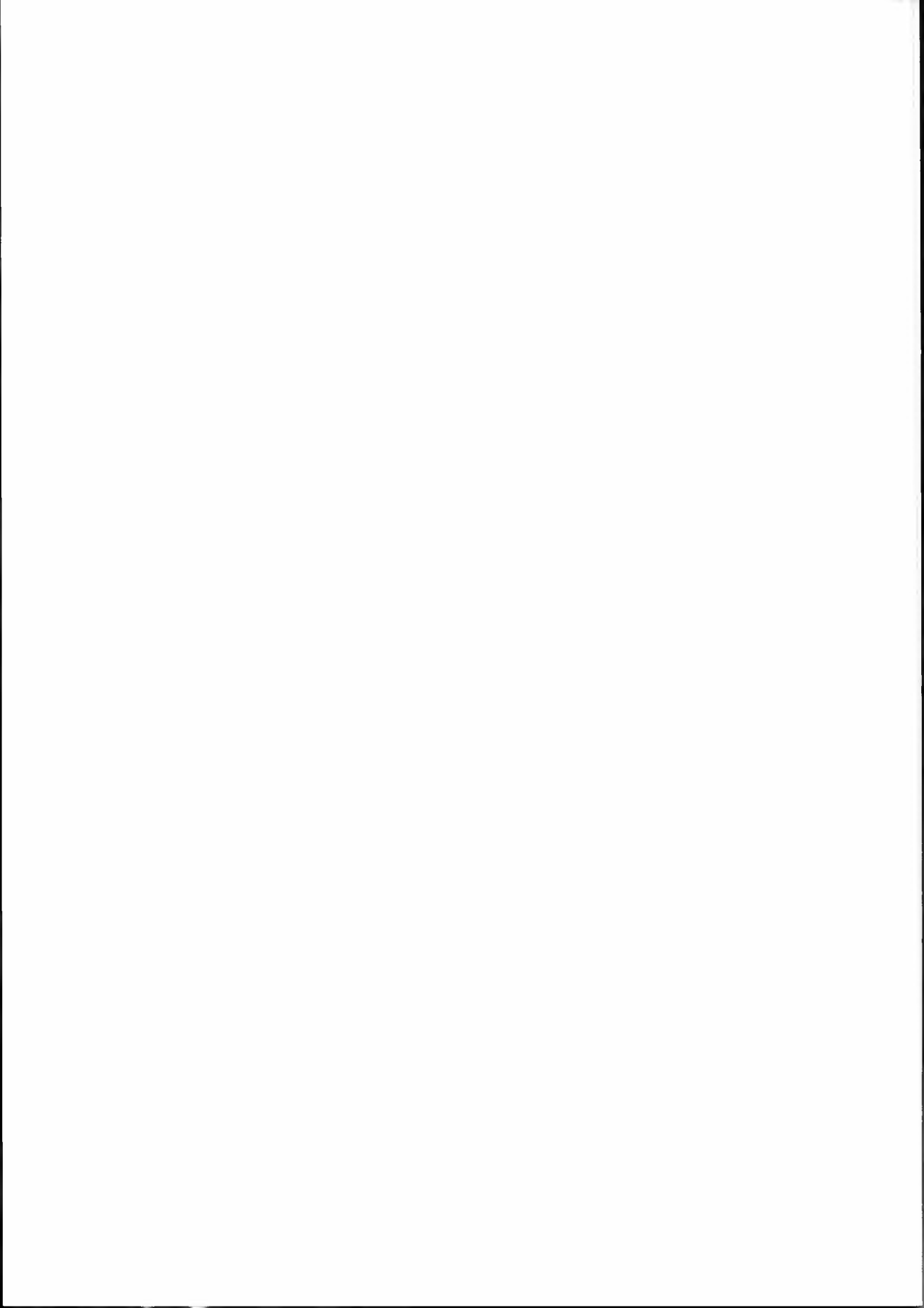
På nydyrka moldrik morene i Eide på Nordmøre med årlig nedbør på 2300 mm, ble det i gjenlegg 1980 prøvd fem kalkslag, hvert i mengder tilsvarende 300, 600 og 900 kg CaO per dekar. Kalkslagene var Franzefoss kalkmjøl (0-1,0 mm) og fra Langnes kalkverk på Nordmøre følgende fire: 0-1,0 mm, 0-1,5 mm, 0-3,0 mm og 1,0-3,0 mm. Kalken ble nedmoldet med jordfreser til ca. 5-8 cm dybde. Enga ble i alle 10 engår gjødslet og høstet som til vanlig praksis og uten avlingskontroll. I prøver fra 1984-90 ble pH målt i sjiktene 0-5, 5-10, 10-15 og 15-20 cm (10-20 cm i 1981-83).

De første to år etter anlegg (1981-82) ga de to kalkmjølsлага (0-1,0 mm) med en gjennomsnittlig tilførsel av 600 kg CaO per dekar (0-10 cm dybde) 0,1-0,2 enheter høyere pH enn midlet av de tre øvrige. De neste to år var skilnaden mellom de fem kalkslaga ubetydelig, mens det groveste kalkslaget (1,0-3,0 mm) de siste 5-6 engårene lå høyest og i middel 0,2-0,3 pH-enheter over gjennomsnittet av de 4 øvrige. pH steg med 0,3 enheter når kalkmengden ble økt fra 0 til 300 kg og fra 600 til 900 kg CaO per dekar. Den gjennomsnittlige stigning fra 300 til 600 kg CaO var 0,4 pH-enheter, eller i middel for alle tre kalkingstrinn separat og totalt ca. 0,1 pH-enhet per 100 kg CaO per dekar. Kalkvirkningen holdt seg i 10-årsperioden, særlig for det groveste kalkslaget. Etter nedmolding i sjiktet 5-8 cm, beveget effekten av kalkingen på pH seg med ca. 1 cm per år nedover i jordprofilen.

LITTERATUR

Ekeberg, E. 1973. Markforsøk med kalking og gjødsling 1952-1970. Forskning og forsøk i landbruket 24: 499-521.

Furunes, J. 1989. Kalktyper til korn og eng i Midt-Norge. Norsk landbruksforskning 3: 79-88.



Høstbehandling i engrappfrøeng

Autumn treatment in smooth meadowgrass (Poa pratensis L.) grown for seed

TRYGVE SVEEN AAMLID

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

Aamlid, T.S. 1993. Autumn treatment in smooth meadowgrass (*Poa pratensis* L.) grown for seed. Norsk landbruksforskning 7:117-138. ISSN 0801-5333.

Various cutting treatments (no cutting, cut to 5 cm on 1 August, 1 September, or 1 October) and nitrogen applications (No N, 30 or 60 kg N ha⁻¹ on 1 August, 1 September, or 1 October) were compared in seed stands of the smooth meadowgrass 'Lavang' (origin 69°N, sea level) and 'Leikra' (origin 61°N, 550 m a.s.l.) at three locations in south-east Norway. In both cultivars autumn tillering was most extensive when nitrogen was applied on 1 September, and autumn cutting resulted in a greater proportion of tillers that produced panicles and thus panicle number in 'Leikra'. Autumn cutting generally reduced lodging, straw yield and seed number per panicle. In ley year 1, seed yields were not increased, but the contamination of *Poa annua* L. was usually more severe after autumn cutting. In older stands, cutting in late August/early September produced variable seed yields in 'Lavang', but this practice was clearly advantageous in 'Leikra'. Whereas seed yields in 'Lavang' were highest after application of 50-60 kg N ha⁻¹ on 1 August or 1 September, the latter date and 1 October (after cutting) were found to be the best application dates in 'Leikra'. Application of 50-60 kg N ha⁻¹ on 1 August and cutting on 1 October produced an average of 2490 kg DM ha⁻¹ in 'Leikra', but this treatment reduced the subsequent year's yield by approx. 30% as compared with cutting on 1 September and nitrogen application on 1 September or 1 October.

Key words: *Alopecurus geniculatus* L., autumn treatment, defoliation, Kentucky bluegrass, nitrogen, *Poa annua* L., *Poa pratensis* L., seed production, seed yield components, smooth meadowgrass

Trygve Sveen Aamlid, Landvik Research Station, N-4890 Grimstad, Norway

Knapt i noen annen grasart er det så stor variasjon i det norske sortsmaterialet som i engrapp (*Poa pratensis* L.).

'Lavang' er utvalgt ved 'Holt' forskingsstasjon (69°N, 25 m o.h.), og tilhører, i likhet med den tidligere sorten 'Holt', underarten *Poa pratensis* spp. *alpigena*. Begge sorter danner rikelig med skudd under langdagsforhold, mens høydeveksten avtar når daglengden faller under 20 timer (Håbjørg 1976, Aamlid 1992). Mens 'Holt' ved dyrking i Sør-Norge når dobbelring-stadiet allerede i slutten av august (Innbjør 1979), kan tilsvarende utvikling registreres for 'Lavang' i månedsskiftet september-oktober (Aamlid unpubl.). Frøavl av

begge sorter på Sørøstlandet har gitt store avlingsvariasjoner (Aamlid 1990).

'Leikra' er utvalgt ved Løken forskingsstasjon (61°N, 550 m o.h.), men er trolig en hybrid etter kryssing av stedegent materiale med innført *Poa ampla* L. fra California (Grønnerød pers. oppl.). Sorten er svært høyvokst, men danner få buskingskudd under normale norske lysforhold. Først ved daglengder ned mot 12 timer avtar høydeveksten vesentlig, og samtidig øker skuddanninga (Aamlid 1992). Foreløpige undersøkelser viser at vekstpunktet ikke initieres før vinteren ved dyrking på Sørøstlandet (Aamlid unpubl.) Frøavlingene av denne sorten har vært små på grunn av liten stengeldanning, mye legde og liten frøvekt.

På bakgrunn av de store skilnadene i voksemåte er det rimelig å forvente at 'Lavang' og 'Leikra' krever ulik høstbehandling ved frøavl i Sør-Norge. I de ledende frøavls-distriktene i USA og Danmark har slik høstbehandling tradisjonelt vært ensbetydende med brenning av frøavlsarealene etter høsting (Canode & Law 1979, Hickey & Ensign 1983, Nordestgaard 1976, 1988), men dette er uheldig både ut fra miljøhensyn og ut fra hensynet til å ta vare på frøhalmen som ressurs. Amerikanske forsøk har dessuten vist at brenning kan redusere neste års frøavling dersom den gjennomføres etter at gjenveksten har begynt (Phumphrey 1965), noe som vil være særlig risikabelt under norske klimaforhold.

En av de viktigste effektene av halmbrenning er at den hindrer tiltetting av gammel frøeng. Den samme virkningen kan oppnås med harving eller annen form for mekanisk tynning (Canode 1972, Evans 1980), men dette vil fremme spiring av tunrapp (*Poa annua* L.) og knereverumpe (*Alopecurus geniculatus* L.) og bør derfor unngås ved frøavl av engrapp (Nordestgaard 1976, Köylijärvi 1986). Heller ikke kjemisk tynning med glyfosat har vist seg fordelaktig i denne grasarten (Skuterud 1986).

De mest aktuelle høstbehandlingstiltaka i norsk frøavl av engrapp er avpussing og høstgjødsling til riktig tid. Formålet med avpussing kan enten være å fjerne stubb og avlingsrester kort tid etter frøhøsting, eller det kan være å fjerne gjenveksten lenger utpå høsten. I det siste tilfellet kan det også være aktuelt å kombinere frøavl med en grasslått seinhøstes.

I litteraturen er det rapportert få forsøk med høstbehandling av engrappfrøeng i gjenleggsåret. Etter gjenlegg i høstveten oppnådde Meijer & Vreeke (1988) betydelig større frøavling i første engår når hvetestubben ble pussa til 2 cm like etter tresking enn når 10-20 cm stubb stod igjen på feltet. I disse forsøka gav høstgjødsling i slutten av august (like etter høsting av hveten) gjennomgående større frøavling enn høstgjødsling i midten av oktober. Danske forsøk viste derimot at det både ved gjenlegg om våren uten dekkvekst (Nordestgaard 1976) og ved gjenlegg i høstbygg (Nordestgaard 1989) var en fordel å utsette nitrogenutførselen til midten eller slutten av september. Ved gjenlegg uten dekkvekst ble det i middel for flere gjødselledd oppnådd større frøavling når gjenlegget ble avpusset både 1. august og 1. november enn ved bare den første avpussinga (Nordestgaard 1976).

Flere resultater foreligger når det gjelder høstbehandling av engrappfrøeng i engåra. Sammenlikna med ingen avpussing førte pussing av stubben (2-5 cm) like etter frøhøsting til 15-90 % større frøavling i amerikanske (Ensign et al. 1983), kanadiske (Thompson & Clark 1989) og nordiske (Köylijärvi 1986, Cedell 1986, Nordestgaard 1988) forsøk. Effekten var gjennomgående større i 3. og 4. enn i 2. engår (Nordestgaard 1988). Avpussing av stubb og gjenvekst 3-8 uker etter høsting gav noe mindre frøavling enn avpussing like etter høsting, men fremdeles klart mer enn upussa ledd (Köylijärvi 1986,

Nordestgaard 1988). Forutsatt at stubben ble pussa og fjerna like etter frøhøsting var det liten (Nordestgaard 1988) eller svakt positiv (Köylijärvi 1986) virkning av ytterligere avpussing lenger utpå høsten.

Som i gjenleggsåret har nordiske forsøk vist at det også etter første og andre frøhøsting oppnås størst frøavling når høstgjødslinga utsettes til midten eller slutten av september (Jönsson & Steen 1971, Nordestgaard & Larsen 1974, Nordestgaard 1976, 1989).

Forsøk på å kombinere frøavl med en grasslått seinhøstes ble utført i Washington State, USA, av Evans (1975). Ved å gjødsla med 10 kg N daa⁻¹ ca 1. oktober oppnådde han i middel for tre engår ei fôravling på 339 kg tørrstoff daa⁻¹ ca. 1. desember, og dette økte gjennomsnittlig frøavling med 24 % sammenlikna med ledd som hadde fått samme gjødsling, men ingen avpussing om høsten. Tilsvarende forsøk med engrapp er såvidt vites ikke utført i Norden, men for engsvingel, hundegras og rødsvingel fant Nordestgaard (1981) at en intensiv utnyttelse av gjenveksten om høsten hadde liten negativ virkning på neste års frøavling så sant det ble gitt et ekstra nitrogentilskudd etter at fôrslåtten var tatt.

Formålet med de forsøk som her skal omtales var å finne det optimale tidspunkt for avpussing og gjødsling om høsten ved frøavl av 'Lavang' og 'Leikra' engrapp på ulike steder i Sør-Norge.

MATERIALE OG METODER

Forsøksplan 1/Experimental plan 1

Ett felt i 'Leikra' og ett felt i 'Lavang', hvert med tre gjentak, ble anlagt om høsten i gjenleggsåret (1987) på Landvik (58°N). Feltene var etablert med karbonmetoden (Synnes 1986) med radavstand 33.3 cm, såmengde 0.5 kg daa⁻¹ og uten dekkvekst. Forsøksledda var:

1. Uggjødsla. Upussa
No N. Not cut
2. 3 kg N daa⁻¹ 1. august. Upussa
30 kg N ha⁻¹ 1 August. Regrowth not cut
3. 6 kg N daa⁻¹ 1. august. Upussa
60 kg N ha⁻¹ 1 August. Regrowth not cut
4. 3 kg N daa⁻¹ 1. september. Upussa
30 kg N ha⁻¹ 1 September. Regrowth not cut
5. 6 kg N daa⁻¹ 1. september. Upussa
60 kg N ha⁻¹ 1 September. Regrowth not cut
6. 3 kg N daa⁻¹ 1. oktober. Upussa
30 kg N ha⁻¹ 1 October. Regrowth not cut
7. 6 kg N daa⁻¹ 1. oktober. Upussa
60 kg N ha⁻¹ 1 October. Regrowth not cut
8. 6 kg N daa⁻¹ 1. august. Gjenveksten pussa til 5 cm plantehøyde 1. oktober
60 kg N ha⁻¹ 1 August. Regrowth cut to 5 cm plant height on 1 October

Forsøksplan 2 / Experimental plan 2

Ca 1. august 1988 ble følgende felter etablert:

- Landvik: Ett felt i 'Lavang' og ett felt i 'Leikra', anlagt om høsten i gjenleggsåret etter såing med karbonmetoden.
- Apelsvoll (61°N): Ett felt i 'Lavang' og ett felt i 'Leikra', begge anlagt i gjenleggsåret etter såing uten dekkvekst, såmengde 1.0 kg daa⁻¹ og radavstand 12 cm.
- Hellerud (60°N): Ett felt i 'Leikra', anlagt i første engår etter frøtresking og halmfjerning. Feltet var sådd med karbonmetoden våren 1987.

Forsøksplanen var faktoriell med følgende ledd i tre eller fire gjentak:

The three- or four replicate experimental plan included the following treatments in factorial combination:

1. Ugjødsla./No N
 2. 5 kg N daa⁻¹ 1. august/50 kg N ha⁻¹ on 1 Aug.
 3. 5 kg N daa⁻¹ 1. september/50 kg N ha on 1 Sept.
 4. 5 kg N daa⁻¹ 1. oktober/50 kg N ha⁻¹ on 1 Oct.
- a. Upussa/Regrowth not cut
 - b. Pussa til 5 cm 1. aug./Regrowth cut to 5 cm on 1 Aug.
 - c. Pussa til 5 cm 1. sept./Regrowth cut to 5 cm on 1 Sept.
 - d. Pussa til 5 cm 1. okt./Regrowth cut to 5 cm on 1 Oct.

Felles for plan 1 og plan 2

Forsøksgjødsla ble alltid gitt som kalksalpeter (15.5% N). Om våren i engåra ble 3 eller 5 kg N daa⁻¹ (tabell 1) i NPK-gjødsel 14-6-16, 16-7-12 eller 18-3-15 tilført så tidlig som mulig, som regel i løpet av april. Tofrøblada ugras ble bekjempet med bromfenoxim (handelsprep. Faneron 50) eller trippelblandinga bentazon+MCPA+diklorprop (handelsprep. Triagran). I forsøka utlagt etter plan 2 på Landvik ble antall vegetative skudd telt i fastliggende jernrammer (20 x 33.3 cm) ved vekstavslutning ca 15. november og antall frøtopper klipt, telt og veid i de samme rammene før høsting året etter. Prosent generative skudd ble beregnet som forholdet mellom antall frøstengler og antall vegetative skudd. I forsøka utlagt etter plan 1 på Landvik (bare 2. og 3. engår) og i forsøka utlagt etter plan 2 på Apelsvoll (bare 1. engår) og Hellerud ble antall frøstengler telt på et areal 50·50 eller 60·60 cm² like før tresking, og på grunnlag av renfrøavling og tusenfrøvekt ble antall frø pr frøstengel beregnet. Prosent legde ble registrert like før høsting på de fleste feltene med 'Leikra' (tabell 1).

Frøavlinga ble høsta i begynnelsen av juli, vanligvis 7-8 dager tidligere for 'Lavang' enn for 'Leikra'. Høstemetoden på Apelsvoll var skårlegging fulgt av skurtresking etter ca ei ukes tørking i felt. På Hellerud og Landvik ble rutene treska direkte med forsøks-skurtresker, og på sistnevnte sted ble det også ofte foretatt en andre gangs tresking for å berge alt frø (tabell 1). Halmen ble fjernet umiddelbart etter tresking. På en del av feltene ble halmen veid på rutebasis (tabell 1). Bredden av høsterutene var alltid 1.5 m, mens høstelengden var 5.6 m på Landvik og 7.6 m på Hellerud og Apelsvoll.

Tabell 1. Opplysninger om nitrogen gjødsling om våren, høstemetode, laboratorium brukt ved renhetsanalyser og felt med registrering av legde, halmvekt og tørrstoffavling i gjenvekst 1. oktober

Table 1. Data on nitrogen amount in spring, harvest method, seed laboratory for purity analyses, and fields with recording of lodging, straw weight, and dry matter in regrowth on 1 October

Forsøksplan Expt. plan	Sted Location	Sort Cv	År Yr	Engår Ley yr	kg N/daa kg N/(0.1 ha)	Høstemetode ¹⁾ Harv.meth. ¹⁾	Lab ²⁾ Lab ²⁾	Legde % Lodging	Halmvekt Straw wt.	Tst.avl. Regrowth
1	Landvik	Lavang	1988	1	3	1x	SFK			
			1989	2	3	1x	SFK	X		
			1990	3	3	1x	L			
1	Landvik	Leikra	1988	1	3	1x	SFK			
			1989	2	3	1x	SFK	X	X	X
			1990	3	3	1x	L			
2	Landvik	Lavang	1989	1	3	2x	SFK	X		
			1990	2	3	1x	L	X		
			1991	3	5	2x				
2	Landvik	Leikra	1989	1	3	2x	L	X	X	
			1990	2	3	2x	L	X	X	X
			1991	3	5	2x	L			X
2	Apelsvoll	Lavang	1989	1	3	S+1x	SFK		X	
			1990	2	3	S+1x	SFK			
			1991	3	3	S+1x	SFK			
2	Apelsvoll	Leikra	1989	1	3	S+1x	SFK	X	X	
			1990	2	3	S+1x	SFK	X		
			1991	3	3	S+1x	SFK			
2	Hellerud	Leikra	1989	2	3	1x	L	X	X	
			1990	3	3	1x	L	X	X	

1) 1x = direkte tresking 1 gang/direct combining, once; 2x = 2 gangers tresking/direct combining + retreshing of straw after approx. 1 week; S+1x = skårlegging + 1 gangs tresking/swathing + combining after windrow curing

2) SFK = Statens frøkontroll/The Norwegian State Seed Testing Station, L = Landvik forskingsstasjon/Seed lab. at Landvik Research Station

Etter rensing ble det på en del felter (tabell 1) tatt ut en frøprøve pr behandling (felles for tre eller fire gjentak) for bestemmelse av renhetsprosent og prosentvis innhold av tunrapp (*Poa annua* L.) og knereverumpe (*Alopecurus geniculatus* L.) ved Statens frøkontroll. For felter med ubetydelig forekomst av tunrapp (tabell 1) ble renhetsprosent og prosentvis innhold av knereverumpe bestemt rutevis i frølaboratoriet på Landvik forskingsstasjon. Her ble også tusenfrøvekt, spirehastighet (etter 10 dager) og spireevne (etter 28 dager) fastsatt for alle felter i samsvar med internasjonale regler (ISTA 1985).

For å undersøke mulighetene for å kombinere frøavl med fôrproduksjon ble tørrstoffavlinga registrert ved avpussing 1. oktober i enkelte av feltene med 'Leikra' (tabell 1).

Detaljer om hvilke registreringer som ble gjort på de enkelte årsekt framgår av tabell 1.

Statistiske analyser

For alle parametre som var målt på rutebasis ble egen variansanalyse gjennomført for hvert årsekt i henhold til SAS-prosedylene ANOVA eller GLM (Statistical Analysis System 1987). Skilnader mellom enkeltbehandlinger ble påvist med LSD 5%. For frøprøver der renhetsanalysene var gjennomført ved Statens frøkontroll ble tusenfrøvekt, spirehastighet og spireevne bare bestemt i leddvise prøver, og for disse parametrene ble det derfor for hver kombinasjon av forsøksplan og sort gjennomført en felles variansanalyse med årsekt som

tilfeldig variabel. For målingene av tørrstoffavling 1. oktober og for Statens frøkontrollanalyser av prosentvis innhold av tunrapp og knereverumpe ble det foretatt middeltallsberegninger, men ingen variansanalyser.

Uttrykka 'signifikant' og 'sikkert' i denne meldinga refererer seg til signifikansnivået $P < 0.05$. I tabellene brukes *, ** og *** for henholdsvis $0.05 \geq P > 0.01$, $0.01 \geq P > 0.001$ og $P \leq 0.001$.

RESULTATER

Frøavling

'Lavang'

I forsøka utlagt etter plan 1 gav 'Lavang' jamt over størst frøavling ved gjødsling 1. september når det ikke ble foretatt avpussing om høsten, men forskjellen fra gjødsling 1. august var ikke signifikant i noen av engåra (tabell 2). For ledd gjødsla med 6 kg N daa⁻¹ var det i 1. engår en tendens til negativt utslag for avpussing 1. oktober, mens det i særlig i 2., men også i 3. engår var signifikant meravling for denne avpussinga. Utslaget for å øke høstgjødslinga fra 3 til 6 kg N daa⁻¹ var ikke signifikant i noe tilfelle.

Tabell 2. Frøavling (kg daa⁻¹, 100% renhet, 14% vann) av 'Lavang' og 'Leikra' engrapp i 1., 2., og 3. engår etter ulik høstbehandling. Forsøksplan 1

Table 2. Seed yield (kg (0.1 ha)⁻¹, 100% purity, 14% water content) of 'Lavang' and 'Leikra' in ley years 1, 2 and 3 as influenced by various autumn treatments. Experimental plan 1

Engår Ley year	Ugjødsla No N		Gjødslingsdato, upussa ledd Nitrogen application date, uncut treatments				6 kg N daa ⁻¹		Sign.	LSD
	Upussa Uncut	1.aug./1 Aug.		1.sept./1 Sept.		1.oct./1 Oct.		Pussa 1.oct Cut 1 Oct.		
		3	6	3	6	3	6			
Lavang										
1	25.6	25.2	32.9	30.2	33.4	25.4	24.6	26.3	ns(P=0.13)	-
2	9.3	16.6	18.7	20.9	20.5	14.9	16.8	30.2	***	5.8
3	3.7	5.5	4.0	7.3	5.9	5.1	3.6	6.6	*	2.3
Mid./Mean	12.9	15.8	18.5	19.5	19.9	15.1	15.0	21.0		
Leikra										
1	15.8	17.5	17.7	16.0	17.3	16.4	17.0	15.5	ns	-
2	11.8	13.6	22.7	14.9	24.2	24.8	29.8	21.9	***	6.2
3	6.0	2.4	3.1	3.6	5.5	6.4	6.9	5.2	ns	-
Mid./Mean	11.2	11.2	14.5	11.5	15.7	15.9	17.9	14.2		

I de faktorielle forsøka (plan 2) på Landvik var frøavlinga av 'Lavang' i 1. og 2. engår klart størst ved gjødsling 1. september, mens 1. august kom best ut i 3. engår (tabell 3). På Apelsvoll gav gjødsling 1. august størst avling i 1. engår, mens 1. september var signifikant bedre enn 1. oktober i 3. engår. I middel for alle tre engåra kom de to første gjødslingsdatoene om lag likt ut.

Tabell 3. Frøavling (kg daa⁻¹, 100% renhet, 14% vann) av 'Lavang' og 'Leikra' engrapp på Landvik, Apelsvoll og Hellerud ved ulike tidspunkt for høstgjødsling med 5 kg N daa⁻¹. Middell av 4 avpustringssledd, forsøksplan 2
 Table 3. Seed yield (kg (0.1 ha)⁻¹, 100% purity, 14% water content) of 'Lavang' and 'Leikra' at Landvik, Apelsvoll and Hellerud as influenced by various dates of application of 50 kg N ha⁻¹ Means of four cutting treatments. Experimental plan 2

Sted Location	Engår Ley yr	Ugjødsla No N	5 kg N/daa, dato/50 kg N/ha, date			Sign.	LSD 5%
			1.aug/1 Aug.	1.sept/1 Sept.	1.okt/1 Oct.		
Lavang							
Landvik	1	39.8	43.5	57.3	46.2	***	5.9
	2	12.7	23.6	27.4	17.1	***	4.0
	3	17.5	35.0	28.4	24.2	***	3.9
	Middel/Mean	23.3	34.0	37.7	29.2		
Apelsvoll	1	25.5	35.3	29.9	29.6	*	6.1
	2	25.9	30.6	33.8	33.3	*	6.1
	3	20.8	33.0	37.2	29.4	***	5.7
	Middel/Mean	24.1	33.0	33.6	30.8		
Leikra							
Landvik	1	40.2	48.7	48.1	53.6	***	4.1
	2	7.6	11.2	13.1	15.6	***	2.3
	3	18.5	14.0	21.7	26.4	***	5.3
	Middel/Mean	22.1	24.6	27.6	31.9		
Apelsvoll	1	16.6	20.0	22.8	23.8	*	5.5
	2	18.3	20.5	24.5	21.7	ns(P=0.08)	-
	3	14.7	22.1	25.8	18.5	***	2.2
	Middel/Mean	16.5	20.9	24.4	21.3		
Hellerud	2	16.7	21.2	23.1	23.4	**	4.0
	3	3.4	4.1	5.3	5.1	*	1.3
	Middel/Mean	10.1	12.7	14.2	14.3		

Avpustring av 'Lavang' om høsten førte på Landvik til mindre frøavling i 1. engår (tabell 4). Avpustring hadde ingen virkning på avlingsnivået i 2. engår, mens det i 3. engår var en tendens til størst avling på ledd som var blitt avpustring 1. september. På Apelsvoll førte avpustring 1. september og 1. oktober til signifikant meravling sammenlikna med upustringssledd i 3. engår, men det var ikke sikre utslag for avpustring i yngre frøeng.

Samspilla mellom avpustring og høstgjødsling var i de fleste tilfeller ikke signifikante. Ett unntak var 3. engår på Landvik, der gjødsling 1. august gav størst avling på alle ruter unntatt de som ble avpustring 1. september (fig. 1).

'Leikra'

I forsøka utlagt etter plan 1 på Landvik var det for 'Leikra' ubetydelige skilnader mellom de ulike forsøksledda i 1. og 3. engår (tabell 2). I 2. engår var frøavlinga klart størst på ruter som var gjødsla 1. oktober. I middel for tre gjødslingstidspunkt førte en økning av nitrogenmengden fra 3 til 6 kg daa⁻¹ til 44% større frøavling i 2. engår. Avpustring 1.

124 Høstbehandling i engrappfrøeng

oktober endret ikke frøavlinga på ledd gjødsla med 6 kg N daa⁻¹ 1. august.

Tabell 4. Frøavling (kg daa⁻¹; 100% renhet; 14% vann) av 'Lavang' og 'Leikra' på Landvik, Apelsvoll og Hellerud etter forskjellig tidspunkt for avpussing til 5 cm høyde. Middel av fire gjødselledd, forsøksplan 2

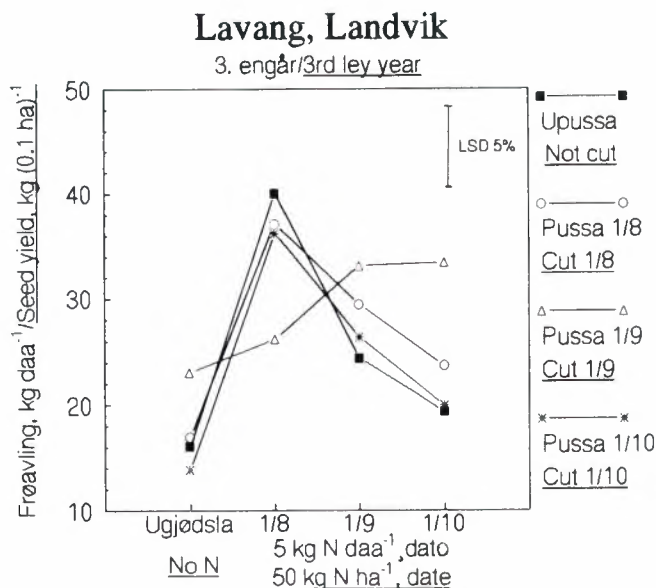
Table 4. Seed yield (kg (0.1 ha)⁻¹, 100% purity, 14% water content) of 'Lavang' and 'Leikra' at Landvik, Apelsvoll and Hellerud as influenced by various dates of cutting to 5 cm plant height. Means of four nitrogen treatments. Experimental plan 2

Sted Location	Engår Ley yr	Upussa Uncut	Pussa til 5 cm, dato/Cut to 5 cm, date			Sign.	LSD 5%
			1.aug/1 Aug.	1.sept/1 Sept.	1.okt/1 Oct.		
Lavang							
Landvik	1	52.3	47.6	41.0	46.0	***	5.9
	2	19.1	20.1	21.3	20.4	ns	-
	3	25.0	26.9	29.0	24.2	ns(P=0.07)	-
	Middel/Mean	32.1	31.5	30.4	30.2		
Apelsvoll	1	31.2	28.7	32.4	28.0	ns	-
	2	31.1	34.0	27.2	31.2	ns(P=0.18)	-
	3	25.1	29.8	33.5	31.9	*	5.7
	Middel/Mean	29.1	30.8	31.0	30.4		
Leikra							
Landvik	1	48.1	44.9 ¹⁾	49.0	48.5	ns(P=0.19)	-
	2	8.8	13.1	13.0	12.5	**	2.3
	3	16.3	21.8	23.5	19.1	*	5.3
	Middel/Mean	24.4	26.6	28.5	26.7		
Apelsvoll	1	20.8	17.0	19.2	26.2	*	5.5
	2	18.1	21.5	22.8	22.7	ns(P=0.15)	-
	3	17.5	19.4	22.9	21.3	***	2.2
	Middel/Mean	18.8	19.3	21.6	23.4		
Hellerud	2	23.6	21.8	20.2	18.6	**	4.0
	3	4.1	4.6	4.1	5.1	ns	-
	Middel/Mean	13.9	13.2	12.2	11.9		

1) Ved en feil ble det her avpussa både 1.august og 1.september
This treatment was cut in error on both 1 Aug. and 1 Sept.

I forsøket utlagt etter plan 2 på Landvik var frøavlinga av 'Leikra' i alle engår størst ved gjødsling 1. oktober (tabell 3). På Apelsvoll det en liknende tendens i 1. engår, men i eldre frøeng gav gjødsling 1. september større avling enn de andre gjødslingsdatoene. På Hellerud var det både i 2. og 3. engår en tendens til at gjødsling 1. september og 1. oktober gav større frøavling enn gjødsling 1. august.

På Landvik ble ledd som skulle avpusses 1. august ved en feil avpusset både 1. august og 1. september i gjenleggsåret. Dette reduserte frøavlinga i første engår, mens avpussing 1. september og 1. oktober var uten effekt sammenliknet med upussa ledd (tabell 4). I 2. og 3. engår var avlinga derimot klart minst på upussa ruter.



Figur 1. Frøavling (100 % renhet, 14 % vann) av 'Lavang' i 3. engår på Landvik ved ulike kombinasjoner av høstgjødsling og avpussing. Forsøksplan 2

Figure 1. Seed yield (100% purity, 14 % water content) of 'Lavang' at Landvik in ley year 3 as influenced by various combinations of cutting and nitrogen application in autumn. Experimental plan 2

På Apelsvoll gav avpussing 1. oktober størst avling i 1. engår, men seinere var det ikke signifikant skilnad mellom de to siste avpussingsdatoene. På Hellerud var det en tendens til at frøavlinga avtok med utsatt pussedato i 2. engår.

Sikkert samspill mellom avpussing og gjødsling ble registrert i 3. engår på Apelsvoll (fig. 2). Her var det lite utslag for høstgjødsling på upussa ruter, mens gjødsling 1. september viste seg best ved pussing 1. august, 1. september eller 1. oktober.

Skuddanning om høsten

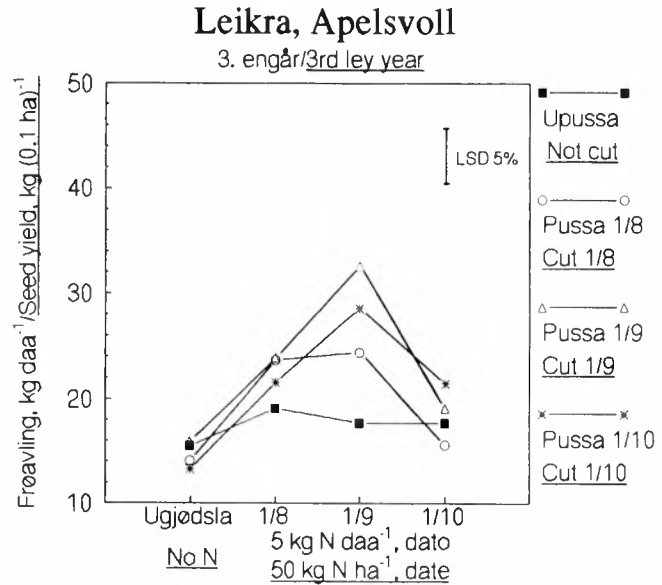
Hos 'Lavang' var i alle år skuddanninga om høsten størst ved gjødsling 1. september, men forskjellen fra de to andre gjødslingsdatoene var ikke alltid signifikant (tabell 5). Hos 'Leikra' ble det i gjenleggsåret dannet flest skudd ved gjødsling 1. september, men seinere var det liten skilnad mellom de to siste gjødslingsdatoene. 'Lavang' hadde i gjennomsnitt 71 % flere skudd enn 'Leikra'.

Avpussing om høsten hadde ikke i noe engår sikker virkning på skuddanninga i 'Lavang'. Hos 'Leikra' ble det forut for siste engår dannet signifikant flere skudd ved pussing 1. september enn ved de andre avpussingsledda, men i yngre eng var det også i denne sorten liten virkning av pussing på skuddanninga (data ikke vist i tabell).

Signifikant samspill mellom gjødsling og avpussing ble registrert for 'Leikra' seinhøstes året før 3. engår. Kombinasjonen pussing 1. september og gjødsling 1. september gav her signifikant flere skudd enn noen av de andre høstbehandlingene (data ikke vist i figur). Generelt ble det dannet flere skudd når enga ble avpusset før gjødsling enn ved den omvendte kombinasjonen.

Figur 2. Frøavling (100 % renhet, 14 % vann) av 'Leikra' i 3. engår på Apelsvoll ved ulike kombinasjoner av høstgjødning og avpussing. Forsøksplan 2

Figure 2. Seed yield (100% purity, 14% water content) of 'Leikra' at Apelsvoll in ley year 3 as influenced by various combinations of cutting and nitrogen application in autumn. Experimental plan 2



Tabell 5. Antall vegetative skudd (m^2) i 'Lavang' og 'Leikra' ved telling 15. november året før 1. 2. og 3. engår etter ulike tidspunkt for høstgjødning med 5 kg N daa⁻¹. Middell av fire avpussingsledd, forsøksplan 2

Table 5. Vegetative tillers (m^2) in 'Lavang' and 'Leikra' as counted on 15 November the year before ley years 1, 2 and 3 after various dates of application of 50 kg N ha⁻¹. Means of four cutting treatments. Experimental plan 2

Sted Location	Engår Ley yr	Ugjødsla No N	5 kg N/daa, dato/50 kg N/ha, date			Sign.	LSD 5%
		No N	1.aug/1 Aug.	1.sept/1 Sept.	1.okt/1 Oct.		
Lavang							
Landvik	1	4500	4822	5578	4972	*	644
	2	4461	6397	6484	5187	***	856
	3	3131	3932	4471	4312	**	677
	Middel/Mean	4031	5050	5571	4824		
Leikra							
Landvik	1	2639	2684	3213	2878	*	429
	2	2788	3291	3420	3521	*	468
	3	2075	2260	2670	2616	**	353
	Middel/Mean	2501	2745	3101	3005		

Prosent generative skudd

Ulike gjødslingsledd hadde ingen virkning på den prosentvise andelen av høstdanna skudd som ble frøbærende i 'Lavang'. I 'Leikra' var denne karakteren i 2. engår signifikant større

ved gjødsling 1. september og 1. oktober enn ved ingen gjødsling, og i 3. engår signifikant større ved gjødsling 1. oktober enn ved alle de andre gjødsledda (data ikke vist i tabell).

I førsteårsenga av 'Lavang' på Landvik ble en signifikant lavere andel av de høstdanna skudda frøbærende på ruter med avpussing 1. september enn på ruter uten avpussing (tabell 6). I 3. engår var tendensen motsatt; her ble flest skudd generative ved avpussing 1. september og færrest ved avpussing 1. oktober. For 'Leikra' gav avpussing 1. oktober størst andel generative skudd i alle engår.

Tabell 6. Prosentvis andel av skudd ved telling 15. november som ble frøbærende i 1. 2. og 3. engår ved ulike tidspunkt for avpussing til 5 cm plante høyde. Middel av fire gjødsledd, forsøksplan 2

Table 6. Percentage of tillers present on 15 November that became reproductive in ley years 1, 2 and 3 as influenced by various dates of cutting to 5 cm plant height. Means of four nitrogen treatments. Experimental plan 2

Sted Location	Engår Ley yr	Upussa Ley yr	Pussa til 5 cm, dato/Cut to 5 cm, date			Sign.	LSD 5%
			Uncut	1.aug/1 Aug.	1.sept/1 Sept.		
Lavang							
Landvik	1	32	29	25	32	*	7
	2	13	13	12	14	ns	-
	3	14	16	18	12	ns(P=0.09)	-
	Middel/Mean	20	19	18	19		
Leikra							
Landvik	1	32	29 ¹⁾	31	40	**	7
	2	9	11	13	13	*	3
	3	9	12	15	17	*	5
	Middel/Mean	17	17	20	24		

1) Ved en feil ble det her avpussa både 1.august og 1.september
This treatment was cut on error both 1 Aug. and 1 Sept.

Signifikant samspill mellom de to forsøksfaktorene ble påvist for 'Leikra' i 2. engår. Her var prosent generative skudd større ved kombinasjonen gjødsling 1. august og avpussing 1. oktober (18%) og ved kombinasjonen avpussing 1. september og gjødsling 1. oktober (17%) enn ved de andre kombinasjonene (data ikke vist i figur).

Antall frøstengler

'Lavang'

I forsøket utlagt etter plan 1 på Landvik var det i 2. engår flest frøstengler på ruter avpussa 1. oktober, men denne effekten gjentok seg ikke det siste høsteåret (tabell 7). Begge år var det på upussa ruter en tendens til at gjødsling 1. september gav noe flere frøstengler enn gjødsling 1. august og 1. oktober. Økning av nitrogenmengden fra 3 til 6 kg daa⁻¹ hadde liten effekt.

128 Høstbehandling i engrappfrøeng

Tabell 7. Antall frøstengler (m^{-2}) av 'Lavang' og 'Leikra' engrapp i 2. og 3. engår etter ulike høstbehandling. Forsøksplan 1

Table 7. Panicle number (m^{-2}) in 'Lavang' and 'Leikra' in ley years 2 and 3 as influenced by various autumn treatments. Experimental plan 1

Engår Ley year	Ugjødsla No N	Gjødslingsdato, upussa ledd Nitrogen application date, uncut treatments				6 kg N daa ⁻¹		Sign.	LSD 5%
	Upussa Uncut	1.aug./1 Aug.	1.sept./1 Sept.	1.okt./1 Oct.	1.aug/1 Aug. Pussa 1.okt	1.okt Cut 1 Oct.			
		3	6	3	6	3	6		
		Lavang							
2	470	408	426	518	679	532	403	794	*
3	131	207	156	283	269	221	221	231	ns(P=0.13)
Mid./Mean	301	308	291	401	474	377	312	513	-
		Leikra							
2	241	395	493	395	468	434	559	695	*
3	97	95	155	90	78	194	183	207	ns(P=0.14)
Mid./Mean	169	245	324	243	273	314	371	451	-

I forsøket utlagt etter plan 2 på Landvik dannet 'Lavang' i 1. engår flest frøstengler ved gjødsling 1. september (tabell 8). I 2. engår kom gjødsling 1. august og 1. september om lag likt ut, mens det siste året var liten forskjell mellom de tre gjødslingsdatoene.

Tabell 8. Antall frøstengler (m^{-2}) av 'Lavang' og 'Leikra' i 1., 2., og 3. engår på Landvik, Apelsvoll og Hellerud etter ulike tidspunkt for høstgjødsling med 5 kg N daa⁻¹. Middell av fire avpussingsbehandlinger, forsøksplan 2

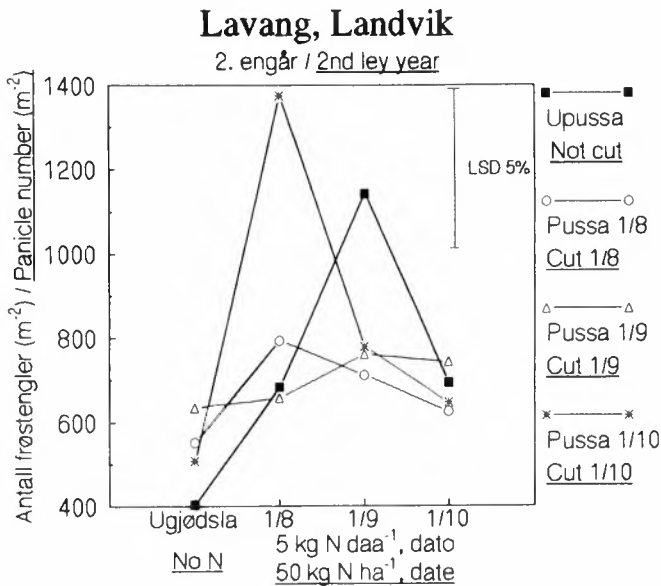
Table 8. Panicle number (m^{-2}) in 'Lavang' and 'Leikra' at Landvik, Apelsvoll and Hellerud as influenced by various dates of application of 50 kg N ha⁻¹. Means of four cutting treatments. Experimental plan 2

Sted Location	Engår Ley yr	Ugjødsla No N	5 kg N/daa, dato/50 kg N/ha, date			Sign.	LSD 5%	
			1.aug/1 Aug.	1.sept/1 Sept.	1.okt/1 Oct.			
		Lavang						
Landvik	1	1288	1323	1823	1488	**	307	
	2	526	879	850	679	**	193	
	3	462	668	629	646	ns(P=0.19)	-	
	Middel/Mean	759	957	1101	938			
Apelsvoll	1	900	1621	1270	872	**	413	
		Leikra						
Landvik	1	831	891	953	1034	ns		
	2	259	359	440	437	**	102	
	3	285	230	304	482	***	111	
	Middel/Mean	458	493	566	651			
Apelsvoll	1	325	459	442	434	ns(P=0.13)	-	
Hellerud	2	525	665	834	811	***	91	
	3	299	399	668	477	***	106	
	Middel/Mean	412	532	751	644			

Hovedeffekten av avpussing var ikke signifikant i noen av engåra på Landvik.

På Apelsvoll ble antall frøstengler bare registrert i 1. engår. Gjødsling 1. august førte her til flere frøstengler (tabell 8) enn de andre gjødselledda, mens det var en tendens ($P=0.13$) til at pussing 1. september og 1. oktober gav noe flere frøstengler enn ingen pussing eller pussing 1. august (data ikke vist i tabell).

På Landvik ble det i 2. engår registrert signifikant samspill mellom gjødsling og avpussing (fig. 3). Kombinasjonen gjødsling 1. august og pussing 1. oktober gav flest frøstengler, mens kombinasjonen ingen pussing og gjødsling 1. september fulgte på andre plass.



Figur 3. Antall frøstengler hos 'Lavang' i 2. engår på Landvik ved ulike kombinasjoner av høstgjødsling og avpussing. Forsøksplan 2
Figure 3. Panicle number of 'Lavang' at Landvik in ley year 2 as influenced by various combinations of cutting and nitrogen application in autumn. Experimental plan 2

'Leikra'

I forsøket utlagt etter plan 1 hadde avpussing 1. oktober positiv virkning på antall frøstengler i 2. engår (tabell 7). På upussa ruter var det i middel for 2. og 3. engår en tendens til flest frøstengler ved gjødsling 1. oktober, mens det var gjennomgående liten forskjell mellom de to nitrogennivåene.

I forsøket utlagt etter plan 2 på Landvik dannet 'Leikra' i siste engår flest frøstengler ved gjødsling 1. oktober (tabell 8). De to foregående åra var skilnaden mellom de tre gjødslingsdatoene ikke signifikant, og det samme gjaldt i 1. engår på Apelsvoll. På Hellerud kom 1. september og 1. oktober likt ut i 2. engår, mens gjødsling 1. september var signifikant best det siste året.

I 1. og 3. engår på Landvik og i 3. engår på Hellerud var det signifikant flere frøstengler ved avpussing 1. oktober enn på upussa ledd (tabell 9). Samme tendens ble registrert i 2. engår på Landvik og 1. engår på Apelsvoll.

130 Høstbehandling i engrappfrøeng

Tabell 9. Antall frøstengler (m^{-2}) i 1., 2. og 3. engår i 'Leikra' engrapp på Landvik, Apelsvoll og Hellerud etter forskjellig tidspunkt for avpussing til 5 cm høyde. Middell av fire gjødselledd, forsøksplan 2

Table 9. Panicle number (m^{-2}) of 'Leikra' in ley years 1, 2 and 3 at Landvik, Apelsvoll and Hellerud as influenced by various dates of cutting to 5 cm plant height. Mean of four nitrogen treatments. Experimental plan 2

Sted Location	Engår Ley yr	Upussa Uncut	Pussa til 5 cm, dato/Cut to 5 cm, date			Sign.	LSD 5%
			1.aug/1 Aug.	1.sept/1 Sept.	1.okt/1 Oct.		
Landvik	1	855	788 ¹⁾	946	1120	*	234
	2	298	373	420	404	ns(P=0.09)	-
	3	210	312	428	351	*	111
	Middel/Mean	454	491	598	625		
Apelsvoll	1	333	423	411	492	ns(P=0.10)	-
Hellerud	2	690	719	702	725	ns	-
	3	374	450	450	569	**	106
	Middel/Mean	532	585	576	647		

1) Ved en feil ble det her avpussa både 1.august og 1.september
This treatment was cut on in error both 1 Aug. and 1 Sept.

Vekt pr frøtopp/antall frø pr frøtopp

I middel for forsøksledd og engår i de faktorielle forsøka på Landvik var vekten pr utreska frøtopp 59 mg for 'Lavang' og 120 mg for 'Leikra'. For 'Lavang' førte høstgjødsling 1. august og 1. september til signifikant tyngre frøtopper sammenlikna med ingen gjødsling i 3. engår (data ikke vist i tabell), men ellers var det ingen virkning av forsøksbehandlingene i denne sorten. For 'Leikra' var det ingen effekt av høstgjødsling; derimot førte avpussing 1. oktober til lettere frøtopper enn avpussing 1. august eller 1. september i alle tre engår (tabell 10). Upussa ruter hadde i 1. og 3. engår de tyngste frøtoppene, men dette forholdet var motsatt i 2. engår.

Tabell 10. Vekt pr utreska frøtopp (mg) ved forskjellig tidspunkt for avpussing til 5 cm høyde i 'Leikra' engrapp på Landvik. Middell av fire gjødselledd, forsøksplan 2

Table 10. Weight per inflorescence (unthreshed, mg) in 'Leikra' at Landvik after various cutting treatments in autumn. Means of four nitrogen treatments. Experimental plan 2

Sted Location	Engår Ley yr	Upussa Uncut	Pussa til 5 cm, dato/Cut to 5 cm, date			Sign.	LSD 5%
			1.aug/1 Aug.	1.sept/1 Sept.	1.okt/1 Oct.		
Landvik	1	142	132 ¹⁾	119	109	*	18
	2	92	115	125	102	**	13
	3	146	124	132	100	*	22
	Middel/Mean	127	124	125	104		

1) Ved en feil ble det her avpussa både 1.august og 1.september
This treatment was cut in error on both 1 Aug. and 1 Sept.

Beregning av antall frø pr frøtopp ut fra frøavlinga og de andre avlingskomponentene viste på Hellerud følgende tall i 2. engår: Ingen avpussing: 132; pussing 1. august: 122; pussing

1. september: 120; pussing 1. oktober: 102. Effekten var nesten signifikant ($P=0.06$). Den negative virkningen av sein avpussing på størrelsen av frøtoppene ble bekreftet av forsøket utlagt etter plan 1 på Landvik (data ikke vist i tabell).

På Apelsvoll var det i begge sorter jamt over uklar virkning av de enkelte forsøksledda på antall frø pr frøtopp.

Tusenfrøvekt

Avpussing om høsten hadde ingen virkning på tusenfrøvekt i 'Lavang'. Derimot viste den felles variansanalysen av forsøk utlagt etter plan 2 (6 årsfelt) signifikant virkning av høstgjødsling på denne karakteren (tusenfrøvekt gitt i mg):

Ugjødsla	5 kg N daa ⁻¹ , dato/50 kg N ha ⁻¹ , date			Sign.	LSD
No N	1.aug/1 Aug.	1.sept./1 Sept.	1.okt/1 Oct.		5%
324	332	326	318	**	7

I forsøket utlagt etter plan 1 på Landvik var det en tendens ($P = 0.14$) til at tusenfrøvekt i 'Lavang' avtok med utsatt dato for høstgjødsling og med økende mengde nitrogen. I middel for tre engår og tre gjødslingsdatoer var tusenfrøvekt på ruter uten avpussing henholdsvis 307, 301 og 283 mg for ledd med 0, 3 og 6 kg N daa⁻¹.

For 'Leikra' viste enkeltanalysene fra Hellerud både i 2. og 3. engår størst tusenfrøvekt på ruter uten høstgjødsling (data ikke vist i tabell). Det var imidlertid ingen sikker virkning av høstgjødsling i den felles analysen av forsøk utlagt etter plan 2 (8 årsfelt); derimot falt tusenfrøvekt med utsatt dato for avpussing om høsten:

Upussa	Pussa til 5 cm, dato/ ut to 5 cm, date			Sign.	LSD
Not cut	1.aug/1 Aug.	1. sept./1 Sept.	1.okt/1 Oct.		5%
283	281	278	276	*	5

I forsøket utlagt etter plan 1 på Landvik var det ingen virkning av ulike behandlinger på tusenfrøvekt i 'Leikra'.

Legde

I 'Lavang' ble det ikke registrert legde på noen av feltene.

I forsøka utlagt etter plan 2 i 'Leikra' var det stort sett mer legde på høstgjødsla enn på ikke-gjødsla ruter, men forskjellen mellom gjødslingsdatoene var signifikant bare i 2. engår på Landvik og 2. engår på Hellerud (data ikke vist i tabell).

Med unntak for 1. engår på Apelsvoll førte avpussing 1. september og 1. oktober til signifikant mindre legde i 'Leikra' sammenlikna med upussa ledd (tabell 11). Avpussing 1. august var stort sett mindre effektiv enn de to siste pussdatoene. Samspilla mellom høstgjødsling og avpussing var jamt over ikke signifikante.

I forsøket utlagt etter plan 1 på Landvik var det i 2. engår minst legde på ruter med avpussing 1. oktober. På upussa ruter var det en tendens til at høstgjødsling med 6 kg N daa⁻¹ gav mer legde enn høstgjødsling med 3 kg N daa⁻¹, og at gjødsling 1. oktober gav mer legde enn gjødsling 1. august eller 1. september (data ikke vist i tabell).

132 Høstbehandling i engrappfrøeng

Tabell 11. Prosent legde i 'Leikra' i 1., 2., og 3. engår på Landvik, Apelsvoll og Hellerud ved forskjellig tidspunkt for høstgjødning med 5 kg N daa⁻¹. Middell av fire avpuddingsbehandlingar, forsøksplan 2

Table 11. Percentage of lodging in 'Leikra' at Landvik, Apelsvoll and Hellerud as influenced by various dates of application of 50 kg N ha⁻¹. Means of four cutting treatments. Experimental plan 2

Sted Location	Engår Ley yr	Ugjødsla No N	5 kg N/daa, dato/50 kg N/ha, date			Sign.	LSD 5%
			1.aug/1 Aug.	1.sept/1 Sept.	1.okt/1 Oct.		
Landvik	1	34	51	45	46	*	11
	2	40	46	45	56	**	
	Middel/Mean	37	49	45	51		
Apelsvoll	1	21	14	14	24	ns	17
	2	18	34	38	45	*	
	Middel/Mean	20	24	26	35		
Hellerud	2	10	16	10	13	*	6
	3	3	13	18	18	*	
	Middel/Mean	7	15	14	16		

Tabell 12. Prosent innhold av tunrapp i forrensa frø ved forskjellig tidspunkt for avpudding til 5 cm høye i 'Lavang' og 'Leikra' engrapp på Apelsvoll. Middell av fire gjødselledd, forsøksplan 2

Table 12. Percentage of contamination of *Poa annua* L. in precleaned seed of 'Lavang' and 'Leikra' at Apelsvoll as influenced by various dates of cutting to 5 cm plant height in autumn. Means of four nitrogen treatments. Experimental plan 2

Sort Cultivar	Engår Ley yr	Uputsa Uncut	Pussa til 5 cm, dato/Cut to 5 cm, date			Middel Mean
			1.aug/1 Aug.	1.sept/1 Sept.	1.okt/1 Oct.	
Lavang	1	6.5	9.5	11.0	9.6	9.2
	2	0.0	0.0	0.0	0.0	
	3	0.1	0.0	0.3	0.2	
	Middel/Mean	2.2	3.2	3.8	3.3	
Leikra	1	15.9	34.6	33.6	12.8	24.2
	2	1.2	1.7	1.3	2.3	
	3	0.0	0.1	0.0	0.0	
	Middel/Mean	5.7	12.1	11.6	5.0	

Halmavling

I begge sorter førte avpudding om høsten jamt over til reduksjon i halmavlinga året etter. Høstgjødning hadde motsatt virkning, særlig på Hellerud der halmavlinga i middel for fire avpuddingsledd og to engår var 35% større på ruter gjødsla 1. oktober enn på ugjødsla ruter (data ikke vist i tabell)

Tørrstoffavling 1. oktober

På ruter som var gjødsla med 5 eller 6 kg N daa⁻¹ 1. august ble det ved avpudding 1. oktober fjernet 249 kg tørrstoff daa⁻¹ i 'Leikra' (middel av 3 årsefelt på Landvik). På ruter

med gjødsling 1. september var tilsvarende tørrstoffavling 212 kg daa⁻¹, og på ugjødsla ruter 116 kg daa⁻¹.

Tunrapp og knereverumpe

I feltene på Apelsvoll var det nesten ikke knereverumpe, men derimot svært mye tunrapp i 1. engår. Sammenlikna med upussa ledd førte avpussing 1. august og 1. september til større innhold av dette ugraset i forrensa frø hos begge sorter (tabell 12). For 'Lavang' hadde også avpussing 1. oktober negativ effekt, men dette forholdet var motsatt for 'Leikra'. For begge sorter var problemene med tunrapp betydelig mindre i 2. og 3. enn i 1. engår. Ulike gjødslingstider hadde uklar virkning på tunrappinnholdet i feltene på Apelsvoll (data ikke vist i tabell).

I forsøka på Landvik var knereverumpe gjennomgående et større problem enn tunrapp, men for dette skadegraset var det liten virkning av ulike høstbehandlinger. I forsøket med 'Lavang' utlagt etter plan 1 økte gjennomsnittlig innhold av knereverumpe dramatisk fra 1. til 2. engår og holdt seg deretter konstant det siste engåret (tabell 13). I feltet med 'Leikra', som lå like ved siden av, var også knereverumpeinnholdet størst i 2. engår, men deretter avtok det i 3. engår.

Tabell 13. Prosentvis innhold av knereverumpe og tunrapp i forrensa frø av 'Lavang' og 'Leikra' i ulike engår på Landvik. Middell av 8 behandlinger i forsøk utlagt etter plan 1

Table 13. Percentage contamination of *Alopecurus geniculatus* L. and *Poa annua* L. in precleaned seed of 'Lavang' and 'Leikra' from seed fields of increasing age at Landvik. Means of eight treatments. Experimental plan 1

Engår	Knereverumpe <i>Alopecurus geniculatus</i>		Tunrapp <i>Poa annua</i>	
	Lavang	Leikra	Lavang	Leikra
	1	1.5	0.4	0
2	13.6	1.9	1.8	0.4
3	13.6	0.4	0.1	0

Spiring

For 'Lavang' ble det i forsøket utlagt etter plan 1 ikke påvist signifikante skilnader i spirehastighet eller spireevne. I den felles analysen av forsøka utlagt etter plan 2 var det ingen utslag for avpussing; derimot var spireevnen signifikant bedre ved gjødsling 1. september enn ved de andre gjødsledda (middel av 6 årsefelt):

Ugjødsla	5 kg N daa ⁻¹ , dato/50 kg N ha ⁻¹ , date			Sign.	LSD
No N	1.aug/1 Aug.	1.sept./1 Sept.	1.okt/1 Oct.		5%
84	85	87	85	**	2

For 'Leikra' kunne det ikke i noen av forsøksseriene påvises signifikante skilnader av høstbehandling på spirehastighet eller spireevne. Den felles analysen av forsøka utlagt etter plan 2 viste likevel en tendens ($P = 0.11$) til lavere spirehastighet ved sein avpussing om

høsten (data ikke vist i tabell).

I middel for alle behandlinger hadde 'Lavang' betydelig høyere spirehastighet og noe høyere spireevne enn 'Leikra' i begge forsøksserier (tabell 14).

Tabell 14. Gjennomsnittlig spirehastighet og spireevne for 'Lavang' og 'Leikra' engrapp i to forsøksserier. Middel av alle behandlinger og årshøstinger

Table 14. Speed of germination (after 10 days) and germination capacity (after 28 days) in 'Lavang' and 'Leikra'. Means of all treatments and ley years

Forsøksplan <i>Experimental plan</i>	Sort <i>Cultivar</i>	Spirehastighet <i>Speed of germ.</i>	Spireevne <i>Germ. capacity</i>
1	Lavang	77	90
	Leikra	72	89
2	Lavang	74	85
	Leikra	56	81

DISKUSJON

For engrapp og andre grasarter med juvenilt stadium (Cooper & Calder 1964, Meijer 1984) og dobbelt induksjonskrav (Heide 1990) er en optimal skuddpopulasjon om høsten en forutsetning for stor frøproduksjon. Like viktig som det totale skuddantallet er at det enkelte skudd er kort og lubbent, godt forankra i jorda og har lite vissent bladmateriale (Chilcote et al. 1980, Meijer & Vreeke 1988). Canode & Law (1979) fant at henholdsvis 70, 23 og 1 % av skudd med basisdiameter 2.0, 1.5 og 1.0 mm om høsten ble frøbærende året etter.

I de forsøk som her er omtalt dannet både 'Lavang' og 'Leikra' flest skudd ved gjødsling 1. september (tabell 5). Avpussing hadde liten virkning på skuddtallet; derimot hadde sein avpussing av 'Leikra' positiv virkning på den prosentvise andelen som ble frøbærende året etter, og dermed på antall frøstengler (tabellene 6, 7 og 9). Tilsvarende resultater ble oppnådd i tyske, danske og nederlandske forsøk og kan forklares med bedre lysforhold og mindre konkurranse i avpussa frøeng, særlig i den viktige skuddstrekingsfasen om våren (Skirde 1967, Nordestgaard 1976, Meijer & Vreeke 1988).

For 'Lavang' førte avpussing 1. september i gjenleggsåret til at prosentvis færre frøstengler ble frøbærende året etter (tabell 6). Dette skyldes trolig at assimiljonsapparatet forsvant like før den viktigste perioden for innlagring av karbohydrater i underjordiske organer om høsten. Sammenliknet med ingen avpussing hadde pussing 1. oktober derimot ingen effekt på andelen av skudd som ble frøbærende; dette kan forklares med at den viktigste innlagringa var avslutta på dette tidspunktet.

I eldre frøeng av 'Lavang' var utsalget for avpussing uklart. Kombinasjonen gjødsling 1. august og pussing 1. oktober førte til flest frøstengler i 2. engår i begge felt på Landvik (tabell 7 og fig. 3), men i 3. engår hadde den seine avpussinga ingen avlingsfremmende effekt ved tidlig gjødsling (tabell 7 og fig. 1). På Apelsvoll var avpussing 1. september fordelaktig i 3., men ikke i 2. engår. Disse skilnadene er vanskelig å forklare, men de har trolig sammenheng med at vekstrytmen i 'Lavang' lett kommer 'i utakt' ved frøavl i Sør-Norge.

Med et uforklarlig unntak i 2. engår førte avpussing om høsten gjennomgående til mindre frøtopper i 'Leikra' (tabell 10). Dette samsvarer godt med utenlandske forsøk (Evans 1975, Nordestgaard 1988, Thompson & Clark 1989) og skyldes delvis mindre karbohydratreserve i avpussa bestand og delvis større konkurranse på grunn av flere frøstengler. At tusenfrøvekta i 'Leikra' avtok med sein avpussing må trolig også tilskrives konkurranseforholdet mellom avlingskomponentene.

I motsetning til på Landvik og Apelsvoll ble det på Hellerud i 2. og 3. engår ikke oppnådd større frøavling av 'Leikra' ved avpussing om høsten (tabell 4). For 2. engår kan dette tilskrives den markante nedgangen i antall frø pr frøtopp. I 3. engår var det i alle forsøksledd svært mye lett frø som ble rensset bort; følgelig skal en ikke legge så stor vekt på frøavlinga fra dette året. Antall frøstengler viste imidlertid en klar økning med avpussing om høsten (tabell 9).

Fra norske forproduksjonsforsøk er det kjent at en tredjeslått seinhøstes reduserer avlinga av førsteslått året etter (Lein 1981). På denne bakgrunn er det ikke uventa at avpussing om høsten reduserte halmavlinga, noe som også er vist i kanadiske frøavlsforsøk (Thompson & Clark 1989).

Ettersom store lomengder og mye legde ofte skaper vansker ved frøavl av 'Leikra', er det oppmuntrende at disse problemene kan reduseres ved avpussing om høsten. Stående frøeng forenkler innhøstingsarbeidet og gjør det mulig å stubbe høyt ved direkte tresking, slik at tunrappen unngås. Dersom det er mye tunrapp skal en likevel være forsiktig med å utføre avpussing tidlig i gjenleggsåret, noe resultatene fra Apelsvoll viser (tabell 12). En rekke forsøk har vist at tunrappens konkurransevne øker med gjentatt avpussing/avbeiting (Wells 1974).

Ifølge Netland (1985) er norske tunrappopulasjoner fra områder med dominerende åkerdyrking, særlig i innlandsstrøka, stort sett ettårige eller vinterettårige. Det er derfor ikke overraskende at forekomsten av tunrapp avtok dramatisk fra 1. til 2. og 3. engår på Apelsvoll (tabell 12). Knereverumpe er derimot fleirårig i det meste av landet (Synnes 1982), noe som var tydelig i de karbonsådde feltene på Landvik (tabell 13). Mens 'Lavang' konkurrerte minst like godt mot skadegrasa som 'Leikra' på Apelsvoll, hadde den førstnevnte sorten klare fordeler på Landvik. Liknende forhold er påvist i tidligere forsøk (Aamlid 1991).

Tørrstoffavlingene som ble registrert ved avpussing av 'Leikra' 1. oktober på Landvik er fullt på høyde med det som er oppnådd i danske forsøk med rødsvingel, engsvingel, hundegras og raigras (Nordestgaard 1981, 1991) og indikerer at frøproduksjon og forproduksjon er mulig å kombinere i denne sorten. I gjennomsnitt for alle forsøka med 'Leikra' førte slik intensiv utnyttelse av grasveksten om høsten til ca 30 % reduksjon i frøavling sammenliknet med avpussing 1. september og gjødsling 1. oktober, men sannsynligvis kan denne forskjellen reduseres ved å gi et ekstra nitrogenstilskudd etter grasslått ca 1. oktober Nordestgaard (1981).

KONKLUSJON

Ved frøavl av 'Leikra' engrapp bør stubb og gjenvekst avpusses ca 1. september i engåra. I gjenleggsåret kan slik avpussing bare anbefales der det er lite tunrapp. Høstgjødsling med

ca 5 kg N daa⁻¹ utføres etter avpussing, gjerne ca 1. september i innlandsbygder på Østlandet og ca 1. oktober på Sørlandet .

I 'Lavang' kan avpussing ikke anbefales i gjenleggsåret. For engåra spriker forsøksresultatene, men som regel er avpussing ikke nødvendig. Høstgjødsling med ca 5 kg N daa⁻¹ utføres i løpet av august.

ETTERORD

Forfatteren vil takke personalet ved Statens frøkontroll, Hellerud forsøks- og eliteavlsgård og Apelsvoll og Landvik forskingsstasjoner for godt samarbeid.

LITTERATUR

Canode, C.L. 1972. Grass seed production as influenced by cultivation, gapping and postharvest residue management. *Agronomy Journal* 64: 148-151.

Canode, C.L. & A.G. Law 1979. Thatch and tiller size as influenced by residue management in Kentucky bluegrass seed production. *Agronomy Journal* 71: 289-291.

Cedell, T. 1986. Høstbehandling av flerårig gräsfrövall. s. 183-187 i: Vallfröodling. Nordiske jordbrugsforskernes forening, seminar nr 91. Malmö, Sverige, 30. juni - 2. juli 1986.

Chilcote, D.O., H.W. Youngberg, P.C. Stanwood & S. Kim 1980. Post-harvest residue burning effects on perennial grass development and seed yield. s. 91-103 i: P.D. Hebblethwaite (red.). *Seed Production*. Butterworths, London.

Cooper, J.P. & D.M. Calder 1964. The inductive requirement for flowering of some temperate grasses. *Journal of the British Grassland Society* 19: 6-14.

Ensign, R.D., V.G. Hickey & M.D. Bernardo 1983. Effects of sunlight reduction and post-harvest residue accumulations on seed yields of Kentucky bluegrass. *Journal of Applied Seed Production* 1: 19-20.

Evans, D.W. 1975. 'Cougar' Kentucky bluegrass seed production as affected by clipping to simulate grazing. *Crop Science* 15: 601-602.

Evans, D.W. 1980. Stand thinning in seed production of 'Cougar' Kentucky bluegrass. *Agronomy Journal* 72: 525-527.

Heide, O.M. 1990. Blomstringsbiologi hos viktige grasarter i Norden. s. 61-67 i: Frøavl. Nordiske jordbrugsforskernes forening, seminar nr 173. Tune, Danmark 18-20.juni 1990.

Hickey, V.G. & R.D. Ensign, 1983. Kentucky bluegrass seed production characteristics as affected by residue management. *Agronomy Journal* 75: 107-110.

Håbjørg, A. 1976. Effects of photoperiod and temperature on vegetative growth of different ecotypes of *Poa pratensis* L. *Meldinger fra Norges landbrukshøgskole* 55 (16). 26 s.

Innbjør, H. 1979. Blomsterdifferensiering og utvikling hos to sorter (økotyper) av engrapp (*Poa pratensis* L.): dyrket på tre steder i Norge. Hovedoppgave ved Norges landbrukshøgskole. 158 s.

ISTA 1985. International rules for seed testing. *Seed Science and Technology* 13: 299-520.

Jönsson, N. & Steen, E. 1971. Gräsfrövallens behandling på hösten belyst i fältforsök. *Svensk Frötidning* 40: 136-138.

Köylijärvi, J. 1986. Behandling av ängssvingel-, rödsvingel- och ängsgröefrövall. s. 191-195 i: Vallfröodling. Nordiske jordbruksforskernes forening, seminar nr 91. Malmö, Sverige, 30. juni - 2. juli 1986.

Lein, H. 1981. Nitrogenmengde ved overgjødning, stubbhøgd og tid for tredje slått på eng. *Forskning og forsøk i landbruket* 32: 111-119.

Meijer, W.J.M. 1984. Inflorescence production in plants and in seed crops of *Poa pratensis* L. and *Festuca rubra* L. as affected by juvenility of tillers and tiller density. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 32: 119-136.

Meijer, W.J.M & Vreeke, S. 1988. The influence of autumn cutting treatments on canopy structure and seed production of first- year crops of *Poa pratensis* L. and *Festuca rubra* L. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 36: 315-325.

Netland, J. 1985. Studium av tunrapp (*Poa annua* L.): Veksemåte, formeiring, konkurransevne. Avhandling for graden Doctor Scientiarum, Norges landbrukshøgskole. 112 s.

Nordestgaard, A. 1976. Efterårsbehandling af frømarker med hundegræs (*Dactylis glomerata* L.), alm. rajgræs (*Lolium perenne* L.), engsvingel (*Festuca pratensis* Huds.) og engrappgræs (*Poa pratensis* L.). *Tidsskrift for Planteavl* 80: 759-784.

Nordestgaard, A. 1981. Afbrænding af halm og udnyttelse af genvækst efter frøhøst hos rødsvingel (*Festuca rubra*), hundegræs (*Dactylis glomerata*) og engsvingel (*Festuca pratensis*). *Tidsskrift for Planteavl* 85: 97-113.

Nordestgaard, A. 1988. Alternativer til afbrænding af frøgræshalm. *Tidsskrift for Planteavl* 92: 103-114.

Nordestgaard, A. 1989. Delt efterårsudbragt kvælstof ved frøavl af engrapgræs (*Poa pratensis*). Tidsskrift for Planteavl 93: 293-296.

Nordestgaard, A. 1991. Efterårsbehandling af frømarker med alm. rajgræs til frøavl i to år. Tidsskrift for Planteavl 95: 233-238.

Nordestgaard, A. & A. Larsen 1974. Frøavlsforsøg i rammer med hundegræs, engsvingel og engrapgræs. Tidsskrift for Planteavl 78: 116-130.

Phumphrey, F.V. 1965. Residue management in Kentucky Bluegrass (*Poa pratensis* L.) and red fescue (*Festuca rubra* L.) seed fields. Agronomy Journal 57: 559-561.

Skirde, W. 1967. Zur Frage der Herbst-Futternutzung im Grassamenbau. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau 125: 351-372.

Skuterud, R. 1986. Tynning av frøeng ved påstryking av glyfosat med tauveke. Forskning og forsøk i landbruket 37: 231-239.

Statistical Analysis System 1987. SAS/STAT Guide for personal computers. Version 6 Edition. SAS Institute, North Carolina, USA. 1028 s.

Synnes, O.M. 1982. Tynning av tunrapp og knereverumpe ved frødyrking av engrapp. Norges landbruksvitenskapelige forskingsråd. Sluttrapport nr. 439. 14 s.

Synnes, O.M. 1986. Tynning av tunrapp, knereverumpe og kveke i grasfrøeng. Norges landbruksvitenskapelige forskingsråd. Sluttrapport nr. 670. 17 s.

Thompson, D.J. & K.W. Clark 1989. Influence of nitrogen fertilization and mechanical stubble removal on seed production of Kentucky bluegrass in Manitoba. Canadian Journal of Plant Science 69: 939-943.

Wells, G.J. 1974. The biology of *Poa annua* and its significance in grassland. Herbage Abstracts 44: 385-389.

Aamlid, T.S. 1990. Faktorer av betydning for lokalisering av frøavl i skandinaviske sorter av flerårigre grasarter. Norsk landbruksforskning 4: 259-277.

Aamlid, T.S. 1991. Seed production of smooth meadow grass (*Poa pratensis* L.) as influenced by soil type, pH and compaction. II. Seed yields and other plant characteristics. Norwegian Journal of Agricultural Sciences 5: 321-338.

Aamlid, T.S. 1992. Effects of temperature and photoperiod on growth and development of tillers and rhizomes in *Poa pratensis* L. ecotypes. Annals of Botany 69: 289-296.

Tilsetning av organiske syrer til smågrisfôr. En oversikt

Supplementation of organic acids to piglet rations. A review

THOR HOMB

Norges landbrukshøgskole, Institutt for husdyrfag, Ås, Norge

Agricultural University of Norway, Department of Animal Science, Ås, Norway

Homb, T. 1993. Supplementation of organic acids to piglet rations. A review. *Norsk Landbruksforskning*, 7, 139-145. ISSN 0801-5333.

A review of the literature on supplementations of citric acid, fumaric acid and formic acid to piglet rations, with special emphasis on formic acid and formiates.

Key words: Citric acid, feed conversion, formiates, formic acid, fumaric acid, growth rate, newly weaned piglets

Thor Homb, Agricultural University of Norway, Department of Animal Science, P.O. Box 25, N-1432 Ås, Norway

Det har lenge vært kjent at kumjølktilsatt sitronsyre er et brukbart fôrmiddel ved oppkopping av smågriser (Hallgren 1940, e. Kirchgessner & Roth-Maier 1975). På denne måten kan det dannes fine fnokker av kaseinet i mjølka, noe som er positivt for fordøyelsen. Før mjølkeerstatninger kom på markedet ble denne metoden brukt ved Norges Veterinærhøgskole (Brænd 1954). Det er sannsynlig at sitronsyren i seg sjøl også har hatt en gunstig virkning i fordøyelseskanalen. Fordøyelsesfunksjonen er nemlig ikke fullt utviklet ved fødselen. Sekresjonen av pepsin-saltsyre er også mangelfull i 3 ukers alderen (Cranwell 1985).

Når smågrisene avvenes i 4-6 ukers alderen, er fordøyelsen fremdeles ikke fullstendig utviklet med "full" syreproduksjon i magen. Dette kan være en av årsakene til at nylig avvennede smågriser liker å få en tørrfôrblanding (prestarter, starter) med syresmak (Bolduan 1984, Bolduan & Schneider 1986, e. Bolduan m.fl. 1988a). Fra 1970-årene er det publisert en rekke avhandlinger om tilsetning av ulike organiske syrer (og deres salter) til smågrisfôrblandinger, særlig fra Tyskland. Kirchgessner & Roth-Maier (1975) brukte nylig avvennede griser i vektintervallet 5-20 kg. I første del av forsøket fikk grisene en prestarter med 50% tørket skummet mjølk, mens de i siste periode fikk en vanlig smågrisfôrblanding. Med 4,5 prosent sitronsyre i kraftfôret åt grisene mer, og tilveksten pr dag var 6 prosent høyere enn hos kontrollgruppen. I et annet forsøk var det positivt utslag for tilsetning av 2 prosent fumarsyre, med 11,6 prosent høyere tilvekst, mens 4 prosent fumarsyre virket negativt (Kirchgessner & Roth 1976). Senere ble ulike

konsentrasjoner av fumarsyre testet. For vektintervallet 5-22 kg ble maksimal tilvekst (+ ca 10 prosent) oppnådd med 1,5-2 prosent fumarsyre. Også for den videre oppføring var det fordelaktig med fumarsyre i fôret, med en oppnådd vekststimulans på 5-6¹prosent ved tilsetning av 1,2-2,4 prosent (Kirchgessner & Roth 1978). I de fortsatte forsøkene ble det klarlagt at iallfall to faktorer kan forklare den positive virkningen av fumarsyren, nemlig høyere fôropptak og bedret fordøyelighet. Med 4-6 uker gamle griser ble det funnet signifikant økning av fordøyeligheten av protein, N-frie ekstraktstoffer og energi, selv om det dreier seg om bare 2-3 prosent-enheter i fordøyelseskoeffisienten. Nitrogenbalansen steg med hele 5-7 prosent. Også mineral-balansen ble påvirket i positiv retning for Ca, P, Mg og Zn (Kirchgessner 1978). Resultatene synes å bekrefte Bolduan's antagelser (se foran) om at det er syrevirkningen (hydrogen-ioner) i fumarsyren som er den bakenforliggende faktor for bedret vekst (Kirchgessner & Roth 1980). Også i andre land kom det i denne perioden publikasjoner som viste gunstige resultater av tilsetning av sitronsyre og fumarsyre til smågrisfôr (Falkowski & Aherne 1984, Giesting & Easter 1985, Henry m.fl. 1985). Også propionsyre ble testet i forsøk med smågriser (Kirchgessner & Roth 1982), uten at den syntes å være så fordelaktig som sitronsyre og fumarsyre. Felles for disse to syrene var at de også ble brukt i næringsmiddel-industrien i Tyskland, noe som førte til relativt høye priser (Kirchgessner & Roth 1988). Dette skal være en av grunnene til at maursyren ble testet. Også maursyren har vist seg å virke vekstfremmende på smågriser. Det samme gjelder maursyrens salter (formiat). Kirchgessner & Roth (1987a) fant i et forsøk at 1,3 prosent kalsiumformiat i fôret økte tilveksten med 7,1 prosent og bedret fôrforbruket pr kg tilvekst med 3,8 prosent. Den dobbelte konsentrasjonen av formiat ga svakere resultater. I et annet forsøk var det liten virkning av formiat på vekst-hastigheten, mens fôrutnyttelsen ble bedret. I alle tilfeller var det mindre diaré hos grisene på formiat enn i kontrollgruppen. De samme forfatterne fant i en ny forsøks-serie at 1,8 prosent natriumformiat bedret veksten med 7 prosent. Også maursyre og fumarsyre virket positivt på tilveksten (Kirchgessner & Roth 1987b).

Bolduan m.fl. (1988a) prøvde tilsetning av både propionsyre og maursyre til smågrisfôret. Best virkning hadde maursyre i mengder på 0,35 prosent av fôret, med et positivt utslag i veksten på 27%, mens 1,2% ga mindre utslag. Vekst-stimulansen skrev seg åpenbart fra høyere fôropptak. Det ble ikke funnet noen forskjell i fordøyelighet. Propionsyre syntes ikke å konkurrere med maursyren som ergotropisk middel, og senere har de tyske forskerne tydeligvis konsentrert seg om maursyren og dens salter. Bolduan m.fl. (1988b) testet et spesielt produkt, kalt propandiol. I motsetning til maursyre korroderer ikke dette, men i fordøyelseskanalen frigjøres maursyre. Smågriser i 5-10 ukers alder viste tendenser til høyere fôropptak og bedre vekst med dette produktet, men fumarsyre ga vel så gode resultater.

I en ny serie publikasjoner av Kirchgessner og medarbeidere i Weihenstephan i Bayern er tilsetning av maursyre og dens salter til smågrisfôr nærmere belyst. I løpet av 1992 er det kommet hele 12 delpublikasjoner om dette tema. Referater fra noen av disse skal tas med her.

Eckel m.fl. (1992a) fant at smågrisene la på seg 22 prosent mer på kraftfôr med 0,6 og 1,2 prosent maursyre enn på kontrollfôr. Fôrforbruket pr kg tilvekst gikk ned med 13-14 prosent hos disse to gruppene. Med 1,8 prosent maursyre var det bare 5 prosent bedre

vekst i forhold til kontroll. Fordøyeligheten av protein og energi steg som følge av 1,8 og 2,4 prosent maursyre i blandingen. Kirchgessner m.fl. (1992a) kom i slakteforsøk med smågriser til at 0,6-1,2 prosent maursyre førte til høyere nitrogenavleiring enn hos kontrollgruppen. En større del av energien i tilveksten stammet fra protein ved bruk av maursyretilsetning. Roth m.fl. (1992a) undersøkte innholdet i de ulike deler av fordøyelseskanalen hos smågriser like etter avliving, og de fant at de som hadde fått maursyre i fôret hadde uendret pH i magesekk (3,2-3,6), litt høyere pH i tynntarmen og signifikant høyere pH i tykktarmen, i forhold til kontroll. De mener at maursyre gir bedre absorpsjon av lettløselige karbohydrater i mage-tynntarm, samtidig som cellulosegjæringa i tykktarmen blir sterkere. På grunn av antimikrobiell virkning av maursyren fant Eckel m.fl. (1992b) at innholdet av ammoniakk og biogene aminer i mage-tarm-kanalen hos grisene ble høyere. I en annen undersøkelse av innholdet i fordøyelseskanalen var det tydelig at maursyre i fôret gir nedsatt mikrobevirsomhet i alle deler av mage - tarmen, og dette skal være en viktig årsak til bedre vekst og færre tilfeller av diaré hos smågriser på maursyre (Gedek m.fl. 1992). Nedgang i antall diaré-tilfeller ble også observert i flere av de undersøkelsene som er referert ovenfor. Grassmann m.fl. (1992) undersøkte blodserum- og leverenzymmer hos smågriser på fôr med 0-2,4 prosent maursyre. Blant annet ble økt innhold av serum-urea tatt som tegn på toksisk virkning når fôret inneholdt 1,8-2,4 prosent maursyre. Det er da tale om ikke-kompensert acidose. På den annen side var det ikke tegn til toksisitet hos griser som fikk 0,6 og 1,2 prosent maursyre i fôret. Tvertimot, disse grisene vokste bedre enn kontroll-dyra uten maursyre.

I neste forsøk ble 1,25 prosent maursyre sammenlignet med 1,8 prosent kalsiumformiat (samme mengde anion), med og uten nøytralisering med natrium-hydrokarbonat (Eidelsburger m.fl. 1992a). Som i de tidligere forsøk i denne serien ble det i første periode gitt en pre-starter og i siste en vanlig starterblanding. Med utgangspunkt i smågriser på vel 6 kg var det en tendens til bedre vekst med maursyre enn med formiat, og nøytraliseringsmidlet virket negativt ved siden av maursyre. Selv om ingen av differansene i tilvekst var signifikante, peker resultatene i retning av at surt fôr er gunstig like etter avvenning. Når det gjelder fôrforbruket i forhold til tilveksten, var det signifikant gunstigst med maursyretilsetning uten nøytralisering. Protein-fordøyeligheten i den første perioden var litt høyere hos grisene som fikk maursyre og formiat enn hos kontrollgrisene uten tilsetning. Antall tilfeller av diaré var mindre hos grisene på formiat enn i kontrollen, og minst diaré forekom hos maursyre-grisene.

Forskjellen i virkning av syre og formiat består i at syre kan føre til pH-senking i magesekken hos unge griser som ennå ikke har tilstrekkelig egenproduksjon av saltsyre. Ammoniakk-innholdet i mage- og tynntarm-innhold var minst ved bruk av maursyre, noe høyere med formiat og høyest hos kontrollgrisene (Eidelsburger m.fl. 1992bc). En amerikansk undersøkelse (Giesting m.fl. 1991) tyder på at buffervirkningen av natriumhydrokarbonat kan være positiv ved bruk av soyamjøl som eneste proteinfôr i forbindelse med maursyretilsetning, mens forholdet var omvendt med kasein som proteinfôr. De fant større positivt utslag for maursyre når nylig avvennede griser fikk en enkel blanding av soyamjøl og maisgrøpp i blandingen, i dette tilfelle 25 prosent soyamjøl. Eidelsburger m.fl. (1992ab) fant derimot ingen klar effekt av natriumhydrokarbonat i tillegg til maursyre. Her fikk grisene tørrmjølk og soyamjøl som proteinfôr.

De forsøkene som ligger til grunn for referatene foran, gjelder nylig avvennede

smågriser. Bare i ett tilfelle er det referert fra forsøk med slaktegriser (Kirchgessner og Roth 1978). Dessuten er det her ved instituttet gjennomført et innledende forsøk, hvor det er brukt 0,5 og 1,0 prosent maursyre i fôret. Resultatene er såpass positive at forsøkene vil fortsette. (Lysø, upublisert). Det er innlysende at den første tida etter avvenning stiller spesielle krav til fôring og stell. Dette gjelder uansett alderen ved avvenning, men det er mest åpenbart når grisene avvennes ved 3-5 ukers alder, slik tilfellet har vært i de forsøkene som er omtalt her. Overgangen fra morsmjølk til bare tørrfôr er stor, spesielt hvis smågrisene ikke har fått tørt fôr som tilskudd til morsmjølk. Grisene får en lettere overgang hvis de har hatt adgang til kraftfôr under suge-perioden. Fôrskiftet vil endre forholdet mellom de enkelte bakteriearter og typer i tynntarmen. Under fysiologiske forhold er det mye Laktobasiller og Bifidobakterier i tynn-tarmen, mens *E.coli* og Enterokokker ofte tar deres plasser etter overgang til fôring med tørt fôr (Gedek 1974, e. Kirchgessner m.fl. 1992ab). For å motvirke dette er det at ulike tilsetninger kommer inn i bildet, og maursyre/formiat er en av slike. Også andre organiske syrer som sitronsyre og fumarsyre har antimikrobiell virkning. Maursyrens anion er i så måte mer effektiv enn de øvrige syrer, som er virksomme på grunn av surhetsgraden (hydrogenium-ioner). Flere forfattere mener det er naturlig å sammenligne maursyre/formiat med antibiotika, som fra 1950-årene ofte er tilsatt smågrisfôr i store deler av den vestlige verden. Begge typer virker antimikrobielt og kan blant annet motvirke diaré som har lett for å opptre hos nylig avvennede griser (Edmonds m.fl. 1985, Eidelsburger m.fl. 1992d, Roth m.fl. 1992b).

SLUTTORD

Det går fram av denne oversikten at maursyre/formiat kan være aktuelt som tilsetning til fôret for smågriser den første tida etter avvenning. Det er neppe grunn til å vente like stor positiv reaksjon ved fôring av slaktegriser og avlspurker. Likevel er det vel verdt å få gjennomført forsøk for å få dette klarlagt.

LITTERATUR

Bolduan, G., H. Jung, Renate Schneider, J. Block & Brigitte Klenke 1988a. Die Wirkung von Propion- und Ameisensäure in der Ferkelaufzucht. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 59, 72-78.

Bolduan, G., H. Jung, Renate Schneider, J. Block & Brigitte Klenke 1988b. Die Wirkung von Fumarsäure und Propandiol-Formiat in der Ferkelaufzucht. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 59, 143-149.

Brænd, M. 1954. Oppkopping av smågriser. *Buskap og Avdrått*, 6 (1) 38-40.

Cranwell, P.D. 1985. The development of acid and pepsin (EC 3.4.23.1) secretory capacity in the pig; the effects of age and weaning. *Br. J. Nutr.* 54, 305-320.

Eckel, B., M. Kirchgessner & F.X. Roth 1992a. Zum Einfluss von Ameisensäure auf tägliche Zunahmen, Futteraufnahme, Futtermverwertung und Verdaulichkeit. 1. Mitteilung. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 67, 93-100.

Eckel, B., F.X. Roth, M. Kirchgessner & U. Eidelsburger 1992b. Zum Einfluss von Ameisensäure auf die Konzentrationen an Ammoniak und biogenen Aminen in Gastrointestinaltrakt. 4. Mitteilung. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 67, 198-205.

Edmonds, M.S., O.A. Izquierdo & D.H. Baker 1985. Feed additive studies with newly weaned pigs. Efficacy of supplemental copper, antibiotics and organic acids. *J. Anim. Sci.* 60, 462-469.

Eidelsburger, U., F. X. Roth & M. Kirchgessner 1992a. Zum Einfluss von Ameisensäure, Calciumformiat und Natriumhydrogencarbonat auf tägliche Zunahmen, Futteraufnahme, Futtermverwertung und Verdaulichkeit. 7. Mitteilung. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 67, 258-267.

Eidelsburger, U., M. Kirchgessner & F. X. Roth 1992b. Zum Einfluss von Ameisensäure, Calciumformiat und Natriumhydrogencarbonat auf pH-Wert, Trockenmassegehalt, Konzentration an Carbonsäuren und Ammoniak in verschiedenen Segmenten des Gastrointestinaltraktes. 8. Mitteilung. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 68, 20-32.

Eidelsburger, U., F. X. Roth & M. Kirchgessner 1992c. Zum Einfluss von Ameisensäure, Calciumformiat und Natriumhydrogencarbonat auf den Säure-Basen-Haushalt. 9. Mitteilung. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 68, 33-42.

Eidelsburger, U., M. Kirchgessner & F. X. Roth 1992d. Zum Einfluss von Fumarsäure, Salzsäure, Natriumformiat, Tylosin und Toyocerin auf tägliche Zunahmen, Futteraufnahme, Futtermverwertung und Verdaulichkeit. 11. Mitteilung. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 68, 82-92.

Falkowski, J.F. & F.X. Aherne 1984. Fumaric and citric acid as feed addition in starter pig nutrition. *J. Anim. Sci.* 58, 935-938.

Gedek, B., M. Kirchgessner, U. Eidelsburger, S. Wiehler, A. Bott & F. X. Roth 1992. Zum Einfluss von Ameisensäure auf die Keimzahlen der Mikroflora und deren Zusammensetzung in verschiedenen Segmenten des Gastrointestinaltraktes. 5. Mitteilung. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 67, 206-214.

Giesting, D.W. & R.A. Easter 1985. Response of starter pigs to supplementation of corn-soybean meal diets with organic acids. *J. Anim. Sci.* 60, 1288-1294.

Giesting, D.W., M.A. Roos & R.A. Easter 1991. Evaluation of the effect of fumaric acid and sodium bicarbonate addition on performance of starter pigs fed diets of different types. *J. Anim. Sci.* 69, 2489-2496.

Grassmann, E., F.X. Roth & M. Kirchgessner 1992. Intermediäre Effekte durch Einsatz von Ameisensäure. 6. Mitteilung. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 67, 250-257.

Henry, R.W., D.W. Pickard & P.E. Hughes 1985. Citric acid and fumaric acid as food additives for early-weaned piglets. *Anim. Prod.* 40, 505-519.

Kirchgessner, M. 1978. Nährstoff- und Energieverdaulichkeit bei Fumarsäure-Zulage. *Z. Tierphysiol. Tierernähr. u. Futtermittelkd.* 41, 71-76.

Kirchgessner, M. & D.A. Roth-Maier 1975. Zum Einsatz von Zitronensäure in der Ferkelaufzucht, *Züchtungskunde* 47, 329-335.

Kirchgessner, M. & F.X. Roth 1976. Zum Einsatz von Fumarsäure in der Ferkelaufzucht, *Züchtungskunde* 48, 402-406.

Kirchgessner, M. & F.X. Roth 1978. Fumarsäure als Futteradditiv in der Ferkelaufzucht und Schweinemast. *Züchtungskunde* 50, 17-25.

Kirchgessner, M. & F.X. Roth 1980. Verdaulichkeit und Bilanz von Protein, Energie und einigen Mineralstoffe in Fumarsäurezulagen an Ferkel. *Z. Tierphysiol., Tierernähr. u. Futtermittelkd.* 44, 239-246.

Kirchgessner, M. & F.X. Roth 1982. Propionsäure als Futteradditiv in der Ferkelaufzucht und Schweinemast. *Wirtschaftseig. Futter* 28, 225-235.

Kirchgessner, M. & F.X. Roth 1987a. Use of formiates in the feeding of piglets. 1st communication. Calcium formiate. *Landw. Forschung* 40, 141-152.

Kirchgessner, M. & F.X. Roth 1987b. Einsatz von Formiaten in der Ferkelfütterung. 2. Mitteilung. Natriumformiat. *Landw. Forschung* 40, 287-294.

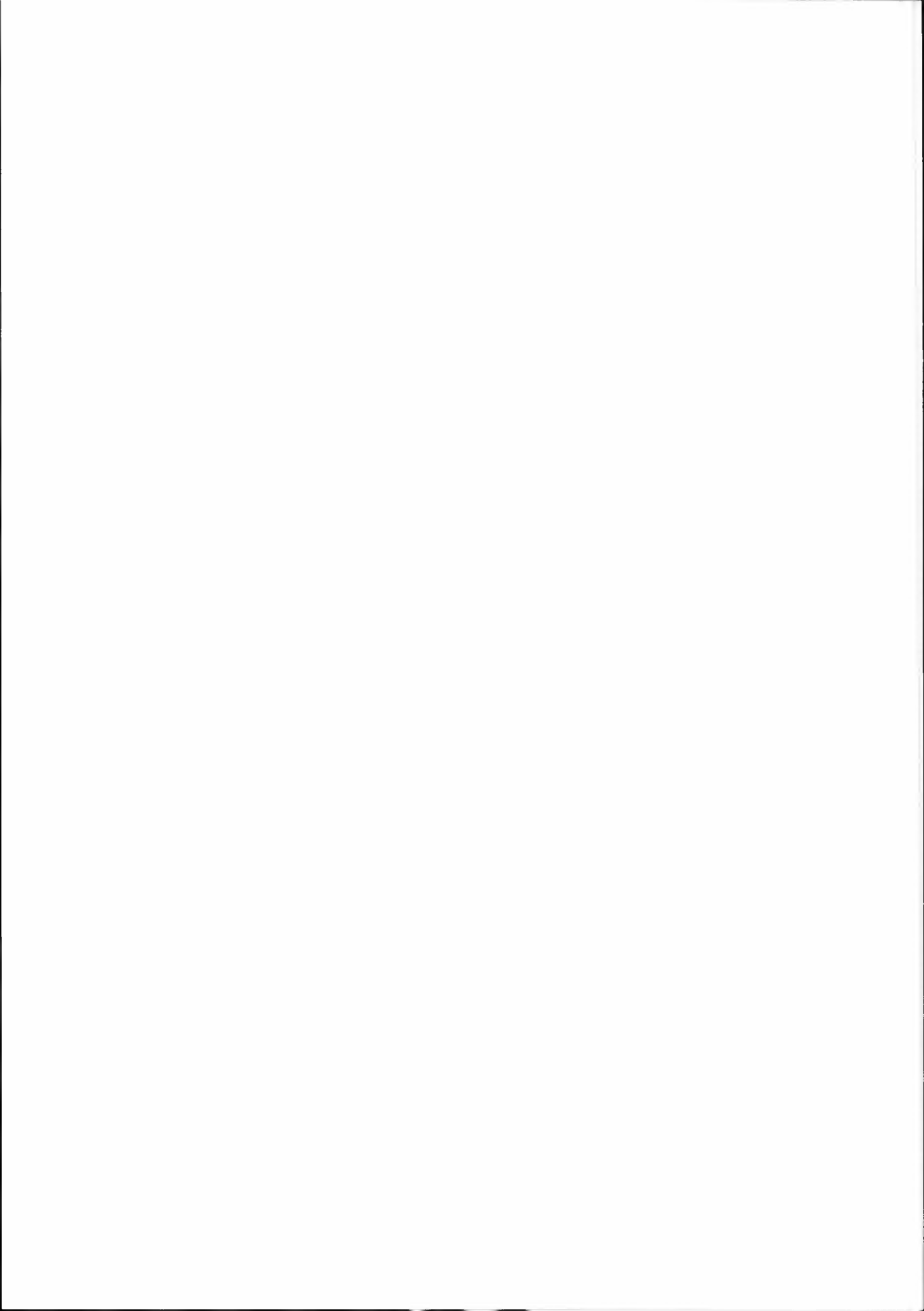
Kirchgessner, M. & F.X. Roth 1988. Ergotrope Effekte durch organische Säuren in der Ferkelaufzucht und Schweinemast. *Übers. Tierernährg.* 16, 93-108.

Kirchgessner, M., B. Eckel, F.X. Roth & U. Edelsburger 1992a. Zum Einfluss von Ameisensäure auf Körperzusammensetzung und Nährstoffretention. 2. Mitteilung. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 67, 101-110.

Kirchgessner, M., B. Gedek, S. Wiehler, A. Bott & F.X. Roth 1992b. Zum Einfluss von Ameisensäure, Calciumformiat und Natrimhydrogencarbonat auf die Keimzahlen der Mikroflora und deren Zusammensetzung in verschiedenen Zegmenten des Gastrointinales. 10. Mitteilung. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 68, 73-81.

Roth, F.X., B. Eckel, M. Kirchgessner & U. Eidelsburger 1992a. Zum Einfluss von Ameisensäure auf pH-Wert, Trockenmassegehalt, Konzentrationen an flüchtigen Fettsäuren und Milchsäure im Gastrointestinaltrakt. 3. Mitteilung. *J. Physiol. a. Anim. Nutr.* 67, 148-156.

Roth, F.X., U. Eidelsburger & M Kirchgessner 1992b. Zum Einfluss von Fumarsäure, Salzsäure, Natriumformiat, Tylosin und Toyocerin auf pH-Wert, Trockenmassegehalt, Konzentration und Carbonsäuren und Ammoniak in verschiedenen Segmenten des Gastrointestinaltraktes 12. Mitteilung. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 68, 93-103.



Nedkjøling av gulrot. Verknad på lagringsevne og kvalitet

Prestorage of carrots. Effects on storability and quality

HALLDOR HOFTUN

Norges landbrukshøgskole, Institutt for hagebruk, Ås, Noreg.

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

Hoftun, H. 1993. Prestorage of carrots. Effects on storability and quality. Norsk landbruksforskning 7:147-155. ISSN 0801-5333.

In an experiment involving precooling of carrots, the variety 'Duke', was maintained at a constant temperature of 0°C, or at 5, 10 and 15°C for 1, 2 and 3 weeks before storage at 0°C. The total storage period was five months. During the storage period CO₂ production was measured. After storage, weight loss, weight of healthy carrots, weight of rotten tissue, weight of new leaves and secondary lateral roots were observed, and an enzymatic analysis of glucose, fructose and sucrose was carried out. It was found that on average over two years total CO₂ production was lowest and weight of healthy carrots highest after prestorage at 5°C for 2 or 3 weeks or at 10°C for 1 week. Also, prestorage at 10°C for 2 or 3 weeks resulted in a higher weight of healthy carrots than that found in the control group. *Mycocentrospora acerina* was the main cause of rotting. There were no significant differences in weight loss between different treatments. Growth of new leaves was highest on carrots prestored at 10°C for 3 weeks. During the storage period the ratio of sucrose and glucose/fructose decreased. At 0°C the total sugar content was quite stable, whereas it decreased in prestored carrots, and most of all in carrots stored at 15°C for 2 and 3 weeks. A good correlation was found between total CO₂ production and weight of healthy carrots, and between total CO₂ production and total sugar content.

Key words: Carrots, growth, prestorage, respiration, rotting, sugar content, weight loss.

Halldor Hofun, Agricultural University of Norway, Department of Horticulture, P.O.Box 5022 N-1432 Ås, Norway.

Rotning er ei av hovudårsakene til svinn ved lagring av gulrot. Dei viktigaste sjukdomsorganismane er klosopp (*Mycocentrospora acerina*), gulrotkvitfleck (*Rhizoctonia carotae*), gråskimmel (*Botrytis cinerea*) og storknolla råtesopp (*Sclerotinia sclerotiorum*). Bakterierote kan også førekomma, men er mindre vanleg.

Kor sterkt sjukdomsangrepet vert er avhengig både av smittepress på veksestaden, av behandling av røtene ved opptak og av tilhøva på lageret. Tilrådd lagringstemperatur for gulrot er 0 til 1°C. Lagring ved temperaturar under 0°C svekkar røtene og gjer dei

mottakelege for sjukdomsangrep, særleg dersom dei vert utsette for høgare temperaturar etter uttak frå lageret (Apeland & Hoftun 1974). Ved temperaturar over det optimale aukar også faren for rotning. Veksten hos sjukdomsorganismane stig, innafor visse grenser, med stigande temperatur samstundes som gulrøtene si motstandsevne mot sjukdom gradvis vert svekka.

For einskilde produkt er det kjent at ein kort sårhelingsperiode ved relativt høge temperaturar kan ha positive verknader ved at vekt tap og rotning vert redusert. I forsøk med gulrot er det også resultat som viser at det skjer sårheling og at det vert danna stoff som motverkar angrep av soppar. Det meste av arbeidet på dette området er gjort med klosopp (Saburov & Sirtautatje 1966, Krug & Bauer 1973, Heinrich 1974, Davies 1977, Lewis et al. 1981, Garrod et al. 1982 og Lewis et al. 1983). Når sårheling ikkje er teke i vanleg bruk ved lagring av gulrot har dette samanheng med faren for at einskilde sjukdomsorganismar kan utvikla seg raskt i ein sårhelingsperiode. Dette gjeld særleg storknolla råtesopp som veks seint ved 0 til 2°C, men som utviklar seg raskt ved høgare temperaturar (Årsvoll 1969).

Nedkjøling av gulrot har også ei teknisk\økonomisk side. Til raskare feltvarmen må fjernast, til større kapasitet må kjøleutstyret ha og til større vert investeringskostnadene.

For å få betre haldepunkt for kor raskt nedkjøling av gulrot bør gå er det gjennomført forsøk for å samanlikna direkte nedkjøling til 0°C med ulik tid ved ulike forlagrings-temperaturar.

MATERIALE OG METODAR

Gulrøter av sorten 'Duke' vart kjøpt inn frå produsentar i Østfold og Akershus. Røtene var hausta med toppløftar. Før lagring vart røtene sorterte for å få så einsarta materiale som mogeleg. Røtene var ikkje vaska.

Røtene vart sette direkte på 0°C eller forlagra ved 5, 10 eller 15°C i 1, 2 eller 3 veker før flytting til 0°C. Det var 3 gjentak à 3 kg. Total lagringstid var 141 døger i 1989/90 og 153 døger i 1990/91.

Respirasjonsmålingane vart utførte etter metoden til Claypool & Keefer (1942). Røtene vart lagra i spann med gjennomstrøyming av fuktig luft. Respirasjonen er uttrykt som CO₂-produksjon i g per kg gulrot.

Enzymatiske analysar av glukose, fruktose og sukrose vart gjennomførte etter 3 veker ved ulike temperaturar og ved avslutta lagring.

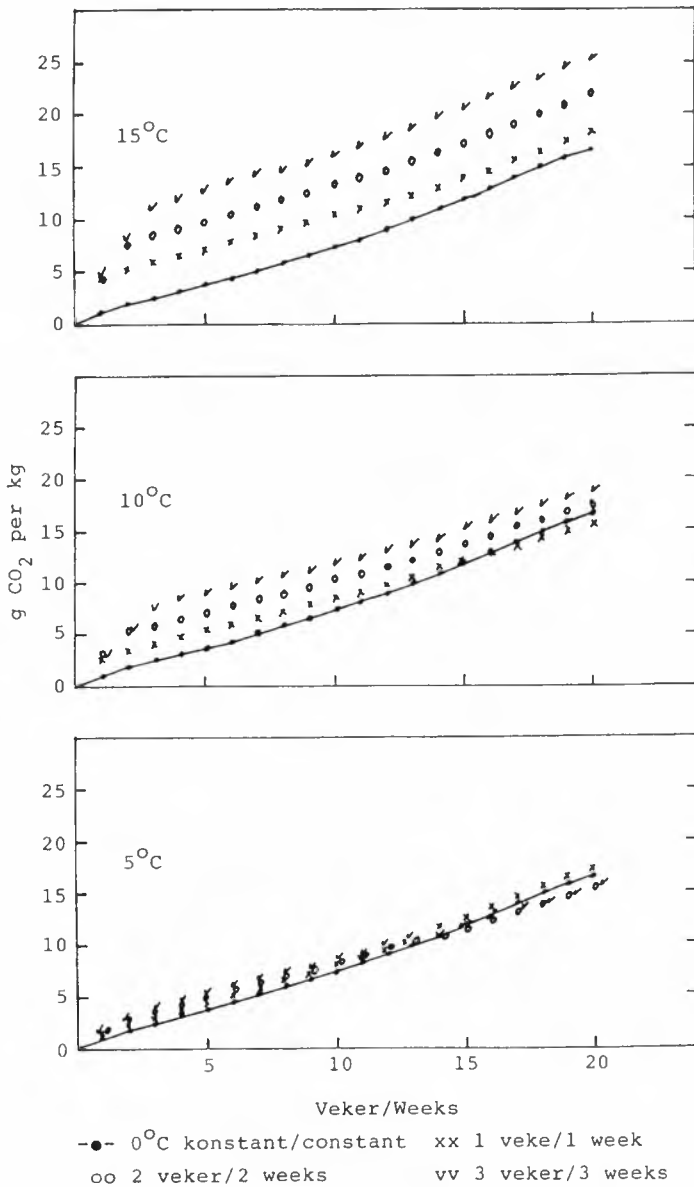
Ved uttak frå lager vart registrert vekt tap, tal og vekt av friske og av rotne røter og vekt av rote vev. Vekt av nye røter og bladgroer vart registrert i 1990\91.

RESULTAT

Respirasjon

Akkumulert CO₂-produksjon etter 20 veker var høgare hos røter som var lagra ved 0°C konstant enn hos dei som vart haldne ved 5°C i 2 eller 3 veker eller ved 10°C i 1 veke, figur 1. Alle andre kombinasjonar av temperaturar og nedkjølingstider førte til høgare total

CO₂-produksjon enn i kontroll-leddet. Høgast CO₂-produksjon vart registrert hos røter som var lagra ved 15°C i 3 veker.



Figur 1. Akkumulert CO₂-produksjon i g per kg hos gulrot lagra ved 0°C konstant eller ved 5, 10 eller 15°C i 1, 2 eller 3 veker før flytting til 0°C. Middell av to år

Figure 1. Accumulated CO₂ production in g/kg of carrots stored at a constant temperature of 0°C, or at 5, 10 or 15°C for 1, 2 or 3 weeks before storage at 0°C. Means of two years

CO₂-produksjonen i ulike delar av lagringsperioden er vist i tabell 1. Av denne tabellen går det fram at til høgare forlagringstemperatur som vart nytta og til lenger tid røtene var ved denne temperaturen, til større del utgjorde CO₂-produksjonen i forlagringsperioden av den totale respirasjonen. Etter forlagring ved 15°C var CO₂-produksjonen 24.3% av den totale etter 1 veke, 35.1% etter 2 veker og 44.3% etter 3 veker. Gjennomsnittleg CO₂-produksjon i tida ved 0°C var lågast hos røtene som var forlagra ved 10°C og ved 5°C i 2 og 3 veker. Desse ledda hadde også lågast respirasjonsintensitet dei siste tre vekene av lagringsperioden.

Tabell 1. CO₂-produksjon i g per kg gulrot i ulike tidsperiodar. Røtene vart forlagra ved 0, 5, 10 eller 15°C i 0 til 3 veker før lagring ved 0°C. Total lagringstid var 5 månader. Middell av 2 år

Table 1. CO₂ production in carrots (g/kg) in different periods of time. The carrots were prestored at 0, 5, 10 or 15°C from 0 to 3 weeks before storage at 0°C. Total storage period - 5 months. Means of two years

Temperatur Temperature °C	Forlagring Prestorage		g CO ₂ per kg per veke g CO ₂ per kg per week		Total CO ₂ - produksjon Total CO ₂ - production g/kg	CO ₂ -produksjon ved forlagring i % av total CO ₂ production at prestorage in % of total
	Tid, veker Time, weeks	Ved for- lagring At pre- storage	Ved 0°C At 0°C	Siste 3 veker Last 3 weeks		
0	1	1.1	0.81			6.8
	2	1.0	0.81	0.88	16.5	11.4
	3	0.8	0.82			15.3
5	1	1.6	0.83	0.95	17.2	9.0
	2	1.4	0.69	0.71	15.3	18.5
	3	1.4	0.68	0.77	15.6	26.1
10	1	2.9	0.67	0.74	15.6	18.3
	2	2.7	0.67	0.74	17.4	30.5
	3	2.5	0.67	0.78	18.9	39.8
15	1	4.4	0.73	0.92	18.2	24.3
	2	3.8	0.79	0.99	21.9	35.1
	3	3.8	0.83	0.94	25.4	44.3

Vekttap, friskvekt, sjukdom og groing

Gjennomsnittleg vekttap var 2% og det var ikkje signifikant skilnad mellom dei ulike ledda, tabell 2. Av tabellen går det også fram at det var store skilnader i vekt av friske røter etter lagring dei to åra forsøket vart gjennomført. Første året var det signifikant høgare friskvekt i ledda som var forlagra i 2 og 3 veker ved 5°C og 1 til 3 veker ved 10°C enn ved 0°C konstant. Andre året hadde dei tre ledda som var forlagra ved 15°C signifikant lågare friskvekt enn kontroll-leddet. I middel av dei to lagringsseongane var friskvekta høgast hos røter frå leddet som var forlagra i 2 og 3 veker ved 5°C, deretter følgde 1, 2 og 3 veker ved 10°C, alle med over 40% friske røter. Til samanlikning var friskvekta etter lagring ved 0°C konstant 33.4% av innlagt. Resultata frå dette forsøket viser også god korrelasjon mellom total CO₂-produksjon og friskvekt slik det går fram av figur 2.

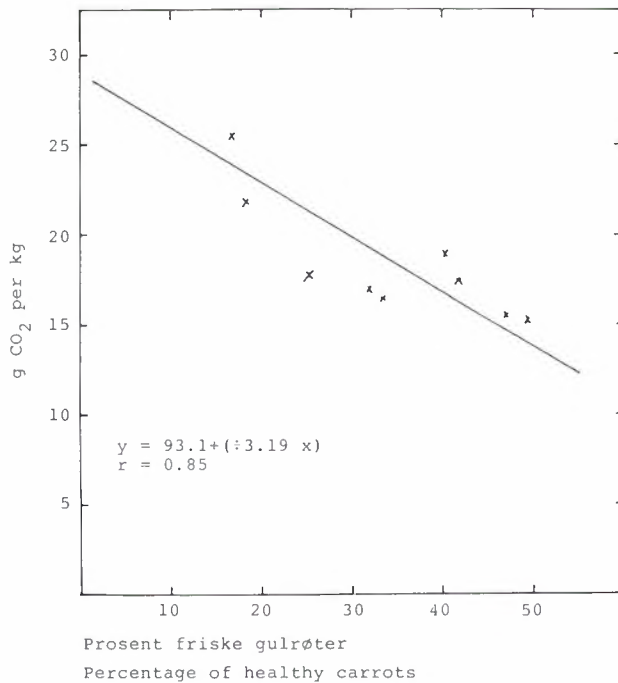
Tabell 2. Vekttap (middel av to år), friskvekt og groing (eitt år) hos gulrot. Røtene vart forlagra ved 0, 5, 10 eller 15 ° C i 0 til 3 veker før lagring ved 0° C. Total lagringstid var 5 månader

Table 2. Weight loss (means of two years), weight of healthy roots and sprouting (one year) in carrots. The roots were prestored at 0, 5, 10 or 15°C for 0 to 3 weeks before storage at 0°C. Total storage period - 5 months

Forlagring Prestorage		Present av vekt inn Per cent of weight at input				Groing, g/kg Sprouting, g/kg	
Temperatur Temperature °C	Tid, veker Time, weeks	Vekttap Weight loss	Friske røter Healthy roots			Blad Leaves	Røter Rootlets
			1989\90	1990\91	Middel/Mean		
0	-	2.1	14.7	52.0	33.4	0.3	0.0
5	1	2.3	22.0	42.0	32.0	0.2	0.0
	2	1.6	33.4	65.5	49.5	0.8	0.0
	3	2.1	45.4	48.5	47.0	1.1	0.0
10	1	1.8	32.3	59.2	45.8	2.1	0.4
	2	1.8	30.5	53.7	42.1	3.4	1.0
	3	1.9	34.0	46.9	40.5	6.1	1.2
15	1	1.9	18.2	32.0	25.1	3.3	0.4
	2	2.1	14.1	23.0	18.6	3.7	0.3
	3	2.3	14.5	17.4	16.0	4.1	0.4
Middel\Mean		2.0	25.9	44.0	35.0	2.5	0.4
LSD _{5%}		NS	15.2	17.5	17.3	1.3	0.3

Figur 2. Korrelasjon mellom total CO₂-produksjon i g per kg og prosent friske gulrøter etter lagring i 5 månader. Middell av to år

Figure 2. Correlation between total CO₂ production in g/kg and as a percentage of healthy carrots after storage for five months. Means of two years



Klosopp (*Mycocentrospora acerina*) var den dominerande sjuddomsorganismen i desse forsøka, tabell 3. Rotevekt i prosent av rotne røter viser kor stor del rote vev utgjer av den totale vekta av sjukdomsskadde røter. I 1989\90 hadde alle ledd, med unntak av forlagring ved 15°C i 2 og 3 veker, signifikant ($P < 0.05$) lågare rotevekt enn kontroll-leddet ved 0°C konstant. Året etter var det ingen signifikant skilnad i rotevekt mellom dei ulike ledda.

Groinga var sterkast hos røter som var forlagra ved 10°C i 3 veker. Etter lagring ved 0°C konstant og etter forlagring ved 5°C vart ikkje registrert vekst av nye siderøter, og veksten av nye blad var minimal i desse ledda.

Sukker

Innhaldet av glukose, fruktose, sukrose og totalt sukkerinnhald i prosent av friskvekta er sett opp i tabell 4. I gjennomsnitt av alle ledd var det tendens til at innhaldet av glukose og fruktose heldt seg stabilt medan det var nedgang i innhaldet av sukrose etter lagring i 5 månader samanlikna med prøver tatt etter forlagring i 3 veker. Dette kjem også til uttrykk i forholdet mellom sukrose og glukose\fruktose som gjekk ned når lagringstida steig. Ved 0°C konstant var det små endringar i totalt sukkerinnhald, medan det gjekk noko ned utover i lagringsperioden hos røter som var forlagra og var etter 5 månader lågast hos røter som var haldne ved 15°C i 2 og 3 veker. Ved å samanhalda totalt sukkerinnhald ved avslutta lagring med akkumulert CO₂-produksjon vart det funne ein korrelasjonskoeffesient på $r = 0.76$.

Tabell 3. Prosent gulrøter med klosopp (*Mycocentrospora acerina*) av tal rotne røter i alt, og rotevekt i prosent av rotne røter. Røtene var forlagra ved 0, 5, 10 eller 15°C i 0 til 3 veker før lagring ved 0°C. Total lagringstid var 5 månader

Table 3. Percentage of carrots infected with licorice rot (*Mycocentrospora acerina*) of the total number of infected roots, and weight of rotten tissue in percent of infected roots. The roots were prestored at 0, 5, 10 or 15°C for 0 to 3 weeks before storage at 0°C. Total storage period - 5 months

Forlagring Prestorage		Røter med <i>M. acerina</i> Roots with <i>M. acerina</i>			Rotevekt Weight of rotten tissue		
Temperatur Temperature °C	Tid, veker Time, weeks	1989\90	1990\91	Middel Mean	1989\90	1990\91	Middel Mean
0	-	100.0	85.6	92.8	48.9	18.8	33.9
5	1	100.0	89.8	94.9	34.7	17.1	25.9
	2	100.0	81.9	91.0	37.8	15.8	26.8
	3	100.0	83.1	91.6	29.3	14.1	21.7
10	1	100.0	69.5	84.8	41.4	14.4	27.9
	2	100.0	84.2	92.1	31.8	12.1	22.0
	3	100.0	80.9	90.5	33.8	16.8	25.3
15	1	100.0	88.4	94.2	36.0	19.4	27.7
	2	100.0	80.5	90.3	45.0	14.0	29.5
	3	93.5	82.4	88.0	46.3	21.3	33.8
Middel\Mean		99.4	82.6	91.0	38.5	16.4	27.5
LSD _{5%}		NS	NS	NS	5.9	NS	NS

Tabell 4. Innhold av ulike sukkerarter hos gulrot i prosent av friskvekt. Røtene vart forlagra ved 0, 5, 10 eller 15°C i 0 til 3 veker før lagring ved 0°C. Middel av 2 år

Table 4. Content of different kinds of sugar in carrots as a percentage of fresh weight. The roots were prestored at 0, 5, 10 or 15°C for 0 to 3 weeks before storage at 0°C. Means of two years

Forlagring Prestorage		Innhald av sukker etter 3 veker Sugar content after 3 weeks					Sukrose\ glukose + fruktose Sucrose\ glucose + fructose
Temperatur	Tid, veker	Glukose	Fruktose	Sukrose	Totalt		
Temperature °C	Time, weeks	Glucose	Fructose	Sucrose	Total		
0	3	1.3	1.3	5.0	7.6	1.92	
5	3	1.4	1.3	5.2	7.9	1.89	
10	3	1.6	1.5	5.1	8.2	1.64	
15	3	1.3	1.2	4.7	7.2	1.90	
Middel\Mean		1.4	1.3	5.0	7.7	1.85	
		Innhald av sukker etter 5 månader Sugar content after 5 months					
0	-	1.4	1.5	4.7	7.6	1.62	
5	1	1.4	1.5	4.5	7.4	1.55	
	2	1.5	1.5	4.5	7.5	1.50	
	3	1.5	1.5	4.2	7.2	1.40	
10	1	1.5	1.5	4.2	7.2	1.40	
	2	1.5	1.5	4.2	7.2	1.40	
	3	1.4	1.3	4.4	7.1	1.63	
15	1	1.6	1.4	4.4	7.4	1.47	
	2	1.3	1.2	4.1	6.6	1.64	
	3	1.3	1.3	4.3	6.9	1.65	
Middel\Mean		1.4	1.4	4.4	7.2	1.53	

DISKUSJON

Både resultatane frå respirasjonsmålingane (figur 1) og frå registreringane av friske røter etter lagring (tabell 2) i dette forsøket tyder på at det kan vera ein fordel å forlagra gulrøter ved 5°C i 2-3 veker eller ved 10°C i 1 veke før temperaturen vert sett ned til 0°C. Årsaka til dette kan vera at det i perioden med høgare temperaturar har skjedd ei sårheling som har redusert angrepet av sjukdomsorganismane. Frå før er det kjent at ein kan få sårheling hos gulrot (Saburov & Sirtautatje 1966, Heinrich 1974, Davies 1977 og Krug & Baur 1983). Heinrich (1974) fann at 24 timar ved 15°C framskunda sårheling og auka motstandsevna mot rotning. Davies (1977) registrerte i sine infeksjonsforsøk med klosopp at optimum for

sårheling var 2 døger ved 24-26°C og over 98% relativ luftråme. Krug & Baur (1983) fann at ein sårhelingsperiode ved 15°C førte til stort vekttap og reduserte kvaliteten hos gulrøtene. Dei meiner at sårheling ved 5°C og høg luftråme bør prøvast ut. Dette er lagringsvilkår som fører til relativt rask suberindanning samstundes som vekttapet vert lågt.

Sårheling fører også til akkumulering av stoff i sårflatene som har verknad mot infeksjon av soppjukdommar (Lewis et al. 1981). I nyare forskingsrapportar vert det hevda at strukturelle barrierar som lignin og suberin har mindre å seia for motstandsevna mot sjukdom i såra vev enn opphoping av antifungiske substansar (Garrod et al. 1982). Lewis et al. (1983) fann faltarindiol like etter sårning. Innhaldet steig dei 2 første døgera ved 15°C og heldt seg deretter relativt konstant. Eit anna stoff, 6-methoxymellein, vart først registrert etter 4 døger. Forfattarane konkluderer med at faltarindiol truleg er hovudbarrieren mot infeksjon dei første 16 timane etter sårning.

Når det gjeld sukkerinnhald var det, bortsett frå hos røtene som var lagra 3 veker ved 10°C, nedgang i forholdet mellom sukrose og glukose\fruktose (tabell 4). Etter lagring ved 0°C var det liten nedgang i totalt sukkerinnhald. Dette samsvarar med resultatata til Nilsson (1987) som ved 0 til 1°C fann rask auke i innhaldet av hekose og nedgang i innhaldet av sukrose medan det var relativt små endringar i totalt sukkerinnhald. Forlagring førte til ein viss nedgang i totalt sukkerinnhald og mest hos røtene som var lagra ved 15°C i 2 eller 3 veker. Korrelasjonen mellom akkumulert CO₂-produksjon og totalt sukkerinnhald tyder på at auka respirasjonsintensitet kan vera årsak til reduksjonen i sukkerinnhald.

KONKLUSJON

Resultata frå forsøket som er omtala i dette arbeidet tyder på at lagring i 2 eller 3 veker ved 5°C eller 1 veke ved 10°C kan vera positivt for å hindra angrep av klosopp, samanlikna med direkte nedkjøling til 0°C. Utanlandske forskingsresultat støttar opp om denne konklusjonen. Klosopp, som var hovudårsak til rotning i dette forsøket, er berre ein av mange sjukdomsorganismar som angrip gulrot. Lagring ved 5 til 10°C i ein periode aukar faren for angrep av andre soppar, særleg av storknolla råtesopp, og av bakteriar, som krev relativt høge temperaturar for utvikling og vekst. *Faren for auka angrep av desse sjukdomsorganismane i ein sårhelingsperiode gjer at det framleis vert tilrådd å kjøla gulrot raskt ned til mellom 0 og 1°C.*

SAMANDRAG

I forsøk med nedkjøling av gulrøter av sorten 'Duke' vart røtene sette direkte på 0°C eller forlagra ved 5, 10 eller 15°C i 1, 2 eller 3 veker før flytting til 0°C. Total lagringstid var omlag 5 månader. Det vart gjennomført respirasjonsmålingar, registreringar av vekttap, friskvekt, rotevekt, vekt av bladgroer og nye siderøter og utført enzymatiske analysar av glukose, fruktose og sukrose. I middel av to år var respirasjonen lågast og friskvekta høgast hos røter som var forlagra ved 5°C i 2 eller 3 veker eller ved 10°C i 1 veke. Klosopp (*Mycocentrospora acerina*) var den dominerande sjukdomsorganismen. Det var ikkje signifikant skilnad i vekttap mellom røter frå ulike ledd. Groinga var sterkast hos røter som

var forlagra ved 10°C i 3 veker. I den tida gulrøtene var lagra ved 0°C var det nedgang i forholdet mellom sukrose og glukose\fruktose. Ved 0°C konstant var det små endringar i totalt sukkerinnhald, medan det gjekk noko ned hos røter som var forlagra og mest hos røtene som var ved 15°C i 2 og 3 veker. I forsøket vart funne god korrelasjon mellom total CO₂-produksjon og friskvekt og mellom CO₂-produksjon og totalt sukkerinnhald.

LITTERATUR

Apeland, J. & H. Hoftun 1974. Effects of temperature-regimes on carrots during storage. *Acta Horticulturae* 38: 291-308.

Davies, W.P. 1977. Infection of carrot roots in cool storage by *Centrospora acerina*. *Annals of Applied Biology* 85: 163-164.

Garrod, B., B.G. Lewis, M.J. Brittain & W.P. Davies 1982. Studies on the contribution of lignin and suberin to the impedance of wounded carrot root tissue to fungal invasion. *New Phytologist* 90: 99-108.

Heinrich, B. 1974. Erste Versuchsergebnisse zur Möhrenlagerung in Auswertung sowjetischer Erfahrungen. *Gartenbau* 21: 251-252.

Krug, H. & R. Baur 1973. Zum Wundverschluss bei Möhren (*Daucus carota* L.). (Vorläufige Ergebnisse). *Gartenbauwissenschaft* 38: 447-451.

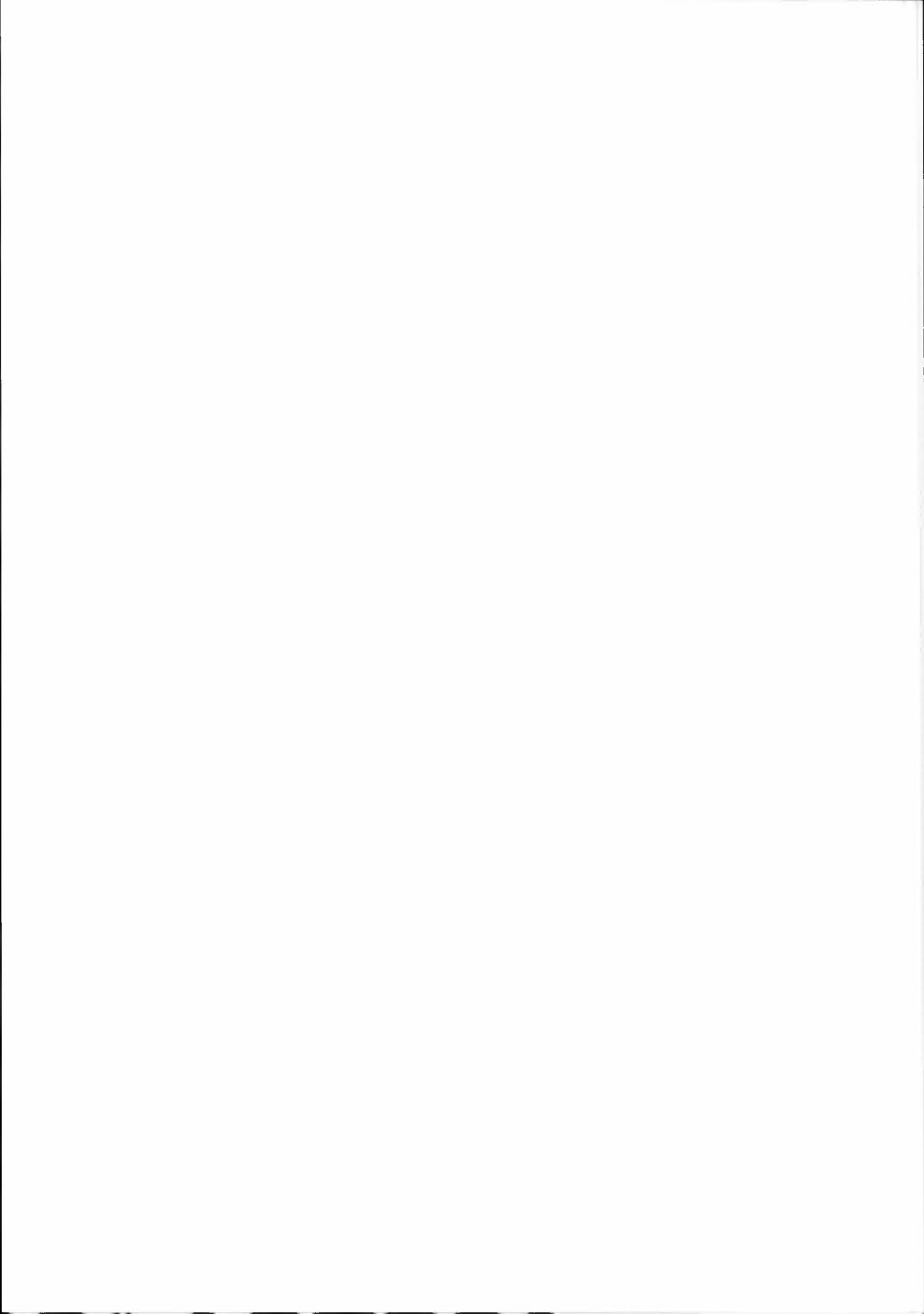
Lewis, B.G., W.P. Davies & B. Garrod 1981. Wound-healing in carrot roots in relation to infection by *Mycocentrospora acerina*. *Annals of Applied Biology* 99: 35-42.

Lewis, B.G., B. Garrod & C. Sullivan 1983. Accumulation of antifungal compounds on wound surfaces of carrot root tissue. *Transactions of the British Mycological Society* 80: 183-184.

Nilsson, T. 1987. Carbohydrate composition during long-term storage of carrots as influenced by the time of harvest. *Journal of Horticultural Science* 62: 191-203.

Saburow, N.V. & S. Sirtautatje 1966. (The storage life of carrots in relation to maturity). *Proceedings of the Timiryazev Agricultural Academy* 5: 121-134.

Årsvoll, K. 1969. Pathogens on carrots in Norway. *Meldinger fra Norges landbrukshøgskole* 48 (2): 1-52.



Bekjempelse av kålfluer i kålrot og fôrraps i Nord-Norge

*Control of the brassica root flies (*Delia radicum* and *D. floralis*) in swedes and forage rape in northern Norway*

TOR JACOB JOHANSEN

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

Johansen, T.J. 1993. Control of the brassica root flies (*Delia radicum* L. and *D. floralis*) in swedes and forage rape in northern Norway. Norsk Landbruksforskning 7: 157-164. ISSN 0801-5333.

In a field study, prophylactic treatment with chlorfenvinphos on peatblock plants reduced root fly damage in swedes by about 80% and increased the marketable root yield by about 20 t/ha compared to untreated plants. Regarding larval damage, band spraying with diazinon in the field was less effective than prophylactic treatment with chlorfenvinphos, but the yields were not significantly different. Increasing granule dosages from 0.5 to 2.0 g.a.i. per 100 plants resulted in a significant reduction in larval damage, but no significant differences were found in marketable or total root yields. With standard treatments, the residues of chlorfenvinphos were less than 0.10 ppm in swedes. On green matter bases, seed dressing with isofenphos in forage rape gave a significant yield increase of about 30% (12-15 t/ha) compared to that with untreated seed, but seed dressing with lindan had no significant effect on the yields.

Key words: Chlorfenvinphos, diazinon, dosages, insecticide residues, isofenphos, lindan, seed dressing.

Tor J. Johansen, Holt Research Station, P.O. Box 2502, N-9002 Tromsø, Norway

I Nord-Norge har det de siste årene forekommet sterk skade av kålfluer i kålrot til tross for forskriftsmessig kjemisk bekjempelse. Det er derfor oppstått tvil om de aktuelle midlene virker like godt som tidligere, og om hva som er den beste metoden. Behandling av torvblokk- eller pluggplanter med klorfenvinfos (Birlane) før utplanting er det vanligste tiltaket mot kålfluene idag.

Også i fôrraps kan angrepene bli så sterke at de reduserer avlingene. Kjemisk bekjempelse i denne kulturen er likevel ikke vanlig, bortsett fra at alt handelsfrø er beiset med lindan mot jordlopper. Forsøk med beising mot kålfluer som er utført tidligere hadde ikke med midler som er aktuelle i dag (Taksdal 1963).

Hovedformålet med denne undersøkelsen var å sammenligne virkningen av de mest

brukte kjemiske midler og metoder i kampen mot kålflyene i Nord-Norge. Reduserte doseringer og analyse for rester av klorfenvinfos har inngått i forsøkene. I fôrraps har vi undersøkt virkningen av ulike beisemidler og doseringer av disse.

MATERIALE OG METODER

Kålrot

Det ble gjennomført ialt 17 feltforsøk med plantet kålrot (torvblokk) i årene 1984-1990 (Tabell 1). Insektmidler som ble prøvd var klorfenvinfos (Birlane granulat, 100 g/kg og Birlane emulsjon, 240 g/l) og diazinon (Basudin 25, 230 g/l). Ved væskebehandling ble det brukt 0,1 % løsning av handelspreparatene.

Tabell 1. Oversikt over forsøksfeltene med kålrot
Table 1. The localization of the field trials with swedes

Forsøkssted <i>Locality</i>	År <i>Year</i>	Sort <i>Variety</i>	Forsøks spørsmål ¹⁾ <i>Experimental subject¹⁾</i>
Aronnes, Alta	1984	Bangholm	a
Vangsvik, Tranøy	"	Bangholm	a
Holm, Sortland	"	Vige	a
Kartfjord, Vestvågøy	"	Vige	a
Tverrelvdalen, Alta	1985	Bangholm	a
Holt, Tromsø	"	Vige	a
Kartfjord, Vestvågøy	"	Vige	a
F. landbruksskole, Tana	1986	Bangholm	b
Kvaløysletta, Tromsø	"	Vige	b
Holt, Tromsø	"	Vige	b
Rå, Kvæfjord	"	Vige	b
Holt, Tromsø	1987	Vige	b
Rå, Kvæfjord	"	Vige	b
Holt, Tromsø	1988	Vige	b
Holt, Tromsø	1989	Vige	c
Manndalen, Kåfjord	1990	Vige	c
Holt, Tromsø	"	Vige	c

¹⁾ a = midler, metoder/*insecticides, methods*

b = midler, metoder, doser/*insecticides, methods, dosages*

c = doser/*dosages*

Ved behandling med klorfenvinfos emulsjon før utplanting var væskemengden 0,3-0,4 dl pr. plante. Vanningen ble utført to ganger, 14 og 7 dager før utplanting (tilsvarer "vanlig" dosering), eller en gang, 7 dager før utplanting ("halv" dosering). Granulatbehandlingen ble gjort seinest 7 dager før utplanting. "Vanlig" dosering var her 10 g av handelspreparatet pr. 100 planter. Ved sprøytevanning med diazinon i åkeren ble det tilført 0,5-1,0 dl væske

pr. plante ved begynnende egglegging og 14 dager seinere. Behandlingsrutinene ellers er beskrevet av Hals (1980).

Samtlige felt ble lagt ut som blokkforsøk med to eller tre gjentak. Høsterutene var 7,8-8,3 m² (to rader på 6-6,4 m med 0,25-0,40 m planteavstand og 0,65 m radavstand). Anleggsrutene hadde fire rader.

Ved høsting ble rotavlingen veid og røttene gradert i fire skadeklasser; a. uskadd, b. lite skadd, c. middels skadd og d. sterkt skadd (klasse a og b kan for kålflyeskaden sin del regnes som salgbar matkålrot). Skadegraden for hver behandling ble regnet ut på grunnlag av prosent røtter i hver skadeklasse etter formelen: Skadegrad = $100 - (3a + 2b + c) / 3$ (Wagn 1953). I felt med sterke angrep og redusert plantetall ved høsting ble utgatte planter lagt til tallet i klasse d før beregningene ble foretatt.

De statistiske beregningene ble basert på gjennomsnittresultatene for hvert enkelt felt (toveis variansanalyse, felt x behandling). Ubehandlet ledd ble holdt utenfor i analysen når ikke annet er oppgitt. Det ble sendt omtrent 3 kg røtter fra hver behandling med klorfenvinfos til restanalyse ved Statens næringsmiddeltilsyn, Pesticidlaboratoriet.

Fôrraps

Forsøkene ble gjennomført i Tromsø (to felt), Alta (tre felt) og Nordreisa (tre felt) i 1985-1988. Sortsmaterialet var Kentan og Samo. Insektmidler som ble prøvd var lindan (Hortex beis, 500 g/kg, Hortex beispulver 75, 750 g/kg) og isofenfos (Oftanol beis, 400 g/kg). Frøene ble tørrbeiset ved sammenristing i tett beholder.

Feltene ble lagt ut som blokkforsøk med tre eller fire gjentak. Høsterutene varierte fra 6-12 m². Anleggsrutene var 1,5 m brede. Avlingen ble registrert som kg grønnmasse ved endt vekstsesong. Kontroll av angrepet på røttene ble samtidig foretatt på et tilfeldig utvalg av omtrent 25 planter pr. rute (fem naboplanter fra fem ulike steder på ruta). Gradering av angrepet og statistiske beregninger ble gjort som for kålrot.

RESULTATER OG DISKUSJON

Kålrot

I gjennomsnitt for 13 felt ga behandling med klorfenvinfos før utplantning rundt 80 prosent reduksjon i skadegraden og en avlingsøkning på rundt 2000 kg salgbare røtter pr. dekar sammenlignet med ubehandlet ledd (Tabell 2). Dette samsvarer i stor grad med tidligere nordnorske forsøk med strøing av klorfenvinfos granulat i planteraden før utplantning (Hals 1977). Det var like gode resultater ved bruk av emulsjon og granulat (Tabell 2). Bruk av emulsjon på pottene før utplantning har likevel vært frarådt på grunn av fare for sviskade på plantene (Rygg & Hals 1978, Hals 1980). Fra 1. januar 1993 opphørte godkjenningen av klorfenvinfos emulsjon til bruk mot kålflyer (SFFL 1993).

Sprøyevanning med diazinon etter utplanting førte til omtrent 10 prosentpoeng høyere skadegrad enn behandling med klorfenvinfos før utplantning (Tabell 2). Dette medførte en tendens til mindre salgbar avling enn ved bruk av klorfenvinfos granulat. I flere av enkeltfeltene var resultatene for diazinon omtrent like gode som for klorfenvinfos. Dårlig virkning i noen av våre felt og i praksis hos enkelte dyrkere kan skyldes uheldige betingelser under behandling, for eksempel tørr jord som fører til avrenning av mye væske

på overflaten. Det er lite som tyder på resistensutvikling hos kålflyene mot diazinon, men dette kan bare klarlegges gjennom spesielle laboratorietester.

Tabell 2. Virkning av ulike behandlinger mot kålflyer i kålrot (torvblokkplanter). Gjennomsnitt av 13 feltforsøk i Nord-Norge i 1984-1988

Table 2. The effects of different treatments to control the brassica root flies in swedes (peatblock plants). Average of 13 field trials in northern Norway in 1984-1988

Behandling Treatment	G.v.s./100 planter G.a.i./100 plants	Skade- grad Index of attack	Avling (kg/daa) Yield (kg/decare)	
			Salgbar ¹⁾ Marketable ¹⁾	I alt Total
Ubehandlet/Untreated	-	48	2393	3762
Klorfenvinfos emuls. ²⁾ /Chlorfenvinfos emuls. ²⁾	0,8+0,8	8	4657	4829
Klorfenvinfos granul. ²⁾ /Chlorfenvinfos granul. ²⁾	1,0	11	4316	4569
Diazinon ³⁾ /Diazinon ³⁾	1,7+1,7	20	3721	4488
P(%)		1,04	3,21	> 10
LSD (5%)		8	695	-

¹⁾ Bare med hensyn til kålflyeskade/ only regarding root fly damage

²⁾ Før utplanting/ before transplanting

³⁾ Sprøytevaning/ band spraying

I syv felt ble klorfenvinfos emulsjon og granulater prøvd i vanlig og halv dosering (Tabell 3). Det var ikke sikker forskjell mellom disse doseringene verken for skadegrad eller avlingstall. Det var likevel en tendens til at vanlig dosering med granulater ga mindre skade enn halv dosering.

Tabell 3. Virkning av vanlig og halv dosering av klorfenvinfos mot kålflyer i kålrot. Behandling av torvblokkplanter før utplanting. Gjennomsnitt av 7 feltforsøk i Nord-Norge i 1986-1988

Table 3. The effects of normal and reduced dosages of chlorfenvinfos to control the brassica root flies in swedes. Prophylactic treatment of peatblock plants. Average of seven field trials in northern Norway in 1986-1988

Behandling Treatment	G.v.s./100 planter G.a.i./100 plants	Skade- grad Index of attack	Avling (kg/daa) Yield (kg/decare)	
			Salgbar ¹⁾ Marketable ¹⁾	I alt Total
Ubehandlet/untreated	-	61	1847	3792
Emulsjon/emulsion	0,8+0,8	13	4587	4855
"	0,8	16	4249	4660
Granulat/granules	1,0	17	4145	4438
"	0,5	21	4003	4667
P(%) (Emulsjon/emulsion)		> 10	> 10	> 10
P(%) (Granulat/granules)		7,00	> 10	> 10

¹⁾ Bare med hensyn til kålflyeskade/ only regarding root fly damage

Tre felt hadde bare med klorfenvinfos granulat, i fire ulike doseringer (Tabell 4). Her var det signifikant lavere skadegrad ved vanlig enn ved halv dosering, men ingen sikre utslag i avlingstallene. Feltet i Manndalen (Kålfjord) merket seg ut med totalskade på ubehandlet ledd. Selv ved dobbel dosering var det her betydelige skader og svært liten brukbar avling. Tidligere forsøk på Østlandet viser også at doseringen av granulaten ikke er avgjørende for resultatet (Rygg & Kjos 1982).

Tabell 4. Virkning av ulike doseringer av klorfenvinfos granulat mot kålfluer i kålrot. Behandling av torvblokkplanter før utplantning. Gjennomsnitt av tre feltforsøk i Troms i 1989-1990

Table 4. The effects of different dosages of chlorfenvinphos granules to control the brassica root flies in swedes. Prophylactic treatment of peatblock plants. Average of three field trials in northern Norway in 1989-1990

G. v. s./100 planter G. a. i./100 plants	Skade-grad Index of attack	Avling (kg/daa) Yield (kg/decare)	
		Salgbar ¹⁾ Marketable ¹⁾	I alt Total
Ubeh./untreated	80	970	2053
2,0	26	4688	5660
1,0	29	4452	5502
0,8	29	4271	5438
0,5	34	3638	5058
P(%)	0,82	> 10	> 10
LSD(5%)	3	-	-

¹⁾ Bare med hensyn til kålflueskade/ only regarding root fly damage

Tre av tretten felt ble anlagt på organisk jord og de øvrige ti på mineraljord. Vi har derfor ikke grunnlag for å sammenligne virkningen av midlene på ulike jordarter. Taksdal (1963) og Hals (1977) hevder imidlertid at jordarten ikke har avgjørende betydning for virkningen av kjemiske middel mot kålfluer i Nord-Norge.

Også i praktisk dyrking har det i flere tilfeller de seinere årene oppstått sterke skader i kålrot til tross for foreskrevet granulatbehandling før utplantning. Skadene merkes ofte ikke før ut i september, og da som dype gnag og i verste fall uthuling av røttene med påfølgende råteangrep. Selv ved dyrking av førkålrot er behandling med granulat utilstrekkelig når angrepene er sterke. Tidligere forsøk har vist god virkning av en sprøytevaning med diazinon som tilleggsbehandling innen 14 dager etter begynnende egglegging (Hals 1977).

Undersøkelsen gir ingen direkte svar på hvorfor skadeomfanget har økt de seinere årene. Men vi vet at både angrepsstyrken og mengdeforholdet mellom stor og lita kålflue kan variere betydelig mellom år (Johansen & Hals 1990, Taksdal 1992). I Manndalen ser det ut til at det er stor kålflue som står for det meste av skadene (eget materiale, upublisert).

Resultatene fra restanalysene viser at det er liten fare for uakseptable rester ved forskriftsmessig bruk av klorfenvinfos i kålrot i Nord-Norge (Tabell 5). De eneste restmengdene utover 0,10 mg/kg oppsto etter bruk av emulsjon. I to tilfeller var verdiene

162 Bekjempelse av kålfluer

0,15 mg/kg, mens toleransegrensen er 0,05 mg/kg (Codex). Ved bruk av granulat før utplanting var det få og ubetydelige overskridelser av toleransegrensen. Tidligere undersøkelser viser også at det ved forskriftsmessig behandling sjelden forekommer uakseptable rester av klorfenvinfos i kålrot (Hals 1977, 1980).

Tabell 5. Rester (mg/kg) av klorfenvinfos i kålrot. Elleve feltforsøk med behandling før utplanting i Nord-Norge i 1985-1990

Table 5. Residues (mg/kg) of chlorfenwinphos in swedes. Eleven field trials with prophylactic treatment in northern Norway in 1985-1990

Behandling Treatment	G.v.s./ 100 planter	Dager ¹⁾ Days ¹⁾	Antall analyser No. of analyses	Rester(mg/kg) Residues (mg/kg)	
	G.a.i./ 100 plants			Gj.sn. ²⁾ Average ²⁾	Variasjon Range
Emulsjon/emulsion	0,8+0,8	80-117	8	0,08	< 0,05-0,15
"	0,8	80-117	6	0,05	< 0,05- < 0,05
Granulat/granules	2,0	73-78	3	0,06	< 0,05-0,07
"	1,0	73-117	11	0,06	< 0,05-0,08
"	0,8	73-78	3	0,05	< 0,05- < 0,05
"	0,5	73-117	9	0,05	< 0,05- < 0,05

¹⁾ Fra siste behandling til prøvetaking/from last application to sampling

²⁾ Verdier < 0,05 regnet som 0,05/the values < 0.05 counted as 0.05

Fôrraps

Forsøkene i fôrraps viste rundt 10 prosentpoeng reduksjon i skadegrad, men ikke sikkert avlingsutslag, for beising med lindan i forhold til ubehandlet frø (Tabell 6). Beising med isofenfos virket betydelig bedre og førte til signifikant avlingsøkning på rundt 30 prosent (1200-1500 kg/da) i forhold til ubehandlet. Det var ikke sikre forskjeller mellom doseringene. Størst avlingsutslag var det i et felt i Nordreisa. Her ble det oppnådd en avling på vel 5000 kg/daa ved høyeste dose isofenfos mens det var totalskade på ubehandlet ledd.

I gjennomsnitt for alle feltene hadde mer enn 60 prosent av plantene skadde røtter selv ved de beste behandlingsresultatene (Tabell 6). Det er likevel trolig lite å vinne i avling ved å finne en mer virksom behandling. Avlingstallene sett i sammenheng med skadegraden tyder på at fôrraps har stor toleranse for kålflueskade på røttene. Dannelse av nye røtter som erstatning for de skadde kan forklare dette. Ved ekstreme angrep seint i sesongen observerte vi at røttene ble helt ødelagte, men avlingen likevel berget.

Handelsvare av fôrrapsfrø har hittil vært beiset med lindan mot jordlopper. På bakgrunn av resultatene her bør alternative beisemidler vurderes for samtidig å oppnå bedre virkning mot kålfluene. Dette kan føre til reduksjon av kålfluepopulasjonen og mindre press på øvrige korsblomstra vekster. I områder med erfaringsmessig sterke skader kan beising av fôrrapsfrø med isofenfos være aktuelt ut fra dagens forskrifter. Ubeiset frø må da spesialbestilles fra frøfirmaene.

Tabell 6. Virkning av frøbeising med lindan og isofenfos mot kålfluer i fôrraps. Gjennomsnitt av 8 feltforsøk i Troms og Finnmark i 1985-1988

Table 6. The effects of seed dressing with lindan and isofenphos to control the brassica root flies in fodder rape. Average of eight field trials in northern Norway in 1985-1988

Behandling Treatment	G.v.s./ kg frø G.a.i./ kg seed	% skadde planter % damaged plants	Skade- grad Index of attack	Grønmasse kg/daa Green matter kg/decare
Ubeh./untreated	-	90	68	4520
Lindan/lindan	40	82	57	4786
"	100	83	56	4905
Isofenfos/isofenphos	20	69	40	5683
"	40	65	35	6054
	P(%) ¹⁾	0,00	0,00	0,43
	LSD(5%)	8	10	851

¹⁾ Ubehandlet ledd inkludert/untreated plots included

SAMMENDRAG

Artikkelen omhandler feltforsøk med kjemisk bekjempelse av kålfluer (*Delia radicum* og *D. floralis*) i kålrot (17 felt) og fôrraps (8 felt) i Nord-Norge. I kålrot ble hovedvekten lagt på sammenligning av ulike insektmidler, behandlingsmåter og doseringer, mens beising av frøene ble prøvd i fôrraps. Undersøkelsen pågikk i perioden 1984-1990.

Behandling av kålrot med klorfenvinfos (Birlane) før utplanting ga rundt 80 prosent reduksjon i skadegraden og en økning på rundt 2000 kg/daa i salgbar avling sammenlignet med ubehandlet. Det var ingen sikker forskjell mellom bruk av granulat og emulsjon. To ganger sprøytevaning med diazinon (Basudin 25) i veksttida hadde signifikant dårligere virkning mot kålfluene, og medførte en tendens til mindre salgbar avling enn ved bruk av klorfenvinfos granulat før utplanting.

I gjennomsnitt for 13 felt var det ikke sikker forskjell på skadegrad eller avlingsnivå mellom vanlig og halv dosering med klorfenvinfos før utplanting. Dette gjelder både emulsjon og granulat. I gjennomsnitt for tre andre felt med fire doseringer av granulat var det heller ikke sikre forskjeller på avlingsnivå, men likevel sikker økning i skadegraden med minkende dosering.

Undersøkelsen viste at det i enkelte tilfeller med sterke angrep var utilstrekkelig virkning av granulat. Selv ved dyrking av kålrot til fôr vil det under slike forhold være behov for sprøytevaning som tilleggsbehandling i veksttida.

Restanalysene tyder på liten fare for uakseptable rester ved forskriftsmessig bruk av klorfenvinfos i kålrot i Nord-Norge.

I forsøkene med fôrraps var det ikke sikkert avlingsutslag for frøbeising med lindan mot kålfluene. Beising med isofenfos ga derimot en avlingsøkning på rundt 30 prosent, eller 1200-1500 kg/daa (råvekt) i forhold til ubehandlet.

ETTERORD

Finmark landbruksskole og Vest-Finmark, Nord-Troms, Tromsø & Omegn, Gisund, Kvæfjord (Nå Sør-Troms), Vesterålen og Lofoten forsøksringer takkes for gjennomføring av feltforsøk. Statens Plantevern, avd. skadedyr, har bidratt i utarbeidelsen av forsøksplanene og Gudmund Taksdal har kritisk gjennomgått manuskriptet. Takk også til disse og til Birgit Albrigtsen for teknisk bistand.

LITTERATUR

Hals, A. 1977. Kålfluene *Hylemya brassicae* (Bouchè) og *H. floralis* (Fall.) (Dipt.: Muscidae). Bekjempelse i kålrot i Nordland og Troms. Forskning og forsøk i landbruket 28: 383-395.

Hals, A. 1980. Bekjempelse av kålfluer (*Hylemya brassicae* Bouchè og *H. floralis* Fall.) i potta kålrot ved behandling før utplanting. Gartneryrket 70: 340-345.

Johansen, T.J. & A. Hals 1990. Biologien hos lita og stor kålflue i Nord-Norge. Norsk landbruksforskning 4: 337-350.

Rygg, T. & A. Hals 1978. Bekjempelse av kålfluer (*Hylemya brassicae* (Bouchè) og *H. floralis* (Fall.)) i potta kål. Gartneryrket 68: 410-416.

Rygg, T. & Ø. Kjos 1982. Kjemisk bekjempelse av kålfluer *Delia floralis* Fallèn og *D. brassicae* (Wiedemann) i kålrot. Forskning og forsøk i landbruket 33: 111-118.

SFFL 1993. Plantevern. 6. utgave. Landbruksforlaget, 215 s.

Taksdal, G. 1963. Kålfluene *Hylemyia brassicae* (Bouche) og *H. floralis* (Fallèn) (Dipt.: Anthomyiidae). Forsøk med rådgjerder på korsblomstra vekstar i Nord-Norge. Forskning og forsøk i landbruket 14: 719-733.

Taksdal, G. 1992. The complementary effects of plant resistance and reduced pesticide dosage in field experiments to control the turnip root fly, *Delia floralis*, in swedes. Annales of applied Biology 120: 117-125.

Wagn, O. 1953. Om den store kålflue (*Chortophila floralis* Fall.). Tidsskrift for Planteavl 56:470-477.

Vatning etter nedbørunderskudd

Scheduling irrigation based on precipitation deficit

EINAR MYHR

Norges Landbrukshøgskole, Institutt for tekniske fag, Ås, Norge

Agricultural University of Norway, Department of Agricultural Engineering, Ås, Norway

Myhr E. 1993. Scheduling irrigation based on precipitation deficit. Norsk landbruksforskning 7:165-173. ISSN 0801-5333.

A method for scheduling irrigation has been developed at the Department of Agricultural Engineering of the Agricultural University of Norway. The basis for the method is the relationship between the potential evapotranspiration and the evaporation from a free water level which is decided for the most common crops. For practical use a folder has been prepared containing facts pertaining to this relationship during the growing season. In addition, the folder contains a scheme for five different crops. By means of movable magnetic bricks, the irrigation needs of a farm can be plotted. It is recommended that evaporation be recorded at a central station three times a week, and that data be distributed by open telephone line. The farmer who uses the system must keep a record of the precipitation on the farm and keep the folder up to date. Correct use of the system will afford the farmer a general view of the irrigation needs throughout the season.

Key words: Evaporation, potential evapotranspiration, scheduling irrigation, water regime

Einar Myhr, Agricultural University of Norway, Department of Agricultural Engineering, P.O. Box 5065, N-1432 Ås, Norway

Den biologiske effekt og det økonomiske utbytte av vatning beror i høg grad på hvordan vatningen utføres. Det er viktig at vatnet tilføres til rett tid og at mengdene avpasses til plantenes behov og jordas lagringsevne. Skort på vatn i veksttida fører vanlig til redusert vekst og ofte dårlig produktkvalitet, mens overskudd på vatn kan gi avrenning og utvasking av tilførte næringsemner som videre kan føre til forurensning og uheldige forhold i våre vassdrag. Det er derfor viktig å supplere den naturlige nedbør slik at en får optimal utnyttning av de tilførte vassmengder og at en forsøker å unngå uheldige miljøeffekter.

Det er nedlagt mye arbeid på å utvikle utstyr og rutiner for å tilpasse riktig vatning under ulike forhold. Oppgaven har vært vanskelig, da en her har å gjøre med dynamiske system i stadig variasjon og forhold som er vanskelig å kvantifisere.

Vatningsprognoser kan bygge på forskjellig grunnlag. Det mest vanlige er at en går ut fra fuktighetsforholdene i jorda, direkte måling av fordampning eller beregnet fordampning på grunnlag av meteorologiske data. Prognoser på grunnlag av jordfuktighetsmålinger har meget lokal begrensning, mens måling eller beregning av fordampning kan nyttes mere

regionalt. Det er nå også prognoser på grunnlag av målt eller beregnet vassforbruk som har størst interesse og som synes å vinne innpass.

MATERIALE OG METODER

Ved Institutt for hydroteknikk (nå Institutt for tekniske fag) på Landbrukshøgskolen ble det i 1984 satt i gang et prosjekt som tok sikte på å utvikle en metode for regional veiledning i vatning.

Metoden bygger på det forhold at all fordampning er klimatisk bestemt og at det er de samme faktorer som bestemmer fordampningen fra en åpen vassflate og naturlig vegetasjon. Tidligere undersøkelser (Pruitt 1966) har også vist at det gjennom veksttida er et nært forhold mellom fordampningen fra fri vassflater og naturlige plantebestand som er optimalt forsynt med vatn.

Direkte måling av vassforbruket i en plantebestand er meget vanskelig og kan bare bli utført i kompliserte lysimeteranlegg, mens måling av fordampning fra fri vassflater er meget enkelt og inngår ofte som rutiner ved siden av andre meteorologiske observasjoner. Kjenner en forholdet mellom fordampningen fra en fri vassflate og vassforbruket til ulike plantebestand, er det mulig på det grunnlag å lage regionale vatningsprognoser ved enkle målinger av fordampningen fra fri vassflater.

For utviklingen av metoden ble det i 1984 bygd et feltlysimeter på Syverud i Ås. Anlegget besto av 16 nedgravde kar som lå i større forsøksruter med samme vekster som i karene. Det ble i karene holdt en avstand ned til "grunnvatnet" på ca. 38 cm. Slangeforbindelser fra hvert kar førte til et reguleringsanlegg ved siden av feltet hvor endringer i vasstanden ble registrert med en nøyaktighet på 1/10 mm.

Med liten avstand ned til vatnet og god rotutvikling i jordmassen i karene, rekner en med at det var optimale fuktighetsforhold for plantene og i følge definisjonen potensiell fordampning fra bestandene (Aslyng 1976). En detaljert oppbygging av lysimeteranlegget er tidligere beskrevet (Myhr 1988).

Det ble konstruert en måler for registrering av fordampning fra fri vassflate. Videre var det på feltet nødvendig meteorologisk utstyr for beregning av fordampning etter Penmans formel (Penman 1948).

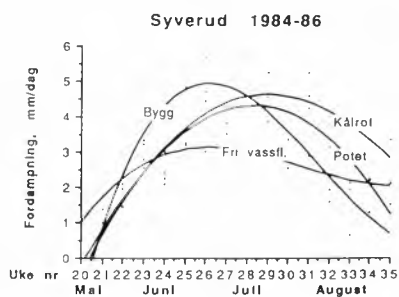
Fordampningen fra karene (E_p) ble bestemt etter formelen:

- $E_p = N + P - A$, hvor
 N = Nedbør
 P = Tilført vatn til karene
 A = Avtatt vatn fra karene

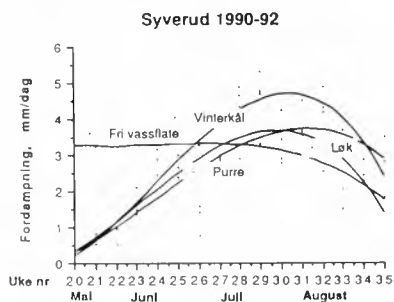
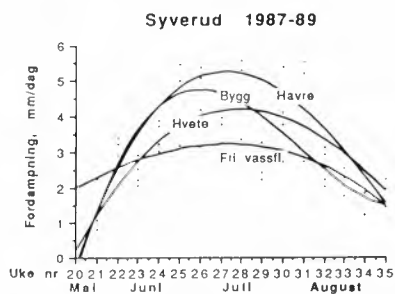
En svakhet ved åpne lysimeteranlegg for vassbalansestudier er at sigevatn i jorda etter sterk nedbør blir registrert som fordampning, mens dette, når det har nådd grunnvatnet, blir registrert som tilsvarende mindre fordampning. Over noe tid (dager) vil dette utjevnes, og en får et riktig bilde. Fordampningen ble registrert mandag, onsdag og fredag. For å minimalisere den nevnte effekten blir materialet fra undersøkelsen presentert som midlere døgnerverdier i uka, basert på disse 3 målingene.

RESULTATER

Vekstene som var med i undersøkelsen går fram av figur 3. For hver vekst var det 4 gjentak som gikk over 3 år. En grafisk oversikt over midlere daglig vassforbruk for de enkelte vekster, samt målt fordampning fra fri vassflate i samme tidsrom går fram av figur 1 (Kurvene er 3. grads funksjon av midlere ukeverdier).



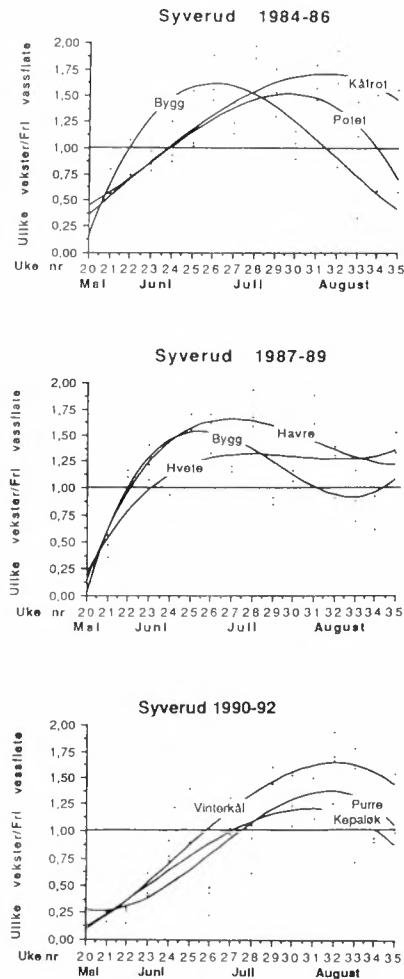
Figur 1. Potensiell fordampning fra ulike jordbruksvekster
 Figure 1. Potential evapotranspiration from various agricultural crops



Materialet viser at det er betydelig forskjell i vassforbruket til de ulike vekster og at dette gjennom største delen av vekstida var betydelig større enn fordampningen fra måleren med fri vassflate. Forhold omkring vassforbruket til de fleste vekster som var med i undersøkelsen er tidligere kommentert i egen melding (Myhr 1988).

Det som er av spesiell interesse i denne undersøkelsen er forholdet mellom vassforbruket til de ulike vekster og fordampningen fra måleren med fri vassflate. En grafisk oversikt over dette går fram av figur 2. Figuren viser at alle vekster hadde mindre vassforbruk fra våren enn fordampningen fra måleren med fri vassflate. Hos kornartene som kommer tidlig i vekst, økte vassforbruket sterkt ut over våren, og for de fleste vekster var vassforbruket tidlig i juni på høgde med fordampningen fra måleren med fri vassflate. Hos poteter, kålrot og vinterkål kommer dette skjæringspunktet noe senere. Særlig har purre og kepaløk et lavt vassforbruk lenge ut over sommeren.

Figur 2. Forhold mellom potensiell fordampning fra ulike jordbruksvekster og fordampningen fra fri vassflate
Figure 2. Relation between potential evapotranspiration from various agricultural crops and evaporation



Vatningsfolder

For praktisk bruk av metoden er det utarbeid en vatningsfolder som vist i figur 3. Den har øverst på venstre side en oversikt over foreslåtte vassmengder ved vatning på jord av ulike tørkestyrke. Videre følger en tabell som viser forholdstall for fordampningen fra ulike jordbruksvekster og fordampningen fra fri vassflate gjennom veksttida. Forholdstallene er her skjønnsmessig redusert med ca. 10 %. Årsaken til det beror på at ved vatning i praksis, med intervaller på 8-10 dager, er det neppe potensiell fordampning de siste dager før ny vatning, men trolig noe tørkestress som kan forårsake noe redusert vassforbruk. Nederst på siden følger en enkel veiledning i bruk av folderen.

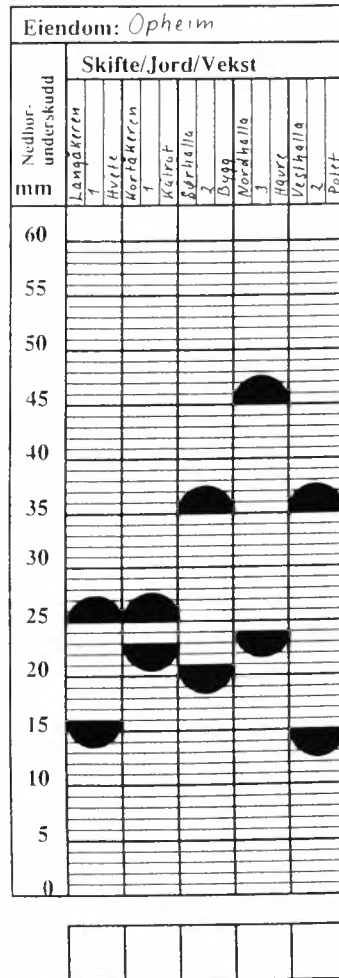
Folder 1. For IHT 2500

Jord	Vatnes med
1. Førkesvak	25 mm
2. Mid. tørkesterk	35 mm
3. Tørkesterk	45 mm

Vekst	Faktor			
	Mai	Juni	Juli	Aug
1. Bygg	0.6	1.4	1.3	0.6
2. Havre	0.6	1.4	1.4	1.2
3. Hvete	0.6	1.1	1.2	1.1
4. Potet	0.5	1.0	1.3	1.2
5. Kålrot	0.5	1.0	1.4	1.4
6. Oljeryps	0.7	1.4	1.3	1.2
7. Ettårig raigras	0.6	1.3	1.4	1.3
8. Vinterkål	0.5	1.0	1.4	1.4
9. Purre	0.5	0.6	1.2	1.3
10. Kapatøk	0.5	0.7	1.2	1.2

Veiledning for bruk

1. Registreringen starter som våren etter spjøngjumløping og når veksten har kommet godt i gang. En markør (●) settes på 0 nivået
2. Det settes en markør (●) på skalaen ved nivået for riktig vatning (25 mm for tørkesvak jord)
3. Registrert fordampning multipliseres med faktor for vekstkomende vekst og måned (1.3 for bygg i juli). Produktet avrundes til nærmeste hele mm og innføres i (●) i flynes tilsvarende opp
4. Ved nedbør flynes markøren (●) nedover tilsvarende nedbørmengden. Ved nedbørmengder større enn neobørunderskuddet flynes markøren tilbake til utgangspunktet (0-nivået)
5. Når nedbørunderskuddet (markør ●) når opp til markøren for vatning (●), vannes med tilrådde vassmengder for vekstkomende jordart (25 mm for tørkesvak jord)
6. Etter vatning flynes markøren (●) ned til utgangspunktet (0-nivået) og registreringen fortsetter videre som beskrevet ovenfor



Figur 3. Vatningsfolder
Figure 3. Irrigation folder

På høyre side er det en skala for nedbørunderskudd fra 0-60 mm, samt kolonner for 5 vekster ellers skifter på bruket. Bak skjemaet ligger en stålplate og hver vekst eller skift har en todelt magnetbrikke (markør). Den ene halvdel skal stå på nivået for riktig nedbørunderskudd ved vatning til den enkelte vekst, mens den andre halvdel settes på 0-nivået og flyttes oppover skalaen i henhold til registrert nedbørunderskudd.

Da det i folderen delvis er betydelige sprang mellom forholdstallene for de enkelte måneder, bør en under bruk helst bruke glidende overganger. For å avhjelpe dette er det også laget et vedlegg til folderen med forholdstall for hver uke fra så-, utplanting- og settetid (fig 4). I undersøkelsen hvor forholdstallene ble bestemt, ble det gjort våronn i dagene 5.-10. mai. Ved bruk av tabellen som følger folderen kan også metoden til en viss grad tilpasses andre så-, utplanting- og settetider.

Vedlegg til Folder 1. For HFT 2500															
Faktorer i forhold til tidspunkt for såing / setting / utplanting															
Vekst	Utgangspunkt. Tid for:	Uker fra tidspunkt for såing/setting/utplanting													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Bygg	Såing	0,6	0,9	1,2	1,4	1,4	1,5	1,4	1,4	1,3	1,1	1,0	0,8	0,7	
Havre	Såing	0,5	0,9	1,1	1,3	1,4	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,2	1,2	1,0
Hvete	Såing	0,5	0,7	0,9	1,0	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1
Potet	Setting	0,5	0,7	0,8	0,9	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,3	1,3	1,1	1,0
Kålrot	Utplanting	0,5	0,6	0,8	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,5	1,5	1,4
Oljeryps	Såing	0,7	1,1	1,3	1,4	1,4	1,4	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1
Ettårig raigras	Såing	0,6	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3
Vinterkål	Utplanting	0,5	0,6	0,7	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3
Purre	Utplanting	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,4
Kepaløk	Utplanting	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,2	1,1

Figur 4. Vedlegg til vatningsfolder

Figure 4. Enclosure to irrigation folder

Det er også utarbeidet en folder hvor forholdet mellom vassforbruket til plantene og beregnet potensiell fordampning etter Penmans formel er lagt til grunn.

Bruk av metoden

Da fordampningen har forholdsvis liten regional variasjon, kan data fra en fordampningsmåler brukes i et forholdsvis stort område, anslagsvis 2-3 mil ut fra målestedet. Det blir anbefalt å foreta registreringer mandag, onsdag og fredag og at fordampningsdata blir gjort tilgjengelig for brukerne ved automatisk telefonsvarer. Dataoverføring på telenettet ved hjelp av modem kan også være aktuelt.

På bruk som skal nytte metoden må det være en nedbørmåler, videre bør en i forveien, helst i samråd med en planlegger, ha vurdert vasskapasiteten i jorda og høvelige vassmengder for vatning på de ulike skift. Det settes en markør i kolonnen for de ulike skift (eller vekster) i henhold til dette. Den andre halvparten av markøren settes på 0-nivået.

"Regnskapet" startes om våren etter at veksten har kommet godt i gang og det enda er god fuktighet i jorda. Folderen bør helst ajourføres flere ganger i uka ved at de aktuelle fordampningsdata multipliseres med forholdstallet for de enkelte vekster, og den nedre markøren flyttes oppover skalaen i henhold til dette. Ved nedbør, som registreres på brukerstedet, flyttes markøren nedover tilsvarende nedbørmengden. Ved større nedbørmengder enn nedbørunderskuddet, flyttes markøren tilbake til utgangspunktet (0-nivået).

Når den nedre halve markøren når opp til nivået for den øvre, som markerer nedbørunderskuddet ved vatning, vatnes med tilrådde vassmengder for vedkommende jordart og vekst. Etter vatning flyttes den nedre halve markøren tilbake til 0-nivået og registreringen fortsetter som før.

Ved riktig bruk av folderen har en til en hver tid god oversikt over vatningsbehovet til de ulike vekster på garden (fig 3). For nærmere informasjon om metoden vises til ITF-Trykk 37/1991 *Vatning etter nedbørunderskudd. Veiledning for brukere*, som er å få ved Institutt for tekniske fag, boks 5065, 1432 Ås.

Erfaringer med metoden

Sommeren 1990 var metoden ute til praktisk prøving hvor følgende 8 forsøksringer med tilsammen 26 gardbrukere deltok:

- Buskerud forsøksring
- Follo forsøksring
- Froland og Åmli forsøksring
- Lesja og Dovre forsøksring
- Midt Telemark forsøksring
- Nedre Telemark forsøksring
- Ottadalen forsøksring
- Romerike forsøksring

Forsøksringene foresto fordampningsmålingene og sørget for distribusjon av dataene, mens de enkelte gardbrukerne foretok egne nedbørmålinger og holdt kontroll med vassbalansen ved hjelp av folderen.

Etter avslutningen av vatningsesongen ble det sendt ut enkle spørreskjemaer både til forsøksringene og gardbrukerne som hadde deltatt, med bl. a. spørsmål om antall vatninger, inntrykk av om metoden ga riktige vassmengder og om de ville fortsette med metoden senere.

Tabell 1 viser at de fleste hadde inntrykk av at metoden ga riktige vassmengder til de ulike vekster. Av 24 som svarte, var 21 positive til metoden og ga uttrykk for at de fortsatt kunne tenke seg å bruke den. Av de 8 forsøksringer som deltok, gikk 7 inn for fortsatt bruk av metoden, mens en ga uttrykk for tvil.

En kan vanskelig trekke sikre slutninger ut fra en så begrenset undersøkelse, men det ser ut som metoden er operativ og at den kan være akseptabel for de som måtte ønske et hjelpemiddel for vatning i praksis.

172 Vatning etter nedbørunderskudd

Tabell 1. Brukernes inntrykk av metoden

Table 1. The user's impression of the method

Antall svar fra <i>Number of answers from</i>		Brukernes inntrykk av vassmengden til ulike vekster <i>Amount of water at different crops. User's impression</i>							Fortsatt bruk av metoden <i>Continued use of the method</i> <i>Number of answers</i>		
<i>Experimental groups</i>	<i>Farmers</i>	<i>Quantity</i>	<i>Barley</i>	<i>Oats</i>	<i>Wheat</i>	<i>Potatoes</i>	<i>Grassland</i>	<i>Other crops</i>	<i>Answer</i>	<i>Experimental group</i>	<i>Farmer</i>
		For lite/ <i>Too small</i>				1	1	2	Ja/ <i>Yes</i>	7	21
8	26	Passer/ <i>Enough</i>	10	2	8	8	8	2	Nei/ <i>No</i>		
		For mye/ <i>Too Much</i>	1	1					Vet ikke/ <i>Do not know</i>	1	3

DRØFTING

Materialet fra undersøkelsen viser at det er betydelige forskjeller i det potensielle vassforbruk til de ulike jordbruksvekster gjennom veksttida. Forskjellene er så store at de må tas hensyn til ved vatning.

Ved riktig bruk av metoden som blir beskrevet vil en oppnå optimale fuktighetsforhold og gode vekstbetingelser gjennom hele vekstsesongen. Men undersøkelsen sier ikke noe om plantenes reaksjon på fuktighetsforholdene under ulike vekstfaser og betydning dette har for avlingene. Tidligere undersøkelser (Dragland 1983, Riley 1990) har vist at det her også er store forskjeller. I enkelte perioder, f. eks. under akkskyting hos korn og under stolon-danningen hos poteter er det særlig viktig å holde optimale fuktighetsforhold. På den annen side kan det være perioder hvor en begrenset tørke kan fremme avlingsnivået, for eks. hos gulrot etter spiring om våren og i jordbær etter høsting. Det er viktig at en ved bruk av den beskrevne metoden også er merksam på, og tar hensyn til disse forhold for å få det best mulige resultat.

Metoden betinger en sentral fordampningsmåler som er mest mulig representativ for et større område. Lokale variasjoner i fordampningen er lite undersøkt, men en landsomfattende registrering i årene 1965-74 (Hetager og Lystad 1974) med ca 50 målere viste at temperaturen var en vesentlig utslagsgivende faktor i fordampningsprosessen og at den følgelig hadde forholdsvis liten lokal variasjon. Over Østlandsområdet synes stabiliteten å være god over flatbygdene i nord-sør retning, langs begge sider av Oslofjorden og nordover til og med Mjøsregionen. Topografiske forhold som påvirker lokalklimaet vil følgelig også påvirke fordampningsforholdene, noe det må tas hensyn til ved vurdering av området måleren skal dekke. Det kan ikke settes opp bestemte normer, men bare antydes at over Sør-østlandet kan en måler trolig være representativ og brukbar for formålet over et betydelig område, f. eks. i hele området til de fleste forsøksringer, mens en i våre dal- og kystbygder må vurdere de lokale klimaforhold ved plassering og fastsetting av det representative området for måleren.

SAMMENDRAG

Ved Institutt for tekniske fag er det utviklet en metode for vatning etter nedbørunderskudd. Grunnlaget for metoden er forholdet mellom vegetasjonens potensielle vassforbruk og fordampningen fra en fri vassflate. Dette forholdet er bestemt for våre vanligste jordbruksvekster. For praktisk bruk av metoden er det utarbeidd en folder med faktorer for dette forholdet gjennom vekstida. Videre inneholder folderen et skjema med kolonner for 5 vekster eller skift på bruket. Ved hjelp av flyttbare magnetbrikker kan en følge uttørkingen for hver vekst og sette inn vatning til rett tid. Det anbefales at fordampningen fra fri vassflate blir registrert ved en sentral fordampningsmåler 3 ganger i uka og at data blir distribuert over automatisk telefonsvarer. Brukere som nytter systemet foretar egne nedbørmålinger og holder folderen ajour. Ved riktig bruk av metoden har en til enhver tid oversikt over vatningsbehovet til de ulike vekster på bruket.

LITTERATUR

Aslyng, H. C. 1976. Klima, jord og planter. DRS Forlag. Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, København. s. 67.

Dragland, S. 1983. Bruk vatningsanlegget bedre. SFFL Småskrift 1/83.

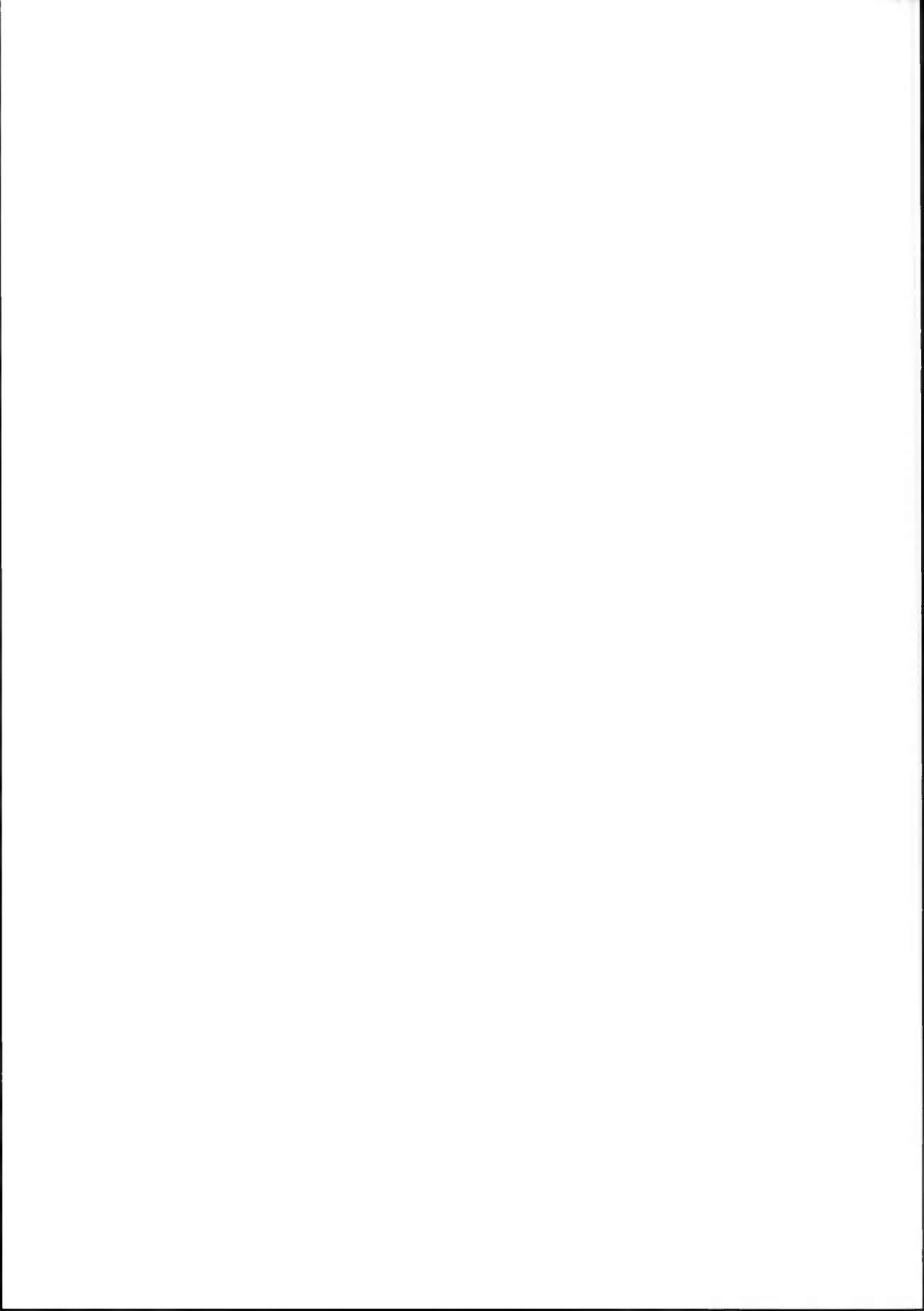
Hetager, S. E. og S. Linge Lystad 1974. Fordampning fra fri vassflate. Verdier basert på målinger i perioden 1967-1972. Den Norske komite for Den internasjonale hydrologiske dekadé. Rapport nr. 5.

Myhr, E. 1988. Ulike jordbruksveksters potensielle vassforbruk. Norsk landbruksforskning 2: 51-52.

Penman, H. L. 1948. Natural evaporation from open water, bar soil and grass. Proc. Roy. Soc., London. A 193: 120-146.

Pruitt, W. O. 1966. Empirical method of estimating evapotranspiration using primarily evaporation pans. Evaporation and its Role in Water Resources Management, ASAE, st Josept, Michigan. s 57-61.

Riley, H. 1990. Tørke ved ulike utviklingsstadier hos potet. I. Frilandsforsøk. Norsk landbruksforskning 4: 279.300.



Innhold av bly, kadmium og PAH i grønnsaker og bær langs Europavei 18

The content of lead, cadmium and PAH in vegetables and strawberries alongside the E18 motorway

GUNNAR GUTTORMSEN

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

Guttormsen, G. 1993. The content of lead, cadmium and PAH in vegetables and strawberries alongside the E18 motorway. *Norsk landbruksforskning* 7: 175-189. ISSN 0801-5333.

An investigation was carried out in 1990-91 on the concentrations of cadmium and lead in yield of strawberries, Chinese cabbage and carrots grown at a distance of 0-10, 20-25, 40-45 and 60-65 m from a highway (E18) with varying traffic density (25,000, 13,000, and 6000 vehicles/day). In 1990 Chinese cabbage was also analysed for polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH). No effect of traffic was found on the concentrations of cadmium, but lead content was influenced by traffic density and also by distance from the road. It was found that lead concentrations were reduced after rainfall prior to harvest, and this resulted in lower concentrations in 1990 than in 1991. The highest concentrations of lead were found in Chinese cabbage. At a traffic density of 25,000 vehicles/day the concentration of lead in Chinese cabbage varied from 0.202 to 0.043 ppm as the distance from the road increased from 0-10 to 60-65 m. With regard to concentrations of PAH in Chinese cabbage at locations near the road, the PAH-analysis did not reveal any dangerous components. The results indicate that leafy vegetables in Norway should not be grown closer than 20 m from roads with traffic density of more than 12,000 vehicles/day. These findings suggest that the investigation should be repeated after five years. The results from the investigation highlight the problems caused by the construction of main roads in areas suitable for agricultural food production.

Key words: Automobile traffic, cadmium, carrots, Chinese cabbage, lead, polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH), strawberries

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

Det normale innhold av kadmium og bly i planter er betinget av naturgitte forhold i jordsmonn og av menneskelige aktiviteter som trafikk eller industri. Disse aktiviteter kan over tid medføre risiko for konsentrasjoner som har en helsemessig risiko.

Det er behov for bygge opp kunnskap om tungmetallene for norske forhold i en landbruks- forurensnings- og helsemessig sammenheng. Det er nødvendig å se på eks-

poneringen for tungmetaller for alle kilder samlet. Samtidig er det viktig å identifisere hovedkildene til den totale eksponeringen for tungmetaller for om mulig å begrense inntaket. Undersøkelser fra utlandet viser tildels svært høye konsentrasjoner av tungmetaller som følge av trafikk. Planter dyrket langs vei er en potensiell kilde til inntak av tungmetaller. Dette har i utlandet resultert i anbefalte eller påbudte minsteavstander fra vei ved dyrking av bær og grønnsaker.

Bly

En av de største kildene til blyforurensning har i de siste årene vært blytilsetning til bensinen. Blyforbindelsene tetraetylbley og tetrametylbley blir tilsatt bensinen som antibankemiddel. Disse blyforbindelsene vil stort sett bli forbrent, og det meste av blyet vil komme ut i miljøet i uorganisk form.

De organiske blyforbindelsene er mer toksiske og har andre toksiske effekter enn uorganisk bly. Uorganisk bly blir likevel ansett for å være det største toksiske problemet fordi det forekommer i større mengder enn organisk bly.

Bly akkumuleres i kroppen i flere ulike vev og organer. En rask utskiftbar fraksjon finnes blant annet i lever, nyre og hjerne. En annen fraksjon finnes i muskler og hud, og en tredje og svært langsomt utskiftbar fraksjon akkumuleres i beinvev. Bly har mange ulike toksiske effekter. De viktigste er anemi og virkninger på sentralnervesystemet som medfører irritabilitet, adferdsendringer og nedsatt læreevne, særlig hos barn og unge.

Det tolerable ukentlige inntaket av bly er av en ekspertkomité nedsatt av FAO og WHO (JECFA) beregnet til 50 ug/kg kroppsvekt eller 3 mg pr. uke for en person på 60 kg.

Kadmium

Kadmium akkumuleres i lever og nyrer. Det akkumuleres med alderen, og da særlig i nyrebarken. Nyreskade er det mest typiske tegnet på kronisk kadmiumforgiftning. Andre effekter av kadmium er forstyrrelser i kalsiummetabolismen som kan føre til nyrestein og leddsmerter, økt blodtrykk, fosterskader, nedsatt reproduksjonsevne og skader på arveegenskapene. I tillegg er kadmium mistenkt for å være kreftfremkallende.

Det tolerable ukentlige inntaket av kadmium er av (JECFA) beregnet til 7 ug/kg kroppsvekt eller 0,42 mg pr. uke for en person på 60 kg.

PAH (polycyclic aromatic hydrocarbons)

PAH er en lang rekke kjemiske forbindelser med noe forskjellige og toksokologiske egenskaper. De fleste forbindelsene er enten vist å være kreftfremkallende eller så finnes det ikke tilstrekkelige data for å kunne trekke noen konklusjoner. Noen få enkeltforbindelser blir ansett for å ikke være kreftfremkallende. En risikovurdering er vanskelig da det ikke finnes tilstrekkelige data om verken enkeltforbindelser eller blandinger.

Overvåkningsprogrammet "The Global Environmental Monitoring System" (GEMS) ble etablert i 1976 i forbindelse med "The United Nations Environment Programme (GEMS/Food network)". I overvåkningsprogrammet som omfatter 22 land, gir Verdens helseorganisasjon en oversikt over nivåer og utviklingstrender for tungmetallinnholdet i endel basis-matvarer i perioden 1980-86 (Galal-Gorchev 1989). Typiske nivå for henholdsvis kadmium og bly i grønnsaker blir her oppgitt til henholdsvis 0.025 og 0.030 mg pr. kg friskvekt. Innholdet av bly i grønnsaker er som regel noe høyere enn i frukt på grunn av

jordpartikler og på grunn av lettere transport til spiselige deler. Spinat, som har en stor overflate i forhold til vekten, har gjerne et relativt høyt innhold av både kadmium og bly.

Det er funnet store variasjoner i inntak av kadmium og bly mellom de enkelte land og et relativt lavt nivå i Sverige, Danmark og Finland. Norge er ikke med i denne undersøkelsen. I en tidligere norsk undersøkelse (tabell 1) fant en at innholdet av kadmium og bly i norske grønnsaker fra områder uten særlig trafikk- eller industribelasting lå på samme nivå som i de andre nordiske land.

Tabell 1. Innhold av kadmium og bly i jord (0-20 cm) og i avling fra områder uten trafikkforurensning i Norge. (mg/kg tørrstoff). (Guttormsen 1990)

Table 1. Cadmium and lead concentrations of surface soil (0-20 cm) and in yield from uncontaminated areas in Norway (mg/kg dry weight)

	Jord Soil	Hvitkål White cabbage	Gulrot Carrots	Kinakål Chinese cabbage	Stilkselleri Celery
Cd					
Gj.snitt/Mean	0.11	0.06	0.27	0.18	0.30
Min.-maks./Range	0.05-0.16	0.05-0.07	0.14-0.36	0.17-0.19	0.10-0.50
Pb					
Gj.snitt/Mean	25.25	0.20	1.62	0.08	2.05
Min.-maks./Range	18-34	0.03-0.69	0.24-2.98	0.06-0.09	1.61-2.72

Det er utført mange undersøkelser over virkningen av trafikk på bly- og kadmiuminnholdet i grønnsaker. Det er utført få undersøkelser i Norge. En tidligere norsk undersøkelse over trafikk-forurensning ved hjelp av snøprøver (Gjessing et al. 1984) påviste betydelig forurensning opp til 50 m avstand fra vei. Det ble påvist forurensning opp til 300 m fra vei. Dette omfattet Cd, Pb, Zn og PAH. Det ble konkludert med at transporten gjennom luft var langt større enn ved vanntransport.

Havre & Underdal (1976) påviste i en norsk undersøkelse at blyinnholdet i gras, grønnsaker, frukt og bær dyrket langs veier varierte med trafikk tettheten.

Selmer-Olsen & Myhre (1970) fant at for en sterkt trafikkert vei som Mosseveien i Ås, var avstanden fra vei en dominerende faktor med hensyn til blyinnhold. Avstander over 25 m hadde imidlertid liten effekt.

I Danmark fant en at 20-60% av kadmium i planter var forårsaket av nedfall. Nivået på tørrstoffbasis var i gulrot 0.25 ppm i rot og 0.79 ppm i blad (Hovmand et al. 1983).

Sillanpaa et al. (1988) sammenlignet blyinnhold i ulike vekster dyrket i Finland. Forskjell i innhold mellom ulike planteslag varierte med en faktor på 31. Størst innhold ble funnet i planter med en stor overflate eksponert til luft i lange perioder i vekstsesongen. Forskjellen i innhold mellom ulike plantedeler varierte med en faktor på maksimalt 11. Denne faktor ble funnet i vårhvete.

I en svensk undersøkelse fant en fra 0.99 til 0.37 ppm bly (friskvektbasis) i salat når avstanden fra vei var fra 8 til 65 m og trafikk tettheten var 12000 biler pr. døgn. Man konkluderte med at de svenske anbefalinger om å ikke dyrke bladgrønnsaker nærmere vei enn 25 m ved trafikk tetthet opptil 12000 biler pr. døgn, var tilstrekkelige. (Larsson 1985).

I en engelsk undersøkelse (Healy & Aslam 1980) ble det funnet en sterk akkumulering av bly i øvre jordlag, i solbær og gras i en avstand på 1-9 m fra en vei med 24000 pr. døgn. Mesteparten lå på overflaten, konsentrasjonene varierte derfor i forhold til nedbør og vasking av produktene.

Prosjektet har vært utført som et samarbeidsprosjekt mellom Statens forskingsstasjoner i landbruk ved Landvik forskingsstasjon (SFL Landvik), Grimstad og Statens næringsmiddeltilsyn (SNT), Oslo. SNT ønsker å analysere de viktigste næringsmidlene for tungmetaller slik at befolkningens inntak av tungmetaller kan beregnes og om mulig begrenses. Tungmetallenes evne til å akkumulere i kroppen og betydningen av innholdet i frukt og grønnsaker på grunn av jordsmonn og trafikk nødvendiggjør en kunnskapsoppbygging på dette felt.

Den foreliggende undersøkelse tok sikte på å kartlegge effekten av trafikk på innholdet av kadmium og bly ved ulike trafikk tettheter og avstand fra vei. En tok sikte på å klarlegge trafikkeffekten og behovet for restriksjoner ved dyrking av bær og grønnsaker langs norske veier.

MATERIALE OG METODER

Undersøkelsen ble utført i 1990 og i 1991. Prøver av avling fra jordbær, kinakål og gulrot ble samlet inn fra felt i tre områder langs E18 i Lier (Buskerud), i Stokke (Vestfold) og i Grimstad (Aust Agder). Trafikk tettheten i disse områdene var henholdsvis ca. 25000, 13000 og 6000 biler pr. døgn (Statens vegvesen 1988). Det ble valgt ut felt i mest mulig flatt og åpent terreng for å unngå virkning av topografi.

For hver felt ble avlingsprøvene tatt i en avstand 0-10, 20-25, 40-45 og 60-65 m fra åkerkant inn mot vei. Det ble tatt ut 10 parallelle prøver for hver avstand. Forsøksplanen tok sikte på 360 prøver hvert år. På grunn av vansker med å finne passende felt ble det for kinakål/13000 biler bare tatt ut prøver i 1991, mens prøveuttak for gulrot/25000 biler måtte sløyfes. Det er tatt hensyn til dette ved tolking av resultatene. I tillegg ble det tatt ut prøver fra ett felt med gulrot/25000 biler langs E6 ved Hamar i 1991.

Det ble tatt ut jordprøver fra alle felt i 0-20 cm dybde. På grunn av høye analysekostnader, ble bare jord fra felt med kinakål analysert.

Prøver for PAH-analyser ble bare tatt for kinakål og bare på felt med 25000 biler pr. døgn med avstand 0-10 og 60-65 m.

Hver prøve var på ca. en kg friskvekt med materiale fra minst 5 planter. Prøvene ble ikke vasket. Etter transport til Grimstad ble prøvene tørket til konstant vekt ved 80° C, tørrstoffinnholdet ble bestemt og prøvene ble homogenisert ved maling.

På laboratoriet ble prøvene behandlet med en syreoppløsning etterfulgt av instrumentell kvantifisering av bly (Pb) og kadmium (Cd).

Prøveoppløsning

Etter innveining ble prøvene sekvensielt våtoppløst med salpetersyre/hydrogenperoksid på varmeblokk og fortynnet til volum.

Kvantifisering

Prøvene ble analysert ved hjelp av elektrotermisk atomabsorpsjon med palladium (Pd) som modifier etter plattformteknikken. Prøvekonsentrasjonen ble bestemt ved ekstern standard basert på areal.

Kvalitetssikring

Et sertifisert biologisk plantemateriale SRM 1572 Citrus Leaves ble benyttet til verifisering av resultatene. Analyser på kadmium og bly ble sammenlignet med de samme sertifiserte verdiene på dette på dette referansematerialet, som ble analysert sammen med prøvene i intervall i løpet av prosjektperioden.

Resultater av kvalitetssikringen

Tabell 2 viser at resultatene for kadmium og bly i referansematerialet var i overensstemmelse med sertifiserte verdier.

Tabell 2. Analyse av referansematerialet SRM 1572 Citrus Leaves (mg/kg)

Table 2. Analysis of reference material SRM 1572 Citrus Leaves (mg/kg)

	Cd	Pb
Sertifisert/ <i>Certified</i>	0.03 + -0.001	13.3 + -2.4
Funnet/ <i>Found</i>	0.031 + -0.003	13.5 + -0.6

Metode for PAH-analyser

Prøvene ble oppbevart frosne til analysen ble foretatt. Prøvene ble homogenisert i en hurtigmikser, en alikvot ble tatt ut til analyse, og en alikvot ble tatt ut til tørrstoffbestemmelse. Prøvene ble tilsatt en indre standard (3,6 dimetylphenantrene og b,b binaph-tyl) i aceton. Prøvene ble så forsåpet med 2N KOH i metanol i vann (9:1) til nedbrytingen av materialet var fullstendig.

Lutopløsningen ble ekstrahert gjentatte ganger med cyklohexan. Cyklohexanekstraktet ble vasket med vann, tørket med natriumsulfat, og dampet inn til lite volum på en rotavapor og videre oppkonsentrert på en varmeblokk under nitrogenstrøm.

Prøvene ble analysert på en gasskromatograf med masseselektiv detektor (GC/MS), og det ble benyttet en metode for identifisering av de ankelte PAH-forbindelsene ved å registrere forbindelsenes spesifikke ion (SIM) innenfor et bestemt tidsintervall. De enkelte PAH-forbindelsene ble kvantifisert ved hjelp av en kjent tjærestandard og de tilsatte indre standarder.

SNT har utført tungmetallanalysene, mens jordanalysene er utført ved Landbrukets analysesenter (Jordforsk), Ås. PAH-analysene er utført av Senter for industriforskning, Oslo.

Analyse av tallmaterialet

Tallmaterialet er analysert ved hjelp av vanlig variansanalyse. I tabeller og figurer er signifikante virkninger av årsaksfaktorene: år(nedbør), trafikk tetthet, avstand fra vei og av vekst angitt med LSD 5%, mens avhenigheten mellom årsaksfaktorene (samspillsvirkningen) er angitt med P.

RESULTATER

PAH-analysene ble utført med kinakål fra felt med størst trafikk i 1990. Det ble funnet lave nivåer med spor av fenantren, fluoranten og pyren i størrelsesområdet 20-90 ng/g tørt materiale. Dette er mengder som ligger på deteksjonsnivå i analysene. Det ble ikke påvist PAH med tilstrekkelig bevis for karsinogenitet i prøvene. PAH-analysene ble derfor ikke gjentatt i 1991.

I tabell 3 er gjennomsnittsverdiene for innhold av kadmium og bly i jord og i avling satt opp. Korrelasjonsberegninger fra kinakålfeltene for sammenhengen mellom innhold i jord, pH i jord, mengde organisk materiale i jord og innhold i avling viste bare ubetydelige korrelasjonskoeffisienter.

Tabell 3. Innhold av kadmium og bly i jord (0-20 cm) og i avling fra felt langs E 18 fra Drammen til Grimstad. Gulrot (25000 biler/døgn) mangler. Gjennomsnittsverdier 1991

Table 3. Cadmium and lead concentrations in surface soil (0-20 cm) and in yield from fields along the E18 from Drammen to Grimstad. Mean values 1991

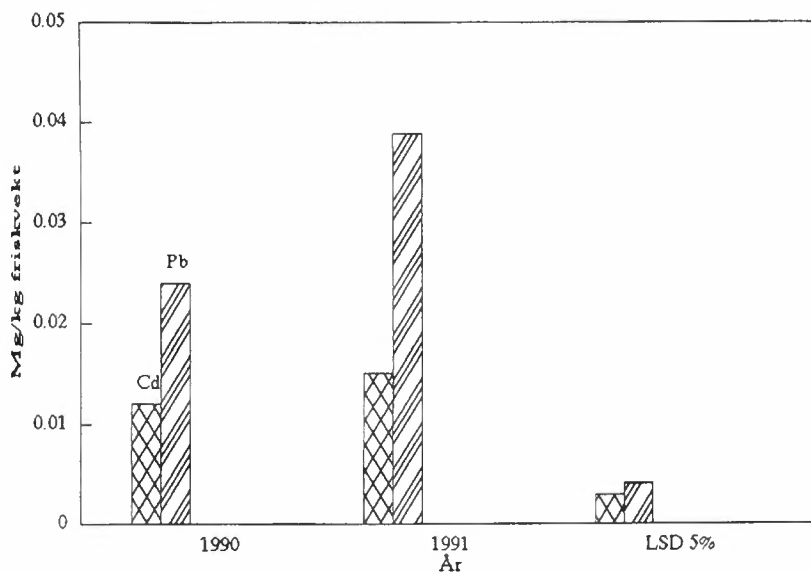
	Jord* Soil	Jordbær Strawberries	Kinakål Chinese cabbage	Gulrot Carrots
% tørrstoff/% DM	-	10.0	5.2	11.5
Cd				
mg/kg tørrstoff/mg/kg dry matter	0.213	0.164	0.283	0.306
mg/kg friskvekt/mg/kg fresh weight	-	0.016	0.015	0.035
Pb				
mg/kg tørrstoff/mg/kg dry matter	23.500	0.304	0.965	0.256
mg/kg friskvekt/mg/kg fresh weight	-	0.028	0.048	0.030

*) Bare kinakålfelt/*Chinese cabbage only*

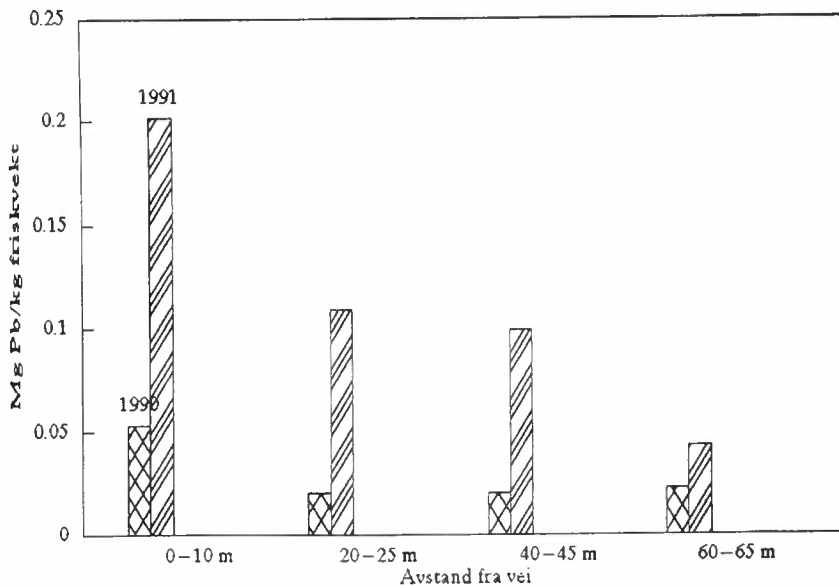
Ved sammenligning av verdier på tørrvekt- og friskvektbasis, vil vekster med høyest tørrstoffinnhold (jordbær og gulrot) vise et relativt høyere innhold ved sammenligning på friskvektbasis enn ved sammenligning på tørrstoffbasis. En har i det følgende valgt å fremstille innholdet av kadmium og bly på friskvektbasis.

Figur 1 og 2 viser at innholdet av bly var høyere i 1991 enn i 1990. Dette skyldes kraftig nedbør i perioden før høsting på feltene med kinakål og jordbær (tabell 6). Begge år viste imidlertid en tydelig lavere blykonsentrasjon når avstanden fra vei var ca. 20 m eller mer. Den høyeste målte konsentrasjon av bly i kinakål i friskt plantemateriale var ca. 0.2 mg/kg. Dette tilsvarte 4.2 mg/kg bly i tørt plantemateriale.

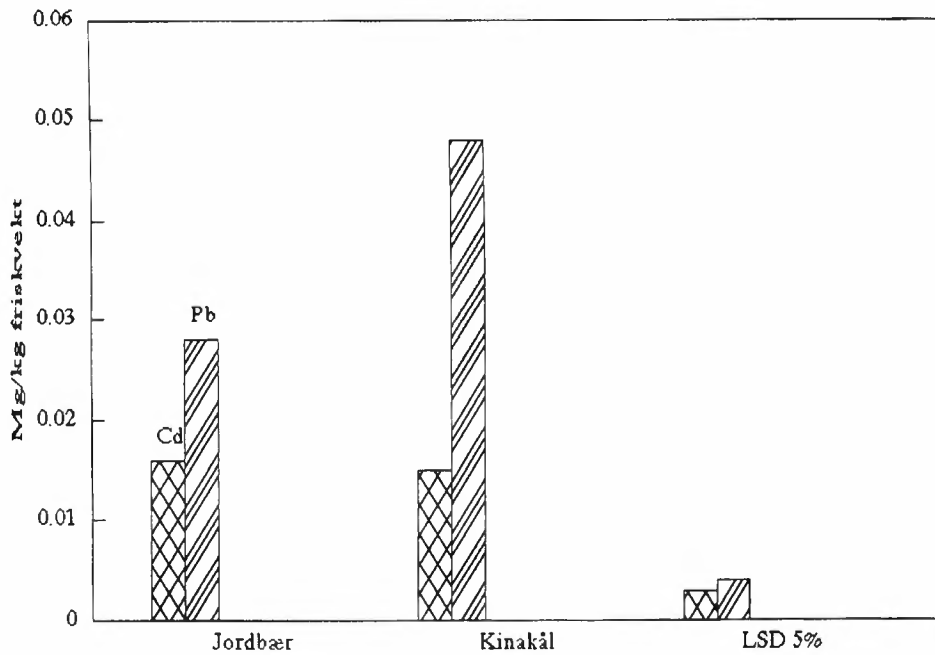
Kinakål hadde betydelig høyere konsentrasjon av bly enn de andre vekstene. Innholdet av kadmium var likt i jordbær og kinakål (figur 3). Det var en ubetydelig effekt av avstand fra vei på kadmiuminnholdet. Innholdet av bly ble derimot kraftig redusert når avstanden fra vei økte fra 0-10 m til 20-25 m. Økende avstand over 20-25 m hadde liten virkning på blyinnholdet.



Figur 1. Virkning av år (nedbør) på innhold av kadmium og bly i planteprøver. Jordbær og kinakål
 Figure 1. The effect of year (precipitation) on concentrations of cadmium and lead in crop samples. Strawberries and Chinese cabbage



Figur 2. Virkningen av år (nedbør) og avstand fra vei på innhold av bly i kinakål. Trafikktetthet: 25000 biler pr. døgn
 Figure 2. The effect of year (precipitation) and distance from road on concentrations of lead in Chinese cabbage. Traffic density: 25000 vehicles/day



Figur 3. Virkningen av vekst på innhold av kadmium og bly i 1991
 Figure 3. The effect of species on concentrations of cadmium and lead in 1991

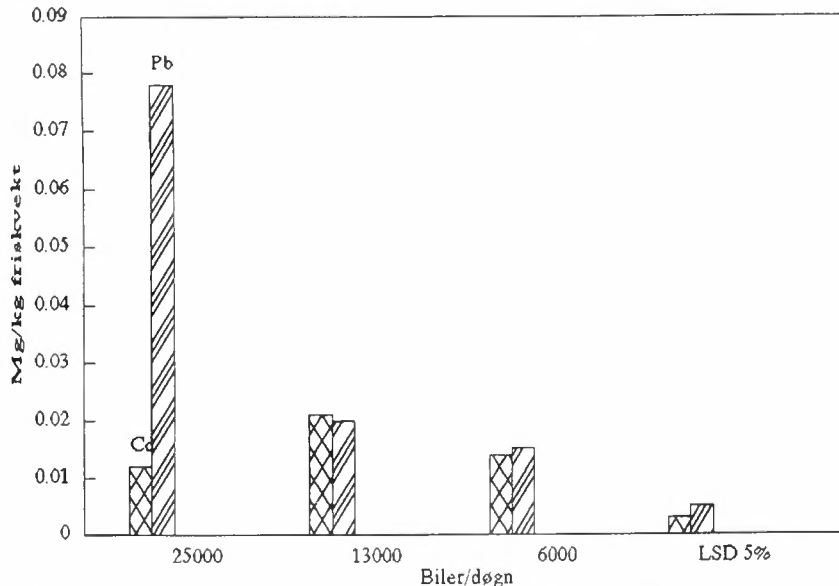
Tabell 4 viser at avstanden ikke påvirket kadmiuminnholdet i noen av årene. Virkningen på blyinnholdet var størst i 1991 hvor innholdet var høyest. Resultatene for begge år viser imidlertid at det særlig var avstandsøkningen fra 0-10 til 20-25 som hadde effekt på blyinnholdet.

Tabell 4. Samspillvirkningen mellom år og avstand fra vei på innhold av kadmium og bly. Gjennomsnittsverdier for jordbær, kinakål og gulrot (mg/kg friskvekt)

Table 4. The interaction between year and distance from road on concentrations of cadmium and lead. Mean values from strawberries, Chinese cabbage, and carrots (mg/kg fresh weight)

	Cd		Pb	
	1990	1991	1990	1991
Avstand fra vei Distance from road				
0-10 m	0.018	0.023	0.038	0.054
20-25 m	0.022	0.023	0.025	0.034
40-45 m	0.015	0.020	0.022	0.033
60-65 m	0.017	0.022	0.023	0.022
Samspill for år x avstand				
Cd: P > 0.05				
Pb: P < 0.05				

For bly førte en reduksjon av trafikk tettheten fra 25000 til 13000 biler pr. døgn til ca. 75 % lavere innhold. Det ble ikke påvist sikker forskjell i innhold av bly for 13000 og 6000 biler pr. døgn (figur 4).



Figur 4. Virkningen av trafikk tetthet på innhold av kadmium og bly. Gjennomsnittsverdier for jordbær og kinakål i 1991

Figure 4. The effect of traffic density on concentrations of cadmium and lead. Mean values from strawberries and Chinese cabbage in 1991

Samspillvirkningen mellom vekst og trafikk tetthet er vist i tabell 5. Kinakål hadde størst innhold av bly. Dette var markert størst ved 25000 biler pr. døgn med minste avstand (tabell 4). Jordbær hadde lave blykonsentrasjoner sammenlignet med kinakål.

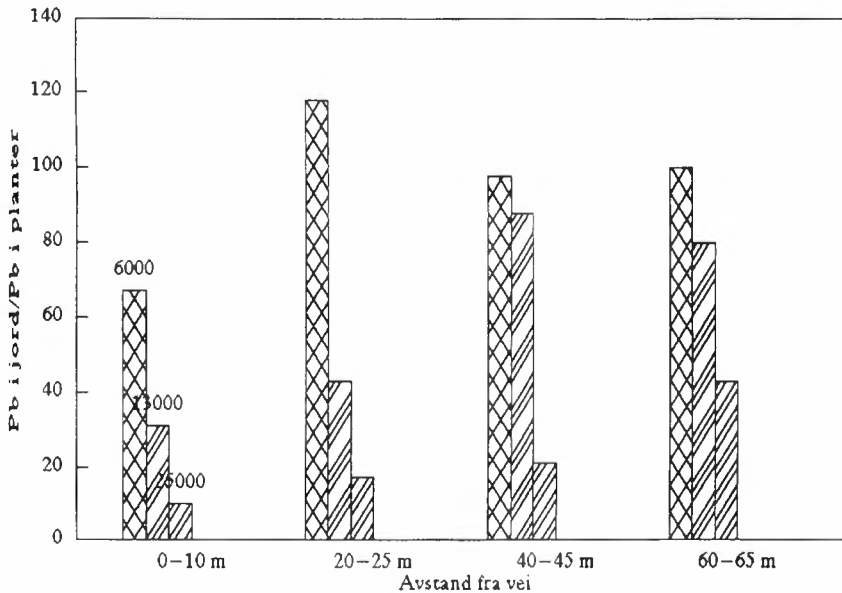
Tabell 5. Samspillvirkningen mellom vekst og trafikk tetthet på innhold av kadmium og bly. Gjennomsnitt for alle avstander i 1991 (mg/kg friskvekt)

Table 5. The interaction between species and traffic density on concentrations of cadmium and lead. Means of all distances in 1991 (mg/kg fresh weight)

	Cd		Pb	
	Jordbær Strawberries	Kinakål Chinese cabbage	Jordbær Strawberries	Kinakål Chinese cabbage
Biler/ døgn / Vehicle/day				
25000	0.012	0.012	0.043	0.113
13000	0.022	0.021	0.022	0.018
6000	0.016	0.012	0.018	0.012
Samspill for vekst x trafikk tetthet				
Cd: P > 0.05				
Pb: P < 0.001				

Blyinnholdet i overjordiske plantedeler (jordbær og kinakål) var markert større ved 25000 biler enn ved 13000 eller 6000 biler pr. døgn. For bly økte også innholdet ved en gitt trafikk tetthet når plantene sto nærmere veien enn 20 m (tabell 4). Innholdet av bly ble derfor størst ved minste avstand fra vei, og det ble særlig høyt i kombinasjon med 25000 biler pr. døgn.

Totalinnholdet av kadmium og bly i jord ble analysert for feltene med kinakål (tabell 3). Det viste ingen klar sammenheng med trafikk tetthet eller med avstand fra vei. Forholdet mellom blyinnholdet i jord og i kinakål er fremstilt i figur 5. Et lavt forhold viser en uforholdsmessig høy blykonsentrasjon i plantene i forhold til innholdet i jorden. Dette indikerer blytilførsel fra luft forårsaket av forurensning fra trafikk. På grunn av samspillet mellom avstand og trafikk tetthet, øker dette forholdet ved 60-65 m, 40-45 m og ved 20-20 m når trafikk tettheten er henholdsvis 25000, 13000 og 6000 biler pr. døgn. De nevnte avstander indikerer nødvendige minimumsavstander for å unngå økt blyinnhold i planter ved varierende trafikk tetthet. Figur 5 viser en trafikkavhengig økning av blykonsentrasjonen i kinakål også ved 6000 biler pr. døgn, når avstanden er 0-10 m fra vei. Tabell 6 viser at det var mer nedbør før høsting i 1990 enn i 1991, og at nedbør er en faktor som påvirker plantenes blyinnhold som følge av trafikk.



Figur 5. Forholdet mellom blyinnhold i jord og blyinnhold i kinakål

Figure 5. The ratio between lead concentrations in soil and in Chinese cabbage

Tabell 7 viser at gulrot dyrket langs E6 ved Hamar hadde et mye høyere innhold av kadmium enn gulrot dyrket langs E18 (tabell 3). Dette skyldes jordsmonndannende faktorer i dette området.

Tabell 6. Virkningen av nedbør i perioden to uker før høsting på blyinnholdet i avling. Gjennomsnitt av alle avstander, 40 prøver. (mg/kg friskvekt)

Table 6. The effect of precipitation during the two weeks prior to harvest on lead concentration in yield. Means of all distances, 40 samples (mg/kg fresh weight)

Biler/døgn x 1000 Veh./day x 1000	Jordbær Strawberries			Kinakål Chinese cabbage			Gulrot Carrots		
	25	12	6	25	12	6	25	12	6
1990 nedbør, mm	94.2	96.2	64.4	83.5	-	4.8	-	83.5	87.2
1991 " "	4.1	4.4	4.3	0.3	27.5	52.0	206.0	16.6	12.1
1990 Pb	.024	.011	.023	.029	-	.027	-	.031	.037
1991 Pb	.042	.022	.018	.113	.018	.012	.012	.027	.036

Tabell 7. Innhold av kadmium og bly i gulrot/25000 biler fra felt langs E6 ved Hamar. (mg/kg friskvekt)

Table 7. Concentrations of cadmium and lead in carrots/25000 vehicle/day along the E6 near Hamar (mg/kg fresh weight)

	Cd	Pb
Avstand fra vei/Distance from road		
0-10 m	0.107	0.014
20-25 m	0.107	0.013
40-45 m	0.101	0.010
60-65 m	0.105	0.012

DISKUSJON

Med unntak for bly-innholdet i kinakål fra felt med 25000 biler pr. døgn viser undersøkelsen moderate verdier i forhold til målinger i andre land. Resultatene viser imidlertid en effekt av trafikk på innholdet av bly særlig i kinakål, men også for jordbær, som tilsier oppmerksomhet.

Figur 1 viser et større innhold av både kadmium og bly i 1991 sammenlignet med 1990. Tabell 6 viser at det var mer nedbør før høsting i 1990 enn i 1991. Kraftig nedbør like før høsting vasket vekk bly akkumulert på overjordiske plantedeler.

Dette var årsaken til lavere blyinnhold i kinakål og jordbær i 1990 sammenlignet med 1991. Dette er tidligere påvist. Healy & Aslam (1980) fant at nedbørsperioder medførte lavere konsentrasjon av tungmetaller i uvaska produkter.

En tidligere norsk undersøkelse over PAH-forurensing ved hjelp av snøprøver (Gjessing et al. 1984) påviste betydelig forurensing opp til 50 m avstand fra vei. Det ble også påvist at det foregikk en fraksjonering under transporten slik at enkelte stoffer bare ble påvist innen en kort avstand fra vei. Resultatene i denne undersøkelse antyder også en effekt av avstand på det totale PAH-innholdet.

Metallindustrien er en viktig forurensingskilde for kadmium som ofte måles ved undersøkelser over tungmetallbelastningen fra trafikk. Høyt kadmiuminnhold i jord kan indikere lavt Cd-innhold i planter når sammenligner ulike jordtyper. Alloway et al. (1990) fant ved å undersøke sammenhengen mellom ulike jordparametre og Cd-innholdet i planter, at jordtyper som inneholdt mye kadmium som regel hadde mindre plantetilgjengelig kadmium. Dette skyldes sammenligning av ulike jordtyper hvor høyt Cd-innhold var en indikator på sterk Cd-binding. Dette er imidlertid ikke en regel uten unntak. Lund et al. (1981) og Nicklow et al. (1983) fant en god sammenheng mellom kadmiumkonsentrasjonen i jord og Cd-opptaket i planter. Plantenes Cd-opptak avhenger ikke av den totale kadmiumkonsentrasjonen i jord, men av hvor mye kadmium som finnes i en plantetilgjengelig form.

Kadmium har en langt større mobilitet enn bly. Dette fremgår av tabell 3 hvor Cd-innholdet på tørrvektbasis er tilnærmet det samme i jord og planter, mens Pb nivået i jord kan være 100 ganger plantenivået. Dette er også kjent fra tidligere undersøkelser (Lund et al. 1981, Guttormsen 1989). Trafikkforurensing av bly langs veier er vanlig. Det er også påvist en økning i kadmiuminnholdet langs veier (Gjessing et al. 1984, Johnston & Harrison 1984). Plantenes opptak av tungmetaller gjennom rotsystemet er påvirket av jordens pH (Anderson & Nilsson 1974). Både Cd- og Pb-innholdet i plantene øker som regel med synkende pH i jorden. Jordens kapasitet for binding av tungmetaller avhenger også av mengden av organisk materiale (Jaakkola & Ylaranta 1976). Her ble det påvist at organisk materiale i jord reduserte Cd-opptaket i planter.

Korrelasjonsberegninger i den foreliggende undersøkelse fra feltene med kinakål viste ingen klar sammenheng mellom variasjon i jordfaktorer som innhold i jord, pH eller mengde organisk materiale og innhold av kadmium eller bly i avling.

I Danmark fant en at 20-60% av kadmium i planter var forårsaket av nedfall fra lufttransport. Nivået på tørrstoffbasis var i gulrot 0.25 ppm i rot og 0.79 ppm i blad (Hovmand et al. 1983). For feltene med gulrot langs E18 med 13000 og 6000 biler pr. døgn var innholdet henholdsvis 0.325 og 0.267 ppm på tørrvektbasis.

Dette samsvarer bra med de danske verdiene. Tabell 5 viser også at det ikke var økning i Cd-innhold på grunn av trafikk tetthet i overjordiske avlinger (jordbær og kinakål), Det ble heller ikke påvist effekt avstand fra vei på innhold av kadmium i avling (tabell 4).

Johnston & Harrison (1984) fant i en engelsk undersøkelse langs en vei med ca. 34500 biler pr. døgn at kadmium-nedfallet var markant større innenfor 10 avstand fra vei enn lenger ut. Det hevdes i denne undersøkelsen at bildekkslitasje kan føre til kadmiumforurensing langs veier, og at denne kilden bidrar lite til økning av lufttransportert kadmium på grunn av store partikler som faller ned i kort avstand fra vei.

Kjørehastighet og egenskaper ved veidekket er faktorer som vil kunne påvirke bildekkslitasjen. Dette kan være årsaken til at resultatene i den foreliggende undersøkelse ikke viser effekt av trafikk på Cd-innhold i avling.

Det er rimelig av ved forurensing gjennom nedfall vil belastningen bli størst for en vekst som kinakål, som har en stor overflate (bladareal) i forhold til vekt. Dette er også funnet tidligere (Nasralla & Ali 1985). I den foreliggende undersøkelse var blyinnholdet størst i kinakål (0.043-0.202 ppm i 1991 ved 25000 biler pr. døgn, figur 2) Dette tilsvarer verdier funnet ved trafikkbelastning i andre land. (Mattson et al. 1984:0.023-0.140 ppm Pb, Larsson 1985:0.07-0.11 ppm Pb, Zurera-Cosano et al. 1989:0.221 ppm Pb, Foner 1991:0.5 ppm Pb)

Bakgrunnsverdier fra områder uten trafikkbelastning ligger imidlertid på et betydelig lavere nivå, Wolnik et al. 1985:0.009 ppm Pb (gulrot), Galal-Gorchev (1989):0.030 ppm Pb, Guttormsen (1989):0.004 ppm Pb (kinakål).

Med bakgrunn i et nordisk forslag om tillatt maksimumsinhold på 0.1 ppm Pb i grønnsaker og 0.3 ppm i bladgrønnsaker i Norden, er det nødvendig med tiltak for å oppnå dette. De foreliggende resultater for kinakål tilsier at en bør unngå dyrking av bladgrønnsaker nærmere vei enn 20 m når trafikk tettheten er over ca 12000 biler pr. døgn. Lignende anbefalinger er gitt i andre land, Larsson (1985), Wong & Tam (1978).

Målingen viser en risiko for uheldige store blykonsentrasjoner ved dyrking langs veier med stor trafikk tetthet. Denne risiko vil kunne øke med tiden. En foreslår derfor at undersøkelsen gjentas etter fem år.

Resultatene fra denne undersøkelsen fokuserer på et hitil lite påaktet problem her i landet ved bygging av hovedveier gjennom jordbruksområder.

SAMMENDRAG

Avlingsprøver av jordbær, kinakål og gulrot dyrket i avstand 0-10 m, 20-25 m, 40-45 m og 60-65 m fra vei (E18) med 25000, 13000 og 6000 biler pr. døgn ble analysert for innhold av kadmium og bly i 1990 og i 1991. For kinakål ble det også utført PAH-analyser i 1990.

Det ble ikke påvist effekt av trafikk på innholdet av kadmium for noen av vekstene. Blyinnholdet ble påvirket både av trafikk tetthet og av avstand. Virkningen av trafikk på blyinnholdet ble kraftig redusert ved sterk nedbør i perioden før høsting. Dette førte til lavere blyinnhold i 1990 enn i 1991.

Kinakål hadde størst innhold av bly. Ved 25000 biler pr. døgn varierte blyinnholdet i kinakål fra 0.202 til 0.043 ppm med økende avstand fra 0-10 m til 60-65 m.

PAH-analysene av kinakål viste økende PAH-innhold med minkende avstand fra vei. Det ble imidlertid ikke påvist risikostoffer i PAH-analysene.

De foreliggende resultater for kinakål tilsier at en bør unngå dyrking av bladgrønnsaker nærmere vei enn 20 m når trafikk tettheten er over ca 12000 biler pr. døgn. Målingen viser en risiko for uheldige store blykonsentrasjoner ved dyrking langs veier med stor trafikk tetthet. En foreslår derfor at undersøkelsen gjentas etter fem år. Resultatene fra denne undersøkelsen illustrerer problemer forårsaket ved bygging av hovedveier gjennom jordbruksområder egnet for matvareproduksjon.

ETTERORD

Forfatteren vil takke Thor Waaler og Kirstin Færden, Statens næringsmiddeltilsyn for samarbeidet i dette prosjektet.

LITTERATUR

Alloway B. J., Jackson A. P. & Morgan H. (1990). The accumulation of cadmium by vegetables grown on soils contaminated from a variety of sources. *Sci. Tot. Environment* 91: 223-236.

Anderson A. & Nilsson K.O. (1974). Influence of lime and pH on Cd availability to plants. *Ambio* 3: 198-200.

Foner H. A. (1987). Traffic lead pollution of some edible crops in Israel. *Sci. Tot. Environment* 59: 309-315.

Galal-Gorchev H. (1989). Chemical contamination of food in Europe. Joint WHO/CEC consultation on food safety in Europe, pp 1-37.

Gjessing E., Lygren E., Berglund L., Gudbrandsen T. & Skaane R. (1984) Effect of highway runoff on lake water quality. *Sci. Tot. Environment* 33: 245-257.

Guttormsen G. (1990). Cadmium and lead levels in Norwegian vegetables. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences* 3: 21-33.

Havre G.H. & Underdal B. (1976). Lead contamination of vegetation grown close to roads. *Acta Agric. Scand.* 26: 18-24.

Healy M. A. & Aslam M. (1980). The distribution of lead in a roadside environment and its consequences for health. *Publ. Hlth. Lond* 94: 78-88.

Hovmand M. F., Tjell J.C. & Mosbaek H. (1983). Plant uptake of airborne cadmium. *Environ. Poll.* 30: 27-38.

Jaakkola A. & Ylaranta T. (1976). The role of the quality of organic matter in cadmium accumulation in plants. *J. Sci. Agric. Soc. Finland* 48: 415-425.

Johnston W. R. & Harrison R.M. (1984). Deposition of metallic and organic pollutants alongside the M6 motorway. *Sci. Tot. Environ.* 33: 119-127.

Larson B.K. (1985). Polycyclic aromatic hydrocarbons and lead in roadside lettuce and rye grain. *J. Sci. Food Agric.* 36: 463-470.

Lund L.J., Betty E.E., Page A.L. & Elliot R.A. (1981). Occurrence of naturally high cadmium levels in soils and its accumulation by vegetation. *J. Environ. Qual.* 4: 551-556.

Mattson P., Pettersson A., Lindman M. & Järdö S. (1984). Tungmetaller i grønsaker odlade i Uppsala. *Vaar Föda* 1: 24-31.

Nasralla M.M. & Ali E.A. (1985). Lead accumulation in edible portions of crops grown near Egyptian traffic roads. *Agric. Ecosystems Environ.* 13: 73-82.

Nicklow C.W., Comas-Haezebrouk P.H. & Feder W.A. (1983). Influence of varying soil lead levels on lead uptake of leafy and root vegetables. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108: 193-195.

Selmer-Olsen A.R. & Myhre A. (1970). En undersøkelse av blyinnholdet i plantemateriale langs Mosseveien. *Meld. NLH* 49: 1-7.

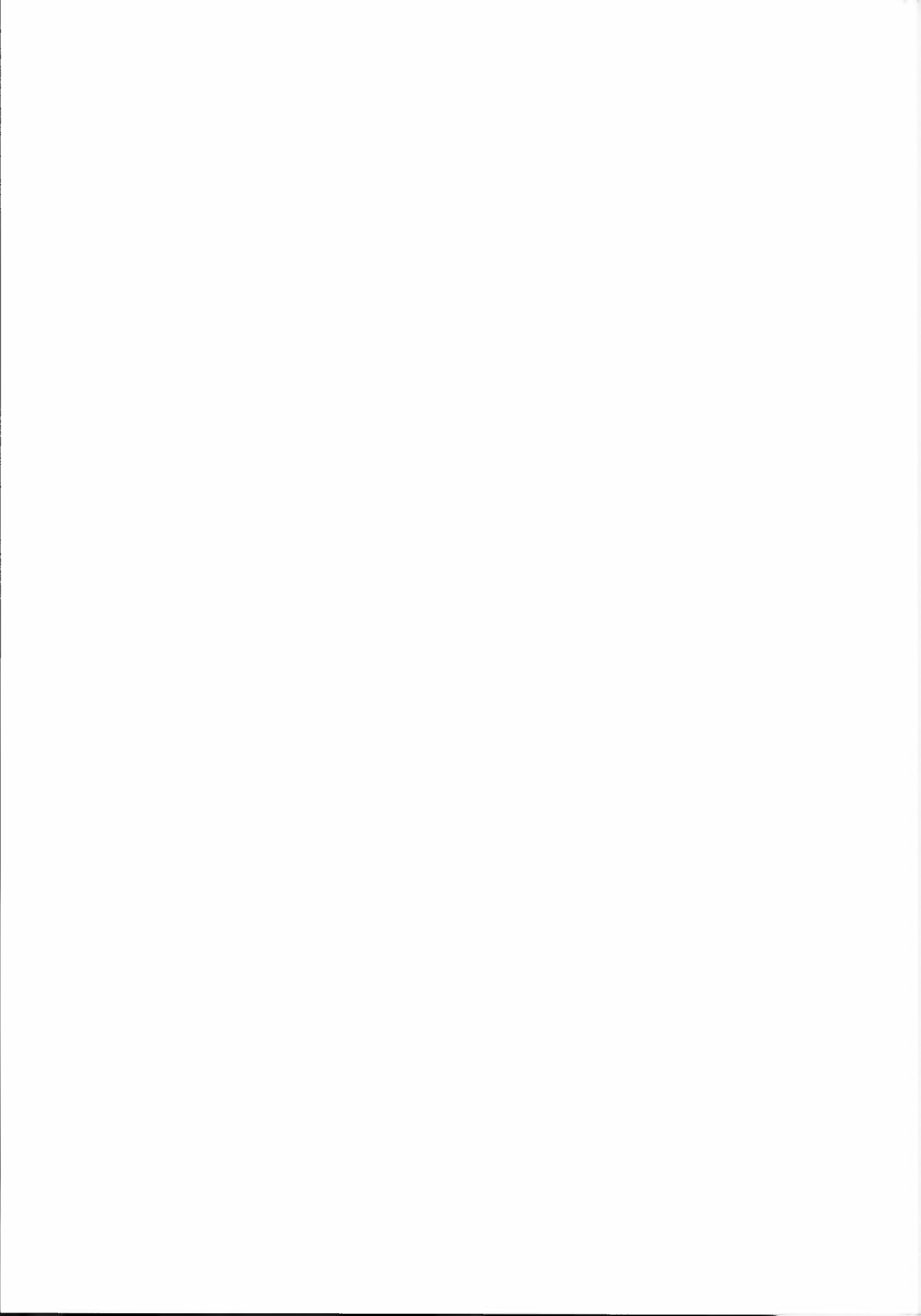
Sillanpaa M., Ylaranta T. & Janson H. (1988). Lead contents of different plant species grown side by side. *Ann. Agric. Fenn.* 27: 39-43.

Statens vegvesen (1988). *Vegtrafikkteleginger. Håndbok-063 pp 173.*

Wolnik K.A., Frike F.L. & Caspar S.G. (1985). Elements in major raw agricultural crops in the United States. *J. Agric. Food Chem.* 33: 807-811.

Wong M.H. & Tam F.Y. (1978). Lead contamination of soil and vegetables grown near motorways in Hong Kong. *J. Environ. Sci. Health* 13: 13-22.

Zurera-Cosano G., Moreno-Rojas R., Salmeron-Egea J. & Pozo R.P. (1989). Heavy metal uptake from greenhouse border soil for edible vegetables. *J. Sci. Food Agric.* 49: 307-314.



Gjødsling til fotballbaner tilsådd med flerårig raigras

Fertilizing regimes on soccer pitches sown with perennial ryegrass

JORULF ØYEN, SVEIN O. GRIMSTAD & ÅDNE HÅLAND

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

Øyen, J., S.O. Grimstad & Å. Håland 1993. Fertilizing regimes on soccer pitches sown with perennial ryegrass. Norsk landbruksforskning 7: 191-200. ISSN 0801-5333.

Nine fertilizing regimes were tested on four soccer pitches sown with perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) in southwestern Norway. The trials demonstrated clearly the great adaptability of ryegrass to tolerate a wide range of N rates and application frequencies. The spring and autumn covers of ryegrass were the same at 200 and 400 kg N/ha/year. However, the proportion of perennial ryegrass was in many cases reduced when 800 kg N/ha/year was applied. The percentage of ryegrass decreased during the experimental period whereas the proportion of *Poa annua* L. increased. No significant interactions between N rate and application frequency were detected. Application frequencies of 2, 4 and 6 weeks did not affect the content of ryegrass significantly. Available soil phosphorus increased substantially during the experimental period. For economic reasons, N rates of 200-300 kg N/ha with an application interval of 4-6 weeks are recommended.

Key words: Application frequencies, *Lolium perenne* L. micronutrient, nitrogen rates, *Poa annua* L.

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

Totalt er det her i landet mellom 1 800 og 2 000 fotballbaner med grasdekke. Dette tilsvarer et areal på ca 14 000 dekar (Andersen & Grimstad 1990). Riktig stell og vedlikehold av fotballbaner er svært ressurskrevende. Et sentralt spørsmål er om det er mulig å endre/ redusere vedlikeholdsrutinene for å spare ressurser uten at det går ut over kvaliteten på grasdekket.

En klar trend, både i utlandet og her til lands, er at sportsanlegg blir anlagt med næringsfattig grus/sand som vekstmedium for graset (Dury 1985). Det råder ulike syn og stor usikkerhet om hvordan slike baner skal gjødsles. Vanligvis anbefales det å gjødsle banene hver annen uke, vekselvis med fullgjødsel og kalksalpeter (Nordtiller 1986).

Våren 1988 startet Særheim forskingsstasjon, i samråd med Rogaland fotballkrets og STUI, gjødslingsforsøk på 4 baner i Rogaland tilsådd med flerårig raigras. Hensikten med

forsøkene var å klarlegge gjødslingsbehovet hos raigras anlagt på ulike dyrkingsmedia med tanke på å redusere både gjødselmengde og hyppighet.

MATERIALE OG METODER

Beskrivelse av banene

Grindebanen ligger i Tysvær kommune, like ved Grinde sentrum, ca 60 m.o.h. Denne banen ble anlagt med uvaska "kabelsand" (0-0,8 mm kornstørrelse) som vekstmedium. For å redusere anleggskostnadene ble det blandet inn relativt mye matjord i vekstmediet (ca. 30 volumprosent). Banen ble anlagt juni 1986 og tilsådd med sorten 'Agresso'. Såmengde: 60 kg/daa.

Kleppebanen ble anlagt på stedegen sandjord (moldholdig morene) i mai 1987. Banen ligger i Klepp kommune, nær kommunesenteret (ca 20 m.o.h.). Grassort: 'Norlea' Såmengde: 60 kg/daa.

Mosterøybanen ligger like ved Mosterøy skole på Mosterøy (Rennesøy kommune). Banen ble anlagt i juli 1987. Som vekstmedium ble det brukt uvaska "kabelsand", kornstørrelse 0-0,8mm, og matjord tatt på stedet. Matjord ble innblandet i forhold 1:4 (volumdeler). Banen ligger ca 15 m o.h. Grassort: 'Norlea'. Såmengde: 60 kg/daa.

Svilandbanen ble anlagt i juli 1986 med grov sand og stedegen matjord som dyrkingsmedium. Sandens dominerende kornstørrelse var 0,6-2,0 mm. Blandingsforholdet mellom sand og matjord var 4:1 volumdeler. Banen ligger i Sandnes kommune ca 10 km øst for sentrum (ca 40 m o.h.). Grassort: 'Norlea'. Såmengde: 40 kg/daa.

Jordanalyser for alle banene er vist i tabell 1.

Tabell 1. Oversikt over baner, dyrkingsmedier. Jordanalyser tatt september 1988

Table 1. *pH and available macronutrients (mg/100g) of the soils. Sampling September 1988*

Bane <i>Pitch</i>	Dyrkingsmedium <i>Growth medium</i>	pH	Jordanalyser <i>Soil analyses (mg/100g)</i>			
			P-AL	K-AL	Ca-AL	Mg-AL
Grinde	grus/sand	7,6	11,2	9,8	1562	3,2
Kleppe	moldh.sand	6,2	17,6	28,9	118	12,1
Mosterøy	grus/sand	6,1	2,6	11,3	27	5,7
Sviland	grus/sand	6,6	13,3	13,0	57	1,5

Analysene fra Grinde viser en relativt høy pH og høgt innhold av kalsium. Kleppebanen, hvor det ble brukt moldholdig morenejord som dyrkingsmedium, hadde større reserver av både fosfor, kalium og magnesium enn de andre banene. Mellom banene på Mosterøy og Sviland var det liten forskjell i innhold av makronæringsstoff.

Værdata (temperatur og nedbør) for de ulike banene er vist i tabell 2. For banene på Kleppe, Sviland og Mosterøy er Sola valgt som representativ værstasjon, mens for Grinde er målestasjonen for Nedre Vats valgt.

Data for 1988-90 er gitt som avvik fra normalen. Spesielt i 1988 og 1990 var vekstsesongen våt med mye nedbør i siste del av sesongen. Tabellen viser også at Grindebanen i forsøksperioden har mottatt dobbelt så stor nedbørsmengde som de andre banene.

Tabell 2. Værddata for 1988-90
 Table 2. Weather records 1988-90

Måned Month	Midlere temp. °C				Nedbør Rainfall, mm			
	Norm.	1988	1989	1990	Norm.	1988	1989	1990
Sola								
April	5,5	-1,1	+0,3	+1,4	55	-4	-6	+71
Mai	9,6	+0,2	+0,2	+1,2	48	-6	+7	-22
Juni	12,2	+1,2	+1,2	+0,6	70	-54	+15	-9
Juli	14,7	+0,5	-0,8	+0,7	89	+82	-15	-10
August	14,7	-0,4	-1,5	+0,3	108	+40	+10	+15
September	12,3	0,0	-0,1	-1,7	122	+53	-24	+90
Oktober	8,5	+0,3	+0,7	+1,1	122	-2	+8	+63
Sum nedbør					614	+109	-5	+98
Nedre Vats								
April	5,2	-1,3	+0,4	+0,8	132	-44	-45	+93
Mai	9,9	+1,6	-0,8	+1,4	86	-34	+59	-63
Juni	12,6	+2,2	+0,4	+0,9	140	-119	+19	-7
Juli	14,9	-0,2	-0,7	-0,4	150	+142	-30	-41
August	14,3	-0,4	-1,7	0,0	199	+86	+139	+19
September	11,5	+0,4	0,0	-1,3	236	+167	-24	+59
Oktober	7,7	-0,1	+0,6	+1,7	236	-57	-38	+35
Sum nedbør					1179	+141	+80	+95

Bruksfrekvensen for de ulike banene har vært noenlunde lik i forsøksperioden og banene må karakteriseres som relativt sterkt belastet. I spillsesongen ble det i gjennomsnitt spilt 5-6 voksenkamper pr. veke. I tillegg ble det gjennomført en del treningskamper for yngre aldersgrupper.

Stell og vedlikehold. Banene ble i forsøksperioden klippet regelmessig, dvs ved en grashøyde på 6-7 cm. Klippehøyden varierte fra 4 til 5 cm. I tørkeperioder ble det vannet.

Forsøksplan

Forsøkene ble gjennomført med tre mengder Fullgjødning 14-6-16, tilsvarende 20, 40 og 80 kg N/daa/år. For hvert N-nivå ble gjødslingen gjennomført med to, fire eller seks ukers mellomrom, noe som ga henholdsvis 18, 9 og 6 gjødslinger pr sesong. De ulike gjødslingskombinasjonene ble tilfeldig fordelt på fire blokker (gjentak) på hver bane. Halvparten av forsøksblokkene ble tilført 10 kg 'Fritt' (F.T.E. 36) mikronæring pr daa og år fordelt på to utstrøinger pr år (5. april og 5. august). Plassering av blokkene på banen er vist i figur 1.

Rutevise jordprøver ble tatt ved start (høst 1988) og slutt (høst 1990) av forsøket. Vår og høst ble grasets dekningsgrad bedømt visuelt etter en skala 0-9 (ikke grasdekke = 0, full dekning = 9). Raigrasets andel (%) av samla plantebestand ble også bedømt visuelt.

Materialet er analysert med ANOVA SAS-Procedure for variansanalyse av balanserte data og middeltall er rangert etter Duncans multippel range test og Waller-Duncan K-ratio T-test.

RESULTAT - DRØFTING

Jordanalyser

Moldinnhold og totalnitrogen

Kleppebanen hadde klart høgest moldinnhold, innhold av totalnitrogen og total N-reserve i rotsjiktet (0-10cm). Moldinnholdet var her også tilnærma likt i alle tre sjikt (Tabell 3). Siden denne banen ble anlagt på gammel kulturjord, var dette heller ikke uventa. Av banene med sand som voksemedium hadde banen på Grinde både høyeste moldinnhold, innhold av totalnitrogen og N-reserve. Dette må sees i sammenheng med at mengden av innblanda matjord i toppdekket var større her enn på de to andre banene med sand. Forskjellen i moldinnhold mellom Møsterøybanen og banen på Sviland kan skyldes at det ble brukt grovere sand på Sviland enn på Møsterøy. Matjorda som ble brukt på den sistnevnte banen, kan også ha vært mindre humusrik.

Tabell 3. Innhold av organisk materiale i jord (glødetap %) og totalnitrogen i rotsjikt 0-10cm

Table 3. Percentage of soil organic matter (loss on ignition) at different depths and total-N in the root zone (0-10 cm). Sampling September 1990

Bane <i>Pitch</i>	Glødetap, % <i>Loss on ignition (%)</i>			Total-N, 0-10cm	
	0-10 cm	10-20 cm	20-40 cm	%	kg/daa
Grinde	3,38	4,24	1,87	0,16	210
Kleppe	9,03	8,47	10,90	0,28	280
Møsterøy	2,85	2,83	1,25	0,11	140
Sviland	2,05	1,65	0,97	0,09	120

Toppdekket blir stadig utsatt for komprimering fra tråkk og vedlikeholdsmaskiner, noe som lett kan føre til dårlige vekstforhold for graset. Høyt moldinnhold vil øke faren for komprimering og hindre vann og luft i å trenge ned til planterøttene. Resultatene tyder på at et moldinnhold på 2-3% i de øverste 10 cm fungerer tilfredsstillende under de aktuelle klimavilkår og den bruksfrekvens som her er nyttet. Dette vil imidlertid variere med ulike klimaforhold. Erfaringer tyder på at selv om vekstmediet ikke tilføres organisk materiale, vil moldinnholdet allikevel etter 3-4 års forløp være 3-4 vektprosent i de øverste 3-5 cm av vekstmediet (Petersen 1982).

Det var ingen effekt av ulik gjødslingspraksis på innhold av totalnitrogen i dyrkingsmediet. Dette er i samsvar med erfaringer fra tidligere forsøk (Robinson, 1975).

Makronæring

Gjentatt bruk av fullgjødning gav unødvendig auke i P-reservene i jord (Tabell 4). Denne trenden var lik på alle banene. Høsten 1988 var det tendens til at stigende gjødselmengde også gav større innhold av P, K og Ca, men forskjellen mellom ledd jevnet seg ut i løpet av forsøksperioden. Gjødslingshyppighet hadde ingen effekt på innhold av lett tilgjengelig makronæringsstoff i jorda (Tabell 4).

Tabell 4. Jordanalyser tatt høsten 1988 og 1990. Middel 3 baner på grus/sand. Dybde 0-10 cm
 Table 4. Soil samples collected in autumn 1988 and 1990. Means of three pitches on sand. Depth 0-10 cm

Ledd Treatment	pH		P-AL		K-AL		Ca-AL	
	88	90	88	90	88	90	88	90
N20	6,8	6,7	8	34	8,8	11,3	539	453
N40	6,8	6,7	8	39	11,0	11,9	544	477
N80	6,8	6,8	11	40	14,4	11,9	562	507
2 veker	6,8	6,7	9	39	10,8	12,6	558	488
4 veker	6,7	6,8	9	34	12,3	11,7	539	479
6 veker	6,8	6,8	9	39	11,0	10,8	548	470

På Grinde gikk pH ned fra 7,6 til 7,2 og innhold av kalsium fra 1562 til 1148 mg/100g i løpet av forsøksperioden. På de andre banene ble det registrert en økning både i pH og innhold av kalsium. Ved forsøksslutt viste analyser av ulike sjikt at størstedelen av lett tilgjengelig fosfor, kalium, og kalsium var i de øverste 10 cm av vekstmediet.

Mikronæring

Årlig tilførsel av 10 kg 'Fritt' pr daa økte innholdet av jern, kopper, mangan, sink, molybden og bor i dyrkingsmediet på de tre banene med sand. Dette kom spesielt klart frem for analyser tatt på slutten av forsøksperioden, høsten 1990. På Kleppebanen, som ble anlagt på stedegeen morene, hadde tilførsel av 'Fritt' ingen nevneverdig effekt på innholdet av mikronæring.

Botanisk utvikling

Med unntak av noe markrapp på Grindebanen, var tunrapp ved siden av raigras dominerende grasart på banene.

På ruter som fikk tilført største N-mengde ble andelen av raigras påfølgende vår redusert på alle baner med unntak av banen på Mosterøy (Tabell 5). Klimatisk sett hadde Mosterøybanen, med mildt og maritimt klima, den gunstigste beliggenheten av prøvebanene. Dette kan være noe av forklaringen til at det ikke ble registrert planteutgang ved økt N-tilførsel på denne banen. Utgangen av raigras i løpet av forsøksperioden (våren 88 til høsten 90) var også betydelig mindre på denne banen enn de andre banene med en reduksjon på 8 prosentenheter. Til sammenligning var reduksjonen på Grinde, Sviland og Klepp på henholdsvis 32, 49 og 87 prosentenheter. Tidligere forsøk har klart vist at grasets overvintringsevne ofte blir redusert ved sterk nitrogengjødsling. Dette henger sammen med at sterk N-gjødsling reduserer rotutviklingen, hindrer akkumulering av karbohydrat og

forsinker herdingsprosessen hos gras (Petersen 1981, Larsen & Årsvoll 1984). Det er også kjent at vinterherdigheten til flerårig raigras generelt er dårligere enn andre grasslag (Simonsen 1971, Bø 1990).

Tabell 5. Andel raigras (%) ved ulike N-nivå. Observert vår og høst. Middel 1988-90
 Table 5. Percentage of ryegrass at different N-levels. Means 1988-90

Bane/Pitch	Vår Spring			Høst Autumn		
	N20	N40	N80	N20	N40	N80
Grinde	60a	60a	45b 1)	54ab	59a	49b
Kleppe	48a	43b	40b	27a	23a	27a
Mosterøy	99a	100a	100a	96a	95a	92b
Sviland	42a	40a	35b	24b	33a	34a

1) Middeltall, innen bane og årstid, med samme bokstav er ikke signifikant forskjellige

1) Means, within pitch and period, with the same letter are not significantly different

På Kleppebanen skyldes trolig den store utgangen av raigras at topplaget er blitt for tett på grunn av det høye moldinnholdet. Komprimering av vekstmediet i rotsonen vil ofte endre konkurranseforholdet mellom grasslagene, fra arter med dyptgående rotsystem (raigras, engrapp) til arter med grundt rotsystem som t.eks. tunrapp (Wells 1974, Netland 1984).

Total N-mengde på 20-30 kg/daa har dekket det årlige N-behovet. Dette tiltross for at samtlige forsøksbaner ligger i et relativt nedbørrikt område. Med unntak av vekstmediet på Kleppebanen, må de ulike vekstmediene også sies å ha liten bufferkapasitet.

Gjødslingsfrekvensen hadde liten og ingen klar innvirkning på utvikling og overvintring av raigraset. Av økonomiske og arbeidsmessige grunner bør det derfor velges et gjødslingsintervall på 5-6 uker.

Forsøkene viser at med de gitte forutsetninger er det fullt mulig å redusere både gjødselmengde og spredehyppighet på mange baner uten at det går utover grasdekkets kvalitet.

Det må her pekes på at stedefen matjord ble brukt som innblanding ved tillaging av vekstmediet. Resultatene for gjødslingsopplegget her kan derfor ikke uten reservasjoner overføres til vekstmedier laget av veksttorv og sand.

Fra spillerhold blir det hevdet at baner tilsådd med raigras er glatte å spille på. At graset blir mer 'vassent og glatt' synes å forsterke seg med økende N-gjødsling. Som regel viser forsøkene klar negativ sammenheng mellom økt N-gjødsling og tørrstoffinnhold i graset (e.g. Hiivola et al 1974, Håland 1974).

En stor fordel med bruk av raigras sammenlignet med mange andre grasarter, som f.eks. engrapp, er den raske spiringen og etableringen (Øyen 1986, Bø 1989). Dekningen av gras var god på alle baner ved forsøksstart, men ble klart redusert i løpet av forsøksperioden (Tabell 6). På Mosterøy, som hadde den største andel raigras av samtlige baner, var det klar reduksjon i dekning med stigende N-mengde. På Kleppebanen var det klar reduksjon i dekningsgrad bare ved største N-mengde. Dekningen på de andre banene var lite påvirket av både gjødselmengde og gjødslingshyppighet (Tabell 6).

Tabell 6. Dekning høst, 0-9. Middel 3 gjødslings intervall
 Table 6. Autumn cover, 0-9. Means of three fertilizing intervals

Bane/Pitch	Dekning Cover					
	1988	1989	1990	N20	N40	N80
Grinde	8,7a	7,3b	7,4b	7,8a	7,9a	7,6a
Kleppe	7,1a	6,8ab	6,5b	7,2a	7,0a	6,1b
Mosterøy	8,6a	7,2b	7,1b	8,0a	7,7b	7,2c
Sviland	8,1a	7,1b	6,9b	7,2a	7,5a	7,4a

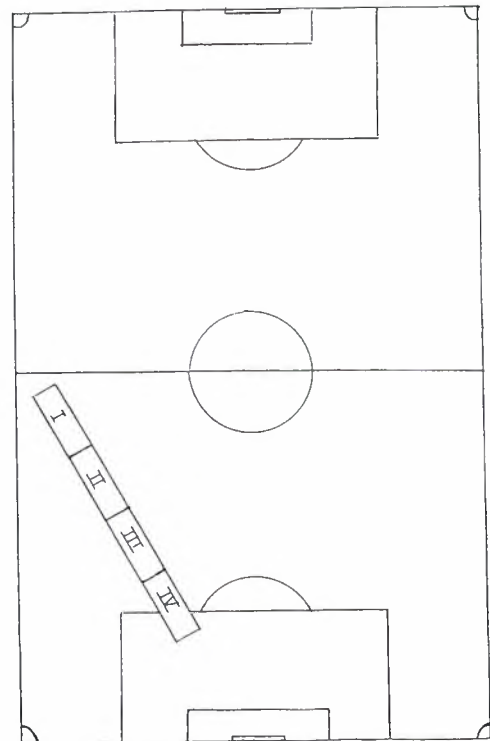
Tanken med å plassere blokkene på feltene i ulik avstand fra målfeltet (Fig. 1), var å fange opp ulik slitasje på grasdekket og samtidig registrere mulige samspill mellom slitasje og gjødselmengde. Det var ingen sammenheng mellom avstand fra målfelt og andel raigras, og heller ikke sammenheng mellom posisjon på banen og virkning av gjødsling på plantebestand.

Avrenningsforsøk viser at det under vestnorske klimaforhold skjer en betydelig lekkasje av nitrogen. Spesielt er N-tapet stort fra lettere jordtyper som sandjord (Øyen 1993).

Økonomiske så vel som miljømessige hensyn tilsier derfor at både gjødselmengde og antall gjødslinger bør reduseres til et minimum. Forsøkene her tyder på at det ikke er behov for å tilføre mer en 20-30 kg N pr. daa pr. år fordelt over 6-8 gjødslinger pr. sesong (5-6 ukers gjødslingsintervall).

For å unngå for stor N-mengde i forhold til kalium, er det riktig å bruke fullgjødsel med tilnærmet likt innhold av N og K. Overdreven gjødsling med nitrogen vil lett redusere rotutviklinga hos graset. Gjentatt bruk av fullgjødsel 14-6-16 fører imidlertid til unødig opphoping av fosfor i rotsjiktet. Både av hensyn til økonomi, næringsbalanse og fare for forurensing blir det derfor tilrådd å nytte Fullgjødsel 18-3-15 i stedet for Fullgjødsel 14-6-16. Jordprøver bør tas med 4-5 års mellomrom først og fremst for å kontrollere fosfortilstanden.

Dersom arbeidskostnad pr. utstrøing settes til rundt kr 500,- vil en reduksjon av antall utstrøinger fra 18 til 6 gi ca kr 6000 i sparte arbeidskostnader pr. bane. Andersen og Grimstad (1990) har beregnet gjødselkostnadene ved bruk av fullgjødsel kombinert med



Figur 1. Plassering av blokker på banen
 Figure 1. Position of the blocks on each pitch

kalkalpeter. Tilsvarende beregninger er her foretatt ved bruk av fullgjødning som eneste gjødselslag for en bane på 7 daa. Som vist vil en redusere gjødselskostnadene betydelig ved å nytte 18-3-15 i stedet for 14-6-16.

Mengde Kg N/daa/år	Gjødselskostnad kr pr. bane	
	18-3-15	14-6-16
20	2150	2870
25	2690	3590
30	3230	4310
35	3770	5020

Ved reduksjon av tilført gjødselmengde, reduksjon i gjødslingshyppigheten og skifte av fullgjødningstype, skulle det være mulig å redusere vedlikeholdsutgiftene pr bane med 8 - 10 000 kr pr år.

KONKLUSJON

Forsøkene viser at det ikke er behov for å gå over 25-30 kg N/daa og år. I forsøkene var det ingen forskjell i andel av raigras på ruter som fikk 20 og 40 kg N pr. dekar. 80 kg N pr. dekar gav i flere tilfelle klar reduksjon i andel raigras.

For å sikre balansert tilførsel av N og K, og for å forenkle gjødslingsrutinene, anbefales å bruke fullgjødning hele sesongen. Gjentatt bruk av Fullgjødning 14-6-16 fører imidlertid til unødvendig økning av fosforreserver i jorda. For å unngå dette bør en nytte en fullgjødningstype med lite fosfor t.eks. 18-3-15. Stor variasjon mellom baner viser at andre faktorer enn gjødslingspraksis svært ofte har vel så stor betydning for utviklingen av grasbestanden på banene. Av viktige faktorer kan en nevne klima, voksemedium, preparering av såbed før såing, bruks- og klippefrekvens, vatning. Andel raigras gikk, med få unntak, ned i løpet av forsøksperioden på 3 år, mens tunrapp tok seg tilsvarende opp. Selv om raigras av ulike grunner er satt tilbake, viser arten stor evne til å ta seg opp igjen. Tilførsel av mikronæring gav ingen klare utslag i grasbestanden, men økte innholdet av tilsvarende mikronæringsstoff i dyrkingsmediet på grusbaner.

ETTERORD

Vi takker STUI for økonomisk støtte til forsøkene, og likeså forskningstekniker Jan B. Kvamme, SFL Særheim, som hadde hovedansvar for den tekniske gjennomføringen av forsøkene. Vi takker også banepersonalet ved de ulike anlegg for positiv medvirkning til gjennomføringen.

LITTERATUR

Andersen, O. & S.O. Grimstad 1990. Gjødsling av gras til idrettsanlegg. Informasjon SFFL, Nr. 26, 25-29.

Bø, S. 1989. Utvikling hos plen gras i såingsåret. Norsk landbruksforskning 3: 39-48.

Bø, S. 1990. Val av grasarter og sorter til grøntanlegg. Informasjon SFFL nr. 26, 31-42.

Dury, P. 1985. The Use of sand for better surfaces. Outdoor sports facility provision towards maximum use. Reprint of "Turf Management". Nottinghamshire County Council - July 1985, 32 pp.

Hiivola, S.L., E. Huokuna & S.L. Rinne 1974. The effect of heavy nitrogen fertilization on the quantity and quality of yields of meadow fescue and cocksfoot. Ann. Agric.Fenn. 13: 149-160.

Håland, Å. 1974. Kalium og nitrogen til eng i Vest-Norge. Forsk.Fors.Landbr. 25:145-167.

Larsen, A. & K. Årsvoll 1984. The impact of biotic and physical overwintering factors on grassland production, and their relations to climate, soil properties and management. Proc. European Grassld. Fed. Meeting, 26-30 June, Aas-Norway. 268-277.

Netland, J. 1984. Growth habit, longevity and vegetative reproduction of different populations of *Poa annua* L. Proc. European Grassld. Fed. Meeting, 26-30 June, Aas-Norway. 226-230.

Nordtiller, T. 1986. Vedlikehold av fotballbaner. Universitetsforlaget, 48 s.

Pestalozzi, M. & J. Øyen 1977. Forsøk med sorter av fleirårig raigras 1970-76. Forskning og forsøk i landbruket 28:662-673.

Petersen, M. 1981. Græsplaner, prinsipper & funksjoner. A/S Dæhnfeldt Markfrø, Odense 362 s.

Petersen, M. 1982. Etablering af sportspladser. Foredrag ved NJF-seminar 'Anlæggning och skötsel av gräsmattor'. Alnarp, 17 s.

Robinson, J.B.D. 1975. The Soil Nitrogen Index and its calibration with Crop Performance to improve Fertilizer Efficiency on Arable Soils. CAB Special Publication No. 1. Commonwealth Bureau of Soils. 53 pp.

Simonsen, Ø. 1971. Forsøk med raigrassorter. Forsk. Fors. Landbr. 22: 103-117.

200 *Gjødsling til fotballbaner*

Wells, G.J. 1974. The biology of *Poa annua* and its significance in grassland. *Herbage Abstracts* 44(12): 385-389.

Øyen, J. 1986. Fleirårig raigras til kortvarig eng. *Forsk.Fors.Landbr.* 37:65-70.

Øyen, J. 1990. Verdiprøving i jordbruksvekster. Fleirårig raigras 1980-89. *Aktuelt fra SFFL.* nr 8, 15s.

Øyen, J. 1993. Avrenning fra lysimeterruter på Særheim 1991-92. *Bondevennen* (2), 12-13.

Verknad av våtkompostert og tilsvarande ubehandla blaut storfegjødsel til eng og grønfôr

The effects of wet composted, and corresponding untreated cattle slurry on grassland and on green fodder crops

KRISTEN MYHR¹, EINAR KNUDSEN² & SAMSON L. ØPSTAD³

¹Statens forskingsstasjonar i landbruk, Kvithamar forskingsstasjon, Stjørdal, Norge
The Norwegian State Agricultural Research Stations, Kvithamar Research Station, Stjørdal, Norway

²Statens forskingsstasjonar i landbruk, Svanhovd miljøseniter, Svanvik, Norge
The Norwegian State Agricultural Research Stations, Svanhovd Environmental Center, Svanvik, Norway

³Statens forskingsstasjonar i landbruk, Fureneset forskingsstasjon, Fure, Norge
The Norwegian State Agricultural Research Stations, Fureneset Research Station, Fure, Norway

Myhr, K., E. Knudsen & S.L. Øpstad 1993. The effects of wet composted, and corresponding untreated cattle slurry on grassland and on green fodder crops. *Norsk landbruksforskning* 7:201-215. ISSN 0801-5333.

The effects of two quantities each of wet composted and of untreated cattle slurry were compared with the effects of compound NPK fertilizer and an unfertilized control on grassland and green fodder crops, with and without soil compaction, in West, Middle and North Norway. Yields, and chemical composition of plants and soils were recorded. No significant differences in yield levels were found between the two types of slurry, either in grassland or in green fodder crops. Soil compaction caused a significantly greater yield depression on unfertilized soil and on land supplied with cattle slurry than on plots where the compound NPK fertilizer had been used. A doubling of the slurry rate, from 25 + 12,5 t/ha in grassland and from 50 t/ha in green fodder crops, increased yield levels significantly on average for all years and fields. However, the increase was small and only the lowest quantity can be recommended in practice, because of pollution risks. After the last harvest in autumn the mineral nitrogen content in the soil was significantly higher where the largest quantity of untreated slurry had been applied than in the treatment with compound NPK fertilizer.

Key words: Cattle slurry, chemical composition, dry matter yield, soil compaction, wet composting.

Kristen Myhr, Kvithamar Research Station, N-7500 Stjørdal, Norway.

I dei seinare år har det vorte aktuelt å behandle blautgjødsla inne på gjødsellageret, før spreining på åker og eng. Føremålet med behandling er å få ei husdyrgjødsel som har mindre generande luktplage, er meir lettflytande (Myhr 1991), og dermed meir velegna for transport gjennom røyrledningar, og som kan spreiest med vatningsmaskin. Ved å nytte spreining gjennom røyr og vatningsmaskin, står ein friare til å spreie husdyrgjødsel til rett tid ut frå omsyn til vêrlaget og utviklinga av plantene. Ein treng ikkje vente til jorda er kjøretørr. Spreining av husdyrgjødsel til rett tid er avgjerande for nytteverknaden av nitrogen. I forsøk med gylle til eng i Vest-Norge er det funne høg nytteverknad av nitrogen i husdyrgjødsel (Næss & Myhr 1976, Myhr 1979, Øpstad 1991).

Våtkompostering er ein prosess som vert sett i gang når finfordelt luft blandes inn i blautgjødsla. Tilførsel av luft fører til oppvekst av aerobe bakteriar som bryt ned organisk materiale, og det utvikles varme. I ei tidlegare melding er det gjort greie for verknaden av våtkompostering på kjemisk samansetnad, og på fysiske eigenskapar, i den blaute storfe gjødsla som vart brukt i denne granskinga (Myhr, 1991). Bruk av husdyrgjødsel på jord med lita sjølvreinskingsevne, og på areal som er utsett for pakkingskade, er eit spesielt problem (Myhr et al. 1990). Forsøka i denne serien vart sett i gang for å undersøke verknaden av ubehandla og tilsvarande våtkompostert storfe gjødsla på jord og avling, gjennom fleire år på forskjellige jordtypar, både på eng og i grønfôr, i ulike delar av landet.

MATERIALE OG METODAR

Lokalisering og vekstvilkår

Denne meldinga femner om ni forsøksfelt i eng og sju i grønfôr. Alle 16 felta vart forsøksgjødsla i fire år. For å klarlegge etterverknaden av gjødslinga vart engfelta hausta også i eit påfølgjande femte år.

Undersøkinga var lokalisert til tre regionar av landet. Alle engfelta var atlagt med ei blanding av timotei og engsvingel. På Vestlandet var det med noko engrapp og raukløver i frøblandinga, og i Trøndelag noko raukløver. Det vart utført skjønsmessig botaniske analysar like før hausting av 1. slått. Grønførfelta vart tilsådd med ulike vekstar.

1. Ytre Sogn og Fjordane. I alt seks felt vart lagt i denne regionen, tre i eng og tre i grønfôråker med eittårig raigras som vekst. To felt låg på Fureneset forskingsstasjon, to felt i Ytre Sunnfjord forsøksring, og to andre i Ytre Sogn forsøksring. Jordtypen var svakt formolda torvjord, med glødetap frå 40 til 90 % på dei ulike felta. Normal årsnedbør på Fureneset er 1769 mm.

2. Midt-Norge. Tre felt vart lagt på moldrik siltig mellomleir på Skjetlein landbruksskole i Trondheim. To av desse felta var i eng, og eitt i grønfôråker som var tilsådd med havre, raigras og raps. Normal årsnedbør var 832 mm. Innherad forsøksring hadde ansvaret for to felt på moldrik litleir i Namdalseid, det eine i eng og det andre i grønfôr. Nord-Østerdal forsøksring hadde eitt felt i eng på moldhaldig, sandig silt på Tynset, der årsnedbøren er om lag 500 mm.

3. Øst-Finnmark. To felt i eng og to i grønfør, låg ved Svanhovd miljøseier. Grønførfelta vart tilsådd med ei blanding av 6-rads bygg og forraps. To felt låg på torvjord som var noko formolda i ploglaget, dei to andre låg på svært moldrik leire. Jorda på Svanhovd hadde liten biologisk aktivitet, og det vart ikkje funne meitemark i matjordsjiktet der. Høgde over havet er 30 m, og normal årsnedbør er 358 mm.

Gjødsla

På alle felta vart det brukt gjødsel frå storfe. Til felta i Sogn og Fjordane vart begge husdyrgjødseltypene kjørde ut frå Fureneset forskingsstasjon. I Midt-Norge og i Øst-Finnmark vart våtkomposteringa utført på dei gardane der forsøka vart utført. Våtkompostert og ubehandla gjødsel var i utgangspunktet like, og tekne frå same basseng. Til behandling av gjødsla vart det brukt ei gjødselpumpe med ejektor for innblanding av luft. Komposteringa vart utført ved 30°C i fire veker. Det vart ikkje registrert volumreduksjon under våtkomposteringa. Tilsvarende ubehandla gjødsel vart overført til eit referanselager. I ei tidlegare melding er gjort greie for verknaden av våtkompostering på kjemisk samansetnad, og fysiske eigenskapar, i den blaute storfegjødsla som vart brukt i desse forsøka (Myhr, 1991). I tabell 1 er ført opp eit samandrag for pH og innhaldet av tørrstoff og aske, og av hovudnæringsemna nitrogen, fosfor og kalium i gjødsla.

Tabell 1. Kjemisk samansetnad av ubehandla og våtkompostert storfegjødsel. Middel av 27 parallelle prøver av begge gjødseltypene

Table 1. Chemical composition of untreated and wet composted cattle slurry. Average of 27 corresponding samples of both slurry types

Stoff Component	Ubehandla Untreated	Våtkompostert Wet composted	LSD 5%
Tørrstoff % DM	8,0	6,4	1,2
pH	7,4	7,9	0,2
Aske Ash (%)	1,55	1,49	0,08
Kjeldahl-N (%)	0,39	0,35	0,03
Ammonium-N (%)	0,24	0,23	0,02
Fosfor P (%)	0,06	0,06	0,01
Kalium K (%)	0,38	0,37	0,03

Under våtkomposteringsprosessen har bakteriar og andre mikroorganismar mineralisert jamt over 20 prosent av det organiske tørrstoffet i blautgjødsla. Tørrstoffet vart brote ned til enkle sambindingar som vatn, koldioksid, ammoniakk o.l. Våtkomposteringa førte til eit tap av 400 g Kjeldahl-N pr. tonn blautgjødsel. Det utgjorde om lag 10 prosent av det totale nitrogen-innhaldet. For ammonium-N var det ingen skilnad i konsentrasjon mellom ubehandla og våtkompostert gjødsel. For fosfor, kalium, magnesium og kalsium vart det heller ikkje funne noko endring i konsentrasjon etter våtkompostering.

Gjødsling

Det vart brukt to mengder av både våtkompostert og tilsvarende ubehandla blaut storfegjødsel. Vidare omfatta forsøksplanen ei vanleg tilrådd mengd Fullgjødsel 18-3-15, og ei

behandling utan gjødsling (Tabell 2). Tala syner husdyrgjødselmengdene i tonn pr. dekar, om våren og etter 1. slått, og vidare kg av hovudnæringsstoffa pr. dekar i året. Mineralsk nitrogen (Nmin) er sumen av ammonium-N og nitrat-N. Til eng vart to tredjedelar av gjødsla tilført om våren og resten etter 1. slått. Til grønfør vart all gjødsel tilført like før såing om våren.

Tabell 2. Tilførte mengder av husdyrgjødsel, og av Fullgjødsel 18-3-15. Kg næringsstoff pr. dekar og år for ulike gjødslingsalternativ til eng og grønfør

Table 2. Supply of cattle slurry and compound NPK fertilizer. Kg nutrient per 0,1 ha and year for different fertilizer treatments for grassland and green fodder

Gjødseltype Type of fertilizer	Mengd Quantity	Tilført, kg pr. dekar og år Supplied, kg/0,1 hectare/year			
		Kjeldahl-N	Nmin*)	P	K
Eng Grassland:					
Ugjødsla No fertilizing	0	0	0	0	0
Ubehandla	2,5 + 1,25 t/daa, lita	14,7	9,0	2,3	14,0
Ubehandla	5,0 + 2,50 t/daa, stor	29,2	18,0	4,6	28,0
<i>Untreated slurry</i>					
Våtkompostert	2,5 + 1,25 t/daa, lita	13,2	8,7	2,3	14,0
Våtkompostert	5,0 + 2,50 t/daa, stor	26,2	17,3	4,5	27,8
<i>Wet composted slurry</i>					
Fullgj. 18-3-15	60+45 kg/daa		18,9	2,9	15,8
<i>Compound fertilizer</i>					
Grønfør Green fodder:					
Ugjødsla No fertilizing	0	0	0	0	0
Ubehandla	5 t/daa om våren, lita	19,5	12,0	3,0	19,0
Ubehandla	10 t/daa om våren, stor	39,0	24,0	6,0	38,0
<i>Untreated slurry in the spring</i>					
Våtkompostert	5 t/daa om våren, lita	17,5	11,5	3,0	18,5
Våtkompostert	10 t/daa om våren, stor	35,0	23,0	6,0	37,0
<i>Wet composted slurry in the spring</i>					
Fullgj. 18-3-15	95 kg/daa		17,1	2,5	14,2
<i>Compound fertilizer in the spring</i>					

*) Sum av nitrat-N og ammonium-N

På det eine engforsøket som vart anlagt på Skjetlein landbruksskole, eit år før dei andre felta, vart det samanlikna to mengder Fullgjødsel 18-3-15, (6,3+4,5 og 12,6+9,0 kg N pr. dekar). Larsen (1992) har gjort greie for resultatata på dette eine feltet på Skjetlein. Middeltal for dei to mengdene av Fullgjødsel 18-3-15, vart lagt til grunn ved berekninga på dette eldste engfeltet.

Jordpakking

Jordpakking vart utført etter ein split-plot plan på to gjennomgåande ruterrekker, som utgjorde halvparten av arealet på kvart forsøksfelt. To tilsvarende ruterekker vart påført minst mogleg kjørebelastning. Jordpakkinga vart gjort på denne måten:

1. Ikkje pakking. Det vart brukt ein to-hjulstraktor til hausting av avlingane, som vart fjerna manuelt frå forsøksrutene.
2. I tillegg til behandling 1: To gongers kjøring bakhjul ved bakhjul med ein 3000 kg tung landbrukstraktor med 11" breie bakdekk, og med 800 kg ekstra tyngde på trekkstengene, både etter 1. og etter 2. slått.

Kjemiske analysar

Kjemiske analysar av husdyrgjødsel, jord og avling er utført i samsvar med vanlege rutinar. Av omsyn til mineralsk nitrogen, vart jordprøvene frosne så snart som mogleg etter uttak, og jorda var frosen inntil analysearbeidet tok til.

RESULTAT

Engavlingane

Tabell 3 syner eit avlingssamandrag for ni engfelt som vart forsøksgjødsla i fire år, og som deretter heldt fram i eitt år til utan gjødsling, for å måle etterverknaden av ulik gjødslingspraksis.

Første forsøksåret var det sterk tendens til at våtkompostert blautgjødsel ga større avling enn tilsvarende ubehandla gjødsel. I andre, tredje og fjerde forsøksåret ga ubehandla og våtkompostert gjødsel om lag like stor avling. Avlinga heldt seg godt oppe på ugjødsla ruter på dei fleste felte gjennom heile forsøksperioden. Dette har samanheng med næringsrik jord, og høgt innhald av humus, som i nokon grad har vorte mineralisert i løpet av forsøksperioden. Eit anna tilhøve var stigande andel av kløver på ugjødsla ruter, frå år til år. Fullgjødsel 18-3-15 ga høge og jamne avlingar i alle fire forsøksåra.

Når det gjeld avlingsstorleik i etterverknadsåret, merker vi oss at avlinga på tidlegare ugjødsla jord heldt seg godt oppe. Jamført med fjerde forsøksåret, var etterverknaden større for ubehandla husdyrgjødsel, enn for våtkompostert gjødsel. Avlingsnedgangen i etterverknadsåret var størst på areal som var tilført kunstgjødsel i gjødslingsåra.

Lita mengd husdyrgjødsel ga sikker avlingsauke i høve til ugjødsla. I middel for dei fire åra med forsøksgjødsling ga stor mengd husdyrgjødsel signifikant ($P < 0,01$) større avling enn lita mengd, men utslaga var små på dei fleste felte. Det vart funne signifikant samspel gjødseltype x jordpakking for alle felt under eitt ($P < 0,01$). Det kan forklarast med at jordpakking førte til større nedgang i avling der det var brukt husdyrgjødsel, enn der det var brukt Fullgjødsel. Også på ugjødsla areal førte jordpakkinga til relativt stor avlingsreduksjon.

206 Verknad av våtkompostert og ubehandla blaut storfegjødsel

Tabell 3. Torr engavling i kg pr. dekar i fire forsøksår kvar for seg, og i eitt etterverknadsår, og vidare utslag for jordpakking i forsøksåra. Middell for ni forsøk, sum av 1.+2. slått

Table 3. Herbage dry matter yields in kg/0,1 ha in each of four subsequent experimental years, and in a fifth year measuring residual effects on the crop. Soil compaction effects are presented in the bottom part of the table. Average yields for nine fields. The harvests from the 1st and 2nd cuts are summed up

Forsøks- år	Ugjødsla	Ubehandla Mengd		Våtkompostert Mengd		Full- gjødsla 18-3-15	LSD 5%
		Lita	Stor	Lita	Stor		
Experi- mental year	No fertil.	Untreated Quantity		Wet composted Quantity		Compound fertil. 18-3-15	LSD 5%
		Small	Large	Small	Large		
1.	508	710	752	737	813	907	58
2.	619	892	932	887	956	1003	45
3.	590	736	779	734	775	905	60
4.	552	804	880	809	887	950	49
1.-4. Middell Average	567	792	843	799	868	946	45
5. Etterverknad Residual	615	714	719	670	675	653	48
1.-4. Upakka No comp.	650	868	937	886	962	998	55
Pakka Compact*)	484	715	748	711	774	894	64
Diff. Difference	166	153	189	175	188	104	60

*) Compact with use of a 3.8 t tractor driven twice wheel by wheel

I tabell 4 er presentert eit samandrag av engavlingane ved 1. og 2. slått kvar for seg.

Tabell 4. Torr engavling i kg pr. dekar, ved 1. og 2. slått kvar for seg. Medel for ni 4-årige felt

Table 4. Herbage dry matter yields in kg/0.1 ha for the 1st and 2nd cuts, respectively. Average of nine fields, harvested in four subsequent seasons

Slått	Ugjødsla	Ubehandla Mengd		Våtkompostert Mengd		Full- gjødsla 18-3-15	LSD 5%
		Lita	Stor	Lita	Stor		
Cut	No fertilizer	Untreated Quantity		Wet composted Quantity		Compound fertil. 18-3-15	LSD 5%
		Small	Large	Small	Large		
1. 1st	384	533	547	546	574	598	32
2. 2nd	183	258	295	253	294	347	30

Ved 1. slått var det tendens til at våtkompostert husdyrgjødsel ga større avling enn tilsvarande ubehandla gjødsla, medan det ved 2. slått vart funne praktisk tala lik avling for

dei to typane av husdyrgjødsel.

Tabell 5 viser eit samandrag av engavlingane i ulike delar av landet. Dei tre felta på Vestlandet ga nokolunde like stor avling som dei tre felta i Trøndelag, og difor er dei slegne saman i denne oppstillinga.

Tabell 5. Tørr engavling i kg pr. dekar, 1.+2. slått, i ulike delar av Norge. Middel for 4-årige felt
 Tabel 5. Herbage dry matter yields in kg/0.1 ha, sum of the 1st and the 2nd cuts in different parts of Norway.
 Average of fields harvested in four subsequent seasons

Lands- del	Tal felt	Ugjødsla	Ubehandla Mengd		Våtkompost, Mengd		Full- gjødsl 18-3-15	LSD 5%
			Lita	Stor	Lita	Stor		
<i>Location in Norway</i>	<i>No. of exp.</i>	<i>No fertile</i>	<i>Untreated Quantity</i>		<i>Wet compost. Quantity</i>		<i>Compound fertile.</i>	<i>LSD 5%</i>
			<i>Small</i>	<i>Large</i>	<i>Small</i>	<i>Large</i>	<i>18-3-15</i>	
Vest- og Midt-Norge*)	6	694	945	1000	945	1042	1120	60
N-Østerdal**)	1	453	648	708	647	718	741	45
Ø-Finnmark***)	2	242	411	441	445	465	569	48

*) West and Middle Norway, **) Mountain region, Middle Norway, ***) Eastern part of Finnmark county

I Øst-Finnmark var det større tendens til avlingauke etter bruk av våtkompostert husdyrgjødsel, samanlikna med tilsvarande ubehandla gjødsel, enn i dei andre delane av landet. For stor mengd husdyrgjødsel var det ein liknande tendens til større avling etter bruk av våtkompostert vare på felta i Vest- og Midt-Norge. For heile materialet under eitt kunne det ikkje påvisast samspel mellom gjødseltype og landsdel.

Botanisk samansetnad i eng

Tabell 6 viser kløver og ugras i prosent av total avling. Resten av avlinga var grasartar. Mengd av tilført husdyrgjødsel hadde ikkje innverknad på plantesamansetnaden, og difor er det ført opp middel for lita og stor, i tabell 6.

Det kunne ikkje påvisast skilnad i botanisk samansetnad avhengig av kva type husdyrgjødsel som var brukt, på desse felta. På Vestlandet førte all slags gjødsling til mindre kløver og ugras i engene. Også i Trøndelag førte gjødsling til mindre kløver i engene. I Øst-Finnmark var det ein tendens til større andel av ugras i engene etter gjødsling.

Grønfôravlingane

Tabell 7 viser avlingsresultat for sju 4-årige felt med gjødsling til grønfråker.

208 Verknad av våtkompostert og ubehandla blaut storfegjødsel

Tabell 6. Kløver og ugras i prosent av total avling ved ulike gjødsling, i ulike delar av Norge
 Table 6. Clover and weeds as a percentage of total yield, affected by fertilization in different parts of Norway

Landsdel Part of Norway	Tal felt No. of exp.	Ugjødsla No fertil.	Ubehandla Untreated slurry	Våtkompost. Wet compost. slurry	Fullgj. 18-3-15 Compound fertil. 18-3-15	LSD 5% LSD 5%
Vestlandet West Coast	3 3					
Kløver Clover		8	2	2	1	2
Ugras Weeds		5	2	2	2	2
Trøndelag Middle	3 3					
Kløver Clover		19	10	9	8	4
Ugras Weeds		3	3	3	4	2
Ø-Finnmark North/East	2 2					
Kløver Clover		0	0	0	0	0
Ugras Weeds		12	14	14	16	4

Tabell 7. Avling, kg tørt grønfôr pr. dekar i fire forsøksår kvar for seg. Medel for sju forsøk, 1.+2. slått
 Table 7. Dry matter yields of green fodder crops in kg/0.1 ha in each of four subsequent experimental years. Average of seven fields harvested two times each season

Forsøks- år Experi- mental year	Ugjødsla No fertil.	Ubehandla Mengd Lita Stor Untreated Quantity Small Large		Våtkompostert Mengd Lita Stor Wet composted Quantity Small Large		Full- gjødsel 18-3-15 Compound fertil. 18-3-15	LSD 5% LSD 5%
1.	344	614	669	600	662	627	56
2.	432	656	697	649	713	652	65
3.	372	570	636	557	661	640	83
4.	463	709	798	682	766	709	56
1.-4. Middel Average	403	637	700	622	701	657	61

Våtkompostert og ubehandla blautgjødsla har i middel for desse grønførforsøka gitt omtrent lik avling. For lita mengd var det ein tendens til at ubehandla gjødsla ga større avling enn våtkompostert vare. For alle grønførfelta under eitt, resulterte ei dobling av husdyrgjødselmengda i signifikant (0,05) avlingsauke, både for våtkompostert og ubehandla vare. Avlingsresultat i ulike landsdelar går fram av tabell 8.

Tabell 8. Avling, kg tørt grønfôr pr. dekar, 1.+2. slått, medel for fire forsøksår, for felt i ulike landsdelar
 Table 8. Dry matter yields of green fodder crops in kg/0.1 ha in different parts of Norway. The harvests from the 1st and 2nd crops are summed up. Average of fields harvested in four subsequent seasons

Landsdel	Tal felt	Ugjødsla	Ubehandla Mengd		Våtkompost. Mengd		Fullgjødsel 18-3-15	LSD 5%
			Lita	Stor	Lita	Stor		
Part of Norway	No. of exp	No fertil.	Untreated Quantity	Small Large	Wet compost. Quantity	Small Large	Compound fertil 18-3-15	LSD 5%
Vestl. West coast	3	441	696	774	689	760	671	89
Trøndel. Middle	2	537	742	808	708	818	796	50
Ø-Finmm. North/East	2	259	502	562	503	566	536	81

I medel for to felt i Trøndelag vart det funne signifikant ($P < 0,01$) avlingsauke ved å auke doseringa av husdyrgjødsel frå 5 til 10 tonn pr. dekar. Også på Vestlandet og i Øst-Finnmark vart det registrert ein viss, men ikkje signifikant, avlingsauke for dobling av mengda med husdyrgjødsel.

Planteanalysar

Det vart utført kjemiske analysar av avlinga ved 1. slått frå i alt 7 engfelt (Tabell 9). Tre av felta låg på mineraljord, og dei fire andre på meir eller mindre mineralblanda torvjord. Prøvene vart tekne ut i tredje og fjerde forsøksåret, og vidare vart det teke ut eit sett prøvar til analyse i etterverknadsåret.

Ved å jamføre verknaden av lita og stor mengd våtkompostert husdyrgjødsel med etter tur lita og stor mengd av tilsvarende ubehandla gjødsel, kunne det ikkje påvisast signifikant skilnad for noko av dei stoffa som vart bestemt, korkje i gjødslingsåra eller i etterverknadsåret.

Det vart registrert signifikant ($P < 0,05$) høgare innhald av aske, Kjeldahl-N, fosfor og kalium i plantane som hadde fått stor mengd, jamført med lita mengd husdyrgjødsel. Dette var tilfelle både for ubehandla og for våtkompostert gjødsel. I gjødslingsåra ga Fullgjødsel 18-3-15 signifikant ($P < 0,01$) høgare innhald av Kjeldahl-N i plantane enn husdyrgjødsel. Innhaldet av nitrat-N i avlinga auka, men ikkje signifikant, da mengda av husdyrgjødsel vart auka til det doble. Fullgjødsel 18-3-15 ga signifikant ($P < 0,001$) høgare nitrat-innhald i plantane, enn husdyrgjødsel.

Tilhøvet mellom kalium på den eine sida og summen av magnesium og kalsium på den andre sida, utrekna på ekvivalentbasis, var omtrent likt for ubehandla og våtkompostert husdyrgjødsel. Ved å auke doseringa av husdyrgjødsel til det doble, steig dette tilhøvet frå om lag 1,95 til om lag 2,45, som var signifikant ($P < 0,001$).

210 Verknad av våtkompostert og ubehandla blaut storfegjødsel

Tabell 9. Verknad av ulik gjødsling på kjemisk samansetnad av tørrstoffet i engavlinga ved 1. slått, middel for tredje og fjerde forsøksår, og i eit påfølgjande etterverknadsår. Middel for sju felt. Nitrat-N i mg/100g og dei andre elementa og aske i prosent

Table 9. Effects of different fertilization treatments on the dry matter content of the herbage at the 1st cut, in the third and fourth experimental years with fertilization, and in a subsequent residual year without fertilization. Average for seven fields. Nitrate-N in mg/100 g, and the other elements and ash as a percentage

Stoff Com- ponent	Ugjødsla No fertil.	Ubehandla		Våtkompostert		Full- gjødsel 18-3-15 Compound fertil. 18-3-15	LSD 5% LSD 5%
		Mengd		Mengd			
		Lita	Stor	Lita	Stor		
		Untreated		Wet compost			
		Quantity		Quantity			
		Small	Large	Small	Large		
3. og 4. forsøksår							
3. and 4. exp. year							
Aske Ash	6,7	7,7	8,4	7,9	8,4	7,6	0,4
Kjeldahl-N	1,60	1,75	1,94	1,74	1,89	2,11	0,14
Nitrat-N	12,2	17,2	31,2	16,0	24,2	71,9	14,2
Fosfor, P	0,25	0,28	0,31	0,29	0,31	0,29	0,2
Kalium, K	1,98	2,65	3,05	2,67	3,03	2,63	0,19
Magnesium, Mg	0,18	0,15	0,14	0,15	0,14	0,17	0,02
Kalsium, Ca	0,59	0,47	0,40	0,47	0,42	0,48	0,07
K/Mg+Ca *)	1,26	1,94	2,48	1,93	2,45	1,83	0,19
Etterverknadsår							
Residual year							
Aske Ash	6,1	6,5	7,0	7,0	6,9	6,1	0,8
Kjeldahl-N	1,49	1,42	1,46	1,42	1,49	1,30	0,20
Nitrat- N	9,2	12,3	22,7	15,5	25,3	11,5	14,5
Fosfor, P	0,25	0,25	0,26	0,26	0,27	0,22	0,02
Kalium, K	1,56	2,19	2,23	2,18	2,22	1,73	0,04
Magnesium, Mg	0,21	0,16	0,14	0,17	0,16	0,16	0,03
Kalsium, Ca	0,63	0,55	0,49	0,56	0,48	0,50	0,09
K/Mg+Ca *)	1,07	1,64	1,92	1,63	1,99	1,49	0,24

*) Ekvivalent basis

Jordanalysar

Det vart utført kjemiske analysar av jorda om hausten på dei same sju engfelta, og i dei same åra, som det vart utført avlingsanalysar. Resultata av jordanalysane går fram av tabell 10.

Husdyrgjødsel ga ein liten, men signifikant ($P < 0,05$) auke i pH, samanlikna med ugjødsel og Fullgjødsel 18-3-15, både i gjødslingsåra og i etterverknadsåret. Mellom våtkompostert og tilsvarende ubehandla husdyrgjødsel var det ingen skildnad i verknad på pH.

Det vart registrert tendens til høgare innhald av lettlyseleg fosfor i jorda etter bruk av våtkompostert husdyrgjødsel, enn etter bruk av tilsvarende ubehandla vare. For lita mengd var denne skilnaden signifikant ($P < 0,05$). I høve til Fullgjødsel ga stor mengd husdyrgjødsel signifikant ($P < 0,01$) høgare P-AL verdier i matjordsjiktet, både i dei siste gjødslingsåra og i etterverknadsåret.

Tabell 10. Kjemisk innhald jord frå sjiktet 0-20 cm om hausten i tredje og fjerde gjødslingsåret, og om hausten i eit påfølgjande etterverknadsår. Resultat frå sju gjødslingsforsøk i eng

Table 10. Chemical analyses of topsoil, 0-20 cm, in autumn in the 3rd and 4th years of fertilization, and in a 5th residual year. Results from seven experiments in grassland. Al: Ammonium lactate acetate method, mg/100 g air dry soil

Analyse	Ugjødsla	Ubehandla		Våtkompostert		Full-gjødsel 18-3-15	LSD 5%
		Lita	Stor	Lita	Stor		
Analyses	No fertil.	Untreated Quantity		Wet compost Quantity		Compound fertil.	LSD 5%
		Small	Large	Small	Large	18-3-15	
I 3. og 4. forsøksåret							
In 3. and 4 exp. year							
pH	5,7	5,8	5,9	5,8	5,9	5,7	0,1
P-AL	11,2	12,5	14,1	13,7	14,5	12,2	1,0
K-AL	10,8	16,7	25,9	18,7	24,4	11,9	5,2
K-HNO ₃	129,8	144,9	149,6	150,9	150,2	136,9	12,2
Mg-AL	23,0	26,4	27,7	28,5	28,5	25,2	2,1
Ca-AL	172,9	172,8	190,9	182,4	186,9	178,1	12,3
Glødetap*)	33,3	32,5	33,5	33,2	33,4	32,3	1,1
NO ₃ -N **)	5,4	7,2	11,9	4,8	8,2	5,2	4,3
NH ₄ -N **)	4,0	6,9	11,0	6,3	9,7	8,5	3,6
Nmin ***)	9,3	14,1	22,9	11,1	17,9	13,7	4,8
I etterverknadsåret							
Residualyear							
pH	5,7	5,9	5,9	5,9	6,0	5,7	0,1
P-AL	11,1	12,1	14,0	13,1	14,3	11,9	1,4
K-AL	8,5	13,9	20,8	14,2	20,1	9,0	5,6
NO ₃ -N **)	0,7	0,8	2,1	1,8	1,6	0,3	2,0
NH ₄ -N **)	4,9	5,7	4,7	4,5	6,3	5,6	2,5
Nmin ***)	5,6	6,4	6,8	6,2	7,9	5,8	2,6

*) ignition loss, **) mg/1000 g soil, ***) NO₃-N + NH₄-N

Korkje for lettløseleg eller syreløseleg kalium i jorda kunne det påvisast ulik verknad av våtkompostert og tilsvarende ubehandla blautgjødsla. Jamført med Fullgjødsla ga stor mengd husdyrgjødsel meir enn dobbelt så høgt innhald av lettløseleg kalium i matjordsjiktet.

Både for nitrat-N og for ammonium-N i jorda, vart det funne høgare innhald etter bruk av ubehandla blautgjødsla, jamført med tilsvarende våtkompostert vare, om hausten i gjødslingsåra. For stor mengd ubehandla husdyrgjødsel, vart for summen av nitrat-N og ammonium-N registret i alt 22,9 mg mineralisk nitrogen (Nmin) pr. 1000 g tørr jord om hausten i gjødslingsåra i middel for sju felt. Dersom vi rekner med at volumvekta til jorda jamt over var 1,0 kg pr. liter, så vart det i alt 4,6 kg Nmin pr. dekar i matjordsjiktet (0-20 cm). Berre ein del av dette nitroget hadde sitt opphav i gjødsla som var tilført i forsøksperioden. På ugjødsla jord vart det nemleg registrert 9,3 mg Nmin pr. 1000 g jord. Ved å rekne om til innhald pr. dekar i matjordsjiktet, så vert det 1,9 kg. Dette har si årsak i at dei fleste felte var anlagt på godt oppgjødsla kulturjord med relativt høgt innhald av

organisk materiale. Om hausten i etterverknadsåret var innhaldet av Nmin berre ein tredjepart, jamført med innhaldet i gjødslingsåra, på dei areal der det er brukt stor mengd ubehandla husdyrgjødsel.

DRØFTING

I middel for for fire forsøksår i eng, ga våtkompostert blautgjødsl ein avlingsauke på 7 kg tørt gras pr. dekar etter bruk av lita mengd, og 25 kg tørt gras pr. dekar etter bruk av stor mengd, jamført med tilsvarende ubehandla gjødsl. Brukt i grønfor vart registrert ein nedgang på 15 kg tørr avling pr. dekar etter lita mengd våtkompostert gjødsl, og omtrent lik avling etter bruk av stor mengd, jamført med ubehandla vare. Desse avlingsresultata er i samsvar med kva Tveitnes & Håland (1989) har påvist i eittårige forsøk på Sør-Vestlandet, det som Nesheim (1991) fann i Nordland, og det som Vetter et al. (1987) har rapportert frå fleire europeiske land.

Resultata synte at det var i første forsøksåret, og ved 1. slått i alle forsøksåra, at vi fekk eit lite avlingsutslag etter bruk av våtkompostert gjødsl, jamført med tilsvarende ubehandla gjødsl på eng. Dette fenomenet kan tyde på at det er i distrikt med kort vekstsesong, og ved berre ein gongs årleg hausting, at våtkompostering er mest aktuelt.

I Øst-Finnmark vart det registrert tendens til avlingsutslag i eng for våtkompostert gjødsl, ved bruk av minste dose. Etersom avlingsnivået der var vesentleg lågare enn i dei andre distrikta, kan det stillast spørsmål om den største gjødslmengda var unødig stor, for bruk på stader med så stutt veksttid.

I samband med våtkompostering av blautgjødsl til dei forsøka som er gjort greie for i denne meldinga, gjekk det jamt over tapt 400 g Kjeldahl-N pr. tonn. Innhaldet av ammonium-N var praktisk tala likt i våtkompostert og ubehandla gjødsl, noko som kan forklarast med mineralisering av organisk bunde nitrogen under våtkomposteringa (Myhr, 1991). Etersom det vart brukt same volum av begge blautgjødsltypane, er det klart at det vart tilført 1,5 kg Kjeldahl-N pr. dekar mindre ved bruk av våtkompostert, enn ved bruk av ubehandla gjødsl for lita mengd, og 3,0 kg Kjeldahl-N pr. dekar mindre ved stor mengd, på engfelta. Denne større mengda med Kjeldahl-N kan forklare at den ubehandla husdyrgjødsla ga større etterverknad enn våtkompostert vare. På den andre sida synte våtkompostert blautgjødsl sterk tendens til å gi større avling enn tilsvarende ubehandla vare ved 1. slått i første forsøksåret. Det kan tyde på at næringsstoffa i husdyrgjødsla vart noko lettare plantetilgjengeleg etter våtkompostering. I etterverknadsåret vart det funne ein tendens til større avling på areal der det var brukt ubehandla blautgjødsl enn der det var brukt våtkompostert vare. Dette kan tyde på at den ubehandla gjødsla verkar seinare. Det kan skuldast at ein del av nitrogenet i husdyrgjødsla er organisk bunde, og at det vert mineralisert i slutten av vekstsesongen, eller etter eitt år i jorda.

Kjøring med traktorar og tunge vogner på våt jord kan gjere skade på jordstrukturen, og på grasmark kan også dei fleirårige engplantene verte avslitne under hjula. I middel for ni engfelt i denne forsøksserien vart funne ein avlingsreduksjon, som følge av jordpakking på 25 prosent for ugjødsla jord, på 18-20 prosent for areal som var tilført husdyrgjødsl, og på 10 prosent der det brukt Fullgjødsl. Dette samspelet mellom jordpakking og gjødsltype kan truleg forklarast med at plantenæringsstoffa i Fullgjødsl er lett

løyselege og lett plantetilgjengelege. Næringsstoffa i husdyrgjødsla er tildels organisk bundne, og dei må mineraliserast ved hjelp av mikroorganismar i jorda før plantene kan bruke dei. Den store avlingsnedgangen etter pakking på ugjødsla jord kan settast i samband med bakterielivet i jorda. Ved pakking har jorda vorte pressa saman, slik at luftinnhaldet vart mindre. Derved har dei nitrogenfikserande knollbakteriane på kløverrøtene vorte mindre effektive. Det same gjeld for dei arerobe bakteriane som mineraliserer nitrogenhaldig organisk materiale i matjordsjiktet.

Dei kjemiske analysane av engavlinga synte at stor mengd husdyrgjødsel, brukt i fleire år etter ein annan, ga i meste laget med kalium i avlinga. Ved eit slikt luksusopptak av kalium, vart opptaket av magnesium og kalsium redusert, og derved fekk avlinga ein skeiv mineralbalanse, noko kan vere medverkande til at mjølkekyr får sjukdommen grastetani. Det ekvivalente tilhøvet mellom kalium på den eine sida og summen av magnesium og kalsium på den andre, er ein indikator. Etter Kemp and t'Hart (1957) bør dette tilhøvet ikkje vere høgare enn 2,20. Som det går fram av tabell 9, har stor mengd husdyrgjødsel gitt verdiar på om lag 2,45 i gjødslingsåra, medan lita mengd husdyrgjødsel ga verdiar som låg vesentleg under faregrensa.

Også jordprøveanalysane tyder på at stor mengd husdyrgjødsel, $5,0 + 2,5 = 7,5$ tonn pr. dekar til eng, var for mykje, når den vart brukt i fleire år etter ein annan. Innhaldet av lettlyseleg fosfor auka signifikant, i høve til der det var tilført ei vanleg tilrådd mengd Fullgjødsel. Enda meir betenkeleg var det høge innhaldet av mineralsk nitrogen i jorda om hausten, etter at veksten var avslutta. Der det var tilført stor mengd ubehandla husdyrgjødsel, vart funne eit innhald på 22,9 mg Nmin pr. 1000 g jord, noko som tilsvarer 4,6 kg pr. dekar i matjordsjiktet (0-20 cm), når volumvekta til jorda på desse felta jamt over var 1,0 kg pr. liter. Både når det gjeld storleik og variasjon for innhaldet av mineralsk nitrogen i jorda, etter ulik gjødsling, så syner denne granskinga godt samsvar med Bleken & Selmer-Olsen (1993) sine resultat frå Midt-Norge.

I desse forsøka vart jamført ei lita og ei stor mengd husdyrgjødsel til både eng og grønfôr. I middel for alle felt vart registret signifikant større avling ved bruk av største mengd. Men denne avlingskildnaden var relativt liten, og i praksis bør ein bruke dei minste mengdene, som var $2,50 + 1,25 = 3,75$ tonn pr. dekar til eng, og 5,0 tonn pr. dekar til grønfôr.

SAMANDRAG

I fireårige fastliggende gjødslingsforsøk i eng og grønfôr på ytre Vestlandet, i Midt-Norge og i Øst-Finnmark, vart det ikkje funne statistisk sikker skilnad i avlingsmengd, ved samanlikning av like mengder ubehandla husdyrgjødsel og tilsvarande våtkompostert vare. Ettersom avlingsutslaga til fordel for våtkompostering var små og usikre, vil det vere vanskeleg å finne driftsøkonomisk grunnlag for investering i utstyr for våtkompostering, og for kjøp av energi til drift av luftemaskinen. Andre tilhøve som mindre strukturskade på jorda, og meir effektiv spreining, mindre stygg lukt ved spreining, og betre hygiene og sanitære tilhøve, kan verke så sterkt inn at investeringa kan forsvarast.

Dobbling av husdyrgjødselmengda, i eng frå $2,5 + 1,25$ tonn pr. dekar og i grønfôr frå 5 tonn pr. dekar, ga i middel for alle felt og fire forsøksår signifikant avlingsauke. Men

avlingsauken var relativt liten, og i praksis bør minste mengder tilrådest. Bruk av stor mengd husdyrgjødsel, førte til høgt innhaldet av mineralisk nitrogen i jorda om hausten, etter at veksten var avslutta.

ETTERORD

Dei gjødslingsforsøka som vi har gjort greie for i denne meldinga var eit delprosjekt av NLVF-prosjekt nr. 215.808 "Husdyrgjødsel og jordfaktorar". Forfattarane takkar herved for pengane som NLVF løyvde til denne granskinga. Dei einskilde forsøka vart utført ved Fureneset forskingsstasjon, i Ytre Sogn forsøksring, Ytre Sunnfjord forsøksring, Innherad forsøksring, Nord-Østerdal forsøksring, på Skjetlein landbruksskole og ved Svanhovd miljø-senter. Dei kjemiske analysane er utførte på Holt forskingsstasjon. Vi vil takke dei tilsette ved desse institusjonane og organisasjonane for god hjelp til gjennomføring av prosjektet.

LITTERATUR

Bleken, M.A. & A.R. Selmer-Olsen 1993. Variasjon i nitrat- og ammoniumanalyser av frosne jordprøver med lavt innhold av mineral-N. Norsk landbruksforskning 7: 49-55.

Kemp, A. & M.L. t'Hart 1957. Grass tetani in grazing milk cows. Nederl. Journ. Agric. Sci. 5: 4-17.

Larsen, M.A. 1992. Meitemark i kulturjord. En undersøkelse på Skjetlein landbruksskole. Hovedoppgave ved Institutt for jordfag, Norges Landbrukshøgskole, Ås.

Myhr, K. 1979. Forsøk med store mengder gylle til eng. Forskning og forsøk i landbruket 30: 16-431.

Myhr, K., Å. Håland & L. Nesheim 1990. Verknad av våtkompostert og ubehandla blautgjødsel, og av jordpakking, på infiltrasjonen av vatn i dyrka jord. Norsk landbruksforskning 4: 161-172.

Myhr, K. 1991. Verknad av våtkompostering på kjemisk samansetnad og fysiske eigenskapar i blaut storfegjødsel. Norsk landbruksforskning 5: 107-118.

Nesheim, L. 1992. Forsking i behandling, bruk og utnytting av husdyrgjødsel i Noreg. Nyting bufjaraburdar. Rit buvisindadeildar (Report from the Agricultural College Hvanneyri) 1: 43-47.

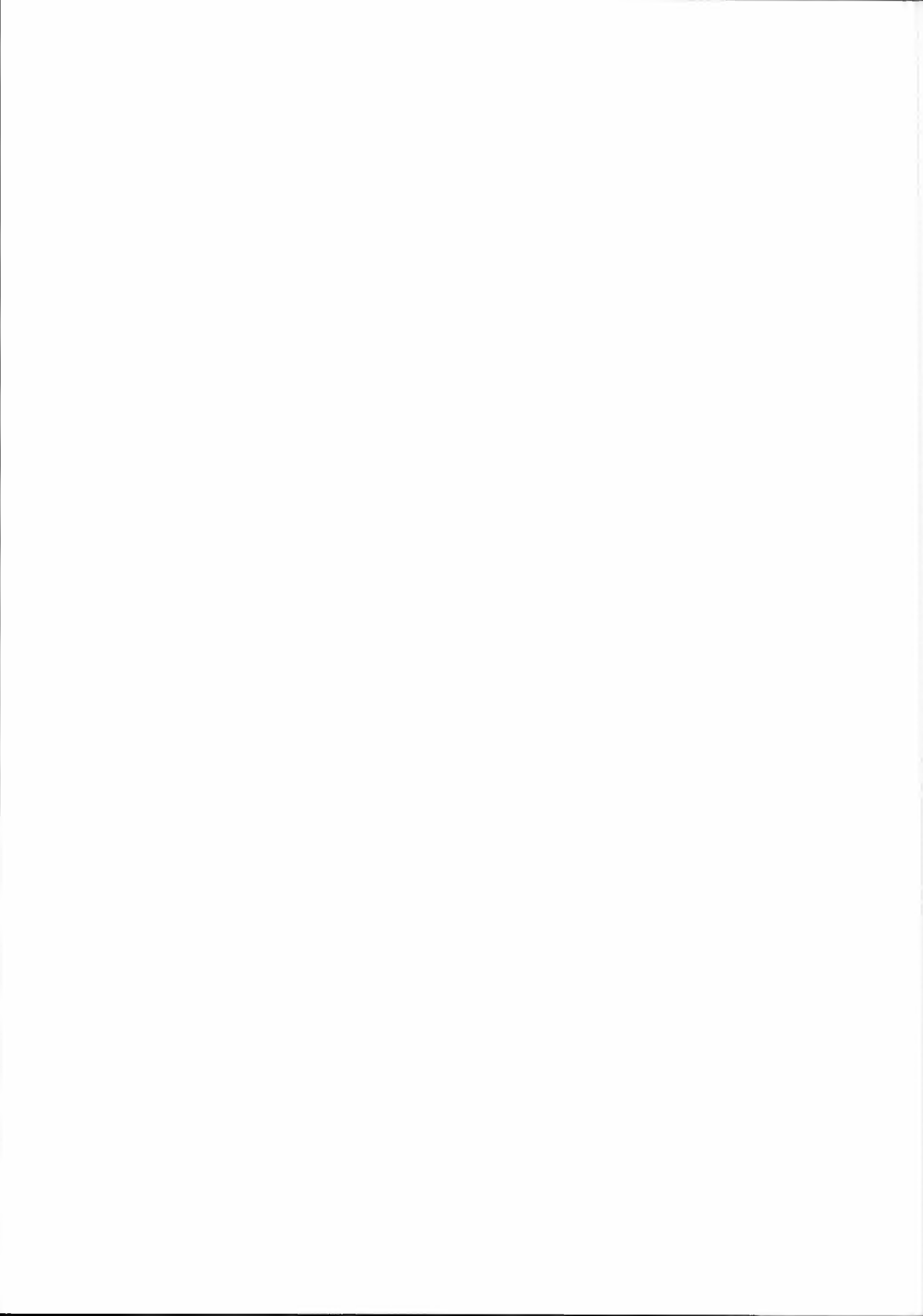
Næss, O. & K. Myhr 1976. Gylle til eng på Vestlandet. Forskning og forsøk i landbruket 27: 145-159.

Tveitnes, S. & Å. Håland 1989. Gjødselverknaden av våtkompostert og ubehandla blaut-

gjødsel. Norsk landbruksforskning 3: 211-216.

Vetter, H., G. Steffens & R. Schröpel 1987. The influence of different processing methods for slurry upon its value on grassland. In: van der Meer, H.G., R.J. Urvin, T.A. van Dijk and G.C. Ennik (eds.). *Animal Manure on Grassland and Fodder Crops. Fertilizer or Waste?* Martinus Nijhoff Publisher. Pp. 73-86.

Øpstad, S.L. 1991. Verknad av ulike gjødsling, kalking og pakking på grasavlinga og kjemisk innhald i jord og planter på torvjord på Vestlandet. Doctor scientiarum thesis 1991:11, 142 s. Norges Landbrukshøgskole.



Profilering av myrrealer i Vesterålen

Grading the surface of peat soils in Vesterålen, northern Norway

TROND KNAPP HARALDSEN¹, HILDE BAKKE¹, TORE E. SVEISTRUP¹ & KNUT LINDBERG²

¹ Statens forskingsstasjoner i landbruk, Holt forskingsstasjon, Tromsø, Norge

¹ *The Norwegian State Agricultural Research Stations, Holt Research Station, Tromsø, Norway*

² Statens forskingsstasjoner i landbruk, Vågønes forskingsstasjon, seksjon driftsteknikk Vikeid, Sortland, Norway

² *The Norwegian State Agricultural Research Stations, Vågønes Research Station, division Vikeid, Sortland, Norway*

Haraldsen, T.K., H. Bakke, T.E. Sveistrup & K. Lindberg 1993. Grading the surface of peat soils in Vesterålen, northern Norway. *Norsk landbruksforskning* 7: 217-233. ISSN 0801-5333.

Use of open ditches and grading the surface of humified peat soils have been studied at farms in the Vesterålen area, northern Norway. This drainage method has been found conducive to reclaiming peatlands in areas with high precipitation, which have been out of use for agriculture because of poor drainage. The depth of the ditches should be at least 1 m and the slope of the surface should be 5-6%. Stable yields of ley (mean 5000 kg DM/ha) were obtained in the period 1989-92. Problems with weeds and poor germination of the sown seeds were observed in the first year of the leys. In order to obtain good yields on the peat soils with graded surface, tractor traffic on wet soil and cattle grazing should be avoided.

Key words: Drainage, ley, peat soils

Trond Knapp Haraldsen, Holt Research Station, P.O. Box 2502, N-9002 Tromsø, Norway

I de ytre kystbygdene i Nordland og Troms er det dyrket store myrområder der torvmaterialet er sterkt humifisert. Vesterålsregionen er et område der dyrking av slike områder har et særlig stort omfang. Sterkt humifisert torv (brenntorv) er regnet for å være et svært vanskelig dyrkingsmedium av flere årsaker. Den har få grove porer og er derfor lite gjennomtrengelig for vann og har sterkt begrenset luftveksling. Bæreevnen er også svært liten, særlig fordi torvmaterialet har lite innhold av fiber som armerer torva. Det største problemet med sterkt humifisert torvjord er å få tilstrekkelig drenering. Tiltak for å bedre dyrkingsforholdene på brenntorvmyrer har landbruksforskningen vært opptatt av i de siste 50-60 år, og det er skrevet en rekke publikasjoner om dette bl.a. Hovd (1956), Kristiansen (1960), Retvedt (1960), Hagerup (1973), Halvorsen (1973), Retvedt (1974) og Hovde &

Myhr (1980). De fleste forsøkene har vist at det er vanskelig å få årssikre avlinger på denne torvjordtypen. Værforholdene gjennom vekstsesongen og overvintringsforholdene har vist seg å ha spesielt stor betydning på avlingsnivået på slik jord. Hagerup (1973) og Hovde & Myhr (1980) er blant de få som kan vise til et rimelig godt dyrkingsresultat med lukka grøfter på brenntorvmyr. Det var likevel bare etter sandtilførsel og kalking at veksten var tilfredstillende i undersøkelsen til Hagerup (1973).

Fordi sterkt humifisert torvjord er svært tett, har vanlige lukka grøfter svært sjelden gitt varig og godt dreneringsresultat (Redvedt 1960, Kristiansen 1960). Å fylle grøftene med ris eller grus, har i liten grad bedret dreneringsforholdene på slik jord (Kristiansen 1960, Haraldsen & Sveistrup 1986, 1989). Å forme jordoverflata, slik at overflatevann kunne renne av og bli ført bort i åpne kanaler eller i forsenkninger ble først prøvd i forsøk i Vesterålen på slutten av 1950-tallet (Kristiansen 1960, Halvorsen 1974). Disse forsøkene omfattet bl.a. en kombinasjon av lukka grøfter med avstand fra 7 til 15 m og forming av jordoverflata mellom grøftene. Det ble oppnådd større avling på ryggene enn i forsinkingene, men totalt sett ble det ikke sikre avlingsforskjeller mellom buet og plan overflate (Halvorsen 1974). Dette hadde sammenheng med større overvintringsskader i forseningene der det var buet jordoverflate.

Et kombinert grøfte- og teigpløyingsforsøk i Sortland med bruk av åpne kanaler med avstand 16-48 m var ikke vellykket (Redvedt 1974). Han konkluderte imidlertid med det er sannsynlig at timoteiens varighet kunne økes vesentlig ved avledning av overflatevannet til åpne grøfter og/eller ved teigpløyning hvor grøfteoppkastet ble omhyggelig planert ut.

Ideene om å få vannet til å renne av på overflata til åpne kanaler ble satt i system av noen gardbrukere i Porsanger på slutten av 1970 tallet. Nydyrkingsfelt på flere hundre dekar ble kanalisert med åpne grøfter med avstand 50-60 m. Teigene mellom grøftene ble opparbeidet med en overhøyde på 70-80 cm. Denne måten å opparbeide nydyrkingsfelt på ga godt resultat i dette området (Hornburg 1982).

NLVF-prosjektet "Jordfysiske undersøkelser i Nord-Norge, 1979-1985", representerte en videreføring av ideene ved å la overflatevann renne av på jordoverflata. I dette prosjektet ble profileringsmetoden utprøvd forskningsmessig. Teiger der avstanden mellom åpne kanaler var 40, 60 og 80 m og der det var fall på om lag 5 % mot kanalene, ble utprøvd i Pasvikdalen i Sør-Varanger (Haraldsen & Sveistrup 1986). I de nedbørfattige innlandsstrøkene som Sør-Varanger representerer med langvarig tele, ble profileringsmetoden vellykket og medførte en senking av grunnvannsnivået og bortledning av overflatevann sammenlignet med vanlig lukka grøfter. Supplerende grøfting var ikke nødvendig. Ut fra anleggskostnader og driftsmessige betraktninger, kom en fram til at profilerte teiger på 40-50 m bredde var passende (Haraldsen & Sveistrup 1989). Tilsvarende profileringsfelt for forskning ble opparbeidet på Holt og Vikeid i 1984-85.

Siden profileringsmetoden var vellykket som dreneringsmetode, ble det fra 1985 gitt statstilskudd ved drenering med denne metoden (Brekke 1988). Det var likevel spørsmål om profileringsmetoden var like egnet til all torvjord og under nedbørrike forhold. På bakgrunn av erfaringer fra Finnmark og Vikeid, tok bøndenes faglag i Vesterålen initiativ til et prosjekt som skulle prøve ut profileringsmetoden i praktisk skala i Vesterålen og Lødingen. Dette initiativet førte til at "Prosjekt Profilering" (anleggsdelen) ble realisert. Et formål for prosjektet var i løpet av en treårsperiode å anlegge profileringsfelt på ca. 450 dekar for å undersøke metodens egnethet i Vesterålen. Tiltakene skulle først og fremst

settes inn på tidligere dyrka jord der dreneringen var utilfredsstillende. Videre skulle prosjektet gi personell ved landbrukskontorene og maskinentreprenører erfaring med planlegging og gjennomføring av profileringsarbeidet. Prosjektet kom i gang i 1987 og ble finansiert av Landbrukets utbyggingsfond (LUF), vanlige grøftetilskudd, brukernes egenandeler og kommunale tilskudd. I regi av prosjektet ble det opparbeidet profileringsfelter på tilsammen ca. 430 dekar i løpet av tre år. Prosjektet ble ledet av daværende Landbruksteknisk institutt (LTI) (nå: SFL Vågønes/Vikeid) med Fylkeslandbrukskontoret i Nordland som økonomisk ansvarlig.

Anleggsprosjektet ble fulgt opp av et forskningsprosjekt (1988-1992) med bevilgning over Jordbruksavtalen. Prosjektet ble knyttet til Grovførprogrammet til Norges Landbruksvitenskapelige forskningsråd (NLVF). I regi av forskningsprosjektet, "Profilering i Vesterålen, 1988-92", skulle det gjennomføres forskningsmessige undersøkelser på et utvalg av feltene som var med i anleggsdelen av profileringsprosjektet.

I denne artikkelen omtales resultater fra forskningsprosjektet "Profilering i Vesterålen, 1988-1992", kombinert med erfaringer fra anleggsprosjektet og brukernes erfaringer i løpet av prosjektperioden. Holt forskingsstasjon, Tromsø, har vært ansvarlig for gjennomføringen av prosjektet. Vesterålen forsøks- og driftsplanring har gjennomført avlingsregistreringer. Landbrukskontorene i Sortland, Lødingen, Andøy, Bø, Øksnes og Hadsel kommuner har hatt ansvaret for registreringer av grunnvannstand. Representanter fra JORDFORSK og Fylkeslandbrukskontoret i Nordland har medvirket ved feltbefaringer og rapporter. Vågønes forskingsstasjon, seksjon driftsteknikk Vikeid, har stått for utsetting av grunnvannsbrønner og bidratt med teknisk hjelp under feltarbeid.

MATERIALE OG METODER

Lokalisering og utvelgelse av felt

Som en del av anleggsprosjektet ble det planlagt profilert 46 felt på ca. 10 dekar, jevnt fordelt på de seks kommunene. Landbrukskontorene fremmet forslag om aktuelle felt. Utvelgings- og planleggingsfasen foregikk i årene 1986-88. Tilsammen ble 36 felt opparbeidet i løpet av prosjektperioden.

Felt for detaljerte studier

Parallelt med planleggingsarbeidet og opparbeiding av feltene (anleggsprosjektet), ble det valgt ut åtte felt til detaljerte studier. Utvelgelsen skjedde i 1987 (5 felt) og 1988 (3 felt). Forskningsfeltene ble valgt ut på grunnlag av følgende kriterier:

- minst ett felt i hver kommune
- ulike myrtyper med hensyn til torvtype, dybde av torvlag, omdanningsgrad og undergrunn skulle være representert
- stabile eierforhold - sikker drift i prosjektperioden

Det var imidlertid mange begrensninger ved utvelgelsen. Det var ikke alle prosjekt-deltagere/bruk som var klar ved starten av prosjektet og flere deltagere kom til i løpet av prosjektperioden.

Flere felt var allerede opparbeidet når utvelgelsen skjedde uten at Holt forskingsstasjon hadde fått mulighet til å gjennomføre detaljerte grunnundersøkelser før opparbeiding. Disse feltene falt dermed ut med hensyn til detaljstudier. Med unntak av ett felt, ble alle åtte forskningsfelt detaljert undersøkt før profileringsrepresentant fra Holt forskingsstasjon.

Felt med avlingsregistreringer

Det ble tatt sikte på at det skulle gjennomføres avlingsregistreringer på flest mulig av de opparbeidede feltene i løpet av prosjektperioden. Det ble foretatt avlingsregistreringer på tilsammen 21 bruk (felt) i perioden 1987-1992 (tab. 1). På 10 av disse feltene ble avlingen registrert i minst tre vekstsesonger. Siden avlingsregistreringene var avhengig av brukerens høstetidspunkt, hendte det ofte at flere brukere slo samme dag. For forsøksringen var det bare mulig å høste ett felt pr. dag. Følgelig var det ikke mulig å få så mange registreringer som ønskelig.

Tabell 1. Beliggenhet og beskrivelse av felt der avlingsregistreringer ble gjennomført
Table 1. Description of the sites harvested in the project in the Vesterålen area

Felt nr. <i>Location number</i>	UTM koordinater <i>UTM coordinates</i>		Kommune <i>Commune</i>	Omd. grad, von Post <i>Degr. of decomp. v. Post</i>			Torv- dybde (m) <i>Depth of peat (m)</i>	Under- grunn <i>Subsoil</i>	Avløp før profilerings Outlet before drainage
				0,3 m <i>0,3 m</i>	0,5 m <i>0,5 m</i>	1 m <i>1 m</i>			
F 1	33W WS	3043 5604	Andøy	4	5	-	0,5-0,9	Stein/sand/silt	Svært dårlig
F 2	33W WS	383 684	Andøy	6	6	6	0,1-1,3	Sand/silt	Dårlig
F 3	33W VS	831 242	Bø	6	6	7	0,2-2,7	Gr.h. sand/silt	Dårlig
F 4	33W VS	826 217	Bø	6	7	8	0,0-2,0	Stein/sand/silt	Dårlig
F 5	33W VS	891 056	Hadsel	8	9	9	0,0-2,4	Stein/sand/silt	Godt
F 7	33W WRV	261 792	Lødingen	-	-	-	0,0-0,4	Siltig leire	Svært dårlig
F 8	33W R	148 822	Lødingen	5	5	4	0,0-1,1	Siltig leire	Dårlig
F 9	33W VS	0867 2725	Sortland	5	6	6	0,0-1,3	Gr.h. sand	Dårlig
F 11	33W VS	0414 499	Øksnes	5	5	5	0,0-1,6	Sand/silt	Svært dårlig
F 12	33W VS	999 292	Øksnes	6	7	7	0,6-2,9	Stein/sand/silt	Dårlig
F 16	33W VS	1095 4743	Øksnes	3	3	5	0,0-2,0	Sand/silt	Svært dårlig
F 17	33W WS	0497 4261	Øksnes	7	7	8	0,0-2,8	Stein/sand	Dårlig
F 20	33W VS	838 215	Bø	-	5	7	0,5-3,5	Fjell/sand	Dårlig
F 22	33W WS	041 108	Hadsel	-	4	4	0,0-2,0	Stein/grus/sand	Godt
F 24	33W WR	157 828	Lødingen	-	4	5	1,1-2,3	Fjell/sand	Dårlig
F 28	33W WS	3216 5697	Andøy	-	2	3	0,0-3,5	Finsand m/stein	Godt
F 30	33W WS	0796 0287	Hadsel	6	6	7	0,0-1,9	Stein/grus/sand	Dårlig
F 31	33W WS	0711 4464	Øksnes	6	6	8	0,9-4,0	Stein/sand	Dårlig
F 33	33W WS	2435 5510	Andøy	6	7	8	0,5-2,0	Finsand m/stein	Dårlig
F 35	33W VS	8682 2348	Bø	7	7	8	0,0-1,1	Stein/si.f.sand	Svært dårlig
F 44	33W WS	0623 2713	Sortland	3	5	7	0,0-1,2	Stein/grus/sand	Svært dårlig

I Vesterålsregionen er det mulig å ta to slåtter, men praksis varierer mellom bare å ta en sein førsteslåt og å ta to slåtter. I denne undersøkelsen ble de aller fleste felt høstet en gang.

Planlegging og opparbeiding av felt

Det norske jord- og myrselskap foretok grunnundersøkelser på alle aktuelle felt og utarbeidet planer. Med utgangspunkt i grunnundersøkelsene ble det utarbeidet plan for opparbeiding av hvert enkelt felt. Det ble lagt plan for kanaler, senkning av avløp, utforming av profilene og evt. plan for kjøring inne på og inn og ut av teigene. På grunn av at arbeidet gikk over flere år, var det tre forskjellige planleggere i aksjon. Det var til dels betydelig forskjell i utforming av planene for de enkelte felt og innhold etter hvilken planlegger som var engasjert.

Lokale entreprenører ble nyttet til opparbeiding av feltene. Entreprenørene hadde varierende erfaring i slikt arbeid. Til kanalgraving og terrengforming ble brukt rundtsvingende beltegravemaskiner. Maskinstørrelsen var vanligvis 15-20 tonn, men det ble også brukt mindre maskiner (9 tonn) på noen felter.

Ved kanalgravingen var det en forutsetning at kanalene skulle være minst 1 m dype etter gjennomført profilering og hellingen på profilen skulle være 4-6 %. Alle planene forutsatte sidehellinger på kanalene mellom 1:1 og 1:1,5. Avstanden mellom kanalene skulle være 40-50 m. Hvordan profileringsarbeidet skulle gjennomføres er dokumentert av Lindberg (1989a, 1989b).

Detaljerte jordundersøkelser

På sju av de utvalgte feltene, F 1, F 4, F 7, F 9, F 11, F 12 og F 24, ble det gravd et ca. 1 m dypt jordprofil på et tilfeldig valgt sted. Jordprofilet ble beskrevet etter standard retningslinjer (Sveistrup 1984). Det ble tatt ut prøver sjiktvis for kjemiske- og fysiske analyser.

På de fleste feltene ble det tatt ut jordprøver for kjemisk analyse av topplaget. På noen felt ble prøver tatt hver høst i perioden 1988-1991, mens det på andre felt bare ble tatt prøver i et eller to år. På forskningsfeltene var det mest hyppig prøveuttak. Det ble analysert pH, P-AL, K-AL, Mg-AL, Ca-AL, K-HNO₃ og glødetap etter standard metoder. For noen prøver ble også CaO og Cu analysert. Alt analysearbeid ble utført ved Holt forskingsstasjon, kjemiske analyser ved Kjemisk Analyselaboratorium og fysiske analyser ved Jordfysisk laboratorium.

Rotundersøkelser

På feltene F 3, F 4, F 5, F 7, F 9 og F 12 ble det gjennomført rotundersøkelser. På feltene F 3, F 9 og F 12 ble registreringene gjort i perioden 2. - 4. oktober 1991 (3. års eng), mens de øvrige feltene ble undersøkt i perioden 9.-11. september 1992 (F 4 og F 5 2. års eng, F 7 3. års eng). Rotundersøkelsene ble gjennomført i tre forskjellige avstander fra kanalkanten:

- nær kanalkanten der den øverste torvmassen var fjernet under profileringsarbeidet (4-6 m fra kanalkanten). Områder med transportvei ble unngått. Ploglaget skulle være undergrunnstorv.
- I siden av profiltengen der masse i liten grad ble flyttet under profileringsarbeidet (8-15 m fra kanalkanten).

- Midtpartiet av teigen der det var tilført masse fra kanalene og partiet ned mot kanalene under profileringen (12-25 m fra kanalkanten).

Rotundersøkelsene ble så langt som det var mulig lagt til rutene som ble høstet for avlingskontroll. I noen tilfeller viste det seg umulig å finne disse rutene. Prøver for rotbestemmelse ble tatt med rotbor. Bestemmelsene ble gjort i horisontale snitt fra jordsylindre på 50 cm² og gikk på å telle og anslå antall røtter pr. flateenhet og diameter på røttene. Dette ble gjort i fem cm intervall nedover i profilet ned til 50 cm. På hvert prøvested ble det gjort fem parallelle prøveuttak.

Rotmengden for enkeltobservasjonene ble bestemt i henhold til inndelingen i tab. 2, og klasse inndeling for rot diameter er gitt i tab. 3.

Tabell 2. Klasser for rotmengde for enkeltobservasjoner
Table 2. Root number classification

Klasse <i>Class</i>	Beskrivelse <i>Description</i>	Røtter pr. 100 cm ² <i>Roots per 100 cm²</i>
0	Ingen røtter	0
1	Få røtter	1-10
2	Noen røtter	11-25
3	Mange røtter	26-200
4	Svært mange røtter	> 200

Tabell 3. Klasser for rottykkelse
Table 3. Classes for thickness of the roots

Klasse <i>Class</i>	Beskrivelse <i>Description</i>	Rotdiameter, mm <i>Diameter of roots (mm)</i>
A	Mikrorøtter	< 0,5
B	Svært fine røtter	0,5-1
C	Fine røtter	1-2
D	Middels røtter	2-5
E	Grove røtter	> 5

Grunnvannsregisteringer

Måling av grunnvannsstand ble foretatt på fem av forskningsfeltene; F 4, F 5, F 7, F 9 og F 12. For feltene F 7, F 9 og F 12 var måleperioden 1988-1992, mens de foregikk målinger på feltene F 4 og F 5 i vekstsesongene 1991 og 1992.

Grunnvannsnivået på teigene ble registrert i grunnvannsbrønner plassert på tvers av profileringsteigene. Det var fem brønner på hver teig. De var plassert ved kanalkant på hver side av teigen, midt mellom kanal og teigrygg, og på toppen av teigen.

Brønnene besto av 48 mm stive drensrør av PE-plast som gikk 1 m ned i bakken.

Hullene til brønnene ble laget med jordbor med diameter tilsvarende røret. Rørene raget 1 m over jordoverflata slik at de skulle være godt synlig i høyt gras. Ved jordoverflata var rørene delt slik at toppen kunne fjernes når feltet skulle høstes.

De første brønnene som ble satt ned (sesongen 1988) besto av rør uten perforering i siden. Det viste seg imidlertid at bunnen i rørene tettet seg på noen av feltene. Dermed kom ikke vannet ut av rørene i takt med grunnvannssenkningen. Senere ble det brukt perforerte rør nede i jorda. Rørene som stakk over bakken var hele tiden tette i sidene.

Grunnvannsnivået ble registrert ved hjelp av blåserør. Blåserøret hadde centimeterskala slik at grunnvannsnivået kunne avleses mot rørkanten.

Landbrukskontorene i de respektive kommunene stod for avlesning av brønnene. Avlesning ble foretatt gjennom hele vekstsesongen (mai/juni - sept.) med noe varierende hyppighet.

Avlingsregistreringer

Avlingsregistreringer på småruter ble gjennomført samme dag eller noen dager før brukeren skulle høste. Botanisk sammensetning av smårutene ble vurdert skjønsmessig ved 1. slått. Andel av sådde grasarter, andre gras og ugras ble vurdert som % av antatt tørrstoffavling. På grønnfôrarealer ble botanisk sammensetning bestemt på samme måte.

I vekstsesongen 1987 ble det benyttet sigd til høsting av småruter á 1 m². Det ble høstet fire småruter der det var grønnfôr eller ny eng og fem ruter på eldre eng og eng med liten avling. Fra og med vekstsesongen 1988 ble 4-5 høsteruter á 10 m lengde og 1,4 m bredde (slåmaskinbredde) pr. profil høstet med motorslåmaskin. Opplegget for avlingsregistreringer fulgte i stor grad opplegget for "Driftskontroll i grovfôrdyrkinga" (Pestalozzi 1987, Haraldsen & Waag 1991). Høsterutene ble lagt ut tilfeldig, men en sikret at det skulle være minst to ruter på hver side av teigen. Fra og med vekstsesongen 1990 ble lengden på høsteruta øket til 15-30 m, fra kanalkant til toppen av teigen.

RESULTATER

Jordundersøkelser, planlegging og opparbeiding av felt

Ved befaringer på feltene etter profilering fant en at planene var fulgt når det gjelder plassering av kanalene, men ellers syntes det som om anbefalingene i planene i liten grad hadde hatt avgjørende betydning for maskinførernes arbeid. Spesielt de feltene som var opparbeidet tidlig i prosjektperioden hadde for bratte kanalkanter med sidehelling på 1:0,6 eller brattere. Dette kunne spores tilbake til en feilkonstruert profilgraveskuffe. Når dette var identifisert ble det konstruert ny profilskuffe, og den aktuelle entreprenøren fikk anskaffet riktig utformet skuffe. Fylkeslandbrukskontoret ga i noen tilfeller pålegg om forbedring av kvaliteten på anleggsarbeidet. Dette medførte at felt opparbeidet sent i prosjektperioden hadde riktig sidehelling på kanalene. Et annet problem med kanalene var at de gjennomgående var for grunne, i mange tilfeller vesentlig grunnere enn 1 m etter profilering og i enkelte tilfeller gikk profilet helt ned i bunnen av kanalen. I de tilfellene der undergrunnen var noenlunde gjennomtrengelig (sand og grus) har de profilerte teigene likevel blitt brukbare å dyrke. Grunne kanaler i kombinasjon med finkornet undergrunn (silt) har ført til problemer, bl.a. dårlig bæreevne ut mot kantene og generelt dårlig opptørking. Flere av

teigene med for grunne kanaler er ikke kommet skikkelig i drift eller dyrkingen er blitt sterkt forsinket i forhold til planene.

Mangel på kommunikasjon mellom planleggere og maskinførere har i noen tilfeller medført at kvaliteten på feltene ble vesentlig forringet i forhold til det ønskelige. Dette gjelder i første rekke at det ble skavet av for mye masse mot kanalene, slik at kanalene ble for grunne og teigene for bratte. Hellingsgraden på profilene var stort sett 5 % eller mer. I enkelte områder var hellinga på feltene rundt 10 %. For feltene med de bratteste profilene ga brukerne uttrykk for at driften medførte visse problemer. Svake og våte kanter mot kanalene og fare for velting av henger med fullt lass er stikkord i denne sammenheng.

Mangelfull kapasitet for oppfølging av anleggsarbeidet fra prosjektets side var en viktig årsak til at anleggsarbeidet ikke ble så godt som ønskelig. Som eksempel på god oppfølging og forskriftsmessig utført profilering kan nevnes feltene i Lødingen. Representanten for det lokale landbrukskontoret fulgte aktivt opp arbeidet for å påse at planer og anbefalinger ble fulgt.

Det ble brukt gravemaskiner av ulike størrelser under anleggsarbeidet på feltene. Maskiner på 14-16 tonn viste seg å passe godt til denne typen arbeid, men også maskiner på opptil 20 tonn ble brukt med godt resultat. Sammenlignet med å bruke en maskin alene, ble anleggsarbeidet mer effektivt dersom det ble brukt to gravemaskiner samtidig. Det var da en fordel om maskinene hadde ulik størrelse; f.eks. 14 og 20 tonn. Den minste ble brukt til kanalgraving og den store til flytting av masse.

Gravemaskiner ned til 9 tonn ble også brukt til anlegg av profileringsfelt. Effektiviteten var dårligere enn med større maskiner, først og fremst på grunn av kortere rekkevidde og mindre skuffevolum.

Under gode forhold og med en velegnet gravemaskin gikk det med i underkant av 4 maskintimer til å profilere 1 dekar, inkludert kanalgraving og overflateforming. Tidsstudiene viste at 5-6 timer per dekar var et realistisk gjennomsnitt under varierende forhold. Bruk av fullprofilskuffe til kanalgraving medførte en to til tredobling av kapasiteten ved denne arbeidsoperasjonen.

I flere tilfeller var det alvorlige mangler ved planene. Dette gjelder påpeking av nødvendig senkning av avløp, sikring mot erosjon i kanaler med stort fall og avskjæring av sigevann fra høyreliggende områder. Det skjedde en kvalitetsmessig positiv utvikling både når det gjelder planlegging og arbeidsutførelse i løpet av prosjektperioden. Både planleggere, maskinførere og brukere ble dyktigere etterhvert som de fikk mer erfaring.

Det var problematiske avløpsforhold etter profilering på flere felt. Som følge av diskusjoner mellom brukere og planleggere ved feltinspeksjoner, ble det tatt initiativ til å bedre tilstanden. Forholdene ble bedret ved bl.a. å sprengte fjell i utløp eller å utdype veigrøft. Likevel er det flere felt som ikke har fått tilfredsstillende avløp som følge av mangler i planleggingsfasen. På noen felt har det vært problem med erosjon i kanalene, men på grunn av effektiv gjengroing av kanalkantene er dette problemet i stor grad løst. På mange felt ble det registrert kildefremspring ute på profilene etter profilering. Disse artet seg som våte partier som ikke tørket opp og som medførte betydelig driftsmessige problemer (kjøreskader og areal som det ikke kunne kjøres på). På mange av disse feltene manglet avskjæringsgrøfter mot utmark eller disse var for grunne. Noen brukere har med varierende resultat gjennomført tiltak for å bedre forholdene.

Noen av profilene med teigbredde på 50 m hadde salrygget form på profilen (konkav

helling) og svake kanter. Salrygget profil var ikke registrert på 40 m brede teiger.

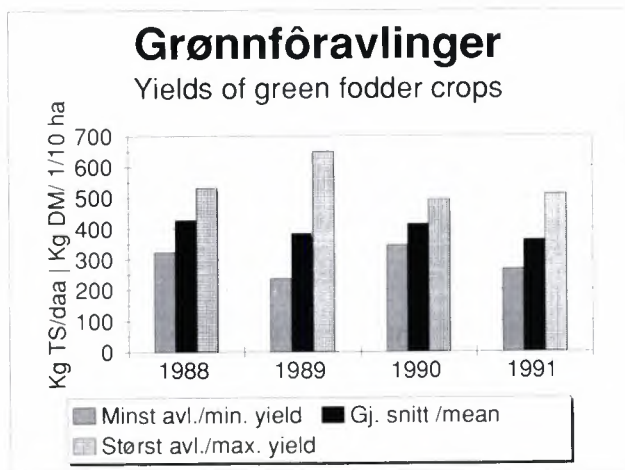
Ved feltbefaringene ble det observert at tilstanden på en rekke felt bedret seg år for år, mens det på andre felt var liten utvikling. Dette hadde nær sammenheng med brukernes innsats og interesse for å følge opp feltene. Flere brukere hadde lagt mye innsats i finplanering og sletting av overflata med bruk av slodd og planeringsskjær. Noen brukere hadde tatt den dårlige bæreevnen på feltene på alvor, kjørt på sand, unngått kjøring i regnfulle perioder og benyttet tohjuls slåmaskin ut mot kantene. Disse tiltakene hadde gitt positive resultater; jevnt plantebestand og ingen tydelige kjørespor. På den annen side vitnet felt med dype kjørespor og tråkkaskader etter beiting med storfé om at forståelsen for å behandle jorda og plantdekket forsiktig var mangelfull.

Avlingsnivå og dyrkingsteknikk

Etter gjennomført profilering, ble det tilrådd å dyrke grønnfôr i to år før det ble lagt igjen til eng. Som frøblanding til eng, ble tilrådd blanding av timotei og engrapp (Felleskjøpets frøblanding nr. 9). Denne er brukt på en del av feltene, mens en del brukere har nyttet timotei og engsvingel i blanding. Disse tre artene i blanding forekom også, samt to felt tilsådd med spesialblanding fra Vesterålen forsøksring (Timotei, engsvingel, engrapp, rød-kløver, rødsvingel og engkvein).

Det viste seg i flere tilfeller vanskelig å komme utpå feltet første vekstsesong etter profilering. Dette hadde bl.a. sammenheng med betydelig nedbør og dårlig opptørking av torva. Dette medførte at dyrkingen på flere felt kom senere i gang enn planlagt.

Som grønnfôr ble dyrket ulike blandinger; havre og fôrraps, bygg og fôrraps, havre og raigras, bygg, raigras og fôrraps, og havre, raigras og fôrraps. I noen tilfeller ble grønnfôret nyttet som dekkvekst eller høstet tidlig før høstsåing. I disse tilfellene var grønnfôravlinga liten, om lag 300 kg ts/daa i gjennomsnitt. Det var noe ugras (vassarv) på 11 av 18 felt; opp til 35 %. Det var likevel ingen entydig sammenheng mellom ugrasinholdet og avlingsnivået. Fig. 1 viser grønnfôravlinger på profilerte teiger for de ulike år. Gjennomsnittsavlinga har ligget nær 400 kg ts/daa i alle år. Det ligger 2 til 8 felt bak gjennomsnittsverdiene; flest felt i 1990 og færrest i 1988.

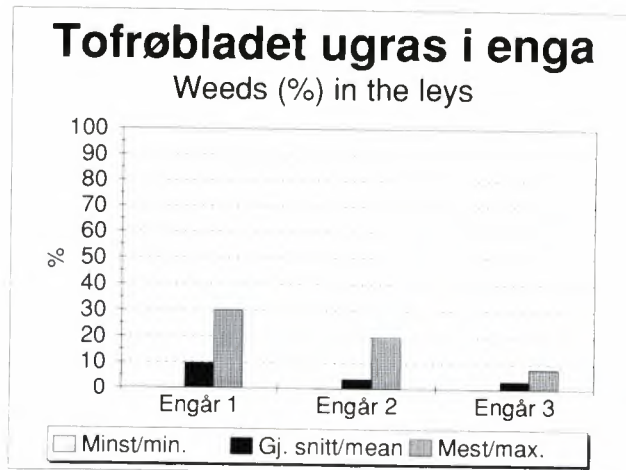


Figur 1. Grønnfôravlinger (kg TS/daa) 1988-91

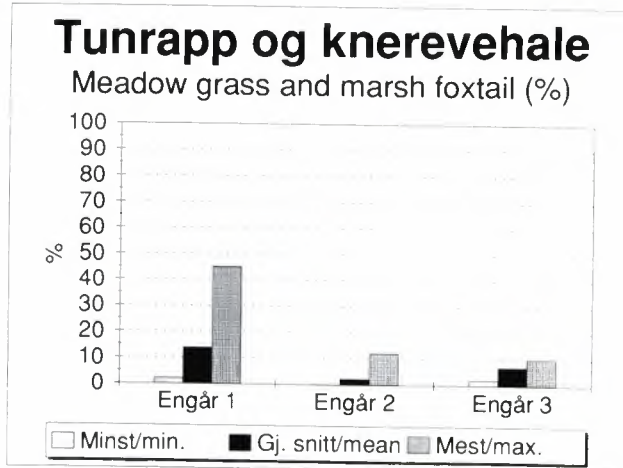
Figure 1. Yields of green fodder crops (Kg DM/ 1/10 ha) 1988-91

Når grønnfôr var dyrket i to år, ble det i de fleste tilfeller lagt om til eng. Gjenleggsmetoden varierte; grønnfôr m/gjenlegg, høstsåing og vårsåing ble brukt. I noen tilfeller må gjenlegget karakteriseres som mislykket med stort innslag av tofrøbladet ugras (vassarv) og tunrapp og knerevehale. Noen av gjenleggene med dekkvekst i 1989 var såpass mislykket at det ble fortsatt å dyrke grønnfôr ytterligere ett år. Med forholdsvis mislykket gjenlegg var avlinga av førsteårsenga liten. Det viste seg imidlertid at det sådde graset utkonkurrerte frøgraset i andre engår, og ga gode avlinger med vesentlig større andel av sådde gras enn i første engår. Andelen av tofrøbladet ugras og tunrapp/knerevehale var i gjennomsnitt moderat (fig. 2 og 3). På enkelte felt var det imidlertid store mengder vassarv eller tunrapp/knerevehale. Innholdet av tunrapp/knerevehale og tofrøbladet ugras var større i første- enn i andre engår. Av tofrøbladet ugras var først og fremst vassarv i første engår, mens i andre- og tredjeårs eng dominerte soleie. Sølvbunke kom også inn på noen felt utover i engperioden.

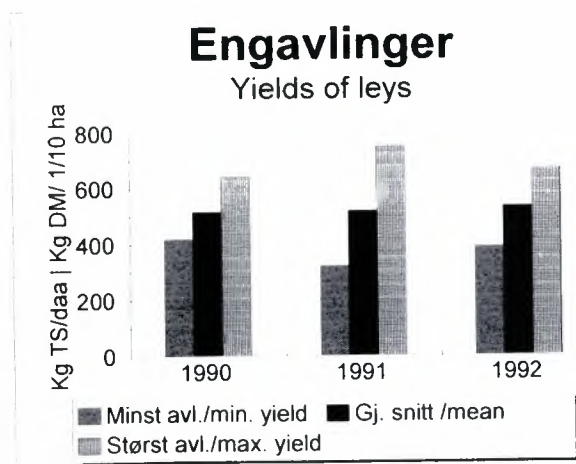
Figur 2. Andel tofrøbladet ugras i engå, %
Figure 2. Weeds in the leys (%)



Figur 3. Andel tunrapp og knerevehale i engå, %
Figure 3. Meadow grass (*Poa annua*) and marsh foxtail (*Alopecurus geniculatus*) in the leys (%)



Avlingsnivået for enga var betydelig høyere enn for grønnfôret, ca. 500 kg ts/daa i førsteslått (fig. 4). Det er bare tre av feltene som det er registrert annenslått på. I gjennomsnitt for disse feltene utgjorde annenslåttsavlinga 210 kg ts/daa med variasjonsområde 155-320 kg ts/daa. For 1990 (8 felt) var det hovedsakelig førsteårseng, og noen felter andreårseng, for 1991 (15 felt) var det første-, andre- og tredjeårseng, mens for 1992 (14 felt) er det blanding av første-, andre-, tredje- og fjerdeårseng. De sådde grasartene har klart seg bra i minst tre år. Det var mest timotei i andreårsenga, og svakt synkende timoteiandel med stigende engalder (fig. 5). Det var imidlertid store forskjeller i timoteiandel mellom feltene, noe som kunne tilskrives dårlig tilslag ved gjenlegg (1. års eng) og flere grasarter i blanding (2. og 3. års eng). I 1992 var bare tre felt kommet så langt som fjerde engår, og det er bare timotei som er gjennomgående art på disse feltene. Innslaget av engrapp var forholdsvis moderat i alle engår på de fleste felt der denne arten forekom (fig. 6). Når det gjelder engsvingel, var den bare registrert på ett felt med førsteårseng. Likevel kom den sterkt i andre- og tredje engår på flere felt (fig. 7). Dette kan ha med dårlig spiring og sterk konkurranse å gjøre. For noen av feltene var det notert at bare timoteien spirte og det var knapt registrerbar spiring for de andre artene i frøblandinga. I noen tilfeller ble det ettersådd med timotei og engsvingel for å bøte på dette. Noen felt hadde svært ujevn botanisk sammensetning, slik at resultatet av botaniseringen ble sterkt påvirket av valg av høsteruter.



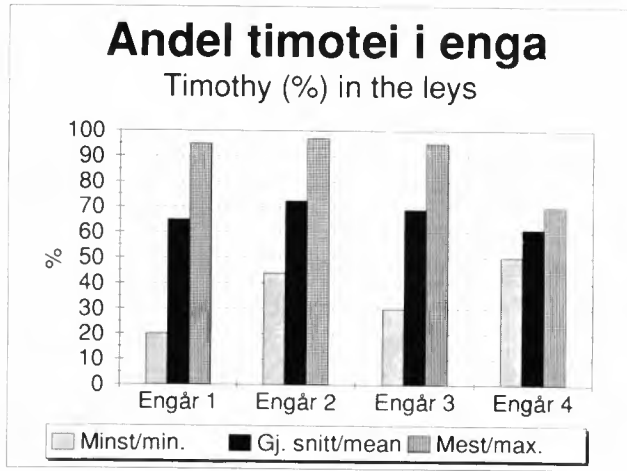
Figur 4. Engavlinger (Kg TS/DM/ 1/10 ha) 1989-92

Figure 4. Yields of leys (Kg DM/ 1/10 ha 1989-92)

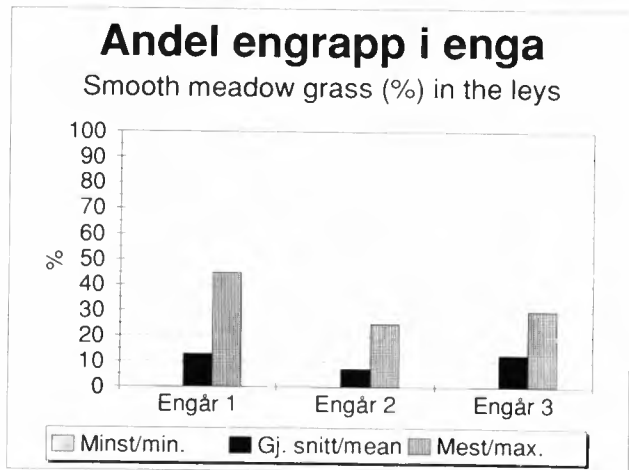
Jordegenskaper, grunnvannsregistreringer og rotundersøkelser

Detaljerte jordsmonnbeskrivelser før profilering, grunnvannsmålinger i forsøksperioden og rotundersøkelser foreligger for feltene F 4, F 7, F 9 og F 12. I tillegg har en grunnvannsdata og resultater fra rotundersøkelser for feltet F 5. Om en sammenligner tab. 1 og tab. 4, kommer det klart fram at torva i topplaget var mindre omdannet enn i dypere liggende lag. Undergrunnstorva var også sur på feltene F 4, F 9 og F 12, mens feltet F 4 også hadde surt topplag. Feltet F 7 avviker fra de andre fordi torvlaget her var tynnere enn 0,5 m og undergrunnsjorda var siltig leire. Det var noe skjellsand blandet inn i torvmassen og jordreaksjonen var nærmest nøytral i alle sjikt.

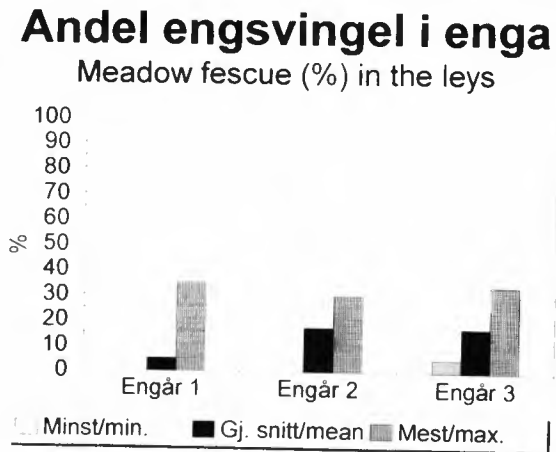
Figur 5. Andel timotei i enga, %
 Figure 5. Timothy (*Phleum pratense*) in the leys (%)



Figur 6. Andel engrapp i enga, %
 Figure 6. Smooth meadow grass (*Poa pratensis*) in the leys (%)



Figur 7. Andel engsvingel i enga, %
 Figure 7. Meadow fescue (*Festuca pratensis*) in the leys (%)



Periodevis var det høytstående grunnvann på alle felt, helt opp mot jordoverflata. Drenerbare porer beregnet ut fra 20 cm dreneringssug viser luftinnholdet i jorda under våte forhold med høytstående grunnvann (tab. 4). Undergrunnstorva hadde lavere andel drenerbare porer enn 10 % ved dette dreneringssuget. Dette innebærer at lufttilgangen til planterøttene periodevis kunne være kritisk. Ut fra drenerbare porer beregnet ut fra dreneringssug på 100 cm, var det bare feltet F 9 der andel drenerbare porer var under kritisk grense på 10 %.

Tabell 4. Jordegenskaper før profilering for jordprofiler fra utvalgte felt i Vesterålen
 Table 4. Chemical and physical soil properties before grading the surface of soil profiles from the Vesterålen region

Feltnr.	Sjikt	Prøve- dyp (cm)	Omd.- grad (v.Post)	pH	Gløde- tap (%)	Kjeld.- N (%)	Jord- tetth. (g/cm ³)	Drenb.		
								Pore- vol. (%)	porer (%)	
Location number	Horizon	Sampling depth (cm)	Degree of decomp. (v.Post)	pH	Loss on ignition (%)	Kjeld.- N (%)	Bulk density (g/cm ³)	Vol. of pores (%)	20 cm	100 cm
									Airfilled pores (%)	
F 4	Hp	10-15	4	5,6	91,5	1,86	0,17	89	11	18
	H1	25-30	5	4,3	97,9	1,89	0,20	86	4	10
	H2	60-65	6	4,3	98,4	1,29	0,12	92	9	18
F 7	Hp	10-15	3	6,8	72,0	2,64	0,23	86	6	13
	H1	25-30	2-3	6,7	74,1	2,34	0,23	86	8	15
	Cr	40-45	-	7,2	2,6	0,05	1,51	44	7	9
F 9	H1	15-20	5	4,4	94,1	2,16	0,25	83	5	8
	H2	35-40	4	4,6	91,7	2,17	0,16	90	5	9
F 12	Hp	10-15	3	5,0	40,2	1,20	0,27	86	14	21
	H1	45-50	4	4,3	89,5	2,27	0,13	91	8	15
	H2	80-85	4-5	4,5	93,8	2,47	0,12	92	7	15

Etter profilering kunne feltet F 7 karakteriseres som et felt med leirjord fordi det tynne torvlaget var sterkt blandet med undergrunnsleire under profileringen.

På torvjordsteigene var dyrkingsforholdene og mulighetene for rotutvikling dårligere nær kanalkant enn i teigside eller på toppen av teigen. Ved kanalkant der topplaget var skavet av og det tildels ble dyrket i undergrunnstorv, var bæreevnen dårligere og det var mer kjørespor enn lenger inn mot midten av teigene. Det sådde graset hadde her i stor grad gått ut, og ugras, spesielt tunrapp, hadde tatt over. Her var det få røtter dypere enn 10 cm på mer enn 50% av observasjonspunktene. De fleste torvjordsteigene hadde fått en tildels betydelig innblanding av mineraljord langs midtpartiet under kanaliserings- og profileringsarbeidet. Det hadde bidratt til å bedre bæreevnen og til å gi dypere rotutvikling enn andre steder på teigen. Her var det fra 20-25 cm dybde få røtter på mer enn 50 % av observasjonspunktene. I teigsidene var rotutviklingen omtrent til samme dybde som ved toppen av teigene.

Også på den profilerte leirjordsteigen var veksten dårligst på partiene langs kanalkantene der topplaget var skavet av. Disse partiene var også utsatt for oversvømmelse under springflo. Det meste av det sådde graset var her gått ut og tunrapp dominerte. Verken mengde av røtter eller rottybden var her større enn langs kanalkant på torvjordsteigene. Inne på teigen var heller ikke rottybden større enn på torvjordsteigene, men rottettheten var større i ploglaget.

De fleste røttene var tynnere enn 1 mm i diameter. Inne på teigene var det også et visst innslag av røtter i klassen 1-2 mm i de øverste 10 cm av jordlaget.

På en av torvjordsteigene ble det registrert grunnvann i ploglaget på flere av observasjonsstedene, og på en teig var det problem med sigevann inn på teigen. På to av torvjordsteigene var det pløyd ned tildels store husdyrgjødselmengder i 5-25 cm dybde som stoppet videre rotnedtrenging. Meitemark ble funnet på leirjordsteigen, og på 2 torvjordsteiger der mineraljord var blandet inn. Markaktiviteten var i de øverste 5 cm av ploglaget.

DISKUSJON

Utgangspunktet for mange av arealene som inngikk i prosjektet "Profilering i Vesterålen" var at de lå brakk på grunn av dårlig drenering. Erfaringene fra anleggs- og forskningsprosjekt om profilering i Vesterålen er at når kunnskapen om profileringsmetoden utnyttes ved planlegging av felt, opparbeidingen av feltene skjer forskriftsmessig og brukerne følger drifts- og dyrkingsråd for slike felt, blir resultatet vellykket og rimelig gode grovfôravlinger kan oppnås. Selv om det bare var gjennomført avlingsregistreringer på 21 av de 36 feltene som ble opparbeidet i løpet av prosjektperioden, er det bare et fåtall felt som ikke kan regnes som dyrkbare etter profilering. Merknadene i befaringsrapportene viste at det hadde vært mange problemer med flere av feltene som i 1992 sto fint og ga gode avlinger. For å få disse teigene i god hevd, hadde brukerne lagt inn mye egeninnsats og fulgt opp anbefalinger som var gitt. Alle brukerne var invitert til årlige samlinger i regi av prosjektet der erfaringer med driften ble drøftet og utvekslet mellom veileder og brukere, og brukerne imellom. Befaringen i 1992 viste også at prosjektet har hatt betydelige ringvirkninger. Flere vellykkede profilerte teiger på nabobruk vitnet om dette.

Ved planlegging og opparbeiding av felt er tiltak som gir tilstrekkelig dype kanaler og kontroll med sigevann fra utmarksarealer av avgjørende betydning for resultatet. Det kom også klart fram at prioriteringen av helling på feltene i forhold til kanaladybde, medførte praktiske driftsproblemer. Rotstudiene viste klart at rotutviklingen var dårlig ut mot kanalkanter der kanalene var for grunne. Andelen av drenerbare porer i undergrunnstorva var så liten at luftforsyningen til planterøttene periodevis kunne være kristisk. Dette er trolig årsaken til at det var lite røtter under ploglaget. Ved rotundersøkelsene ble det også påvist at det var mindre av de sådde grasartene og vesentlig mer tunrapp ut mot kanalene enn inne på teigene.

Ved befaringsene på feltene utover i prosjektperioden ble det påvist at teigene ble tørrere og fastere år for år. Noen av feltene ble kalket i forbindelse med gjenlegget. Fastere felt og bedre kalktilstand gjorde nok sitt til at avlingsnivået for eng var høyere enn for grønnfôr. Når grønnfôr ble dyrket som dekkvekst til gjenlegg, ble det sådd tynnere og

høstet tidligere enn vanlig. Dette er trolig medvirkende årsak til mindre grønnfôravlinger. Det ble oppnådd dreneringseffekt ved å pløye på tvers av teigen, som anbefalt av prosjektledelsen. Flere av gardbrukerne videreutviklet dette ved å pløye på skrå over feltet eller i fiskebeinsmønster, og oppnådde gode resultater. Der det var pløyd på langs av teigen hadde det mye lettere for å dannes kjørespor, enn der det var pløyd på skrå eller på tvers av teigen. Dette var særlig tydelig ut mot kanalkantene.

Et fenomen som ble observert på mange felt i flere år, var dårlig vekst på grasnet ut mot kanalkantene. Det kan være flere årsaker til dette. Ytterst mot kanalkantene er det tatt bort mest av torva, og enten undergrunnstorv eller mineraljord utgjorde det nye topplaget. Jordanalyser (tab. 4) gir grunnlag for å si at undergrunnsjorda kunne være svært sur og hadde relativt høyt C/N forhold. Det tar tid å få tilstrekkelig næringstilstand og et C/N forhold for god plantevekst. På grunn av immobilisering av nitrogen, er det viktig med tilstrekkelig nitrogen gjødsling. Kalking vil være nødvendig for å unngå misvekst i mange tilfeller. Befaringene ga inntrykk av at gardbrukerne hadde positive erfaringer med bruk av moderate mengder husdyrgjødsel både til grønnfôr og eng og at det bidro til å sette fart i veksten på kantene mot kanalene. Under arbeidet med rotundersøkelsene ble det likevel påvist nedpløyd husdyrgjødsel som var lite omdannet. Denne gjødsla virket hemmende på rotveksten, og i et tilfelle ble det registrert at det under nedbrytningen av gjødsla var dannet brennbar gass (metan). Det er også ut mot kanalkantene at torva er mest bæresvak og våt, og følgelig utsatt for kjøreskader. Særlig der kanalene var for grunne vil dette være et problem.

Prosjektet har vært for kortvarig til å kunne fastslå om det blir varig stabile grasavlinger på profilerte felt. De arealene som i 1992 hadde fjerdeårs-eng ga minst like stor avling som yngre eng og hadde 53 - 90 % sådde grasarter. I forhold til utgangspunktet, som i mange tilfeller var arealer som ikke var i bruk, må resultatet sies å være godt. Mange av brukerne ga utvetyding uttrykk for at de var godt fornøyd med sine profilerte teiger og flere hadde også profilert andre områder på eiendommen. Med stor nedbør har det vært problemer med å etablere grønnfôr på noen felt, og gjenlegg til eng har i en del tilfeller vært helt eller delvis mislykket. Likevel tyder det på at selv om ting mislykkes et år, har de fleste fått til etablering av vekst senere. Det kan være aktuelt å gjennomføre en oppfølgende undersøkelse f.eks. om fem år for å klarlegge om de profilerte teigene har fått varig forbedret dyrkingspotensial.

Denne undersøkelsen har vært basert på jord som er drevet av gardbrukere. Dette gjør at en i prosjektet har fanget opp mange av de problemene som brukerne møter i praksis. I forhold til tradisjonelle forsøk, er materialet heterogent og statistiske beregninger er av liten verdi. Kombinasjonen av grunnundersøkelser, jordanalyser, rotundersøkelser, grunnvannsmålinger og avlingsregistreringer har bidratt til å gi et helhetlig bilde av dyrkingsforholdene på de profilerte arealene. Sammenholdt med brukernes erfaringer og inntrykk fra befaringer, kan en slå fast at profileringsmetoden er svært aktuell også i nedbørrike strøk med torvjord.

SAMMENDRAG

Profilering av torvjord på gardbruk i Vesterålen ble undersøkt i perioden 1988-1992.

Profileringsmetoden viste seg egnet til drenering av torvjordarealer i nedbørrike strøk. Med denne metoden var det mulig å få arealer som hadde gått ut av drift pga. dreneringsforholdene, i god hevd. En forutsetning for vellykket resultat var grundige forundersøkelser, og planlegging av kanaler og avskjæringsgrøfter i forhold til jord og terrengforhold. Kanalene burde være minst 1 m dype etter fullført profilering og hellinga på teigene burde være 5-6 %. God kommunikasjon mellom planleggere og maskinførere under profileringarbeid var av avgjørende betydning for resultatet. Det måtte påregnes mer egeninnsats og oppfølging fra brukerne for å få de profilerte arealene i god hevd enn ved tradisjonell grøfting.

På de profilerte teigene har det vært stabile engavlinger med stigende engalder opp til 3-4 år, og det har vært lite overvintringsskader. Prosjektets varighet har vært for kort til å kunne fastslå om de profilerte arealene vil ha permanent bedret dyrkingspotensial.

LITTERATUR

Brekke, O. 1988. Prosjekt Profilering. Rapport nr. 1. 31 s.

Hagerup, H. 1973. Eit kultiveringsforsøk på "Brenntorvmyr" Stavik i Hustad. Medd. fra Det norske myrselskap 71 (6): 217-233

Halvorsen, H. 1974. Grøftforsøk på myr i Vesterålen. Ny Jord 61 (2): 53-66

Haraldsen, T.K. & T.E. Sveistrup 1986. Jordfysiske undersøkelser i Nord-Norge. NLVF-sluttrapport 603. 13 s.

Haraldsen, T.K. & T.E. Sveistrup 1989. Noen resultater av 10 års jordforskning ved SFL Holt: Ulike dreneringsmetoder på myr. Norden 93 (15): 14-15

Haraldsen, T.K. & T. Waag 1991. Driftskontrollen i grovfôr dyrkinga, en database for avlings-, jord- og klimadata. Norsk landbruksforskning 5: 279-304

Hornburg, P. 1982. Dyrking av myr uten drensgrøfter. Norden 86 (22): 19

Hovd, A. 1956. Dyrking av brenntorvmyr. Medd. fra Det norske myrselskap 54 (1): 1-11, (2): 65-72

Hovde, A. & K. Myhr 1980. Grøftforsøk på brenntorvmyr. Forskning og forsøk i landbruket 31 (1): 53-66

Kristiansen, K. 1960. Forsøk på myr med brenntorvkarakter. Ny Jord 47 (2): 49-70

Lindberg, K. 1989a. Profilering av myrjord. Landbruksteknisk Institutt, Rapport nr. 10. 28 s.

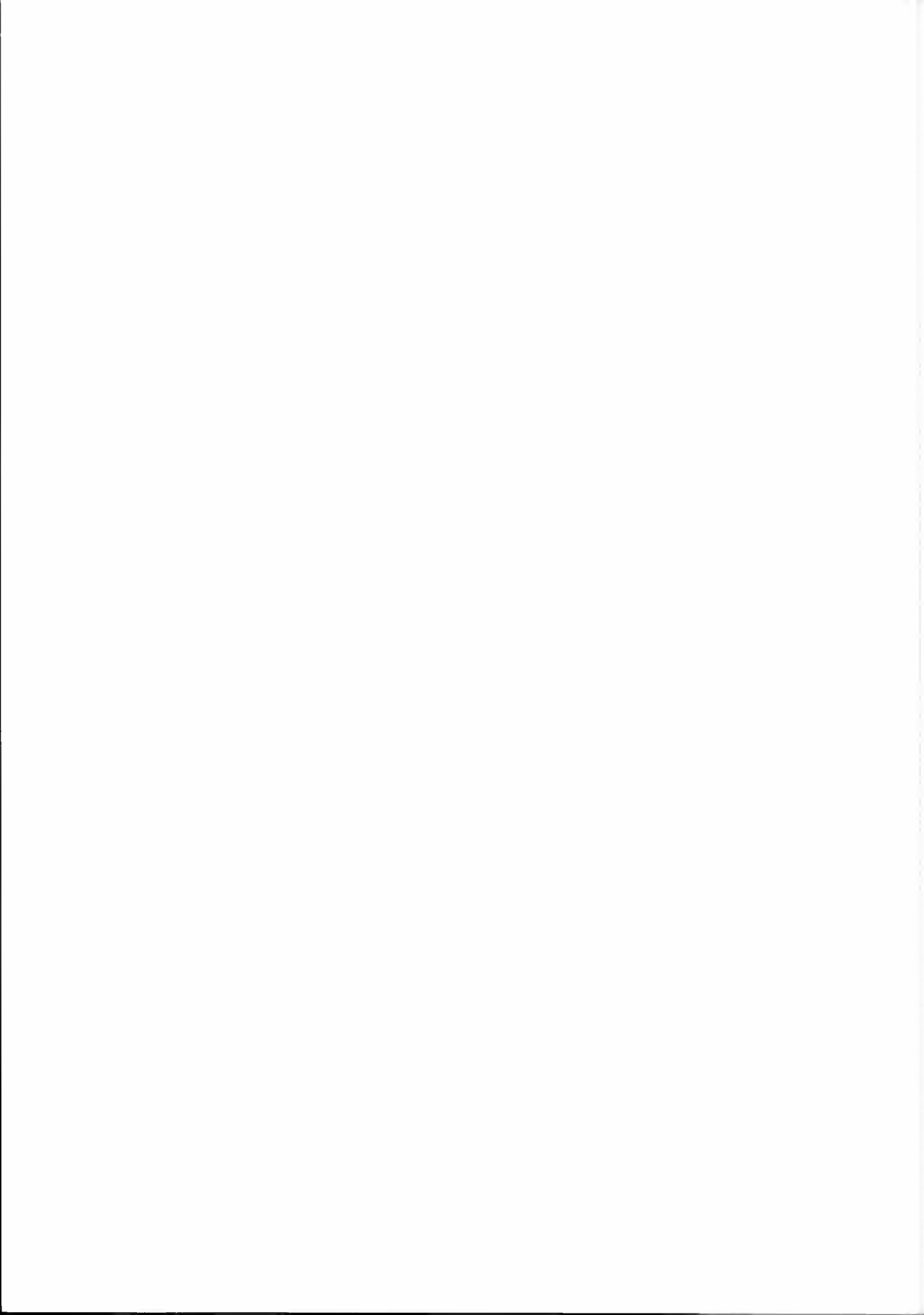
Lindberg, K. 1989b. Profilering av myrjord, planlegging, forundersøkelser, Norden 93 (2): 14-16

Pestalozzi, M. 1987. Driftskontroll i grovfôrdyrkinga. Buskap og avdrått 39 (4): 102-106

Redvedt, K. 1960. Forsøkene på Elvestad i Langenes. Ny Jord 47 (1): 21-28.

Redvedt, K. 1974. Grøfte- og teigpløyingsforsøk i Sortland. Ny Jord 61 (4): 111-116.

Sveistrup, T.E. 1984. Retningslinjer for beskrivelse av jordprofil. Jord og myr 8 (2): 30-77.



RETTLEIING FOR FORFATTARAR

MANUSKRIPDET

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

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

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

TITTELSIDA

På tittelsida skal stå:

1. Tittelen på artikkelen.

Gjer tittelen presis, men så kort som råd. Undertittel kan brukast, men òg han må vera stutt. Både tittel og undertittel skal vera omsette til engelsk.

2. Ein forkorta tittel, som skal brukast som kolumnetittel, og som ikkje bør vera på meir enn 40 bokstavar.

3. Fullt namn på alle forfattarar.

4. Namn og adresse på institusjonar og/eller avdelingar med fagleg ansvar for granskinga. Institusjonsnamna skal også vera på engelsk.

UTDRAG OG 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 mot eventuell korrespondanse, korrektur og særprent.

ETTERORD

Takk skal rettast berre til personar som har ytt noko vesentleg til granskinga. Forfattaren skal sikra seg at personar som vert nemnde, kan gå god for resultat og konklusjonane i artikkelen.

TABELLAR

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

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

FIGURAR

Alle illustrasjonar vert rekna som figurar. Dei skal nummerast med arabiske tal. Bokstavar, tal og symbol må vera klare, stå i høve til kvarandre og vera store nok til å tåla minsking. Forfattaren bør gjera seg opp ei meining om figurane skal dekkja 1, 1½ eller 2 spaltar og teikna figurane slik at tal og bokstavar i alle vert om lag like store etter minskinga. Fotografi bør vera så nær den prenta storleiken som mogleg. Om forstørring eller minsking er viktig for fotografiet, bør målestokken stå på baksida av fotografiet og ikkje i teksta til bildet. Kvar figur skal ha ei tekst som gjer han skjonleg 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 & Vestheim (1985) eller (Oen & Vestheim 1985). Når det er fleire enn to forfattarar, skal ein visa til første forfattaren med tillegget «et al.»: Aase et al. (1977) eller (Aase et al. 1977). Litteraturlista vert ordna alfabetisk etter forfattarnamn, og under kvar forfattar i kronologisk orden. Er ein vist til fleire publikasjonar av same forfattar same året, må ein føya til a, b osv. etter årstalet både i litteraturlista og ved tilvising i teksta.

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

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

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

Strømmes, R. 1983. Maskinell markberedning og manuell plan-ting. *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 strand-røyr og nokre andre grasartar. *Forskning og forsøk i landbru- ket* 27: 575-604.

Legg merke til at:

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

FORKORTINGAR

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

KORREKTUR

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

SÆRPRENT

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

Norsk landbruksforskning
Norwegian Agricultural Research

Vol. 7 1993 Nr. 2

Innhold/Content	Side/Page
Virkning av kalking på jordreaksjoner i nedbørsrike strøk <i>Effects of liming on soil Ph in an area with high precipitation</i>	Torstein Mo & Jon Furunes 109
Høstbehandling i engrappfrøeng <i>Autumn treatment in smooth meadowgrass (Poa pratensis L.) grown for seed</i>	Trygve Sveen Aamlid 117
Tilsetning av organiske syrer til smågrisfôr. En oversikt . . . <i>Supplementation of organic acids to piglet rations. A review</i>	Thor Homb 139
Nedkjøling av gulrot. Verknad på lagringsevne og kvalitet <i>Prestorage of carrots. Effects of storage ability and quality</i>	Halldor Hoftun 147
Bekjempelse av kålfluer i kålrot og fôrraps i Nord-Norge <i>Control of the brassica root flies (Delia radicum and D. floralis) in swedes and forage rape in northern Norway</i>	Tor Jacob Johansen 157
Vatning etter nedbørunderskudd <i>Scheduling irrigation based on precipitation deficit</i>	Einar Myhr 165
Innhold av bly, kadmium og PAH i grønnsaker og bær langs Europavei 18 <i>The content of lead, cadmium and PAH in vegetables and strawberries alongside the E18 motorway</i>	Gunnar Guttormsen 175
Gjødsling til fotballbaner tilsådd med flerårig raigras <i>Fertilizing regimes on soccer pitches sown with perennial ryegrass</i>	Jorulf Øyen, Svein O. Grimstad & Ådne Håland 191
Verknad av våtkompostert og tilsvarande ubehandla blaut storfe gjødsel til eng og grønnsaker <i>The effects of wet composted, and corresponding untreated cattle slurry on grassland and green fodder crops</i>	Kristen Myhr, Einar Knudsen & Samson L. Øpstad 201
Profilering av myrarealer i Vesterålen <i>Grading the surface of peat soils in Vesterålen, northern Norway</i>	Trond Knapp Haraldsen, Hilde Bakke, Tore E. Sveistrup & Knut Lindberg . . . 217