

Norsk landbruksforskning

Norwegian Agricultural Research

Vol. 5 1991 Nr. 2

NISK, BIBLIOTEKET



70266707

01 JULI 1991



Statens institutt for skogforskning
biblioteket
- 1432 ÅS-NLH

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

NORSK LANDBRUKSFORSKING / NORWEGIAN AGRICULTURAL RESEARCH

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

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

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

Ansvarlig redaktør/*Managing Editor*, Jan A. Breian

Redaksjonsråd/*Editorial Board*

Birger Halvorsen, Norsk institutt for skogforskning
Sigmund Huse, Norges landbrukshøgskole, Institutt for
biologi og naturforvaltning
Ådne Håland, Særheim forskingsstasjon
Åshild Krogdahl, Institutt for akvakulturforskning
Karl Alf Løken, Norges landbrukshøgskole, Institutt for
tekniske fag
Torolv Matre, Norges landbrukshøgskole, Institutt for hus-
dyrfag
Einar Myhr, Norges landbrukshøgskole, Institutt for tekni-
ske fag
Nils K. Nesheim, Norges landbrukshøgskole, Institutt for
økonomi og samfunnsfag
Kjell Bjarte Ringøy, Norsk institutt for landbruks-
økonomisk forskning
Ragnar Salte, Institutt for akvakulturforskning
Martin Sandvik, Norsk institutt for skogforskning
Hans Sevatal, 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 bio-
logi og naturforvaltning
Asbjørn Svensrud, Norges landbrukshøgskole, Institutt for
skogfag
Geir Tutturen, Norges landbrukshøgskole, Institutt for tek-
niske fag.
Odd Vangen, Norges landbrukshøgskole, Institutt for hus-
dyrfag
Sigbjørn Vestrheim, Norges landbrukshøgskole, Institutt
for hagebruk
Kåre Årsvoll, Statens plantevern

UTGIVER/*PUBLISHER*

Statens fagteneste for landbruket/*Norwegian Agricultural Advisory Service*, Moerveien 12, 1430 Ås, Norway. Norsk landbruksforskning/*Norwegian Agricultural Research* (ISSN 0801-5333) blir utgitt med fire hefter pr. år som utgjør et volum. Hvert hefte skal være på ca. 100 sider. Abonnementsprisen er NOK 400,- pr. år. Eventuelle supplementer vil bli sendt gratis til abonnenter, men kan bestilles separat hos utgiveren.

KORRESPONDANSE/*CORRESPONDENCE*

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

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

ISSN 0801-5333

Er det forskjell i kjøttkvalitet mellom storferaser?

-en litteraturstudie

Differences in meat quality between cattle breeds?

- A review

JAN BERG & LAILA AASS

Norges landbrukshøgskole, Institutt for husdyrfag, Ås, Norge

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

Det er i seinere tid stadig dukket opp påstander om forskjell i sensorisk kjøttkvalitet mellom de ulike storferasene, og at kjøtt fra vår egen Norsk rødt fe (NRF) ikke kan måle seg med kjøtt fra kjøttferaser. Fra tid til annen fremkommer også påstanden om at kvaliteten av norsk storfekjøtt er dårligere enn utenlandsk kjøtt. Forbrukerne har selvfølgelig krav på best mulig kvalitet, men også sett i forhold til mulighetene for økt konkurranse med importert kjøtt er det viktig med en mer inngående diskusjon om dette temaet.

Spisekvalitet har for konsumentene først og fremst sammenheng med de sensoriske egenskapene ved kjøttet, hvor mørhet og saftighet sannsynligvis er viktigst fulgt av smak, farge, lukt, og generelt inntrykk. Mørhet kan måles objektivt som skjæremotstand (e.g. Warner-Bratzler, Volodkevich) eller vurderes subjektivt av et testpanel (sensorisk

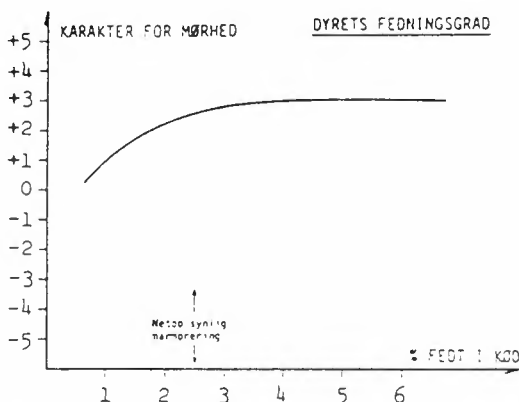
bedømmelse). Disse to metodene gir imidlertid ikke alltid samstemmige resultater. Fordi sensorisk bedømmelse sannsynligvis kommer nærmest konsumentenes oppfatning av spisekvalitet, er hensikten med denne artikkelen å gi en sammenstilling av tilgjengelig litteratur hvor sensorisk kvalitet av ulike storferaser er sammenlignet.

FAKTORER SOM PÅVIRKER SPISEKVALITETEN

Mørhet er en sammensatt sensorisk egenskap, der bl.a. avbitingskraft, tyggemotstand, munnfølelse og saftighet sammen bidrar til det totale mørhetsinntrykket. Som for andre kvalitetsegenskaper blir mørhet påvirket av forhold både før og etter slaktning (*ante mortem* og *post mortem* faktorer). Hvilke biologiske faktorer

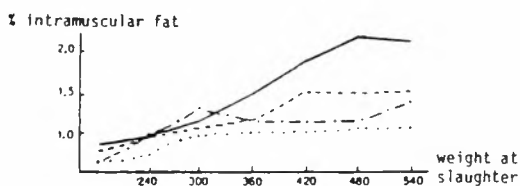
som styrer egenskapen mørhet er ikke tilstrekkelig klarlagt, men hovedkomponentene synes å være knyttet til mengde og spesielt kvalitet av bindevev, proteinene i myofibrillen og innhold av intramuskulært fett (Totland, 1987, Laack & Smulders, 1990).

I en rekke undersøkelser er det funnet tydelig positiv sammenheng mellom intramuskulært fett (marmorering) og kjøttets mørhet, men også mellom intramuskulært fett



Figur 1. Forholdet mellom intramuskulært fett og mørhet i ytrefilet (Sørensen & Buchter, 1985).

Figure 1. Relationship between intramuscular fat and tenderness in M. Longissimus dorsi. (Sørensen & Buchter, 1985).



Figur 2. Virkning av vekt ved slakting og fôrstyrke på mengden intramuskulært fett (Sørensen & Buchter 1985).

Figure 2. The influence of weight at slaughter and feeding level on intramuscular fat (Sørensen & Buchter 1985).

og egenskaper som saftighet og smak (Andersen & Malmfors, 1990). Mens amerikanske undersøkelser (Dikeman, 1990) viser at 3-5% intramuskulært fett er nødvendig for å oppnå tilfredsstillende mørhet, saftighet og smak, anbefaler svenske kjøttforskere minst 2,0-2,5% intramuskulært fett (Andersen & Malmfors, 1990). En dansk undersøkelse (Sørensen & Buchter, 1985) viser derimot at en økning av mengden intramuskulært fett utover 4% ikke gir ytterligere bedring av mørheten (Figur 1). I den samme undersøkelsen ble det også funnet en klar sammenheng mellom både fôrstyrken og alderen ved slakting og mengden intramuskulært fett i kjøttet (Figur 2).

Bindevevsdrag (perimysiet) deler muskelen opp i gradvis mindre enheter (muskulbunter). Med økende slaktealder vil bindevevet bli sterkere og resultere i seigere kjøtt. Siden bindevevsfattige stykningsdeler endres lite i mørhet ved økende alder, i motsetning til bindevevsrike stykningsdeler (Shorthouse & Harris, 1990) er det nødvendig å skille mellom bindevevsfattige og bindevevsrike stykningsdeler når kjøtt fra ulike dyr sammenlignes.

Flere undersøkelser har også vist at fôrstyrken og dermed veksthastigheten, ved siden av slaktealder, klart påvirker mørheten av kjøttet. Noe av den positive effekten av sterk fôrstyrke kan riktignok skyldes mer intramuskulært fett, men endring i bindevevets egenskaper blir ofte forklart som årsak (Aberle et al., 1981, Fishell et al., 1985, Ashmore et al., 1988). Andre undersøkelser antyder fôrstyrkens innvirkning på mengden proteolytiske enzymer i kjøttet som en mulig årsak (Calkins et al., 1987). De proteolytiske enzymene er viktige for selve mørningsprosessen etter slakting.

Den enkelte muskelbunt består av flere muskelfibrer som igjen består av mange lange celler (myofibriller) ved siden av og etter hverandre. Etter avliving dannes det sterke

bindinger mellom myofibrillene (*rigor mortis*) som etter hvert avtar. Under selve mørningen bryter de proteolytiske enzymene i muskelen ned proteinene i myofibrillen, slik at bruddstyrken til myofibrillen avtar. Behandlingen av slaktedyrene før, under og etter slakting kan imidlertid sterkt påvirke denne prosessen. Ved for rask nedkjøling av slakteskrotten før rigor inntreer, trekker muskelen seg sammen og kjøttet blir seigt (kuldeforkorting). Elektrisk stimulering av slaktet hindrer imidlertid at det oppstår kuldeforkorting, samtidig som elektrisk stimulering synes å øke mørningshastigheten fordi de proteolytiske enzymene blir aktivert (Dutson og Pearson, 1985, Braathen, 1987). I denne sammenheng bør også nevnes at slaktedyrr som utsettes for altfor store fysiske og psykiske anstrengelser før slakting kan utvikle DFD (dark, firm, dry) kjøtt. DFD kjøtt har generelt dårlig holdbarhet pga. for høy pH. I tillegg er det vist at skjærekraften (WB - shear value) er størst i kjøtt som har slutt pH i området rundt 6,0 (5,8-6,2), parallelt med at fiberlengden er minst i dette pH-området (Purchas, 1990).

Vi har nå sett at en rekke ytre forhold virker inn på kjøttets spisekvalitet. Samtidig er det forskjell mellom storferaser både i evne til å avleire intramuskulært fett, mengde og sammensetning av bindevev og ikke minst når det gjelder størrelsen på de enkelte muskelfibrer og antall fibrer i hver muskelbunt (Dikeman, 1990). Hvorvidt disse forskjellene resulterer i merkbare forskjeller i spisekvalitet blir drøftet i neste kapittel.

Saftighet blir ofte nært knyttet til mørhet, selv om dette strengt tatt er to adskilte sensoriske egenskaper. Seigt kjøtt kan således være saftig, og mørt kjøtt kan være tørt. God saftighet er karakterisert ved at kjøttet skal kjennes saftig under hele tyggeprosessen. Saftighet bestemmes av intramuskulært vanninnhold, samt innhold av intramuskulært fett. Intramus-

kulært fett blir på et vis bindeledd mellom saftighet og smak, med betydning for begge egenskaper.

SAMMENLIGNING AV STORFERASER

Det er i Norge foreløpig ikke gjennomført systematiske undersøkelser hvor spisekvalitet mellom ulike storferaser er sammenlignet. I en mindre norsk undersøkelse (Østtveit, 1984) ble det ikke funnet noen forskjell i sensorisk bedømmelse av ytrefilet (*M. longissimus dorsi*) mellom et tilfeldig utvalg av NRF-slakt og kjøtt fra Hereford, importert fra USA. Hverken slaktealder eller fôrstyrken til noen av disse dyrene var imidlertid kjent.

Aass (1990) har sammenlignet rene NRF-okser med kryssingene Angus x NRF, Charolais x NRF og Hereford x NRF. Sensorisk analyse er foreløpig ikke utført i dette forsøket (Tabell 1). Forsøket gav generelt inntrykk av at kjøttfe-karakteristika kommer klart til uttrykk hos NRF-kryssingsdyr. Charolais-kryssingene skilte seg ut med mer kjøttfulle og magrere slakt enn de andre gruppene. Dette gjenspeilte seg også i større areal av ryggmuskelen, der forskjellen fra de andre gruppene var tydelig. Angus-gruppen hadde det høyeste innholdet av intramuskulært fett, fulgt av NRF og Hereford, mens Charolais x NRF hadde relativt lav intramuskulær fett%. Dyrene ble riktignok sammenlignet ved lik slaktevekt, men alder ved slakting tyder på at NRF-oksene har fått sterkere fôring enn kryssingsdyrene, noe som kan ha virket inn på resultatene. Undersøkelsen viser at selv om de fleste kjøttkvalitets-egenskapene kan endres gjennom miljømessig påvirkning (fôrstyrke, slaktealder, slakteprosedyre, modning o.a.) er mulighetene for genetisk endring klart tilstede. Både for egenskaper som mørhet, saftighet og intramus-

Tabell 1. Noen viktige slakte- og kjøttkvalitetsegenskaper på NRF x Charolais, NRF x Angus, NRF x Hereford og ren NRF (Aass, 1990)

Table 1. Some important carcass- and meat quality characteristics of NRF breed and its crosses with Charolais, Angus and Hereford (Aass, 1990)

Egenskap Trait	NRF x Charlolaais	NRF x Angus	NRF x Hereford	NRF
n	26	20	22	31
Alder ved slakting (dager) Slaughter age (days)	559	602	638	455
Slaktevekt (kg) Carcass weight (kg)	311	306	305	292
Klassifisering, kjøttfylde ¹ Quality score, muscularity	15.7 ^b	14.9 ^a	15.3 ^{ab}	15.0 ^c
Klassifisering, fethetsgrad Quality score, fatness	4.9 ^b	7.7 ^a	7.2 ^a	8.6 ^a
Areal av ryggmuskel (M.l.dorsi) (cm ²) Longissimus muscle area (cm ²)	83 ^b	73 ^a	67 ^a	68 ^a

¹ Klassifisering kjøttfylde: poeng 3-16, hvor 16 er best.
Quality score, muscularity: score 3-16, where 16 is best.

a, b og c: forskjellig bokstav indikerer signifikant forskjell (P<0.05).

a, b and c: superscripts indicate significant difference (P < 0.05).

kulært fett er arvbårheten moderat til høy (Aass, 1990).

Litteraturundersøkelsen viser ellers stor variasjon i resultater ved sammenligning av spisekvalitet mellom ulike raser og rasekombinasjoner (Tabell 2). I en rekke nye og eldre undersøkelser kan forskjellen i spisekvalitet mellom rase tilskrives innslag av Zebu eller Zebu-kryssinger, som bl.a. blir mye brukt i de mer subtropiske og varme strøk av USA. Riley et al. (1987) fant f.eks. signifikant dårligere kjøttkvalitet (mørhet, saftighet) på Zebu, men liten eller ingen forskjell mellom de andre rasene i en sammenlikning mellom Angus, Hereford, Jersey, Frieser og Zebu. Liknende

resultater er oppnådd i en rekke undersøkelser (Cole et al., 1958, Ramsey et al., 1963, Luccett et al., 1975, Koch et al., 1982, McKeith et al., 1985 og Stiffler et al., 1985). Nyere undersøkelser har imidlertid vist at denne negative effekten av Zebu kan skyldes lavere mengde eller aktivitet av naturlig forekommende proteolytiske enzymer i muskelvevet, noe som har stor betydning for mørningsprosessen etter slakting (Johnson et al., 1990). Det er likevel referert undersøkelser hvor det ikke er funnet noen forskjell mellom Zebu og andre raser i spisekvalitet (Lynn et al., 1981, Montgomery et al. 1981, Calkins, 1982, Johnson et al., 1988 og Sturgeon et al., 1989). For euro-

Tabell 2. Oversikt over forsøk hvor det er foretatt en sensorisk sammenligning mellom ulike raser og rasekombinasjoner.

Table 2. Overview of experiments comparing sensory effects between different breeds and crossbreeds.

Referanse/ Reference	Year	Sammenligning	Forskjell mellom rase i:		
		ved konstant:	Diff. between breeds in:		
		Comparison at the same:	Mørhet Tenderness	Imf*	Saftighet Juiciness
Cole et al.	1958	v/w**	Ja	-	-
Ramsey et al.	1963	v/w, a	Ja	Ja	Ja
Kennick et al.	1965	v/w	Ja	-	-
Bramblett et al.	1971	v/w	Ja	-	Ja
Ziegler et al.	1971	v/w	Ja	Ja	Ja
Bond et al.	1972	v/w	Ja	-	-
Winfree	1973	v/w	Nei	-	-
Luckett et al.	1975	a	Ja	-	-
Hawrysh & Berg	1975	a	Ja	-	Ja
Dikeman & Crouse	1975	a	Nei	Nei	Nei
Koch et al.	1976	v/w, a, m	Ja	Ja	Nei
Berry et al.	1976	v/w, a, m	Nei	-	Nei
May et al.	1977	a	Nei	-	Nei(Ja)
Adams et al.	1977	a	Nei	Ja	Ja
Moody et al.	1978	a	Nei	-	Nei
Koch et al.	1979	v/w, a, m	Ja	Ja	Nei
Foster et al.	1979	v/w, a, m	Nei	-	-
Moore & Bass	1978	a	Ja	Nei	Nei
Lynn et al.	1981	a	Nei	-	Ja
Pallardy et al.	1981	a	Ja	-	Ja
McCurdy et al.	1981	a	Nei	-	-
Montgomery et al.	1981	a	Nei	-	-
Koch et al.	1982	a	Ja	Ja	Ja
Liboriussen et al.	1982	a	Nei(Ja)	Ja	-
Lalande et al.	1982	v/w	Nei	-	Ja
Calkins	1982	a	Nei	-	-
Taylor	1982	a	Nei	Nei	Nei
Cross et al.	1984	a	Nei	Ja	Nei(Ja)
Johnson et al.	1984	a	Nei	Ja	Nei
Griffin	1984	a	Nei	-	Nei
Crouse et al.	1985	m	Nei	-	Nei
McKeith et al.	1985	a	Ja	Nei	-
Stiffler et al.	1985	a	Ja	-	-
Riley et al.	1986	a	Ja	Ja	Ja
Vanderwert et al.	1986	m	Ja	Ja	Ja
Johnson et al.	1988	a	Nei	Nei	Nei
Destefanis & Barge	1988	a	Ja	-	Ja
Dufey	1988	a	Ja	Ja	Ja
Hankey et al.	1988	a	Nei	-	Nei
Sturgeon et al.	1989	v/w	Nei	-	Nei(Ja)
Wheeler et al.	1989	m	Nei	-	Nei
Johnson et al.	1990	m	Ja	-	-
Kögel et al.	1990	a	Ja	Ja	Nei
Guhe et al.	1990	a	Ja	Ja	Ja

*Imf = intramuskulært fett/intramuscular fat

- = ikke undersøkt/not tested

** a = alder/age, v/w = vekt/weight,

m = modenhet/maturity

peiske forhold generelt og norske forhold spesielt, vil imidlertid effekten av Zebu kun ha teoretisk interesse da bare europeisk tamfe blir brukt i kjøttproduksjonen.

I en sammenligning mellom en rekke raser og rasekombinasjoner ble mørheten i ytrefilet hos Angus, Hereford og Jersey bedømt best i sammenligning med kontinentale kjøttfaser og Frieserkryssninger (Moore og Bass, 1978). Rett etter slaktning ble ytrefilet skåret ut og lagret ved 10°C i 24 timer før frysing. Forfatterne antyder derfor kuldeforkorting som mulig årsak til forskjellen i mørhet. Det ble ikke funnet forskjeller mellom raser m.h.p. saftighet eller innhold av intramuskulært fett i denne undersøkelsen.

Denne graderingen av spisekvalitet mellom de tidlig modne rasene Angus, Hereford, Jersey og de kontinentale kjøttfaserne samt Frieser, blir ofte referert i tidlige undersøkelser. Cole et al. (1958), Kennick et al. (1965) og Ziegler et al. (1971) fant alle bedre mørhet i ytrefilet hos Hereford eller Angus i sammenligning med ulike Charolais-kryssinger eller Holstein.

Mellom tidlig og seint modne raser er det imidlertid betydelig variasjon i vekstevnen. Med stigende slaktevekt vil feithetsgraden øke sterkere hos tidlig modne enn seint modne raser. Denne forskjellen vil øke med stigende slaktevekt. I de refererte undersøkelsene ble rasene sammenlignet ved konstant vekt. Forskjellene i spisekvalitet mellom tidlig og seint modne raser kan derfor delvis forklares med forskjell i slaktekroppens sammensetning og modenhet.

Ved samme slaktealder vil derimot forskjellen i slaktekroppens sammensetning kunne bli mindre på grunn av ulik sluttvekt. De gode resultatene Jersey og Jersey-kryssninger som regel oppnår (Ramsey et al., 1963, Bond et al., 1972, Koch et al., 1976 m.fl.) blir av Dikeman (1990) forklart med bedre marmore-

ring, uansett om sammenligningen blir foretatt ved samme slaktealder eller samme slaktevekt.

I langt de fleste undersøkelsene hvor raser er sammenlignet m.h.p. sensorisk kjøttkvalitet, er dyrene gitt lik forstyrke og slaktet ved samme slaktealder. Denne metoden kan muligens forklare hvorfor det i så få av disse undersøkelsene er registrert forskjeller mellom raser. Både i forsøkene til Berry et al. (1976), Foster et al. (1979), Taylor (1982), Cross et al. (1984), Johnson et al. (1984), Crouse et al. (1985), Johnson et al. (1988) og Wheeler et al. (1989) ble tidlig modne raser sammenlignet med seint modne raser ved lik alder uten at det ble funnet noen forskjell i spisekvalitet. I undersøkelsene til Sturgeon et al. (1989) og Hankey et al. (1988) ble tidlig og seint modne raser sammenlignet ved samme feithetsgrad (slaktemodenhet) uten at det ble funnet noen forskjell. Imidlertid fant Pallardy et al. (1981) klart bedre smaks kvalitet hos Anguskryssinger i sammenligning med Charolaiskryssinger ved lik alder. Liknende resultater ble også funnet av Vanderwert et al. (1986) i en sammenligning mellom Angus og Limousin, der forskjellen delvis forklares med forskjell i mengde intramuskulært fett.

I sammenligning mellom ulike kjøttfaser som er mer like med hensyn til veksthastighet og alder ved modning, er det derimot ikke funnet noen undersøkelser i litteraturen som har observert forskjell i smaks kvalitet. Mellom kjøttfaser og melke- eller kombinasjonsraser er det derimot registrert forskjell. Kögel et al. (1990) fant bedre mørhet hos Blonde d'Aquitaine i sammenligning med tyske, lokale kombinasjonsraser, selv om sistnevnte hadde høyere innhold av intramuskulært fett. I en italiensk undersøkelse ble f.eks. Frieser gitt dårligere karakter for mørhet og delvis også saftighet sammenlignet med ulike kontinentale kjøttfaser (Destefanis & Barge, 1988). I andre undersøkelser er Frieser og

Frieserkryssinger imidlertid bedre (Guhe et al., 1990) eller like god som andre raser m.h.p. mørhet og/eller saftighet. (Taylor, 1982, Lalande et al., 1982).

I flere av de refererte undersøkelsene er det bare kjøttkvaliteten av ytrefileten som er blitt testet i sensoriske analyser. Når det gjelder mørhet, er det som tidligere nevnt, nødvendig å skille mellom muskler med lavt innhold av bindevev og mer bindevevsrike muskler. I to større undersøkelser ble det registrert forskjell i graderingen av sensoriske egenskaper mellom raser avhengig av om bindevevsrike muskler eller ytrefileten (bindevevsfattig) ble analysert. Stiffler et al. (1985) fant ingen forskjell i kjøttkvaliteten av ytrefileten, mens Hereford-Anguskryssinger hadde bedre smakelighet enn Charolais og Frieser for bindevevsrike stykningsdeler. I en dansk undersøkelse hvor 15 ulike kryssingskombinasjoner ble sammenlignet, fikk derimot Angus- og Herefordkryssinger lavere bedømmelse for kvaliteten i lårtunge, mens det ikke ble funnet noen forskjell i kvalitet i ytrefileten (Liboriusen et al., 1982).

KONKLUSJON

Resultatene av denne litteraturundersøkelsen er noe uklare når det gjelder rasemessige variasjoner i kjøttkvalitet. Riktignok synes det klart at det er forskjell mellom Zebu og europeisk tamfe, som påpekt av bl.a. Dikeman (1990). I de fleste undersøkelsene er det derimot ikke registrert noen betydelig forskjell i sensorisk kvalitet mellom europeisk tamfe. Selv om det i flere refererte undersøkelser ble funnet sikre forskjeller konkluderer likevel mange forfattere med at forskjellen i praksis var uten betydning, bl.a. Hawrysh og Berg (1975), Montgomery et al. (1982), Koch et al. (1982), Calkins (1982) og Guhe et al. (1990). Fra den store danske

undersøkelsen ble det sågar konkludert med at forskjellen innen rase var vesentlig større enn forskjellen mellom rase (Liboriusen et al., 1982).

Angus er ofte rangert høyt i mørhet, men det er ikke et klart mønster her. Flere sammenligninger er i tillegg utført kun i forhold til Zebu. Jersey gjør det derimot generelt bra når det gjelder mørhet, og regnes som like god eller bedre i de fleste sammenligninger med kjøttferaser.

Hereford følger ofte Angus, eller rangeres noe lavere. Charolais er sjelden rangert best m.h.p. mørhet, og er ofte dårligere enn Angus, Hereford og kombinasjonsraser. Frieser gjør det relativt bra, og rangeres generelt høyere enn Charolais og raser som Limousin og Simmentaler. Det er i denne sammenheng grunn til å påpeke at vår egen NRF-rase er sammensatt av en rekke ulike raser, men hvor Frieser utgjør en ikke ubetydelig andel.

For egenskapen saftighet var det stor variasjon i resultatene mellom forsøk, og det ble ikke funnet klar forskjell mellom rase. Ut fra denne litteraturundersøkelsen ser det ikke ut til at kjøttferasene er bedre enn melke/kombinasjonsrasene når det gjelder saftighet.

Angus skiller seg ut fra andre raser i disse undersøkelsene med høyt innhold av intramuskulært fett, fulgt av Hereford. Charolais, samt Limousin og Simmentaler, har generelt lavere innhold. Kombinasjons- og melkerasene hadde høyere innhold av intramuskulært fett enn endel kjøttferaser.

Ikke uventet viser resultatene ellers at graden av modenhet ved slaktning klart har betydning for de sensoriske egenskapene. Forskjellen synes særlig knyttet til graden av marmorering. Selv om kravet til intramuskulært fett varierer litt mellom de ulike markeder, synes minst 2,5% intramuskulært fett nødvendig for å oppnå tilfredsstillende smaks-kvalitet.

Optimale produksjonsbetingelser med hensyn på sensorisk kvalitet er sannsynligvis av større betydning enn valg av rase. Det er derfor grunn til å tro at mye av den påståtte kvalitetsforskjellen mellom raser og mellom norsk og "utenlandsk" storfekjøtt mer skyldes manglende kunnskap om hvordan mørt og godt kjøtt skal produseres, og ikke minst behandles, enn rase.

Siden de fleste kvalitetsegenskapene i stor grad kan påvirkes av avlsarbeid og ytre faktorer som fôring, stell og behandling før og etter slaktning, må fremtidig kvalitetsarbeid konsentreres om å øke kunnskapene om disse faktorene slik at optimale produksjonsbetingelser, tilpasset de enkelte raser kan bli gitt.

LITERATURLISTE

- Aberle, E.D., E.S. Reeves, M.D. Judge, R.E. Hunsley & T.W. Perry 1981. Palatability and muscle characteristics of cattle with controlled weight gain: time on a high energy diet. *J. Anim. Sci.* 52 (4): 757-763.
- Adams, N.J., G.C. Smith & Z.L. Carpenter. 1977. Carcass and palatability characteristics of Hereford and crossbred steers. *J. Anim. Sci.* 45 (3): 438-448.
- Anderson, I. & G. Malmfors. 1990. Samband mellom putsfett, intramuskulært fett och åtkvalitet hos nötkött. NJF-seminar nr 183, Köttkvalitet hos våra slaktdjur. Uppsala, november 14-16, 1990. 7 pp.
- Ashmore, C.R. & P. Vigneron. 1988. Biological bases of carcass and meat quality and their relationships with growth. In 3. World congress sheep and beef cattle breeding, Paris, June 19-23, 1988. 12 pp.
- Berry, B.W., M.R. Wheeling & J.A. Carpenter Jr. 1976. Effects of breed, cookery methods and muscle location on beef palatability. In Proc. American Soc. of Anim. Sci. Colorado State Univ. 9: 8S1485: 86-89.
- Bond, J., N.W. Hooven Jr., E.J. Warick, R.L. Hiner & G.V. Richardson 1972. Influence of breed and plane of nutrition of performance of dairy, dual-purpose and beef steers. II. From 180 days of age to slaughter. *J. Anim. Sci.* 34 (6): 1046-1053.
- Bramblett, V.D., T.G. Martin, R.B. Harrington & G.J. Evans. 1971. Breed, vitamin A supplementation and position effects on quality characteristics of beef short loin steaks. *J. Anim. Sci.* 33 (2): 349-354.
- Braathen, O.S. 1987. Hva er mørt kjøtt? Manuskript til forelesning. Norsk Kjøttsamvirke. 56 pp.
- Calkins, C.R. 1982. Relationships and interrelationships of selected antemortem and postmortem factors to meat tenderness and palatability. Diss. Abstr. Int., B 42 (10): 3883.
- Calkins, C.R., S.C. Seideman & J.D. Crouse 1987. Relationships between rate of growth, catheptic enzymes and meat palatability in young bulls. *J. Anim. Sci.* 64: 1448-1457.
- Cole, J.W., C.M. Kincaid & C.S. Hobbs 1958. Some effects of types and breeds of cattle on basic carcass characteristics. *J. Anim. Sci.* 17: 1153.
- Criffin, C.L. 1984. Cutability and palatability comparisons of Charolais crossbred bulls and steers. Diss. Abstr. Int., B 44 (9): 2697.
- Cross, H.R., J.D. Crouse & M.D. MacNeil. 1984. Influence of breed, sex, age and electrical stimulation on carcass and palatability traits of three bovine muscles. *J. Anim. Sci.* 58 (6): 1358-1365.
- Crouse, J.D., H.R. Cross & S.C. Seideman. 1985. Effects of sex condition, genotype, diet and carcass electrical stimulation on the collagen content and palatability of two bovine muscles. *J. Anim. Sci.* 60 (5): 1228-1234.
- Destefanis, G. & M.T. Barge 1988. Sensory evaluation of meat quality in young bulls of different genetic types. *Zootecnia e Nutrizione Animale* 14 (5): 407-416.
- Dikeman, M.E. & J.D. Crouse 1975. Chemical composition of carcasses from Hereford, Limousin and Simmental crossbred cattle as related to growth and meat palatability. *J. Anim. Sci.* 40 (3): 463-467.
- Dikeman, M.E. 1990. Genetic effects on the quality of meat from cattle. In Proceedings of the 4th congress on genetics applied to livestock production, vol. XV. Edinburgh July 23-27. pp 521-530.

Dufey, P.A. 1988. Fleischqualität von Jungmuni im Test: ein Vergleich von verschiedenen Rassen bei Stallmast. *Landwirtschaft Schweiz* 1 (6): 337-341.

Dutson, T.R. & A.M. Pearson 1985. Postmortem conditioning of meat. In *Adv. in Meat Res. Vol. 1. Electrical stimulation*. Eds. A.M. Pearson & T.R. Dutson. Publ. Comp. Inc. Connecticut. pp 45-72.

Fishell, V.K., E.D. Aberle, M.D. Judge & T.W. Perry. 1985. Palatability and muscle properties of beef as influenced by preslaughter growth rate. *J. Anim. Sci.* 61 (1): 151-157.

Foster, P.E., S.M. McCurdy, E.L. Martin & M.M. Hard. 1979. Consumer quality of beef chuck roasts from two breed types, two feeding regimes, and two oven temperatures. *Home economics research journal* 8 (2): 127-137.

Guhe, M., R. Preisinger, E. Kalm, M. Henning & C. Augustini. 1990. Differences in meat quality of bulls of various genetic groups. In *EAAP, Toulouse, France, July 8-12, 1990*, 7 pp.

Hankey, C., M. Kay & M. Hamilton. 1988. The effect of breed and fatness on the efficiency and meat quality of beef cattle. In *Efficient beef production from grass*. Ed. J. Frame. Hurley, U.K. pp 278-279.

Hawrysh, Z.J. & R.T. Berg 1975. Eating quality of beef from young bulls as influenced by breed. *Can. Inst. of Food Sci. and Techn. J.* 8 (3): 149-154.

Johnson, D.D., J.W. Savell, G.C. Smith, D.R. Gill, D.E. Williams, L.E. Walters & J.J. Martin 1984. Relationship of growth stimulants and breed groups on carcass characteristics and palatability of young bulls. *J. Anim. Sci.* 58 (4): 920-925.

Johnson, D.D., D.K. Klunt, J.W. Savell & G.C. Smith 1988. Factors affecting carcass characteristics and palatability of young bulls. *J. Anim. Sci.* 66 (10): 2568-2577.

Johnson, D.D., R.D. Huffman, S.E. Williams & D.D. Hargrove 1990. Effects of percentage Brahman and Angus breeding age-season of feeding and slaughter end point on meat palatability and muscle characteristics. *J. Anim. Sci.* 68 (7): 1980-1986.

Kennick, W.H., J.D. Wallace, R.G. Raleigh & L.A. Sather 1965. A comparison of carcass and meat character-

istics of Hereford and Hereford x Charolais steers. *J. Anim. Sci.* 24 (2): 587.

Koch, R.M., M.E. Dikeman, D.M. Allen, M. May, J.D. Crouse & D.R. Campion 1976. Characterization of biological types of cattle. III. Carcass composition, quality and palatability. *J. Anim. Sci.* 43 (1): 48-62.

Koch, R.M., M.E. Dikeman, R.J. Lipsey, D.M. Allen & J.D. Crouse 1979. Characterization of biological types of cattle - cycle II: III. Carcass composition, quality and palatability. *J. Anim. Sci.* 49 (2): 448-460.

Koch, R.M., M.E. Dikeman, & J.D. Crouse 1982. Characterization of biological types of cattle - cycle III : III. Carcass composition, quality and palatability. *J. Anim. Sci.* 54 (1): 35-45.

Kögel, J., L. Dempfle & V. Temisan 1990. Carcass value and meat quality of cross-bred bulls and heifers from beef breeds with German Braunvieh. In *EAAP, Toulouse, France, July 8-12, 1990*, 7 pp.

Laack, R.L. J.M. Van & F.J.M. Smulders 1990. Eating quality of beef; considerations and concerns. In *EAAP, Toulouse, France, July 8-12, 1990*, 6 pp.

Lalande, G., E. Larmond & M.H. Fahmy 1982. Meat quality evaluation of three slaughter weights of steers from the Holstein-Friesian breed and its crosses with Maine-Anjou, Limousin, Chianina and Blonde D'Aquitaine. *Can. J. Anim. Sci.* 62 (2): 363-369.

Liboriussen, T., F. Lauritzen & B.B. Andersen 1982. Krydsnings- og produktionsforsøg med europæiske kødracer I og II. 527. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg, København. 65 pp.

Luckett, R.L., T.D. Bidner, E.A. Icaza & J.W. Turner 1975. Tenderness studies in straightbred and crossbred steers. *J. Anim. Sci.* 40 (3): 468-475.

May, M.L., M.E. Dikeman & R. Schalles 1977. Longissimus muscle histological characteristics of Simmental times Angus, Hereford times Angus and Limousin times Angus crossbred steers as related to carcass composition and meat palatability traits. *J. Anim. Sci.* 44 (4): 571-580.

McCurdy, S.M., M.M. Hard & E.L. Martin 1981. Sensory properties of rib and round muscle roasts from two beef breed-types on two feeding regimes. *J. Food Sci.* 46 (4): 991-995.

- McKeith, F.K., J.W. Savell, G.C. Smith, T.R. Dutson & Z.L. Carpenter 1985. Physical, chemical, histological and palatability characteristics of muscles from three breed-types of cattle at different times-on-feed. *Meat Sci.* 15 (1): 37-50.
- Montgomery, R.E., T.D. Bidner, A.R. Schupp, C.N. Clark & M.B. Abdullah 1981. The effects of management system and breed type on carcass traits, lean color parameters and sensory attributes of beef. *J. Anim. Sci.* 53 (suppl. 1): 224-225.
- Moody, W.G., C. Bedau & B.E. Langlos 1978. Beef thawing and cookery methods. Effect of thawing and cookery methods, time in storage and breed on the microbiology and palatability of beef cuts. *J. Food Sci.* 43 (3): 834-838.
- Moore, V.J. & J.J. Bass 1978. Palatability of cross-bred beef. *J. agric. Sci., Camb.* 90: 93-95.
- Pallardy, S.J. & L.A. Nelson 1981. Effects of sire and dam breeds and growing diet on beef palatability. *J. Anim. Sci.* 53 (suppl. 1): 150.
- Purchas, R.W. 1990. An assessment of the role of pH differences in determining the relative tenderness of meat from bulls and steers. *Meat Sci.* 27: 129-140.
- Ramsey, C.B., J.W. Cole, B.H. Meyer & R.S. Temple 1963. Effects of type and breed of British, Zebu and dairy cattle on production, palatability and composition. II. Palatability differences and cooking losses as determined by laboratory and family panels. *J. Anim. Sci.* 22 (4): 1001-1008.
- Riley, R.R., G.C. Smith, H.R. Cross, J.W. Savell, C.R. Long & T.C. Cartwright 1987. Chronological age and breed-type effects on carcass characteristics and palatability of bull beef. *Meat Sci.* 17: 187-198.
- Shorthouse, W.R. & P.V. Harris 1990. Effect of animal age on the tenderness of selected beef muscles. *J. Food Sci.* 55 (1): 1-8.
- Stiffler, D.M., G.L. Griffin, C.E. Murphey, G.C. Smith & J.W. Savell 1985. Characterization of cutability and palatability attributes among different slaughter groups of beef cattle. *Meat Sci.* 13: 167-183.
- Sturgeon, T., J.R. Kropp, D.S. Buchanan, H.G. Dolezal & F.K. Ray 1989. Growth, carcass, chemical and palatability traits of crossbred steers managed for accelerated beef production. *Anim. Sci. Res. Report.* Oklahoma State University (No. MP-127): 297-305.
- Sørensen, S.E. & L. Buchter 1985. Eating quality of young bull beef as affected by production genotype and slaughtering practice. In EAAP, Halkidiki, Greece, September 30 - October 3, 1985. 9 pp.
- Totland, G.K. 1987. Kartlegging av muskelfibertyper i norsk storfe kjøtt. Sluttrapport, Zoologisk lab., Universitetet i Bergen.
- Winer, L.K., P.D. David, C.M. Bailey, M. Read, T.P. Ringkob & M. Stevenson 1981. Palatability characteristics of the longissimus muscle of young bulls representing divergent beef breeds and crosses. *J. Anim. Sci.* 53 (2): 387-394.
- Winfree, S.K. 1973. Influence of exotic beef cattle crossbreeding on performance, carcass characteristics and meat palatability. *Dissertation Abstr. International*, B 34 (3): 940.
- Ziegler, J.H., L.L. Wilson & D.S. Coble 1971. Comparisons of certain carcass traits of several breeds and crosses of cattle. *J. Anim. Sci.* 32 (3): 446-450.
- Østtveit, A.M. 1984. Resultater fra test med sammenligning av amerikansk kjøtt og NRF, foretatt 20.3.84. *Notat.* Norges Slakterilaboratorium, 2 pp.
- Aass, L. 1990. Foreløpige resultater fra genetiske studier av kjøttkvalitetssegenskaper på storfe. *NJF-seminar nr 183, Kjøttkvalitet hos våra slaktdjur.* Uppsala, november 14-16, 1990. 8 pp.

Verknad av våtkompostering på kjemisk samansetnad og fysiske eigenskapar i blaut storfegjødsel

The effects of wet composting on chemical composition and physical properties of cattle slurry

KRISTEN MYHR

Statens forskingsstasjonar i landbruk, Kvithamar forskingsstasjon, Stjørdal, Norge

The Norwegian State Agricultural Research Stations, Kvithamar Research Station, Stjørdal, Norway

Myhr K. 1991. The effects of wet composting on chemical composition and physical properties of cattle slurry. Norsk Landbruksforskning 5: 107-118. ISSN 0801-5333.

Wet composting under a 500 mm foam cover was carried out for four weeks at temperatures of 28 to 30°C in silos containing 25 t of slurry. Soluble dry matter was mineralized at a rate of 16 kg, and 400 g Kjeldahl-N per ton of slurry was lost during the composting process. The content of ammonia-N was not affected by the wet composting. The amounts of soluble sugars, ether extractables and hemicelluloses were significantly reduced during the wet composting. Lignin remained unaffected by the treatment. The flow properties were registered using a Brookfield LVF viscosimeter. In untreated slurry at 8°C, the viscosity was registered as 1640 cp, while for the corresponding wet composted slurry at 25°C it was registered as 345 cp. Dilution with two parts water to one part untreated slurry resulted in similar flow properties as wet composting.

Key words: Ammonia volatilization, cattle slurry, decomposition, flow properties, wet composting.

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

Våtkompostering er ein prosess som settes i gang når finfordelt luft vert blanda inn i blautgjødsel ved hjelp av dykkpumpe med ejetor o.l. Slik lufting fører til oppvekst av aerobe

bakteriar som bryt ned organisk materiale, og til utvikling av varme i gjødsla. Jmført med tilsvarande ubehandla vare, er det mange fordelar med våtkompostert blautgjødsl. Ved

våtkompostering vert ein del av fiberstoffa i gjødselpartiklane brotne ned, og gjødsla vert homogen og lett flytande. Den kan da transporterast gjennom røyr og slangar, og spreiaast ved hjelp av vatningsvogner o.l. Når luft vert ført inn i gjødselmassen, overtek aerobe bakteriar nedbrytinga av organisk materiale, og den stygge lukta dempes ettersom sluttprodukta er meir miljøvennlege. Dei fleste parasittære og patogene organismane som kan følge gjødsla, drepes ved våtkompostering. Derved kan husdyrgjødsla også brukast til overgjødsling av kulturbeite, grønføråker osv. Ugrasfrø som kan finnast i gjødsla, mister spireevna ved våtkompostering. Ved overgjødsling av eng, får vi mindre skorpe på marka og mindre sviing av plantene ved bruk av våtkompostert vare. Myhr (1984) har vist at partiklane i husdyr gjødsla tetter til porer og sprekkar i jordoverflata, slik at infiltrasjonen av vatn går seinare. Dette er skadeleg på jord som frå naturen si side er tett og våt, sur og kald. I distrikt med kort veksetid, låg sommartemperatur og mykje nedbør kan kombinasjonen av husdyrgjødsel og jordpakking, gjere torvjord og finkorna mineraljord nesten ubrukelege for jordbruksdrift. Myhr et al. (1990) har vist at våtkompostert vare ga mindre tilletting enn tilsvarande ubehandla blautgjødsel. Tveitnes & Håland (1989) fann tendens til større grasavlingar etter bruk av våtkompostert gjødsel, jamført med same mengde ubehandla vare. Skjelhaugen & Gjer- rvan (1988) har gjort greie for teknisk utstyr og kostnader ved våtkompostering.

Føremålet med dei undersøkingane som vert gjort greie for i denne meldinga, var å klarlegge korleis kjemisk innhald og fysiske eigenskapar i blaut storfe gjødsel blir endra ved våtkompostering. Når det gjeld dei kjemiske tilhøva, er tapet av nitrogen til atmosfæren av særleg interesse, både under sjølve våtkomposteringsprosessen, og frå marka etter spreining. Vi har vist at partiklane i storfe gjødsla mister

noko av flyteevna ved våtkompostering, og at partiklane sedimenteres når luftmaskinen koples ut. Spørsmålet er så om dette fenomenet kan utnyttast til å separere gjødsla i ein tynn del som kan brukast på grasmark, og i ein tjukk del som kan brukast i åker. Det var av interesse å vite korleis plantenæringsstoffa fordelte seg på den tjukke og på den tynne delen. Dei fysiske eigenskapane til gjødsla er avgjerande for korleis gjødsla kan spreiaast, og brukast under ulike tilhøve. For å kunne utnytte gjødsla på ein god måte må den kunne spreiaast jamt, og innhaldet av næringsstoff må vere likt i heile lageret.

MATERIALAR OG METODAR

Gjødsel og våtkompostering

Alle gjødselprøvene var frå mjølkekyr som hovudsakleg var fora med grassurfor og kraftfor. For å sikre gjødsel av lik kvalitet, vart blautgjødsla i hovudbassenget godt omrørt. Deretter vart gjødsel pumpa vekselvis opp i ein silo for våtkompostering, og opp i eit referanselager. Våtkomposteringa vart starta 4-5 veker før berekna spreietid om våren. Det vart brukt dykkpumper med ejetor til innblanding av luft. Dei første 3-4 dagane gjekk med til å heve temperaturen frå 7-8°C til 30°C. I dei neste 4 vekene vart pumpene kjørt i intervall på t.d. 15 min. pr. time, slik at temperaturen heldt seg mellom 28 og 30°C. Komposteringssiloane var overbygde med tak, og under prosessen vart danna eit 50 cm tjukt skumlag på gjødseloverflata. Det vart ikkje registrert volumreduksjon under komposteringa. Av i alt 27 prøver både av våtkompostert og av ubehandla blautgjødsel, som inngår i tabell 1, var 11 frå Skjetlein landbruksskole, 6 frå Fureneset forskingsstasjon, 4 frå Svanhovd fagsenter, og 6 frå Innherad forsøksring. Etter gjødsling om våren vart luftmaskinen kopla ut, og tempe-

aturen i gjødsla gjekk ned. Før overgjødsling etter 1. slått vart gjødsla omrørt og lufta i eitt døgn. Av totalt 27 parallelle prøver vart 20 uttekne ved gjødsling om våren og sju ved gjødsling etter 1. slått. Det var ingen påviseleg skilnad mellom prøver som var uttekne til dei to nemnde tider. Gjødseltankane vart reingjorde mellom kvart forsøksår. Det var brukt små mengder sagflis som strø under kyrne på alle forsøksstader. Vaskevatt utgjorde om lag 5% av gjødselvolumet.

Uttak av representative prøver av husdyrgjødsel er vanskeleg, ettersom det kan forekomme store variasjonar for dei einiskilde plantenæringsstoff, avhengig av kvar i bassenget prøven er teken (Kjellerup & Petersen 1989). Alle prøvene som er gjort greie for i denne meldinga, er uttekne etter grundig omrøring i dei særskilde behandlings- og lagertankane.

Kjemiske analysar

Alle kjemiske analysar er utført på Holt forskingsstasjon. For bestemmelse av tørrstoff, vart det vege inn 4 parallelar på 25-30 g (Lysnes 1990). Gjødsla vart tørka på petriskårer ved 80°C i tørkeskap med vifte i 24 timar. Fiberstoffa lignin, hemicellulose og cellulose vart bestemt etter Goering & Van Soest (1970) sin metode, med utstyr av typen Fibertec System. Følgjande komponentar vart bestemt: NDF (neutral detergent fibre), ADF (acid detergent fibre), og ADL (acid detergent lignin). Hemicellulose vart kalkulert som differansen mellom NDF og ADF, og cellulose som differansen mellom ADF og ADL. Kjeldahl-N, vassløselege karbohydrat, eterekstrakt, råtreklar og uorganiske stoff vart bestemt etter vanlege laboratoriemetodar.

Fordamping av ammoniakk

Plastkassar med grunnflate 56 x 36 cm og høgde 14 cm vart plassert i grasmark med om

lag 10 cm høge planter, våren 1990. I kvar kasse vart det fyllt inn 2,0 liter blaut storfegjødsel, som utgjorde ei djupne på 1 cm. I halvparten av kassane det vart brukt våtkompostert gjødsel, og i dei andre tilsvarende ubehandla vare. Etter 0, 4, 8, 14, 32 og 62 timar vart gjødsla tømt over på plastflasker som vart djupfrosne, og sendt til kjemisk analyse. Forsøket vart utført med to gjentak, og innhaldet av tørrstoff, Kjeldahl-N og ammonium-N vart bestemt. Det var lettskyva ver, utan nedbør, og dagtemperaturen varierte mellom 7 og 10°C i forsøksperioden.

Sedimentasjon av gjødselpartiklar

Når våtkompostert storfegjødsel vert ståande stille ei tid, vil partiklane sedimentere. I åra 1988-1990 vart det utført registreringar av kor fort sedimentasjonen gjekk, og det vart utført kjemiske analysar av den øvre tynne delen, og av den nedre tjukke delen. Sedimentasjonsmålingane vart utført på laboratoriet i 50 cm høge målesylindrar med volum 2000 ml. Gjødsla vart homogenisert ved hjelp av ein røremotor, like før forsøka starta. Fronten mellom den øvre tynne delen og den tjukke nedre delen av gjødsla i sylindrane vart avlesne etter 12, 24, 48 og 96 timar. Etter siste avlesing vart gjødsla dekantert, slik at det øvre 40% av volumet, og det nedre 40% av volumet, vart analysert kvar for seg.

Måling av partikkelstorleik

Partikkelstorleik i gjødsla vart bestemt ved hjelp av ein Retsch ristemaskin med våtsikketstyr. Det vart brukt analysesiktar med maskevidde 2,00, 1,00 og 0,50 mm. Diameteren på siktane var 20 cm. Vi brukte porsjonar av blaut storfegjødsel på 500 ml til kvar måling. Kvar gjødselporsjon vart rista i 90 sekund. Til å skylle ned gjødsla vart det brukt tre porsjonar vatn, kvar på 500 ml. Første porsjon vatn vart tilsett ved start av ristemaskinen, den andre

etter 30 sekund, og den tredje etter 60 sekund. Den faste massen på dei einskilde siktane vart deretter tørka og vege. Det synt seg snart at fleire gjødselpartiklar kunne henge saman, og difor kome i ein storleiksklasse som var for høg. For å granske dette nærare vart halvparten av gjødselprøvene tilsett 5 ml av det flytande vaskemidlet Zalo, og omrørt i 5 minutt før våtsikking.

Viskositetsmålingar

Til måling av viskositet i blautgjødsel det vart brukt eit Brookfield LVF rotasjonsviskosimeter. Dette apparatet var konstruert for måling av viskositet i Newtonske væsker. I praksis vil det seie homogene, einsarta, flytande varer som olje, mjølk o.l. Ubehandla blaut storfegjødsel er det vi kallar ei pseudo plastisk væske. Det vil seie at viskositeten minkar med aukande hastigheit i ein laminær væskestraum (Høstmark 1987). Etter våtkompostering, eller uttyning med større mengder vatn, vil blaut storfegjødsel nærme seg eigenskapane til ei Newtonsk væske (Kumar et al. 1972). For å fjerne dyrehår, restar av stråfôr som ikkje har gått gjennom dyra o.l. vart gjødsla sila gjennom ein sikt med maskevidde 5x5 mm. Målingane vart utført i eit 500 ml begerglass ved 8 og 25°C. Registreringane vart gjort med to ulike spindlar, og ved to hastigheter på spindelen. Ved hjelp av ein tabell vart resultata omrekna til centi poise (cp). Låge verdiar indikerer at væska er lett flytande, og tilsvarande høge verdiar viser at væska er tungt flytande. Viskositetsmålingane i våtkompostert blaut storfegjødsel, og i tilsvarande ubehandla vare, vart utført i åra 1987-1990 i gjødsel frå Skjetlein landbruksskole. Bruk av rotasjonsviskosimeter er eit omstendeleg arbeid som er lite høveleg for praksis. Vi prøvde difor fleire enklare metodar, kor det å måle arealet som eit visst volum blautgjødsel dekte når det vert tømt ut over ei horisontal trefiberplate viste seg

tenleg. I våre forsøk vart brukt 125 ml blautgjødsel.

RESULTAT

Kjemisk samansetnad

Tabell 1 syner eit samandrag for kjemiske analysar av våtkompostert blaut storfegjødsel og av tilsvarande ubehandla gjødsel i åra 1987-1990. Ved gjødselplanlegging er det innhaldet ved aktuelt tørrstoffinnhald som betyr mest, men ved vurdering av endringane ved våtkompostering er omrekninga til tørrstoffbasis også interessant.

Under prosessen 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, som utgjorde om lag 10 prosent av det totale nitrogeninnhaldet. For ammonium-N var det liten skilnad mellom ubehandla og våtkompostert vare, noko som kan forklarast med mineralisering av organisk bunde nitrogen. Utrekna på tørrstoffbasis hadde innhaldet av både Kjeldahl-N og ammonium-N auka etter at blautgjødsla var våtkompostert. Det hadde samanheng med at også tørrstoffinnhaldet var lågare i den våtkomposterte gjødsla. Innhaldet av nitrat-N var lågt i alle gjødselprøvene, og det minka signifikant ved våtkompostering. Innhaldet av vassløselege karbohydratar og eter ekstrakt vart sterkt redusert ved våtkompostering. Skilnadane kan forklarast med at mikroorganismane først og fremst har teke energien frå desse lett nedbrytbare stoffa. Utrekna på tørrstoffbasis auka innhaldet av lignin signifikant etter våtkompostering. Dette har samanheng med at lignin er tungt nedbrytbart. Utrekna pr. tonn gjødsel er lignininnhaldet det

Tabell 1. Verknad av våtkompostering på kjemisk samansetnad i blaut storfe gjødsel, ved aktuelt tørrstoffinnhald og på tørrstoffbasis. Middell av 27 parallelle prøver av både våtkompostert og ubehandla blautgjødsel.

Table 1. The effects of wet composting on the chemical composition of cattle slurry at actual dry matter content, and on dry matter basis. Average of 27 corresponding samples of wet composted and untreated slurry.

Stoff Component	Ved aktuell tørrstoff-% At actual DM %			På tørrstoff-basis On DM-basis		
	Våtkomp.	Ubeh.	LSD5%	Våtkomp.	Ubeh.	LSD5%
	Wet comp.	Untr.		Wet comp.	Untr.	
Tørrstoff % DM	6,4	8,0	1,2	100	100	---
pH	7,9	7,4	0,2	---	---	---
Aske % Ash	1,49	1,55	ns	24,40	19,80	2,40
Kjeldahl-N %	0,35	0,39	0,03	6,11	5,15	0,89
Ammonium-N %	0,23	0,24	ns	3,85	3,10	0,70
Nitrat-N mg/100 g	1,47	6,11	1,52	26	80	25
Vassl. karbohydr.%	0,12	0,21	0,03	1,90	2,63	0,28
Soluble sugars						
Eterekstrakt %	0,15	0,27	0,04	2,30	3,50	0,51
Råtrevlar % CF	1,79	2,06	ns	27,50	24,70	ns
Lignin %	0,78	0,78	ns	12,40	9,40	1,00
Hemicellulose %	1,09	1,55	0,25	16,80	19,30	1,60
Cellulose %	1,37	1,62	ns	21,10	19,40	ns
Fosfor % P	0,06	0,06	ns	1,00	0,82	0,07
Kalium % K	0,37	0,38	ns	6,27	5,00	1,09
Magnesium % Mg	0,04	0,04	ns	0,67	0,58	0,05
Kalsium % Ca	0,09	0,10	ns	1,51	1,31	0,15

same i våtkompostert og ubehandla gjødsel. Innhaldet av hemicellulose vart signifikant lågare av våtkomposteringa, både utrekna pr. tonn gjødsel og på tørrstoffbasis. For aske og mineralstoffa fosfor, magnesium, kalsium og kalium førte våtkomposteringa til auke i tørrstoffet. Utrekna pr. tonn gjødsel var innhaldet av aske og dei bestemte makronæringsstoffa så å seie uendra.

Fordamping av ammoniakk

I tabell 2 er det vist eit samandrag av kjemiske analysar av våtkompostert og tilsvarande ubehandla blautgjødsel. Som følge av at gjødsela tørka inn, auka tørrstoffinnhaldet. Innhaldet av

Kjeldahl-N var om lag uendra første døgnet, men etter 62 timar, vart registrert ein signifikant auke. Dette må sjåast i samanheng med uttøring av gjødsela, og på tørrstoffbasis var innhaldet av Kjeldahl-N signifikant redusert. For ammonium-N vart det registrert større tap frå våtkompostert enn frå tilsvarande ubehandla blautgjødsel, både pr. tonn gjødsel og på tørrstoffbasis.

Sedimentert våtkompostert blautgjødsel

Tabell 3 viser kjemiske analysar av den tynne øvre delen, og av den tjukke nedre delen av våtkompostert blaut storfe gjødsel. I tabell 4 er det vist kor stor del kvar av dei to ulike frak-

112 Verknaden av våtkompostering i blaut storfejødsel

Tabell 2. Verknad av kontakt med luft i ulike tid på tørrstoff- og nitrogeninnholdet i våtkompostert og ubehandla blaut storfejødsel, i prosent ved aktuelt tørrstoffinnhold og på tørrstoffbasis.

Table 2. The effects of air contact at different times on dry matter and nitrogen content in wet composted (w.c.) and untreated cattle slurry, at actual dry matter content, and on dry matter basis.

Stoff Component	Behandling Treatment	Tid i kontakt med luft Hours in contact with air						LSD 5%
		0	4	8	14	32	62	
Tørrstoff	Våtk. W.c.	6,2	6,3	6,6	6,8	9,4	14,8	0,1
DM	Ubeh. Untr.	9,5	9,9	10,4	10,7	14,2	21,1	0,1
Ved aktuell tørrstoff%: At actual DM %								
Kjeld.-N	Våtk. W.c.	0,40	0,40	0,40	0,38	0,39	0,46	0,03
	Ubeh. Untr.	0,40	0,42	0,42	0,43	0,49	0,63	0,03
Ammon-N	Våtk. W.c.	0,26	0,24	0,23	0,21	0,18	0,14	0,01
	Ubeh. Untr.	0,25	0,24	0,24	0,23	0,24	0,28	0,01
På tørrstoff-basis: On DM basis								
Kjeld.-N	Våtk. W.c.	6,45	6,32	6,03	5,63	4,15	3,12	0,25
	Ubeh. Untr.	4,22	4,19	4,06	4,04	3,45	3,00	0,25
Ammon-N	Våtk. W.c.	4,19	3,76	3,44	3,11	1,87	0,92	0,14
	Ubeh. Untr.	2,63	2,42	2,27	2,16	1,66	1,31	0,14

Tabell 3. Kjemisk samansetnad av øvre og nedre del av sedimentert våtkompostert, og ubehandla blaut storfejødsel ved aktuelt tørrstoffinnhold, og på tørrstoffbasis.

Table 3. Chemical composition of upper and lower parts of sedimented wet composted, and of untreated cattle slurry, at actual dry matter content, and on dry matter basis.

Stoff Component	Ved aktuell tørrstoff-% At actual DM %				På tørrstoffbasis On DM-basis			
	Våtkomp.		Ubeh. LSD		Våtkomp.		Ubeh. LSD	
	Øvre del	Nedre del	5%		Øvre del	Nedre del	5%	
	Wet comp. Untr.				Wet comp. Untr.			
	Upper part		Lower part		Upper part		Lower part	
pH	8,3	7,5	7,3	0,4	---	---	---	---
Tørrstoff% DM	1,7	9,2	6,2	2,5	100	100	100	---
Kjeldahl-N %	0,18	0,37	0,30	0,07	11,02	4,35	5,70	3,03
Ammonium-N %	0,11	0,14	0,18	0,05	6,88	1,67	3,50	3,18
Aske% Ash	0,44	1,47	1,10	0,29	26,84	16,57	20,50	1,55
Fosfor% P	0,01	0,08	0,05	0,01	0,38	0,88	0,71	0,20
Kalium % K	0,25	0,25	0,26	ns.	14,60	2,75	5,20	2,52

Tabell 4. Sedimentasjon av partiklar i våtkompostert blaut storfe gjødsel. Relativ høgde på fronten mellom tynn øvre del og tjukk nedre del av gjødsel, målt frå botnen.

Table 4. Sedimentation of particles in wet composted cattle slurry. Relative height of the frontier between thin upper portion and dense lower portion of the slurry, registered from the bottom.

Behandling		Tørrst.%	Timar etter siste omrøring				
Treatment		DM%	Hours after last mixing				
			0	12	24	48	96
Våtkomp.	Wet comp.	6,3	100	70	66	61	60
Ubehandla	Untreated	9,3	100	100	100	100	100

sjonane utgjorde. Til samanlikning vart det utført analysar av tilsvarende ubehandla, homogen blautgjødsel. Tørrstoffinnhaldet var 5-6 gonger så høgt i den tjukke sedimenterte delen, jamført med den tynne øvre delen. For kvart tonn vare, var innhaldet av Kjeldahl-N dobbelt så stort i den tjukke nedre delen som i den tynne øvre delen. Også for ammonium-N var innhaldet høgast i den nedre, tjukke delen, men denne skilnaden var ikkje signifikant. Utrekna på tørrstoffbasis var innhaldet av både Kjeldahl-N og ammonium-N signifikant høgare i den tynne øvre delen enn i den nedre tjukke. For fosfor var innhaldet åtte gonger så høgt i den nedre, tjukke delen, jamført med den øvre tynne delen. Også utrekna på tørrstoffbasis var fosforinnhaldet signifikant høgare i den nedre delen. For kalium var konsentrasjonen den same i den tynne og i den tjukke delen.

I tabell 4 er vist forholdet i volum mellom tynn og tjukk del i den våtkomposterte blaute storfe gjødsel. Etter 12 timar utgjorde den tynne delen 30 prosent av volumet, etter 48 timar hadde massen stabilisert seg ved om lag 40 prosent tynn del, i ei gjødsel med 6,3 prosent tørrstoff. I den ubehandla gjødsel vart ikkje registrert teikn til deling i ulike sjikt.

Partikkelstorleik

I tabell 5 er vist eit samandrag av målingane av partikkelstorleik i våtkompostert og ubehandla blaut storfe gjødsel. Det var signifikant ($P < 0,001$) mindre innhald av partiklar større enn 2 mm i den våtkomposterte gjødsel. Etter tilsetjing av vaskemiddel vart innhaldet av store partiklar signifikant ($P < 0,001$) redusert for begge gjødseltypene. Det viste at ein del gjødselpartiklar hang saman, og at vaskemidlet braut bindingane mellom dei einskilde gjødselpartiklane.

Viskositet

I tabell 6 er vist eit samandrag av viskositetsmålingar i våtkompostert og tilsvarende ubehandla blaut storfe gjødsel, ved to ulike temperaturar. Verknadane av både gjødselbehandling og temperatur var signifikant. Det signifikante samspelet mellom behandling og temperatur viser at varm våtkompostert blaut storfe gjødsel er spesielt lett å transportere gjennom røyr.

I tabell 7 er vist eit samandrag av viskositeten i blaut storfe gjødsel med ulike innblandingar av vatn. Ved å blande inn 0,3 delar vatn til 1 del blautgjødsel, vart flyteevna betra dramatisk. Det vart vidare signifikant ($P = 0-$

Tabell 5. Partikkelstorleik i våtkompostert blaut storfe gjødsel, med og utan tilsett vaskemiddel, tørr vekt i prosent.

Table 5. Particle size in wet composted cattle slurry, with and without washing fluid added. Dry weight in percent.

Behandling Treatment	Vaske- middel Washing fluid	Tørr- stoff DM %	Partikkelstorleik i mm Particle size, mm			
			> 2,0	2,0-1,0	1,0-0,5	<0,5
Våtkomp. Wet comp.	Ikkje tilsett Not added	6,2	19	15	10	56
	Tilsett Added	6,2	11	11	10	68
Ubehandla Untreated	Ikkje tilsett Not added	9,3	30	11	5	54
	Tilsett Added	9,3	25	8	5	62

Tabell 6. Viskositet i våtkompostert og ubehandla blaut storfe gjødsel ved to temperaturar. Eininga er centipoise.

Table 6. Viscosity of wet composted and untreated cattle slurry at two temperatures. Unit of centipoise.

Behandling Treatment	Tørrstoff DM %	8°C	25°C	LSD 5%
Våtkomp. Wet composted	6,2	440	345	57
Ubehandla Untreated	8,3	1640	1314	139
LSD 5%	0,8	311	305	

,001) større flyteevne for kvar nye mengde vatn som vart tilført. For blandingstilhøvet 1:4 og reint vatn (0:1) var det berre små og usikre skilnader i viskositet. Målingane vart utført ved to ulike temperaturar, men det var berre for rein gjødsel at vi fann signifikant skilnad.

Med tanke på bruk i praksis vart det prøvd ut ein enkel metode for måling av flyteevna til husdyrgjødsel. Prinsippet var at eit

visst volum gjødsel ville dekke ei større flate di større flyteevne den hadde. Eit samandrag av dei viktigaste resultatane går fram av tabell 8. Gjødselarealet auka signifikant for kvar ny uttynningsgrad. Våtkompostert gjødsel hadde om lag same flyteevne som tilsvarande blautgjødsel etter innblanding av 2 delar vatn til 1 del gjødsel.

Tabell 7. Verknad av uttyning med vatn på viskositeten i blaut storfe gjødsel, ved to temperaturar. Tørrstoff-% oppført i parentes. Eininga er centipoise.

Table 7. The effect of water dilution on the viscosity of cattle slurry, at two temperatures. DM % in parentheses. Unit of centipoise.

Temperatur °C	Blandingsforhold, blautgjødsel:vatn Rates of mixture, slurry:water					
	1:0 (9,3)	1:0,3 (7,0)	1:1 (4,6)	1:1,5 (3,0)	1:4 (1,4)	0:1 (0)
8	2515	366	67	49	16	9
25	1345	324	55	35	15	8
LSD 5%	442	ns	ns	ns	ns	ns

Tabell 8. Flyteevna til våtkompostert, ubehandla og vassutblanda blaut storfe gjødsel, ved 8°C. Areal målt på ei horisontal plate. Volum gjødsel 125 ml.

Table 8. Flow property of wet composted, untreated and diluted cattle slurry at 8°C. Area of slurry on a horizontal wallboard. Volume of slurry 125 ml.

Behandling Treatment	Gjødsel:vatn Slurry:water	Tørrstoff % DM %	Gjødselplate, dm ² Area of slurry, dm ²
Våtkomp.	Wet comp.	1:0	6,2
Ubehandla	Untreated	1:0	9,3
Ubehandla	Untreated	1:0,3	7,0
Ubehandla	Untreated	1:1	4,6
Ubehandla	Untreated	1:1,5	3,0
Ubehandla	Untreated	1:4	1,4
LSD 5%			0,60

DRØFTING

Ved våtkompostering vert nitrogenhaldig organisk materiale mineralisert, dvs. det går over i enklare uorganiske sambindingar, som vatn, koldioksid og ammoniakk. I medel for dei 27 parallelle gjødselprøvane som dette materialet bygger på, vart tørrstoff-innhaldet redusert frå 80 til 64 kg pr. tonn. Det vart registrert eit tap på 400 g Kjeldahl-N pr. tonn

blautgjødsel ved våtkompostering. Dette utgjorde om lag 10 prosent av alt nitrogen i gjødsla. Vi må rekne med at dette gjeikk tapt til atmosfæren i form av ammoniakk. Som følge av at ein del organisk bunde nitrogen vart mineralisert, vart innhaldet av ammonium-N omtrent det same i våtkompostert som i tilsvarende ubehandla blaut storfe gjødsel. Greier ein å styre komposteringsprosessen slik at temperaturen ikkje vert for høg, kan innhaldet av ammo-

nium-N auke i høve til innhaldet i ubehandla blautgjødsl. Men dersom komposteringa vert utført ved temperatur over 35°C, kan det lett bli eit betydeleg tap av nitrogen i form av ammoniakk til luft (Koivisto & Kempainen 1989).

Innhaldet av nitrat-N var lågt i ubehandla blaut storfegjødsel, og det minka signifikant ved våtkomposteringa. Ved å tilføre finfordelt luft også etter at det lett nedbryt bare tørrstoffet er oppbrukt, vil innhaldet av nitrat-N stige på bekostning av ammoniumfraksjonen. Nedgang i pH vil indikere at ein slik oksidasjon av nitrogen har kome i gang. Det er så spørsmål om vi ønskjer ei husdyrgjødsel med relativt høgt innhald av nitrat-N. Ved gjødsling av korn t.d. er ein interessert i ei gjødsl som kan gi rask gjødselverknad. Dersom ein styrer våtkomposteringa i retning av nitrat-N, så vil det i praksis bety ei forlenging av prosessperioden med høgare kostnader, og større tap av total-nitrogen.

Fiberstoffet lignin vart ikkje nedbrote ved våtkomposteringa. Utrekna på tørrstoffbasis var det signifikant høgare prosentvis innhald av lignin i våtkompostert, enn i til svarande ubehandla blautgjødsl. Hanssen & Myhr (1989) fann at lignin var det organiske stoffet i husdyrgjødsla som vart minst nedbrote i løpet av ein vekstsesong i jord. Hemicellulosen var derimot relativt lett nedbrytbar, og innhaldet av dette stoffet var signifikant lågare i våtkompostert, både utrekna pr. tonn gjødsl og på tørrstoffbasis, enn i tilsvarende ubehandla gjødsl. For aske og for makronæringsstoffa fosfor, kalium, magnesium og kalsium var innhaldet likt pr. tonn blautgjødsl, uavhengig av handsaminga. Utrekna på tørrstoffbasis var det derimot signifikant høgare innhald i den våtkomposterte gjødsla for alle desse uorganiske stoffa.

Tap av nitrogen til atmosfæren ved spreining av våtkompostert og tilsvarende ubehandla

blaut storfegjødsel vart undersøkt i eit spesielt forsøksopplegg. Etter 14 timar var det tydeleg større tap av ammonium-N frå våtkompostert gjødsl, enn frå tilsvarende ubehandla. Dette kunne ha samanheng med at partiklane i den våtkomposterte gjødsla søkk ned, medan partiklane i den ubehandla gjødsla flaut opp, og danna ei skorpe ved uttørking. Etersom forsøket vart utført i tette kassar, kunne ikkje blautgjødsla sige ned i jorda. Dersom prøver av desse to gjødsltypane hadde vorte spreidd ut på jordoverflata, så ville truleg den våtkomposterte gjødsla ha trengt ned i jorda først, og da kunne ammoniumnitrogenet ha bunde seg til jordpartiklane. Pain et al. (1989) og Sommer & Christensen (1989) fann at ammoniakkfordampinga var vesentleg mindre frå blautgjødsl med lågt, enn med høgt tørrstoffinnhald. Stevens et al. (1989) fann at minst 80% av N-tapet ved ammoniakkfordamping kunne hindrast ved å senke pH i blaut storfegjødsla til 5,5, og til 6,0 i svinogjødsel, ved hjelp av svovelsyre. Det kan også vere aktuelt å bruke salpetersyre til å gjere blautgjødsla sur.

Når luftemaskinen stoppes og den våtkomposterte gjødsla vert ståande i ro, sedimenteres partikkelmaterialet etter kvart. Det skjer ein separasjon i ein tørrstoffrik nedre del som inneheld mykje fosfor, og i ein tørrstofffattig øvre del som inneheld lite fosfor. Det kan vere av interesse å nytte ut dette fenomenet i praksis, td. ved å spreie den tynne delen på eng, og harve ned den tjukke delen i åker. Kjellerup & Petersen (1989) fann også sterk korrelasjonen mellom tørrstoffinnhaldet i husdyrgjødsel og konsentrasjonen av fosfor, kalsium og magnesium, medan det for nitrogen og kalium ikkje kunne påvisast nokon slik samanheng.

I medel for alle prøver hadde våtkompostert storfegjødsel ved 25°C om lag fire gonger lågare viskositet enn tilsvarende ubehandla gjødsl ved 8°C. Ein skal vere merk-sam på at også såkalla ubehandla blautgjødsl

har fått ei viss mekanisk behandling ved pumpning og omrøring i bassenget. Kumar et al. (1972) og Türk (1986) har også funne vesentleg lågare viskositet i varm enn i kald blautgjødsl. Innblanding av vatn gjorde blautgjødsla lettare flytande, og etter god homogenisering kan slik gjødsl transporterast gjennom røyr med 80 mm diameter, og spreiaast med gjødslingsmaskinar av same type som vatningsvogner.

SAMANDRAG

Våtkompostering av blaut storfegjødsel vart utført ved 28- 30°C i fire veker. Det vart teke ut prøver for analysar på tre stader, der det også var bygd referanselager for tilsvarende ubehandla gjødsl. Forsøka gjekk i fire år, og i alt vart analysert 27 prøver av våtkompostert gjødsl og like mange prøver av tilsvarende ubehandla gjødsl. Jamt over vart 20 % av det organiske tørrstoffet mineralisert ved våtkomposteringa. Vassløyselege karbohydrat, eterekstrakt og hemicellulose er dei stoffa som vart mest redusert. Lignin vart ikkje brote ned. Våtkomposteringa førte til tap av 400 g Kjeldahl-N pr. tonn blautgjødsl. Innhaldet av ammonium-N var omtrent like stort i våtkompostert som i ubehandla gjødsl. Etter våtkompostering sedimenterte gjødselpartiklane, slik at vi fekk ein tjukk, fosforrik nedre del, og ein tynn fosforfattig øvre del. Viskositeten gjekk ned frå 1640 cp i ubehandla blautgjødsl ved 8°C til 345 cp i tilsvarende våtkompostert gjødsl ved 25°C. Ved å blande inn to delar vatn til kvar del blautgjødsl, vart det registrert same verknad på flyteevna som våtkompostering.

ETTERORD

Forfattaren takker laboratoriesjef Herbjørn Lysnes, Holt forskingsstasjon, som har hatt

ansvaret for dei kjemiske analysane, og sameleis forskingsteknikkar Lisbeth Mehli, Kvithamar forskingsstasjon, som har utført dei fysiske analysane. Norges Landbruksvitenskapelige Forskningsråd har gitt økonomisk støtte til denne undersøkinga.

LITTERATUR

Goering, H.K. & P.J. Van Soest 1970. Forage fiber analyses. Apparatus, reagents, procedures, and some applications. Agric. Handbook No. 379, Res. Service, USDA.

Hanssen, J.F. & K. Myhr 1989. Decomposition of dairy manure in three soil types: Influence of temperature, liming and compaction. Norwegian Journal of Agricultural Sciences 3:289-299.

Høstmark, Ø. 1987. Massestrøm, konsentrat og viskositet. Melding 1:4-8, fra Sildemel og sildoljeindustriens forskningsinstitutt, Bergen.

Kjellerup, V. & J. Petersen 1989. Rumlig variation i gylles tørstof- og næringstofindhold under opbevaring. Tidsskrift for Planteavl 93:299-306.

Koivisto, K. & E. Kempainen 1987. Effect of composting on slurry quality and handling properties. Rapport fra State Research Institute of Engineering Agriculture and Forestry, Finland. VAKOLA. ISSN0782-0054.

Kumar, M., H.D. Bartlett & N.N. Mohsenin 1972. Flow properties of Animal Waste Slurries. Paper No. 3874 in the Journal Series of the Pennsylvania Agricultural Experiment Station. Transactions of the ASAE.

Lysnes, H. 1990. Bestemmelse av tørrstoff i husdyrgjødsel. Særtrykk nr. 6. Kjemisk analyselaboratorium, Holt forskingsstasjon, Tromsø.

Myhr, K. 1984. Verknad av gylle og jordpakking på infiltrasjon av vatn i dyrka torvjord. Forskning og Forsøk i Landbruket 35:185-192.

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

Pain, B.F., V.R. Phillips, C.R. Clarkson & J.V. Klarenbeek 1989. Loss of nitrogen through ammonia volatilization during and following the application of pig or cattle slurry to grassland. *J. Sci. Food Agric.* 47:1-12.

Skjelhaugen, O.J. & J.O. Gjervan 1988. Våtkompostering. Småskrift 3/88, Statens fagteneste for landbruket. ISSN 0333-113x.

Sommer, S.G. 1989. Udspredding af gylle: Fordampning af ammoniak og fordeling av udbragt gylle. *Tidsskrift for Planteavl* 93:323-329.

Sommer, S.G. & B.T. Christensen 1989. Fordampning av ammoniak fra svinogylle på jordoverflaten. *Tidsskrift for Planteavl* 93:307-321.

Stevens, R.J., R.J. Laughlin & J.P. Frost 1989. Effect of acidification with sulphuric acid on the volatilization of ammonia from cow and pig slurries. *Journ. of Agric. Science* 113:389-395.

Türk, M. 1986. Temperatureinfluss auf das Fließverhalten von Gülle. *Agrartechnik* 36 (12):558-559.

Bruk av flytevekt (densimeter) under feltforhold

Vurdering av innholdet av tørrstoff og plantenæringsemne i blaut storfe gjødsel

Using a hydrometer

Field estimation of dry matter and plant nutrients in cattle slurry

OLAV MARTIN SYNNES & STEINAR TVEITNES

Nordre Sunnmøre Forsøksring, Brattvåg, Noreg

Northern Sunnmøre Experimental Society, Brattvåg, Norway

Statens fagteneste for landbruket, Ås, Noreg

Norwegian Agricultural Advisory Service, Ås, Norway

Synnes M.S. & S. Tveitnes. 1991. Using a Hydrometer for field estimation of dry matter and plant nutrients in cattle slurry. Norsk landbruksforskning 5: 119-124. ISSN 0801-5333.

The considerable variation in the effects of plant nutrients in cattle slurry is caused by differences in water content. In 1989-90 42 samples of cattle slurry were collected from farms in Møre og Romsdal county. The dry matter content varied from 2 to 11 %. The dry matter content reading on a Herka hydrometer was compared with that measured by drying in the laboratory. Statistical analysis showed that, under certain conditions, dry matter content can be measured just as accurately with a hydrometer as with drying in the laboratory. Correlation between dry matter content and content of Kjeldahl-N, $\text{NH}_4\text{-N}$, P, K, Ca and Mg, was: $r=0,74\text{-}0,94$. Hydrometers will provide farmers with better information on dry matter and plant nutrients in slurry. This rapid field test will lead to more accurate applications and more effective use of plant nutrients in slurry.

Key words: Cattle slurry, dry matter, field test, hydrometer, nutrients

Olav Martin Synnes, Northern Sunnmøre Experimental Society, N- 6270 Brattvåg, Norway

Innholdet av plantenæringsstoff i blaut storfe gjødsel varierer mykje. Manglande kjennskap til næringsinnholdet i blautgjødsla gjer det umogleg å tilføre nøyaktig dei mengdene

næringsstoff som plantane treng. Dette kan føre til dårlegare utnytting av plantenæringsstoff, lågare avling eller større avrenning av plantenæringsstoff frå kulturjord. Manglande

kjennskap til næringsinnhaldet fører også til at blautgjødsla blir mindre verdsett i høve til handelsingjødsla. Det blir vanleg å sikre seg mot avlingstap ved å tilføre ekstra mengder med handelsingjødsla.

Viktigaste årsak til denne variasjonen er ulik innblanding av vatn. Vatn i gjødsla stammar frå reingjering av mjølkemaskinar og spyling av husdyrrom. Vatn blir ofte tilsett ved omrøring og utkøyring av gjødsla. Opne gjødselkummar samlar opp nedbør.

Under praktiske forhold i Noreg varierer tørrstoffinnhaldet i blaut storfe gjødsla for det meste mellom 2% og 11%. I undersøkingar i andre land i Europa, er det påvist nær samanheng mellom tørrstoffinnhald og innhald av plantenæringsstoff i blautgjødsla frå storfe, gris og fjørfe (Tunney & Molloy 1975). Undersøkingar i Noreg (Håland 1988) syner også nær samanheng mellom tørrstoffinnhaldet i blaut storfe gjødsla, og innhaldet av plantenæringsstoff.

Fleire feltmetodar for måling av nitrogen i husdyrgjødsla har vore utprøvde. Tunney & Bertrand (1989) har gitt eit oversyn over desse målemetodane. Metodane byggjer på måling av gasstrykk (nitrogenmeter), elektrisk leiingsevne (ammoniumelektrode) eller måling av lysgjennomgang (kolorimetrisk målingar).

Alle metodane gir nøyaktige målingar av ammoniuminnhaldet i gjødsla. Det finst også elektrodar for måling av kalium. Ved kolorimetrisk målingar kan ein måle innhaldet også av fosfor. Ingen av metodane måler innhaldet både av nitrogen, fosfor og kalium.

Ein fjerde metode vart utvikla i Irland. Tunney (1976) oppdaga at det var ein lineær samanheng mellom tettleiken (kp/l) av blautgjødsla, og tørrstoffinnhaldet. Ved hjelp av ei flytevekt kan tørrstoffprosenten i små prøver av blautgjødsla avlesast på ein skala. I egne tabellar finn ein fram til eit tilnærma innhald av plantenæringsstoff.

Føremålet med våre undersøkingar var å finne ut kor nøyaktige tørrstoffmålingar metoden med flytevekt gir, ved ein gitt framgangsmåte ved prøvetaking. Føremålet var vidare å finne samanhengen mellom tørrstoffprosent og innhald av plantenæringsstoff i storfe gjødsla i Noreg, for å sjå om dette samsvarar med utanlandske undersøkingar. Det vart også undersøkt om det same måleprinsippet kunne nyttast for silopressaft. Resultatet frå desse målingane vil bli omtalte i ei anna melding.

MATERIAL OG METODAR

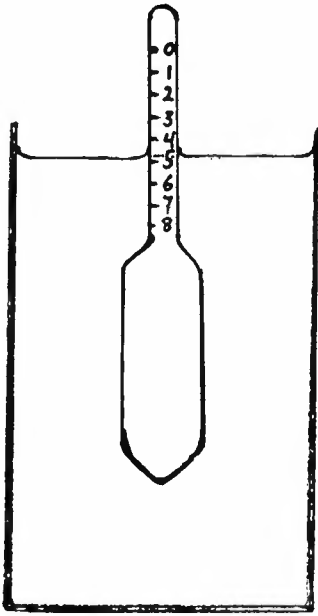
Undersøkingane omfattar i alt 42 prøver av blaut storfe gjødsla. Alle prøvene inneheld i hovudsak gjødsla frå mjølkekyr. I 1989 vart det teke 7 innleiande prøver i Haram kommune. I 1990 vart det teke 26 prøver i Haram, 5 prøver på Smøla og 4 prøver i Ørsta kommune.

Uttak av gjødslprøver vart gjort på gardsbruk med tett gjødsellager. Prøvene vart uttekne etter at gjødsla var omrørt. Det vart teke prøver ved normal spreietid for blautgjødsla, i tida 24. april - 9. mai, og 21. juni - 4. juli.

Avlest tørrstoffprosent på Herka flytevekt, vart samanlikna med målingar av tørrstoffprosent og plantenæringsstoff i laboratorium. Prøvene vart analyserte dels ved Landbrukets analysesenter, dels ved Kjemisk analyselaboratorium, Noregs landbrukshøgskule, Ås-NLH.

Ei skisse av flytevekt er vist i figur 1. Prinsippet byggjer på Arkimedes' lov. Tørrstoffet i husdyrgjødsla er tyngre enn vatn. Dess høgare tørrstoffinnhaldet er, dess høgare er tettleiken av blautgjødsla (kp/l) og flytehøgda til målaren.

Storfe gjødsla har høg seigleik. Flytevekta verka ikkje tilfredsstillande når tørrstoffinn-



Figur 1. Flytevekt (tettleiksmålar, densimeter) i bøtta med blautgjødsl. Bøtta må vere minst 25 cm djup.

Figure 1. Hydrometer in bucket with slurry. The bucket should be at least 25 cm deep.

haldet var 5% eller høgare. I storfegjødsl med 5-10% tørrstoff måtte ein blande inn vatn, 1 del blautgjødsl med 1 del vatn. Den avleste tørrstoffprosenten på flytevekta vart multiplisert med 2. Når tørrstoff-prosenten i blautgjødsla var 10-15%, måtte ein blande 1 del blautgjødsl med 2 delar vatn.

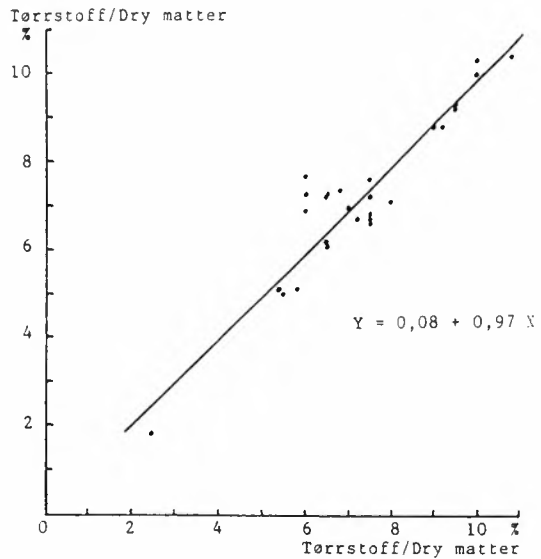
Gjødsla i bøtta vart rørt grundig like før måling. Målaren fekk først sige nedover i blautgjødsla til han stogga. Etter avlesing vart målaren pressa 2-3 cm nedover i gjødsla, og steig så oppover til han stogga. Dersom det var avvik mellom desse to avlesingane, vart gjødsla rørt om, og ein målte på nytt. Om naudsynt vart det tilsett meir vatn.

Tala frå målingane vart analyserte ved hjelp av enkel lineær regresjon og korrelasjon.

RESULTAT

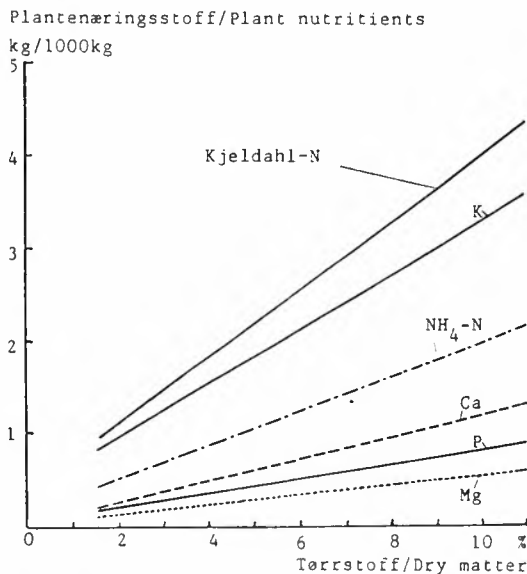
Det var godt samsvar mellom avlesne tørrstoffprosentar på Herka flytevekt, og målte tørrstoffprosentar i laboratorium (figur 2). Korrelasjonskoeffisienten var $r=0,96$. Regresjonskoeffisienten var $b=0,97$ ($P<0,01$).

Det var godt samsvar mellom tørrstoffprosent, målt ved tørking i laboratorium, og innhald av næringsstoff. Regresjonskoeffisientane for Kjeldahl-nitrogen, ammonium-nitrogen, fosfor, kalium, kalsium og magnesium var signifikant større enn 0 ($P<0,01$).



Figur 2. Lineær regresjons-likning, mellom tørrstoff-måling i laboratorium (Y) og avlest tørrstoff på Herka flytevekt i felt (X). Tjueseks prøver frå Haram, tekne ut vår og sommar 1990.

Figure 2. Linear regression equation. Y is dry matter measured in the laboratory. X is dry matter read on a Herka hydrometer in the field. Twenty-six samples from Haram, Møre og Romsdal county, taken in the spring and summer of 1990.



Figur 3. Lineær regresjon mellom tørrstoffprosent målt i laboratorium, og innhold av plantenæringsstoff.

Figure 3. Linear regression between dry matter measured in the laboratory, and content of plant nutrients.

Tabell 1. Korrelasjon (r) mellom tørrstoffinnhold, og innhold av næringsstoff. A: tørrstoff målt ved tørking i laboratorium. B: tørrstoff avlest på Herka flytevekt.

Table 1. Correlation (r) between dry matter and nutrients. A: dry matter measured by drying in the laboratory. B: dry matter read on a Herka hydrometer.

Næringsstoff / Nutrients	A: laboratorium / A: laboratory	B: Herka flytevekt / B: Herka hydrometer	
Kjeldahl-N	0,91	0,90	$P < 0,01$
P	0,90	0,87	$P < 0,01$
K	0,74	0,82	$P < 0,01$
Ca	0,94	0,92	$P < 0,01$
Mg	0,92	0,89	$P < 0,01$
$\text{NH}_4^+ \text{-N}$	0,84	0,85	$P < 0,01$
$\text{NO}_3 \text{-N}$	0,50	0,51	$P > 0,05$

Regresjonslinjene er vist i figur 3. Regresjonskoeffisienten for nitrat-nitrogen var ikkje signifikant større enn 0 ($P > 0,05$). Denne regresjonslinja er difor ikkje vist i figuren.

Det var godt samsvar også mellom tørrstoffprosent avlest på Herka flytevekt, og innhold av næringsstoff. Korrelasjonskoeffisientane, var jamt over like høge ved bruk av Herka flytevekt, som ved måling av tørrstoff i laboratorium (tabell 1).

DRØFTING

Målingane syner at Herka flytevekt er nøyaktig kalibrert for avlesing av tørrstoffprosent i blaut storfe gjødsel. Den statistiske analysen (standardavvik frå t-testen av regresjonskoeffisientane) tyder på at bruk av flytevekt kan gi like nøyaktig avlesing av tørrstoffprosenten, som bruk av tørkingsmetoden i laboratorium. Dette føreset at ein nyttar same framgangsmåte som i dei omtalte forsøka.

Korrelasjonskoeffisientane mellom tørrstoffprosent og innhold av næringsstoff, var høgare enn i 89 norske prøver ($r = 0,26 - 0,81$), omtala av Håland (1988). Dette heng saman med utvalet av gjødsellager. I våre undersøkingar var det med husdyrgjødsel hovudsakeleg frå mjølkekyr. Lagera var tette, og gjødsla vart omrørt før uttak av prøver. Tørrstoffprosentane varierte frå 2 til 11 prosent. I Håland (1988) sine prøver varierte tørrstoffprosentane frå 2 til 19 prosent. Dette tyder på at nokre av gjødsellagra ikkje var tette, eller at gjødsla ikkje var omrørt før uttaging av prøver.

Innhaldet av nitrogen, fosfor og kalium i blautgjødsla, var lågare enn i dei tabellane som fylgjer med Herka flytevekt. Innhaldet av Kjeldahl-nitrogen var 20 prosent lågare, fosfor 20 prosent lågare og kalium 9 prosent lågare enn tabellverdiane. Desse tabellverdiane bygger

venteleg på eldre undersøkingar frå fleire land i Europa (Tunney & Molloy 1975).

Innhaldet av nitrogen, fosfor og kalium var også lågare enn det som er funne i eldre prøver i Noreg (Håland 1974, Tveitnes 1985). Innhaldet av nitrogen er 25-30 prosent lågare, innhaldet av fosfor 9-19% lågare, og innhaldet av kalium 17- 27% lågare. Det er då korrigeret for skilnader i tørrstoffprosent.

Resultata samsvarar betre med 89 nyare norske blautgjødelsprøver, tekne 1983-86 (Håland 1988). Innhaldet av nitrogen og kalium i våre prøver var i gjennomsnitt berre 12 prosent lågare. Innhaldet av fosfor var derimot 7 prosent høgare.

Det er umogleg å seie noko sikkert om kvifor nyare norske gjødelsprøver syner lågare innhald av nitrogen, fosfor og kalium enn eldre norske og utanlandske prøver. Det bør takast nye prøver dei komande åra, for å undersøke om dette er ein tendens. Om ein reduserer gjødsla med nitrogen, fosfor og kalium, og minskar innhaldet av protein og fosfor i kraftforet, vil innhaldet av nitrogen, fosfor og kalium i gjødsla også avta. Ut frå desse vurderingane finn forfatarane det rett å byggje på

Tabell 2. Kjeldahl-N, P og K (kg/tonn) i blaut storfegjødsla med ulikt tørrstoffinnhald. Forslag til tabellar for blaut storfegjødsla.

Table 2. Kjeldahl-N, P and K (kg/1000 kg) in cattle slurry at various dry matter levels. Proposed tables for cattle slurry.

Tørrstoff % Dry matter %	N	P	K
3	1,5	0,27	1,2
5	2,2	0,42	1,8
7	2,9	0,58	2,4
9	3,6	0,73	3,0
11	4,4	0,89	3,5

nyare norske gjødelsprøver når det skal lagast tabellar for flytevekter (tabell 2).

Herka flytevekt er laga av glas. Røynsle syner at desse flytevektene ikkje er sterke nok for bruk under praktiske forhold. Det bør lagast flytevekter av plast eller lett- metall.

Ved bruk av flytevekt i storfegjødsla, gjer høg seigleik det naudsynt med stor innblanding av vatn. Den avleste verdien må multipliserast med 2 eller 3. Dette kan gi stor avlesingsfeil. Ei flytevekt med større avstand mellom nivåa på skalaen, vil kunne gi meir nøyaktig avlesing. Dette kan oppnåast ved å auke volumet av den nedre (neddykka) delen av flytevekta, eller ved å gjere den øvre del av flytevekta tynnare (figur 1). Herka flytevekt er kalibrert ved 15,5°C. Ved prøving i blautgjødsla med 7,5 prosent tørrstoff, vart avlesinga 7,0 prosent ved 10°C, og 8,0 prosent ved 20°C (Tunney & Bertrand 1989). I Noreg vil det meste av blautgjødsla bli spreidd i april-mai, i kjøleg ver. For å betre tørrstoffmålingane under norske forhold, bør målarane kalibrerast ved litt lågare temperatur, til dømes 13°C.

På bruk der det ikkje er høve til omrøring, vil blautgjødsla skille seg i ein tyntflytande urinrik del, og ein tjuktflytande urinfattig del. Tørrstoffet i den tyntflytande urinrike delen vil ha høgare innhald av nitrogen og kalium, og lågare innhald av fosfor, samanlikna med omrørt blautgjødsla.

Flytevekter vil kunne nyttast til tørrstoffmåling også i blautgjødsla med 11-15 % tørrstoff. Det må då tilsettast 2 delar vatn til 1 del blautgjødsla. Auken i innhald av nitrogen og kalium i tørrstoffet vil gradvis avta når innhaldet kjem over 11 %. Fosforinnhaldet i tørrstoffet aukar proporsjonalt med tørrstoffprosenten.

På ein del gardsbruk blir silopressafta ført inn i blautgjødslageret. Undersøkingar har synt at flytevekter også kan nyttast til å vurdere innhaldet av tørrstoff i silopressaft

(Synnes & Tveitnes, upublisert). Tørrstoffet i silopressaft inneheld om lag halvparten så mykje nitrogen og fosfor, og like mykje kalium, som tørrstoffet i blautgjødning (Nordang 1989). Ved bruk av flytevekt i blautgjødning med stor innblanding av silopressaft, må ein minke tabellverdiane for nitrogen og fosfor. Tabellverdien for kalium vil vere tilnærma korrekt.

Flytevekter er enklare å bruke, gir raskare målingar og er billigare enn alternative feltmetodar (Tunney & Bertrand 1989).

SAMANDRAG

Det er stor variasjon i innhald av plantenæringsstoff i blaut storfe gjødning. Den viktigaste årsaka er variasjon i innhaldet av vatn. I 1989-90 vart det teke 42 prøver av storfe gjødning i Møre og Romsdal fylke. Tørrstoffprosentane varierte mellom 2 og 11. Avlesne tørrstoffprosentar på Herka flytevekt i felt, vart samanlikna med tørrstoffmåling ved tørking i laboratorium. Statistisk analyse synte, at under gitte vilkår kan flytevekt gi like nøyaktig måling av tørrstoffprosent, som måling ved tørking i laboratorium. Korrelasjonen mellom tørrstoffinnhald, og innhald av Kjeldahl-N, NH_4^+ -N, P, K, Ca og Mg var: $r=0,74-0,94$. Bruk av flytevekt vil gi gardbrukarar betre kjennskap til innhaldet av tørrstoff og næringsstoff i blautgjødsla. Dette vil medverke til betre utnytting og høgare verdsetting av blautgjødsla.

ETTERORD

Takk til Statens tilsynsinstitusjonar i landbruket (STIL), for økonomisk stønad til gjennomføringa av forsøka. Takk også til Nordre Nordmøre Forsøksring, og Søre Sunnmøre Forsøksring for uttak av 9 gjødselprøver.

LITTERATUR

Håland, Å. 1974. Husdyrgjødsel på Jæren. Innhald og verknad av plantenæringsstoff. Statens forskingsstasjon Særheim, særtrykk nr. 21.

Håland, Å. 1988. Blautgjødning til forskjellige grasartar. Norsk landbruksforskning 2:233-244.

Nordang, L. 1989. Pressaft frå surforsiloar. Mengd, næringsinnhald og bruksmåtar. Informasjon frå Statens fagteneste for landbruket. Nr. 11: 18 s.

Synnes, O.M. & S. Tveitnes upublisert. Flytevekt for vurdering av tørrstoffprosent, innhald av plantenæringsstoff og forverdi av silopressaft under feltforhold.

Tunney, H: 1976. A method and device for measuring the dry matter content of slurry. Patent No. 1543223. The patent office, London, England. 8 pp.

Tunney, H. & M. Bertrand 1989. Rapid field tests for estimating dry matter and fertilizer value of animal slurries. In: Dodd, V.A. & P.M.Grace 1989 (Editors). Agricultural engineering. Proceedings of the 11th International Congress of Agricultural Engineering. Dublin. Ireland: 363370.

Tunney, H. & S. Molloy 1975. Variations between farms in N, P, K, Mg and dry matter composition of cattle, pig and poultry manures. Irish Journal of Agricultural Research, 14:7179.

Tveitnes, S. 1985. Husdyrgjødsel. Gjødsel, jordforbetningsmiddel og avfall med forureiningsrisiko. Institutt for jordkultur. Norges landbrukshøgskule. Ås. NLH Serie B5/85: 38 s.

Frøstørrelse, sådybde og spiretemperatur ved kålrotproduksjon

Seed size, sowing depth and germination temperature in swede production

STEINAR DRAGLAND

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

Dragland S. 1991. Seed size, sowing depth and germination temperature in swede production. Norsk landbruksforskning 5: 125-130. ISSN 0801-5333.

It has been found that increased seed size of the swede variety Vige resulted in increased size of the cotyledons. The total and saleable root yields were not affected by seed size in the 1.50-2.25 mm diameter range. Seeds with diameters above 1.75 mm are nevertheless preferred because they are better suited to the sowing equipment used. As about 70% of the seeds produced in 1989 were in the 1.50-1.75 mm diameter group, better sowing equipment for small seeds would be an advantage. Increasing the sowing depth from 1 to 3 cm delayed emergence by no more than one day even at low temperature (8°C), when emergence took 12 days. Increasing the soil temperature from 8°C to 14 or 20°C reduced the time from sowing to emergence by 7 days.

Key words: *Brassica napus* L. *rapifera* Metzg., germination, seed size, sowing depth, swede, temperature

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

Størrelsen på kålrotfrøet varierer noe med sortene, men hos Vige som er mest brukt som matkålrot i Norge, er det vanlig at det meste av frøet har mindre enn 1,75 mm diameter. For å kunne selges som "presisjonsfrø" kreves det blant annet større frø. Betydningen av frøstørrelsen for oppspiring og avling synes imidlertid ikke å ha vært undersøkt i tidligere forsøk.

MATERIALE OG METODER

Størrelsesortert frø av kålrotsorten Vige ble levert fra Stamsædsentralen, Det Kongelige Selskap for Norges Vel, Hellerud. Frøet var sortert i gruppene: < 1,50 mm, 1,50-1,75 mm, 1,75-2,00 mm og 2,00-2,25 mm. Antall frø pr 100 gram var henholdsvis 556, 384, 294 og 244.

Oppspiringsforsøkene ble utført i isolerte vekstrom på Kise forskingsstasjon. Spiringen foregikk i fuktet torvstrø ved ulike temperaturer og ved sådybde 1, 2 og 3 cm. Det ble gitt 24 timers dag med lysstoffrør. Oppspiringen ble kontrollert hver morgen, og når om lag 30% av frøene i forsøksleddet hadde gitt planter med begynnende utvikling av varige blad, ble disse høstet. Frøbladstørrelsen ble da målt ved hjelp av Area-meter, Delta T devices. Dette ble gjentatt når de neste 30%, - og når de siste plantene hadde nådd dette stadiet. Alle fire frøstørrelsene var med.

Betydningen av spirehastighet ble undersøkt for de tre største frøstørrelsene. Etter at frøene hadde ligget i vatn i 24 timer ved 8°C ble 1000 frø av hver størrelse plassert på fuktig filterpapir i mørke ved samme temperatur. Når 100 frø av samme størrelse viste tydelig rot, ble disse sådd i 1 cm dybde i pluggbrett med torvstrø ved samme temperatur. Slik såing fortsatte så lenge det var frø som spirte. Alle brettene ble flyttet over i veksthus straks det ble registrert oppspiring i det første brettet. Etter 23 døgn fra bløtlegging av frøene, ble det 18. mai plantet med 20 cm avstand og 50 cm rekkeavstand på friland på Kise. Plantene ble høstet 30. august, og røttene ble sortert og veid enkeltvis.

I 1990 ble det undersøkt om maskinhøsting og handhøsting av frøene påvirket kålrotavlinga. Det ble brukt frø av de tre største frøstørrelsene. Forsøkene ble utført både på Kise og i fem forsøksringer: Stjørdal og omegn, avd. Frosta, Hedmark, Toten, Jeløy og omland, og i Arendal/Grimstad forsøksring. Det ble forsøkt å så om lag samme frøantall pr meter rad, og i alle forsøksleddene ble det foretatt tynning til 20 cm. Sårutene var ti meter lange (6-8 m høsterute), og det var tre gjentak på hvert felt. Ved høsting i september/oktober ble røttene sortert og veid.

RESULTAT

Oppspiringsprosent

Total oppspiring etter såing i torvstrø var 94-99% for alle tre frøstørrelsene over 1,50 mm. Mindre frø ga 93% oppspiring ved 14 grader, men bare 85-86% ved 8 eller 20°C.

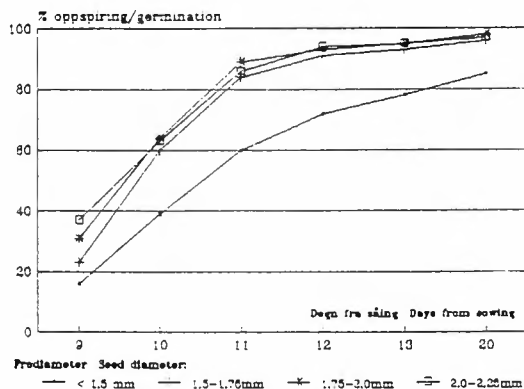
Ved 1 cm sådybde var det 94-98% av frøene som ga planter. Dersom det ble sådd i 2 cm dybde var det 93-97% oppspiring, mens det ved 3 cm sådybde var 93-96% av frøene som ga planter.

Oppspiring ved 14°C ga 96-98% planter. Ved 8 og ved 20 grader ble oppspiringa redusert til 93-95% planter.

Oppspiringshastighet

Det var ubetydelig forskjell i spirehastighet for ulike frøstørrelser mellom 1,5 og 2,25 mm. Frø som var mindre enn 1,5 mm spirte noe saktere (figur 1).

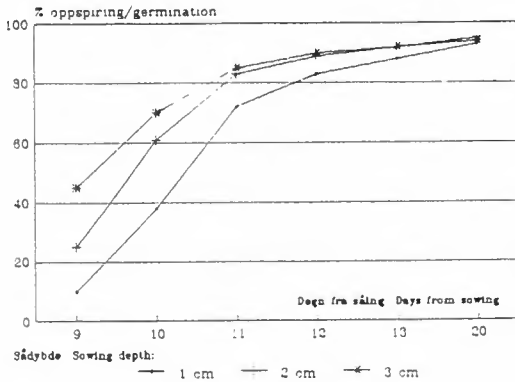
Økt sådybde førte til noe seinere oppspiring, men ved 14 og 20 grader var det mindre enn en dags forskjell mellom sådybdene. Selv ved 8°C var det minst like høg oppspiringspro-



Figur 1. Oppspiring av kålrot fra ulike frøstørrelser ved 8°C.

Figure 1. Emergence of swede plants grown with different seed sizes at 8°C.

sent etter 11 døgn ved 3 cm sådybde som etter 10 døgn ved 1 eller 2 cm sådybde (figur 2). Jordtemperaturen ved såing hadde stor betydning for hvor raskt plantene ble synlige over jorda. Etter fire døgn var det 73% oppspiring ved 20 grader, 21% ved 14 grader og ingen synlige planter ved 8°C. Dagen etter var det både ved 14 og 20 grader nesten 90% oppspirte planter, men det gikk ni døgn før de første plantene viste seg ved 8°C (figur 3).



Figur 2. Oppspiring av kålrot sådd i 1-3 cm dybde ved 8°C.

Figure 2. Emergence of swede plants sown at 1-3 cm depth and 8°C.

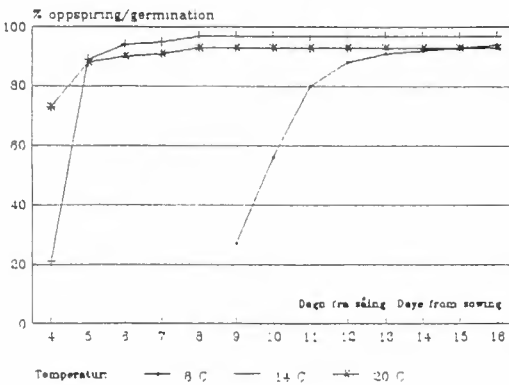


Figure 3. Oppspiring av kålrot ved 8, 14 og 20°C.

Figure 3. Emergence of swede plants grown at 8, 14 and 20°C.

Frøbladstørrelse

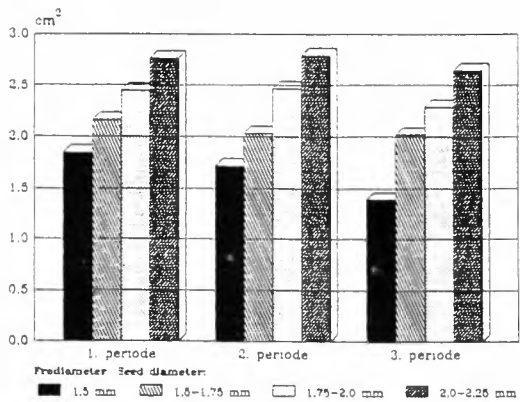
Økt frøstørrelse førte til økt frøbladstørrelse. Innenfor hver frøstørrelse var det størst frøblad hos de plantene som spirte først (figur 4).

Frø fra 2 cm sådybde ga planter med 2,31 cm² frøblad. Ved 1 og 3 cm sådybde ble frøbladene henholdsvis 2,17 og 2,16 cm².

Oppspiring ved 20 grader førte til større frøblad (2,48 cm²) enn etter spiring ved 14 eller 8°C (2,09 og 2,08cm²).

Kålrotavling

I 1989 ble det plantet ut et felt med kålrot som var oppalt fra frø av tre størrelser mellom 1,5 og 2,25 mm. Dette førte ikke til noen tydelige forskjeller i total eller salgbar rotavling. Under



Figur 4. Størrelse av frøbladene hos kålrot etter oppspiring fra frø av ulik diameter. Planter med synlige varige blad ble høstet så snart en tredel hadde nådd dette stadiet (1. periode). Neste og siste tredel av plantene ble høstet i periode 2 og 3.

Figure 4. Size of cotyledons of swedes grown from seeds of different diameter. Plants with the first true leaves visible were singled out and the cotyledons measured as soon as one-third had reached this stage (period 1.). The next and the last thirds were harvested in periods 2 and 3.

Tabell 1. Antall (%) røtter med sprekker og flere bladfester etter bruk av forskjellig frøstørrelse

Table 1. Number (%) of split roots and roots with different numbers of stems. Effects of different seed sizes in the swede variety Vige

Frøstørrelse Seed size mm	Sprekker i røtter Splits in roots			Antall bladfester Stems per root			
	Ingen None	Gjengrodd Healed	Åpen Open	1	2	3	≥4
1,50-1,75	21	71	8	61	18	9	12
1,75-2,00	27	65	8	53	22	12	13
2,00-2,25	24	72	4	58	21	9	12

oppalinga ble det også skilt mellom frø som spirte raskt, og frø som trengte lengre tid før rota ble synlig. Heller ikke dette førte til avlingsforskjeller etter vekst på friland fra 18. mai til 30. august. Vekstforholdene var gode, og den totale rotavlinga var nesten 10.000 kg pr dekar.

I 1990 ble frø fra de samme størrelsesgruppene sådd på seks felt. Avlingsnivået varierte mellom feltene fra 3000 til 9000 kg pr dekar, men det var ingen tydelige forskjeller som skyldtes frøstørrelsen. I gjennomsnitt var 38% av røttene under 0,5 kg, og veide 860 kg pr dekar. Røtter i vektgruppa 0,5-1,5 kg omfattet 58% av antallet, og veide 3970 kg. Det var bare 5% av røttene som var over 1,5 kg, og de veide 830 kg pr dekar.

Halvparten av frøene som ble brukt var høstet på vanlig måte med maskinelt utstyr, men resten ble behandlet mer forsiktig ved handhøsting. Heller ikke dette førte til tydelige forskjeller i kålrotavling.

Bladfester og sprekking

I det ene forsøket i 1989 ble hver enkelt rot beskrevet med hensyn til antall bladfester og sprekking. Gjengrodd sprekk fører vanligvis ikke til at røttene blir frasortert ved salg. Det var ikke mulig å påvise noen tydelig virkning

Tabell 2. Forholdet mellom antall bladfester og antall sprukne røtter

Table 2. The relation between number of stems per root and number of roots with open or healed splits

Antall Number of bladfester stems	Ant. røtter (%) med Number of roots (%) with	
	Åpen sprekk Open split	Gjengrodd sprekk Healed split
1	4,5	38,0
2	1,5	15,3
3	0,1	9,4
≥4	0,0	6,3

av frøstørrelse på antall bladfester eller sprekking (tabell 1). Derimot var det tydelig at det var mest sprekking blant røtter med få bladfester (tabell 2).

DISKUSJON

Den totale frøproduksjonen av Vige i 1989 var 1541 kg rensed frø. Av dette var 966 kg (63%) av størrelse 1,50-1,75 mm, 538 kg var 1,75-2,00 mm (35%), mens bare 37 kg (2%) var 2,00-2,25 mm (Stamsædsentralen 1990).

Det har vært ønske om frø med høg

spireprosent, og Stamsædsentralen påpeker også at dyrkerne ønsker stor frøstørrelse. Frø som blant annet fyller kravene om minst 95% spireevne og størrelse over 1,75 mm har fått betegnelsen "Presisjonsfrø". Av frøavlinga for Vige i 1989 var det knapt 30% av frøantallet som greide dette størrelsekravet.

Resultatene fra våre forsøk viser at frø av størrelse 1,50-1,75 mm ga like stor total og salgbar kålrotavling som større frø. Det som kan begrense interessen for denne frøstørrelsen må derfor begrunnes med tekniske problem i forbindelse med såing. Det kan være vanskeligere å så enkeltfrø når de er små. Så lenge Vige eller en annen sort med tilsvarende frøstørrelse er hovedsorten i Norge, synes det å være behov for såutstyr som også kan gi tilfredsstillende resultat med frø av størrelse 1,50-1,75 mm. Det var tross alt nesten 70% av frøantallet for Vige i 1989 i denne størrelsegruppen. For å oppnå et godt såresultat er det ellers viktig at frøpartiene ikke inneholder frø utenom den størrelsen som er oppgitt.

Valg av frøhøstemetode hadde ingen tydelig virkning på rotavlinga i denne undersøkelsen. Resultatet kan imidlertid bli annerledes under andre innhøstingsforhold, og må derfor ikke tillegges for stor vekt.

Gjennom det forskingsarbeidet som ble utført av Havstad (1964) og av Jonassen (1971, 1971b, 1971c, 1973, 1976, 1976b) skulle det foreligge et uvanlig godt grunnlag for å tilrettelegge frøproduksjonen av kålrot slik at en oppnår best mulige resultat.

Sådybder mellom 1 og 3 cm førte selv ved 8°C ikke til mer enn ett døgn forskjell i oppspiring. Under vanskelige spireforhold på friland kan sådybden likevel være av betydning. Ved skorpedanning vil trolig djup såing øke problemene under oppspiring. På lettere jordarter hvor det ikke er fare for skorpedanning, kan en i stedet redusere spireproblemene i tørr overflatejord ved å så djupt. I alle tilfel-

ler er det viktig å velge jordarbeidingsmåter som fører til gode spireforhold. Kålrot kan gi god vekst uten pløying av jorda etter korndyrking, og da er ei lett overflatebehandling nok for å sikre god spirefuktighet (Dragland 1989).

Ved jordtemperatur på 14 eller 20°C var det full oppspiring fem døgn etter såing. Derimot tok det 12-13 døgn å nå tilsvarende oppspiring ved 8 grader. Lang oppspiringstid øker faren for en dårligere plantebestand både på grunn av angrep av sopp og skadedyr, og fordi regn og vatning i spireperioden kan gi skorpedanning.

SAMMENDRAG

Forsøk med ulike frøstørrelser av kålrotsorten Vige viste at økt frøstørrelse ga større frøblad. Dette førte imidlertid ikke til noen forskjeller i total eller salgbar rotavling. Det kan likevel være ønske om stort frø fordi dette er lettere å få sådd jevnt. Om lag 70% av frøene av Vige var i 1989 av størrelse 1,50-1,75 mm, og dermed mindre enn ønskelig. Selv om dyrkingsmetodene kan påvirke frøstørrelsen noe, synes det å være behov for såutstyr som gir like godt resultat med denne frøstørrelsen som med større frø. Sådybde mellom 1 og 3 cm førte selv ved 8°C ikke til mer enn ett døgn forskjell i oppspiringstid. En endring i jordtemperaturen fra 8 til 14 eller 20 grader reduserte derimot oppspiringstida fra 12 til 5 døgn.

LITTERATUR

- Dragland, S. 1989. Jordarbeiding og jordpakking ved dyrking av kvitkål, kepaløk og kålrot. Norsk landbr. forsk. 2:145-152.
- Havstad, J. 1964. Undersøkelser innen den generative fase hos kålrot (*Brassica napus* var. *napobrassica* (L) Rchb.) med særlig sikte på å bestemme rette høstetidspunkt og

bergingsmetode for frøgrøda. Norges Landbrukshøgskole, Meld. (43), 15, 102 s.

Jonassen, G.H. 1971. Frøavlsforsøk med kålrot og nepe. Bruk av plantevernmidler mot mikroorganismer på røtter i kjølelager. Forskn. fors. landbr. 22:173-181.

Jonassen, G.H. 1971b. Frøavlsforsøk med kålrot og nepe. Størrelser av frøavlsrøtter for kjølelagring og utplantings-tider i frøavlsåret. Forskn. fors. landbr. 22:57-68.

Jonassen, G.H. 1971c. Frøavlsforsøk med kålrot og nepe. Rotavblading og lagertemperatur ved overvintring av frøavlsrøtter. Forskn. fors. landbr. 22:301-314.

Jonassen, G.H. 1973. Virkning av dyrkingsmåter på temperaturforhold, overvintring og frøavl hos kålrot. Norges landbrukshøgskole, Meld. (52), 11, 39 s.

Jonassen, G.H. 1976. Overvintring av frøavlsrøtter av kålrot og nepe. Forskn. fors. landbr. 27:35-53.

Jonassen, G.H. 1976b. Overvintring av frøavlsrøtter av kålrot og nepe på forskjellige lokaliteter. Forskn. fors. landbr. 27:393-415.

Stamsædsentralen 1990. Vige kålrot, - produksjon av presisjonsfrø. Det Kgl. Selskap Norges Vel, Notat/RE/30.01.90, 5 s.

Arbeidsbehov ved tynning og høsting av kålrot

Labour requirements for hand-thinning and harvesting of swedes

STEINAR DRAGLAND

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

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

Dragland S. 1991. Labour requirements for hand-thinning and harvesting of swedes. Norsk landbruksforskning 5: 131-138. ISSN 0801-5333.

Labour requirements for hand-thinning swedes varied from 40 to 150 man-hours per hectare at 11 farms. Final plant spacing had little influence on the time required. High initial plant density, excessive weediness and hot weather all contributed toward higher labour requirements. Four methods of harvesting were investigated. The methods varied from hand-cutting of leaves and later hand-picking of roots into boxes, to intensive harvesting by means of top-lifters mounted on tractors. The optimum choice of method depends on labour availability, and on the relation between the cost of labour and cost of for machinery and fuel.

Key words: *Brassica napus* L. *rapifera* Metzg., harvesting, labour requirement, methods, swede, thinning

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

Dersom en sår enkeltfrø av kålrot på ønsket planteavstand, vil det ofte føre til ujevn bestand. De fleste dyrkerne foretrekker derfor å sikre seg et best mulig grunnlag for produksjonen ved å så tettere, og tynne til en bestemt avstand. Arbeidsbehovet ved tynning har i forsøk variert mellom 3 og 13 timer pr dekar (Haugen 1962). Tilsvarende arbeidsforbruk hos dagens dyrkere er lite kjent. Mulighetene for innsparing i tynningsarbeidet var derfor av interesse.

Berdal og Bernhardsen (1946) fant at høstearbeidet ved rotvekstdyrking utgjorde 30 - 50% av det totale arbeidsforbruket ved produksjonen. Det var store variasjoner i arbeidsforbruket, og de mente at den vesentligste årsaken til dette var bruk av ulike arbeidsmetoder. Mer enn 40 år seinere er fremdeles høstinga av stor betydning for lønnsomheten, og variasjonen i høstemetoder har økt. For å klarlegge noen alternativ og hva de krever av utstyr og arbeidskraft, ble det foretatt registre-

Tabell 1. Arbeidsforbruk ved tynning av ett dekar kålrot hos 11 dyrkere.

Table 1. Man-hours per decare used for hand-thinning swedes on 11 farms.

Dyrker Grower	Areal dekar Field decare	Tynnings- avst. cm Plant spacing cm	Timer pr daa Hours per daa	Merknader
1	10	20	4,0	Bare langhakke, noe ugras
2	20	20	4,1	Tynn, ujevn bestand, noe ugras
3	20	20	4,2	Bare langhakke, lite ugras
4	14	25	5,6	Store planter, noe ugras
5	60	21	6,8	Passe bestand, mye ugras
6	12	20/25	7,3	Passe bestand, lite ugras
7	2	20	10,0	Uøvde tynnere, noe ugras
8	17	20	10,0	Plagsomt varmt, lite ugras
9	15	15-20	11,6	Store planter, mye ugras
10	57	20-25	13,0	Plagsomt varmt, lite ugras
11	33	20-25	15,0	Plagsomt varmt, noe ugras

ringer hos matkålrot dyrkere i Mjøsdistriktet. Handhøsting og bruk av toppløfter var de mest brukte metodene. Høsting med potetopptakere eller spesielle rotvekstopptakere forekom også, men disse er ikke tatt med i undersøkelsen.

tene, og arbeidernes innsats varierte tydelig. Dette må en ta hensyn til ved sammenligning av høstemetodene. For å gi bedre muligheter for sammenligning er alle resultatene omregnet til felt med 9000 røtter pr dekar. Storkassene er beregnet å romme 300 røtter på alle feltene.

MATERIALE OG METODER

Elleve dyrkere noterte selv arbeidsforbruket og andre forhold i forbindelse med tynning av hele kålrotarealet på gården deres. I tillegg ble det tynnet til tre planteavstander på et forsøksfelt. Dette ble utført av to forskningsteknikere på Kise forskingsstasjon.

Ved hjelp av videokamera ble innhøstinga av kålrot registrert hos matkålrot dyrkere på Hedemarken og Østre Toten i 1988 og 1989. Opptakene ga gode muligheter for å studere arbeidsinnsats og metoder. Enkelte høstemetoder ble brukt hos flere dyrkere, mens andre var det bare mulig å registrere hos en dyrker. Jordtype og værforhold kan ha påvirket resulta-

RESULTAT

Tynning

Arbeidet med tynning varierte fra 4 til 15 timer pr dekar (tabell 1). På Kise ble to personer satt til å tynne kålrot til ulik avstand i radene. Begge valgte å tynne uten hakke ved 10 cm planteavstand, men brukte ellers både hand og langhakke. Tidsstudiene viser at det gikk nesten like fort å tynne et bestemt areal til 8 cm planteavstand som til 21 cm (tabell 2). Arealet som ble tynnet var imidlertid bare 0,2 dekar pr tynningsavstand og person. Tynning bare med hand var praktisk ved kort planteavstand, men arbeidsstillingen var bedre når det ble brukt langhakke.

Tabell 2. Arbeidsforbruk pr dekar og pr 10.000 planter ved tynning til ulike avstander

Table 2. Man-hours used per decare and per 10,000 plants for hand-thinning to give different plant spacing

Tynningsavstand i cm Plant spacing in cm		Tynningstid i timer pr Man-hours per	
Ønsket Desired	Oppnådd Achieved	dekar* decare*	10.000 planter 10,000 plants
10	8	13	5
20	21	12	12
30	31	9	13

* Ett dekar = 2000 m rad. One decare = 2000m row.

Høsting

En undersøkelse hos matkålrot dyrkere i Mjøsdistriktet i 1986, viste at av ni dyrkere på Hedemarken brukte alle handhøsting. I tillegg brukte tre av dyrkerne maskinhøsting på noe av arealet. På Østre Toten var det maskinhøsting hos alle de 17 som ble registrert, mens fire brukte handhøsting i tillegg.

Handhøsting

Alternativ 1:

Røttene dras opp (og til siden), bladene kuttes og røttene legges sammen fra flere rader på feltet. Etter at noen rader er høstet, blir røttene plukket i potetbøtter av plast, og tømte i storkasser på traktor som kjøres etter plukkerne. Der denne metoden ble brukt krøp høsterne på knærne mens de dro røttene til siden, og kuttet bladene mens røttene lå på bakken. Når de gikk over til å plukke i bøtter var det fire som plukket og to som tømte bøttene og kastet dem tilbake. Det var i bruk 10-12 bøtter for å unngå at noen måtte vente på bøtter. Metoden krever en traktorfører og helst flere plukkere,

men den kan gjennomføres selv med bare en person.

Høsterne fikk betalt pr kasse, og arbeidet trolig ekstra raskt av den grunn. I gjennomsnitt kuttet hver høster bladene på 192 røtter i løpet av ti minutt. I løpet av samme tid hadde de seks høsterne + traktorføreren sørget for at 3030 røtter var plukket opp i kassene.

Dersom en regner med 9000 røtter pr dekar, og at det går med ti minutt pr time til pauser og flytting fra høsting til plukking, vil høsting av ett dekar ta knapt to timer:

Kutting av bladene tar

7,8 timer/7 personer =	1,1 timer
Plukking i kasser	0,5 "
Pauser og annet	0,3 "

Dette betyr at det gikk med knapt 14 arbeidstimer pr dekar.

Alternativ 2:

Røttene dras opp, ristes litt og legges på kanten av storkasse for kutting av bladene. Enkelte velger å snu rota, holde i den og kutte bladene før rota legges ned i kassen. Traktoren med en eller flere storkasser (foran og bak) flyttes etter høsterne slik at det ikke blir mer enn 2-3 m fra kassen og til der rota står. Traktorføreren vil ha tid til å delta i selve høstinga selv om tre personer drar opp og kutter. Metoden kan gjennomføres med bare en person, men ble vanligvis brukt av tre høstere og traktorfører.

Arbeidsbehovet ved handhøsting etter alternativ 2 ble undersøkt hos to dyrkere. Hos den ene var det to lag à tre personer + traktorfører som arbeidet på samme åkeren, - lag 2 og 3 i tabell 3. Dersom traktoren hadde to kasser for 300 røtter pr kasse, ville det bli 15 pauser pr dekar for høsterne i forbindelse med kasseskift. Hvert kasseskift tok om lag ett minutt. Totalt ville det dermed ta henholdsvis 4,3, 4,7 og 7,7 timer for de tre lagene å høste

Tabell 3. Antall kålrøtter handhøstet pr person i tre arbeidslag.

Table 3. Number of roots harvested by hand per person (A, B, C) and by tractor driver (fører) in three different teams.

Person	Ant. røtter pr 10 minutt Number of roots per 10 min		
	Lag 1 Team 1	Lag 2 Team 2	Lag 3 Team 3
A	115	94	88
B	111	93	68
C	100	71	48
Fører	45	83	0
Sum	371	341	204

ett dekar med 9000 røtter. Antall arbeidstimer pr dekar ville tilsvarende bli 17, 19 og 31.

Lag 1 prøvde å redusere tidsforbruket ved å bruke en traktor med to kasser både foran og bak. Det ble da bare 7,5 kasseskiift, men hvert skift tok 1,5 minutt. Innspart tid ble derfor knapt 4 minutt pr dekar.

Både lag 2 og 3 hadde stor forskjell i arbeidsprestasjon innenfor laget. I lag 3 førte dette til at de raskeste høsterne fikk vanskeligere arbeidsforhold. Person C som brukte lengst tid pr rot, hadde hele tiden kassen like inntil seg. De andre to gikk fram og tilbake mellom kassekanten og røttene i radene.

Maskin- og handhøsting

Alternativ 3:

Bladene ble delvis fjernet ved hjelp av slaghøster på traktor. Det ble kuttet så høgt at ingen røtter ble skadet. Resten av stenglene ble pusset bort med bladskyffel mens røttene sto i jorda. En traktor med løfteskjær (planteløfter) sørget for at alle røttene mellom traktorhjulene ble liggende oppe på jorda. Deretter kunne de plukkes i kasser på traktor som kjørte langs radene. Der metoden ble brukt var det tre

traktorer i bruk. En person greide å kutte bladene, pusse bort stengelrestene og kjøre løs røttene slik at de var klare for plukking. Seks personer plukket røtter mens en kjørte traktoren med en kasse foran. Tomme kasser var plassert langs hele feltet. Røtter som ikke var salgbare fikk ligge igjen på feltet ved første plukking, men ble plukket i egne kasser når plukkerne gikk tilbake til nedre ende av feltet for å starte på nye rekker. I alt åtte personer var i arbeid, men metoden kan brukes med vesentlig mindre mannskap.

De som plukket røtter i kassene greide hver 173 - 220 røtter pr ti minutt. Gjennomsnittlig plukket de 202 røtter. I denne prestasjonen er det ikke regnet med tiden det tok å gå tilbake til nedre ende av radene, samtidig som frasorterte røtter ble plukket i kasse. Bytte av kasse på lesseapparatet tok nesten ett minutt. Plukking av 9000 røtter inklusiv kasseskiift tok derfor 1,7 timer. Som tillegget må en regne tid for pauser og plukking av frasorterte røtter til om lag 0,5 timer pr dekar. Arbeidet med bladkutting og planteløfting tok samme tid. Det betyr at 9000 røtter (ca. 1 dekar) ble høstet i løpet av 2,2 timer. Antall arbeidstimer ble $2,2 * 8$ personer, dvs. ca 18 timer, og det ble brukt tre traktorer.

Maskinhøsting

Alternativ 4:

Det ble brukt traktor med Asa-lift toppløfter og to- tre personer i tillegg til fører. På siden av traktoren var det lagringsmuligheter for sju storkasser. Når en kasse var fylt ble den satt av bak traktoren og måtte flyttes av en annen traktor for at den ikke skulle hindre neste runde. Føreren på denne hjelpetraktoren sørget gjerne for at det sto sju kasser klare for høstetraktoren. Da tok det bare ett minutt for opplasting av de sju kassene. Hos en annen dyrker måtte mannskapet på høstemaskinen ordne med tomkassene, og da tok hver kasselasting minst

tre minutt. Lessing av en full kasse tok bare et halvt minutt. Kjørehastigheten varierte mellom 4 og 6 km pr time. Det tok om lag ett minutt fra avslutning ved enden på ei rad til en startet høstinga på ytterste rad på andre sida av feltet.

Stopp på grunn av problem under høstinga utgjorde 12-13% av høstetida. Maskinhøsting med toppløfter krevde to traktorer med førere, og minst to medjelpere på høstemaskinen.

Et enklere opplegg med tilsvarende høstestyr, ble gjennomført med en traktor og to personer. Det var da bare plass til to kasser på traktoren, og kassene ble skiftet i enden av radene slik at de ikke sto i veien for kjøringa. Kjørehastigheten var bare 2 km pr time på grunn av problemer med nedliggende og svake blad.

Ved maskinhøsting ble det brukt 45-50 cm radavstand. En dyrker som hadde prøvd med fire rader mellom hjulsporene (160 cm sporvidde), mente at det ble for trangt ved maskinhøsting av enkeltrader.

Prestasjonene ved maskinhøsting vil variere sterkt med forholdene på feltet (2 - 6 km/time i kjørehastighet). Lengda på feltet vil

bestemme hvor ofte det blir stopp i høstinga på grunn av vending. Resultatene er beregnet etter 2 og 6 km kjørehastighet, og med 100 og 400 m lange rader (tabell 4).

Resultatene viser at en kan høste et dekar med kålrot i løpet av 0,8 - 2,3 timer ved bruk av toppløfter. Hos de tre dyrkerne ble det brukt 0,8 , 1,2 og 2,0 timer, men på grunn av ulik bemanning (3, 2 og 1 person i tillegg til traktorføreren) gikk det med henholdsvis 3,2 , 2,4 og 4 arbeidstimer. Hos de to første er det da ikke medregnet den personen som måtte flytte kassene bort fra raden før neste høsterunde. Dette tilsvarte kanskje 0,5 timer pr dekar, mens personen ellers var opptatt med å samle kasser for transport fra feltet til lageret.

Innenfor de enkelte alternativene (1 - 4), kan det være mulig å foreta endringer som kan gi bedre resultat. Sammenstillingen i tabell 5 viser derfor ikke hva metodene kan gi, men hva de har ført til på grunnlag av de forholdene som var på de aktuelle feltene. Beregningene er utført for høsting av 9000 røtter. Dersom antall høstbare røtter er mindre vil det redusere arbeidsbehovet ved handhøsting, mens det vil ha liten betydning for maskinhøstinga. Alterna-

Tabell 4. Beregnet tid i minutt til ulike oppgaver ved maskinhøsting av kålrot. Beregningene er utført for ett dekar med 9000 røtter, og grunnlaget er målinger hos tre dyrkere som brukte toppløfter

Table 4. Calculated time taken (min) for different operations when harvesting swedes by means of top-lifters. The calculations are made for one decare with 9000 roots, and are based on results from three growers.

Rad- lengde Row length	Fart km/time Speed km/h	Vende- tid Turning time	Kasse- lasting Loading boxes	Kasse- lossing Unloading boxes	Høsting Harvesting	Feil Pause Delay	Total
100m	2	20	5-23	15-24	60	5-10	105-137
100m	6	20	5-23	15-24	20	5-10	65- 97
400m	2	5	5-23	15-24	60	5-10	90-122
400m	6	5	5-23	15-24	20	5-10	45- 82

Tabell 5. Beregnet tidsforbruk ved høsting av ett dekar kålrot med 9000 røtter etter ulike alternativ. Grunnlaget for beregningene er registreringer hos dyrkere i Mjøsdistriktet

Table 5. Calculated time in hours per decares for different methods of harvesting swedes. The calculations are based on observations from growers in Southeast Norway.

Alternativ Alternatives*	Antall\Number of		Timer pr daa Hours per daa
	Personer Persons	Traktorer Tractors	
1. Hand + plukk	7	1	2
2. Hand direkte	4	1	4-8
3. Hand/maskin	8	2 (3)	2
4. Maskin	2-4	1-2	1-2

1= Hand-cutting of leaves and later placing roots into boxes.

2= Hand-cutting of leaves and dropping the roots directly into boxes.

3= Machine-cutting of leaves and machine-lifting of roots followed by hand-picking.

4= Using top-lifter.

tiv 2 med handhøsting og direkte plassering av røttene i kasse, ville ved 6000 røtter pr dekar redusere arbeidsbehovet pr dekar med 6-11 timer. To av lagene ville dermed bruke bare tre timer for å høste ett dekar hver, mens lag 3 ville trenge fem timer.

I tillegg til disse registreringene hos dyrkere ble det på Kise undersøkt hvordan rotstørrelsen kan påvirke høsteprestasjonen ved handhøsting. To personer høstet på fire felt med ulik rotstørrelse. Resultatene i tabell 6 viser at høstetida pr dekar økte med økt rotstørrelse, men høstetida pr tonn minket inntil røttene var om lag ett kilo.

Tabell 6. Virkning av rotvekt på høstetida for kålrot ved handhøsting av 9000 røtter pr dekar. Bladene ble kuttet og røttene pusset før de ble lagt i rader.

Table 6. Effect of root weight on hand-harvesting of 9000 swedes per decares. The leaves were cut and the roots trimmed before being left in rows.

Gram/rot Gram/root	Høstetid i timer Time taken in hours		Avling Yield kg/daa
	pr dekar per decares	pr tonn per ton	
360	13	4,0	3240
760	15	2,2	6840
1100	17	1,7	9900
1230	19	1,7	11070

DISKUSJON

Tynning av røttene krevde fra 4 til 15 timer pr dekar, og kan dermed være en vesentlig post på kostnadssida. Oversikten fra dyrkerne gir ikke noen direkte forklaring på den store variasjonen, men varmt vær har nok redusert arbeidstempoet. Mye ugras og unødvendig stort

planteantall vil også virke negativt. Haugen (1962) gjengir en tabell som viser at mye ugras førte til fire timer mer tynningsarbeid enn ved lite ugras. Stor såmengde (500g/daa) førte også til om lag fire timer mer tynningsarbeid pr dekar. Ved liten såmengde (160 g/daa) og lite

ugras ble det tynnet et dekar i løpet av knapt fem timer, mens det i motsatt tilfelle tok tretten timer. Gruppesaing med 20 cm mellom gruppene og 5 cm mellom de to frøene innen gruppen, reduserte tynningsarbeidet til 3,2 timer ved lite ugras. Også såing med ettfør-såmaskin og 5 cm frøavstand, reduserte tynninga til knapt fire timer pr dekar. Radrensing like før tynning vil ofte kunne redusere tynningsarbeidet.

Ønsket tynningsavstand kan variere noe, men tidsstudiene viste at i området 10-20 cm førte ikke dette til store endringer i arbeidsbehov pr dekar. Dragland (1989) har vist at avlinga blir lite påvirket av noe ujevn avstand mellom plantene dersom planteantallet pr radmeter er som ønsket.

Høsting av kålrot etter alternativ 1 (hand + plukk) krevde lite utstyr og relativt få traktor- og persontimer pr dekar. Som nevnt foregikk arbeidet på akkord, og tempoet var stort hos alle høsterne. Metoden er enkel og kan være aktuell både på små og store felt. Dersom røttene sitter godt fast kan en gjøre arbeidet lettere ved å kjøre en planteløfter gjennom feltet. Er bladmengden stor kan en lette høstearbeidet ved å fjerne noe av bladtoppene ved hjelp av en slaghester. Sørland(1983) har ved innsamling av data fra forsøksringer funnet at handhøsting av røtter krevde 7 - 29 arbeidstimer pr dekar (middel 18). Dette var på felt hvor røttene skulle brukes til fôr, og plantetallet var derfor trolig vesentlig mindre enn 9000 pr dekar.

Alternativ 2 (hand direkte) er vanligste metode på Hedemarken. Jevnheten i høstelaget betyr mye for arbeidsprestasjonen, men også et ujevnt lag kan arbeide bra sammen. De raskeste må da høste flest rader, eller traktorføreren må hjelpe den som trenger lengst tid. Dersom det blir gjort vil alle på laget få bedre arbeidsforhold.

Både etter alternativ 1 og 2 kan høsterne

også pusse bort siderøtter. Dette har vist seg (egne forsøk) å ha liten eller ingen betydning for lagringsresultatet. Lar en være å pusse røttene vil høstinga gå raskere, men det kan bli med mye jord som kan gi problem når røttene seinere skal vaskes. Ingen av høsterne i våre registreringer pusset røttene før lagring.

Ved høsting etter alternativ 3 (hand/maskin) ble bladene fjernet ved hjelp av slaghester og bladskyffel. Glemmestad (1962) fant at skyffeltypen påvirket arbeidsprestasjonen. Vinkelen mellom skjær og skaft burde være 35°, og buet skaft var bedre enn rett skaft. Disse forbedringene minsket arbeidsbehovet pr 2000 m rad (dvs. 1 daa med 50 cm radavstand) fra 1,9 til 1,4 timer. I våre registreringer ble det meste av bladene fjernet med slaghester. Dermed ble arbeidet med bladskyfling vesentlig redusert. Det går raskest å skyfle en rad om gangen (Glemmestad 1964). Dersom en lar være å bruke bladskyffel, og høster røttene direkte etter bruk av slaghester eller bladkutter, vil røttene ha korte bladstilker som kan øke faren for råteangrep under lagring (Neergaard 1984).

I våre registreringer ble det brukt seks personer til å plukke røtter i en kasse. Det førte til at de delvis sto i veien for hverandre, og kastet røttene fra lang avstand. Det er trolig at arbeidet kunne ha gått like raskt med 4-5 plukkere. Opplegget med sortering av røttene på feltet vil spare plass på lageret, og lette arbeidet seinere. Plukking av disse røttene på retur til nedre ende av feltet, ga avveksling i arbeidet og mindre behov for pauser.

Høstealternativ 4 (maskin) gjorde det mulig å høste ett dekar i løpet av 1 - 2 timer ved hjelp av 2 - 4 personer. De tre andre alternativene kan også høste ett dekar i løpet et par timer, men da trengs det om lag 8 personer. Ved kjørehastighet 6 km pr time varierte høstetida fra 0,8 til 1,6 timer pr dekar. Dersom radlengden ble økt fra 100 til 400 m førte

det til 15 min innspart tid pr dekar. Dersom kjørehastigheten blir økt med 1 km pr time vil det teoretisk gi 10 min innspart tid pr dekar. En økning i kjørehastigheten kan imidlertid føre til dårligere arbeid og/eller flere uønskede stopp i arbeidet.

Dersom en ser bort fra eventuelle forskjeller i lagringsevne hos røttene på grunn av høstemetodene, er det ikke noen metode som kan framheves som den beste. Tilgangen på arbeidskraft og prisen på den i forhold til maskinkostnadene, vil ofte være avgjørende for valg av høstemetode. Selv om arealet hos den enkelte dyrker ikke er så stort, kan samarbeid med andre kålrotdyrkere gjøre det aktuelt å vurdere maskinhøsting. De dagene en kan vinne inn ved å bruke flere høstere eller maskinhøsting, kan være viktige i en travel periode, men kan også føre til dårligere utnytting av gårdens arbeidskraft.

Hva som er den beste høstemetoden vil derfor variere, og må vurderes i hvert enkelt tilfelle.

SAMMENDRAG

Arbeidsforbruket ved tynning av kålrot varierte mellom 4 og 15 timer pr dekar hos elleve dyrkere. Tynningsavstanden hadde liten betydning for tiden som ble brukt. Stor plantetetthet, mye ugras og ubehagelig vær synes å føre til størst arbeidsforbruk.

Fire høstemetoder viste at en både ved hand- og maskinhøsting kan gjøre ferdig et

dekar i løpet av to timer. Dersom dette er ønskelig kan en oppnå det ved a) Handhøsting og seinere plukking av røtter i kasser ved innsats fra 7-8 personer og 1 traktor. b) Handhøsting og direkte fylling i kasser ved innsats fra 8 personer og 2 traktorer. c) Kombinert hand- og maskinhøsting ved innsats fra 6-8 personer og 2 traktorer. d) Maskinhøsting ved innsats fra 2-4 personer og 1-2 traktorer. Valg av metode må tilpasses tilgangen på arbeidskraft, og prisforholdet mellom arbeidslønn og maskin-/redskap-/drivstoffpris.

LITTERATUR

Dragland, S. 1989. Matkålrot av ønsket størrelse. Gartneryrket, 8:22-24.

Glemmestad, E. 1962. Undersøkelser over utforming og bruk av kålrotskyfler. Landbruksteknisk inst., Vollebakk, Meld. 7, 22 s.

Glemmestad, E. 1964. Undersøkelser over høsting og utelagring av rotvekster. Landbruksteknisk inst., Vollebakk, Meld. 10, 40 s.

Haugen, Ø. 1962. Maskinlære for landbruket. A/S Bøndernes Forlag, Oslo, 512 s.

Neergaard, M. 1984. Virkning av ulike høstemetoder på lagringsevnen hos kålrot. Grønnsakseminar 1984. Aktuelt fra SFFL, nr. 7:60-65.

Sørland, R. 1983. Rotvekster til før. Norges Landbrukøkonomiske Institutt, 36 s.

Kaliumgjødsling til eng

Potassium fertilization in leys

STYRKAR FOSS & JON FURUNES

Statens forskingsstasjoner i landbruk,

Kvithamar forskingsstasjon, Stjørdal, Norge

The Norwegian State Agricultural Research Stations,

Kvithamar Research Station, Stjørdal, Norway

Foss S. & J. Furunes 1991. Potassium fertilization in leys. Norsk landbruksforskning 5: 139-151. ISSN 0801-5333.

Thirty-four grassland trials with two rates of potassium (90 and 180 kg K per hectare) and three rates of nitrogen (160, 220 and 280 kg N per hectare) were conducted in 3-year periods from 1969 to 1975 in the district of Mid-Norway. Attention was also given to the question of split potassium application (two-thirds in spring and one-third after the first cut). An application of 90 kg K per hectare resulted in an increase in sown grasses in the sward of about 3-7 % compared to unfertilized plots. The herbage increased at a rate of about 1100 kg dry matter per hectare on sandy soils in the inland, and 1000-1500 kg in the coastal districts when 90 kg K was applied. A further increase to 180 kg K gave 200-400 kg more DM per hectare. Compared to total K applied in spring, split application yielded 150-200 kg DM more per hectare. Augmenting the potassium from 90 kg to 180 kg per hectare led to an increase in K in the plant tissues and to a decrease in Ca and Mg. The quotient $K/(Ca + Mg)$ thus changed by 0.25 units in the first cut and 0.17 in the second cut. In ten out of eleven field trials this quotient was well below 2.2. Split application caused reduced K content in the plants in the first cut and the inverse in the second cut. But the quotient $K/(Ca + Mg)$ was not significantly affected by split application, as the content of Ca and Mg in the plants was not altered from one method to the other. The response to increased N rates from 160 to 220 kg per hectare on yield was on average 400-500 kg DM per hectare on mineral soils and 100-400 kg on organic soil. Further increases to 28 kg N produced both positive and negative effects.

Key words: Grass production, potassium, split application

Styrkar Foss, The Norwegian State Agricultural Research Stations, Kvithamar Research Station, N-7500 Stjørdal, Norway

Før denne forsøksserien kom i gang, var det allerede utført en del forsøk på Vestlandet og Østlandet for å klarlegge behovet for kaliumgjødelse ved intensiv grasdyrking med bruk av store mengder nitrogen.

Sammenhengen mellom husdyrsjukdommen graskrampe og tilgangen på lettløselig kalium var da allerede klarlagt. Tanken bak det å dele kaliumgjødsla på vår og sommer var at dette kunne være med på å minske faren for graskrampe.

Forsøkene i Trøndelag og i Møre og Romsdal ble gjennomført for å få svar på de samme spørsmål som var stilt andre steder i landet.

MATERIALE OG METODE

Undersøkelsen bygger på i alt 34 felt, hvert med 3 forsøksår og 2 høstinger pr. år. Feltene har ligget i 6 forsøksringer i Midt-Norge. Fordelingen på indre/ytre distrikt, forsøksringer, år og jordart går fram av oppstillingen nedenfor.

Indre bygder

Forsøksring:	År	Jordtype ¹⁾
Innherred	1 felt 1969-71	4
- " -	1 " 1970-72	1

- " -	1 " 1970-72	3
- " -	1 " 1971-73	1
- " -	1 " 1971-73	3
- " -	1 " 1973-75	4
Namdal	1 " 1973-74	1
Orklaringen	4 felt 1973-75	1
Sjørdal og O.	1 felt 1973-75	1
- " - "	1 " 1973-75	3
Sør-Trøndelag	1 felt 1969-71	3
" - " -	1 " 1970-72	1
" - " -	1 " 1971-72	1
" - " -	1 " 1972-74	3
" - " -	1 " 1972-74	4
" - " -	1 " 1973-75	1
Sum Indre bygder	19 felt	

Ytre bygder

Forsøksring:	År	Jordtype ¹⁾
Fosenringen	1 felt 1969-71	1
- " -	5 " 1969-71	2
- " -	1 " 1972-73	2
- " -	1 " 1972-74	4
Namdal	1 felt 1969-71	1
-"-	1 " 1970-71	1
-"-	1 " 1970-72	1
Ytre Romsdal og Nordmøre	1 felt 1969-71	2
- " -	2 " 1972-74	1
- " -	1 " 1973-75	4
Sum Ytre bygder	15 felt	

¹⁾ Jordtyper: 1: Sand, sand og/eller grus i undergrunnen
2: Sand, leire i undergrunnen 3: Leirjord, leire i undergrunnen 4: Jord av myrkarakter

Forsøksplanen

Forsøksgjødsling, kg pr. dekar:

3 N-mengder, gitt i kalksalpeter 15.5 % N:

Sum

N 1: 10.00 kg N om våren	+ 6.00 kg N etter 1. slått	: 16 kg N
N 2: 13.75 " N " "	+ 8.25 " N " 1. "	: 22 kg N
N 3: 17.50 " N " "	+ 10.50 " N " 1. "	: 28 kg N

4 K-fordelinger, gitt i kaliumgjødsel 33 % K.

K 1: 9.00 kg K om våren		: 9 kg K
K 2: 6.00 " K " "	+ 3.00 kg K etter 1. slått	: 9 kg K
K 3: 18.00 " K " "		: 18 kg K
K 4: 12.00 " K " "	+ 6.00 " K etter 1. slått	: 18 kg K

Grunngjødsling med 4 kg P ble gitt om våren i superfosfat 8 % P.

Feltplanen var et blokkforsøk med alle 12 kombinasjoner av N og K tilfeldig fordelt innen hvert av 2 gjentak. De 24 rutene ble lagt ut i 2 rekker à 12 ruter, med begge rekker representert i hvert gjentak. På hver ende av begge ruterekker var plassert en rute som ikke fikk kaliumgjødsling ("K 0") i de tre forsøksårene. De fire rutene omfattet bare de to lågeste N-nivåene.

Botanisk sammensetning. Feltene ble lagt ut i ung, i enkelte tilfelle 1.års eng, der timotei har vært helt dominerende. Skjønnsmessig botanisk bedømmelse ble foretatt rutevis før høsting av hver enkelt slått.

Jordprøver som best mulig representerte hele feltet ble tatt ut ved anlegget, og etter avslutning ble prøver tatt ut leddvis. Prøvene/analysene ble begrenset til høyeste og lågeste av de tre N-nivå som K-gjødslinga ble foretatt i. pH-verdien var i middel for alle felt 5.8 ved anlegg, økende til 5.9 i middel for de samme etter tre forsøksår. Tre felt har hatt pH-verdier mellom 4.8 og 5.0 De gikk alle i

løpet av forsøksåra opp 0.2 pH-enheter. Fire felt har hatt pH-verdier på henholdsvis 7.1, 7.2, 7.4 og 7.6 i middel av anlegg og slutt.

Avlingsregistreringer. Det ble hvert år høstet to ganger, og middeltallet av totalavlinga for alle tre forsøksår på det enkelte felt er blitt brukt som grunnlag for avlingsvurderingene.

Førkvalitet. Avlingsprøver for kjemisk analyse ble tatt ut leddvis av 11 felt, og innen det høyeste og lågeste av de tre N-nivåene kaliumgjødsla ble gitt i. Analyser m.o.p. innhold av trevler, N, K, Mg og Ca ble utført på så vel 1. som 2. slått. Proteinavling gjengitt i tabell 6 er lik N-mengden i dekaravlinga multiplisert med 6.25.

RESULTATER**Botanisk sammensetning**

Rødkløver utgjorde en liten del av vegetasjonen på forsøksfeltene. Innslaget av rødkløver var 5-6 % på sandjord med sand og grus i under-

grunnen, mens den var helt nede i 0.1 % på leir- og myrjord. Verken en deling eller en økning av kaliumtilførselen har påvirket andelen av kløver.

Mengden av isådd gras på feltene varierte sterkt. I de fleste tilfellene var det en svak, men signifikant økning i andelen av sådd gras med økt kaliumgjødsling, tabell 1.

En økning på 9 kg K pr. dekar i forhold til ugjødsla med K førte til et lite men signifikant større innslag av isådde gras når KAL-verdiene var under 15 eller KHNO_3 under 110, tabell 2. En ytterligere økning fra 9 til 18 kg K pr. dekar ga ingen signifikant endring i andelen av isådde grasarter.

Avling av høy

Det var ingen signifikante samspill mellom nitrogen og kalium med hensyn til høyavling.

Ved økt nitrogengjødsling fra 16 til 22 kg N pr. dekar har en hatt meravlinger på 40 til 55 kg høy pr. dekar på mineraljord og varierende fra 10-15 til 40 kg på myrjord, tabell 3. Når nitrogengjødslinga ble økt fra 22 til 28 kg pr. dekar, førte det til en svak avlingsnedgang på 9 felter anlagt på mineraljord, mens en på de 20 resterende feltene oppnådde en avlingsøkning på 10-30 kg høy pr. dekar. I middel for alle felter ga gjødsling med 28 kg nitrogen pr. dekar en meravling på 10 kg høy pr. dekar, sammenlignet med ei gjødsling på 22 kg N pr. dekar.

De første 9 kg K pr. dekar har gitt en stor og signifikant økning av høyavlinga (110-140 kg pr. dekar) på sand- og myrjordsfeltene, tabell 3. En ytterligere økning med 9 kg K opp til 18 kg K pr. dekar har ført til signifikante avlingsøkninger bare i de ytre bygdene,

Tabell 1. Andel av sådd grasart i prosent, skjønsmessig bedømt før hver høsting. Gruppert etter vokseplass og jordtype.

Table 1. Proportion of sown grasses (in percent) estimated before each harvesting and separated into groups of different localities and soils.

Pr. dekar	INDRE BYGDER			YTRE BYGDER		
	INLAND LOCALITIES	LEIR OVER LEIRE	MYRJORD	COASTAL LOCALITIES	SAND OVER LEIRE	MYRJORD
	Sand over sand/grus	Clay, clay in undergr.	Organic soils	Sand, sand and gravel in undergr.	Sand, clay in undergr.	Organic soils
	8 felt	4 felt	3 felt	5 felt	7 felt	2 felt
Per 0.1 hectare	Sand, sand and gravel in undergr.	Clay, clay in undergr.	Organic soils	Sand, sand and gravel in undergr.	Sand, clay in undergr.	Organic soils
	8 trials	4 trials	3 trials	5 trials	7 trials	2 trials
0 kg K	50	50	71	54	70	26
9 kg K	53	54	60	57	77	29
	**	**	n.s.	n.s.	***	n.s.

*** : $P < 0.001$

** : $P < 0.01$

* : $P < 0.05$

n.s. : no significance

Tabell 2. Andel av sådd grasart i prosent, skjønsmessig bedømt før hver høsting. Gruppert etter kaliuminnhold i jorda.

Table 2. Proportion of sown grasses (in percent) estimated before each harvesting and grouped for different potassium content of the soil.

K pr. dekar K per 0.1 hectare	KAL <6.1	KAL 6.1-10.0	KAL 10.1-15.0	KAL >15.0
	8 felt 8 trials	9 felt 9 trials	7 felt 7 trials	10 felt 10 trials
0 kg	55	55	59	48
9 kg	58 **	59 **	63 **	46 n.s.

	KHNO ₃ <31	KHNO ₃ 31-60	KHNO ₃ 61-110	KHNO ₃ >110
	8 felt 8 trials	11 felt 11 trials	12 felt 12 trials	3 felt 3 trials
0 kg	50	53	57	51
9 kg	56 ***	56 **	56 n.s.	55 n.s.

***: $P < 0.001$

** : $P < 0.01$

n.s.: no significance

der det på sandjordsfeltene har vært meravlinger på ca. 40 kg høy pr. dekar. På de fire leirjordsfeltene (indre bygder) har en ikke hatt signifikante avlingsøkninger for K-gjødsling ved noen av de to K-gjødslingstrinnene.

Av tabell 4 går det fram at syreløselig kalium (KHNO₃) bedre enn lettløselig kalium (KAL) har klart å fange opp felter med behov for kaliumgjødsling i sin lågverdigruppe, som er KHNO₃ <31. For KAL har feltene i gruppen med de lågste analyseverdier (KAL <6.1) i middel ikke gitt signifikant meravling for største K-mengde. Det har derimot feltene i gruppene innenfor området KAL >6.1-KAL <15.

Deling av kaliumgjødsel sammenlignet med å gi alt om våren har gitt en liten, men i de fleste tilfelle ikkesignifikant avlingsøkning.

Kationbalansen i fóret

Økt nitrogen gjødsling fra 16 til 28 kg N pr. dekar har ført til en ikkesignifikant reduksjon av kaliuminnholdet i fóret, samtidig som innholdet av Ca og Mg økte signifikant. Forholdet på ekvivalentbasis mellom kalium og summen av kalsium/magnesium er således blitt signifikant redusert, tabell 5. Sterkere kaliumgjødsling har derimot økt dette forholdet signifikant som følge av at kaliuminnholdet i fóret steg, samtidig som innholdet av kalsium og magnesi-

Tabell 3. Høyavling(1. + 2. slått) i middel av tre år, kg pr.dekar. Gruppert etter vokseplass og jordtype.

Table 3. Yield in kg per 0.1 hectare (averages of three years) separated into groups of different localities and soils.

Pr. dekar	INDRE BYGDER			YTRE BYGDER		
	INLAND LOCALITIES	LEIR OVER MYRJORD	MYRJORD	COASTAL LOCALITIES	LEIR OVER MYRJORD	MYRJORD
	Sand over sand/grus 8 felt	Leir over leire 4 felt	Myrjord 3 felt	Sand over sand/grus 5 felt	Sand over leire 7 felt	Myrjord 2 felt
Per 0.1 hectare	Sand, sand and gravel in undergr. 8 trials	Clay, clay in undergr. 4 trials	Organic soils 3 trials	Sand, sand and gravel in undergr. 5 trials	Sand, clay in undergr. 7 trials	Organic soils 2 trials
16 kg N	945	962	762	903	882	724
22 kg N	988	1006	803	947	908	737
	n.s.	*	*	***	n.s.	n.s.
0 kg K	912	976	762	872	822	669
9 kg K	1021	992	803	977	968	793
	***	n.s.	*	**	***	***
16 kg N	1002	982	801	960	963	784
22 kg N	1057	1028	839	1016	1009	852
28 kg N	1086	1013	850	1013	1020	866
	***	**	**	***	***	***
9 kg K	1043	1010	820	982	977	824
18 kg K	1054	1005	840	1024	1018	845
	n.s.	n.s.	n.s.	***	***	n.s.
K om våren ¹⁾	1047	1006	827	994	989	829
K delt v/s.	1049	1010	834	1012	1006	839
	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.

¹⁾: K om våren: 9 og 18 kg K pr. dekar, alt gitt om våren

9 and 18 kg K per 0.1 hectare, all applied in the spring

K delt v/s: 6 og 12 kg K pr. dekar gitt om våren, 3 og 6 kg K etter 1.slått

6 and 12 kg K per 0.1 hectare applied in the spring, 3 and 6 kg K after first cutting

***: P<0.001

** : P<0.01

* : P<0.05

n.s.: no significance

Tabell 4. Høyavling (1. + 2.slått) i middel av tre år, kg pr. dekar. Gruppert etter kaliuminnhold i jorda.

Table 4. Yield in kg per 0.1 hectare (averages of three years) separated into groups of different potassium content in the soil.

Nitrogen og kalium i kg pr. dekar		KAL <6.1	KAL 6.1-10.0	KAL 10.1-15.0	KAL >15.0
Nitrogen and potassium in kg per 0.1 hectare		8 felt	9 felt	7 felt	10 felt
		8 trials	9 trials	7 trials	10 trials
16 og	0 kg K	980	849	858	731
22 kg N	9 kg K	1047 **	965 ***	975 ***	789 ***
16,22 og	9 kg K	1068	982	987	803
28 kg N	18 kg K	1083 n.s.	1014 ***	1014 **	808 n.s.
K om våren ¹⁾		1075	991	998	802
K delt v/s		1077 n.s.	1006 *	1003 n.s.	809 n.s.
		KHNO3 <31 8 felt 8 trials	KHNO3 31-60 11 felt 11 trials	KHNO3 61-110 12 felt 12 trials	KHNO3 >110 3 felt 3 trials
16 og	0 kg K	722	807	943	943
22 kg N	9 kg K	869 ***	927 ***	975 **	974 n.s.
16,22 og	9 kg K	889	940	992	992
28 kg N	18 kg K	921 ***	960 *	1007 **	995 n.s.
K om våren ¹⁾		897	948	998	984
K delt v/s		913 *	952 n.s.	1001 n.s.	997 n.s.

¹⁾ Tekstforklaring: Se tabell 3.
Text explanation: See Table 3.

16 og 22 kg N:
16 and 22 kg N

Tabell 5. K, Ca og Mg i % av tørrstoff i høy, og K/Ca+Mg forholdet i milliekvivalenter. Middell av 11 felt.

Table 5. K, Ca and Mg in per cent of dry matter in hay, and K/Ca+Mg relationship (milliequivalents). Means of 11 trials.

Gjødsel pr. dekar Fertilizer per 0.1 ha.	1. slått 1. cutting				2. slått 2. cutting			
	K	Ca	Mg	K/Ca+Mg	K	Ca	Mg	K/Ca+Mg
16 kg N	2.45	0.56	0.17	1.61	2.36	0.71	0.20	1.29
28 kg N	2.41	0.64	0.20	1.36	2.28	0.76	0.23	1.14
	n.s.	***	***	***	n.s.	***	***	**
9 kg K	2.27	0.61	0.19	1.36	2.18	0.75	0.23	1.13
18 kg K	2.60	0.59	0.18	1.61	2.46	0.72	0.21	1.30
	***	*	**	***	***	**	**	***
K om våren ¹⁾	2.51	0.61	0.18	1.52	2.31	0.73	0.22	1.20
K delt v/s	2.36	0.59	0.19	1.46	2.33	0.74	0.21	1.23
	***	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
16 kg N pr. dekar 16 kg N per 0.1 hectare								
0 kg K	1.78	0.58	0.19	1.10	1.93	0.77	0.23	0.96
9 kg K	2.38	0.58	0.17	1.51	2.21	0.74	0.21	1.16
18 kg K	2.69	0.55	0.16	1.79	2.43	0.66	0.19	1.37
	***	n.s.	**	***	***	***	*	***

¹⁾ Tekstforklaring: Se tabell 3.

Text explanation: See Table 3.

um ble redusert. På 10 av 11 felter var imidlertid de høyeste forholdstall K/(Ca+Mg) langt under 2,2 selv med 18 kg K pr. dekar. På ett felt var forholdstallet over 2,2, også uten kaliumgjødning.

Deling av kaliumgjødning førte til en mindre, men signifikant reduksjon av kaliuminnholdet i førsteslått. En økning i kaliumgjødning ved konstant nitrogen gjødning ga sterkt signifikante økninger i innholdet av kalium i fóret og i forholdstallet mellom kationene K/(Ca+Mg), bl.a. som et resultat av et redusert innhold av Ca og Mg.

Kalium og protein i fóret

Økt nitrogen gjødning førte til en sterkt signifikant økning i proteinavling, mens økt kaliumgjødning ikke førte til noen tilsvarende økt proteinavling, tabell 6.

Som følge av at innholdet av kalium i fóret steg med økt kaliumgjødning steg også den totale mengde av kalium som ble bortført med avlinga. Enten kaliumgjødning ble tilført utelukkende om våren eller delt mellom tilførsel om våren og etter første slått, har dette ikke påvirket den totale bortføring av kalium eller proteinmengden i fóret.

Tabell 6. Kg kalium og protein pr. dekar i total høyavling. Middell av 11 felt i 3 år.

Table 6. Kg potassium and protein per 0.1 hectare in total hay yield. Means of 11 trials in 3 years.

Gjødsel pr. dekar Fertilizer per 0.1 hectare	K	protein
16 kg N	24	124
28 kg N	25 *	162 ***
9 kg K	23	143
18 kg K	27 ***	143 n.s.
K om våren ¹⁾	25	142
K delt v/s	24 n.s.	143 n.s.
16 kg N pr. dekar 16 kg N per 0.1 hectare		
0 kg K	18	117
9 kg K	23	123
18 kg K	27 ***	124 n.s.

¹⁾ Tekstforklaring: Se tabell 3.
Text explanation: See Table 3.

Kalium i jorda

Det har vært en nedgang i lettløselig kalium i jorda i løpet av treårsperioden ved bruk av både 9 og 18 kg K pr. dekar, tabell 7. Nedgangen i kaliuminnhold var lågere med høgste enn med lågste kaliummengde. For leirjordsfeltene i de indre bygdene har en i treårsperioden fått en økning i innholdet av syreløselig kalium etter gjødsling med både 9 og 18 kg K pr. dekar. Det er ikke påvist signifikant ulikhet mellom økningene i KHNO_3 for hhv. 9 og 18 kg K pr. dekar i treårsperioden på de fire leirjordsfeltene. Det var ingen signifikant effekt på kaliuminnholdet i jorda av å dele kaliumgjødsel, sammenlignet med å gi alt om våren.

DISKUSJON OG KONKLUSJON

Registreringene av den botaniske sammensetningen sammenfaller med tidligere undersøkelser (Lyngstad & Einevoll 1967, Foss 1971 og Håland et al. 1983). I denne undersøkelsen, slik som i tidligere undersøkelser, (Lyngstad & Einevoll 1967, Foss 1971) er det vist at svak kaliumgjødsling er med på å redusere andelen av sådd gras.

Resultatene gir klart uttrykk for at det er store forskjeller mellom jordtyper og distrikter med hensyn til behovet for kalium. Behovet for kaliumgjødsling var større i kystområdene (Håland 1974) enn i de indre bygdene. På leirjord i disse bygdene er det i en treårseng ikke nødvendig å gjødsle med kalium. Engdyrking på sandjord gir derimot positive avlingsutslag for en mindre kaliumgjødsling slik som vist av Foss (1971).

Utslagene for kaliumgjødsling på avlingen og sammenhengen mellom kaliumanalysene i

Tabell 7. Endringer i KAL- og KHN03-verdier fra forsøksstart til avslutning. (Fra våren første år til høsten tredje år.) Gruppert etter vokseplass og jordtype.

Table 7. Alteration in KAL- and KHN03-values from start to termination of the experiments (from spring first year to autumn third year) separated into groups of different localities and soils.

Pr. dekar og år	INDRE BYGDER INLAND LOCALITIES			YTRE BYGDER COASTAL LOCALITIES		
	Sand over sand/grus	Leir over leire	Myrjord	Sand over sand/grus	Sand over leire	Myrjord
	8 felt	5 felt	3 felt	6 felt	7 felt	2 felt
Per 0.1 hectare and year	Sand, sand and gravel in undergr.	Clay, clay in undergr.	Organic soils	Sand, sand and gravel in undergr.	Sand, clay in undergr.	Organic soils
	8 trials	5 trials	3 trials	6 trials	7 trials	2 trials
Endringer i KAL:						
9 kg K	-5.3	-6.3	-13.4	-4.5	-5.3	-7.0
18 kg K	-4.3 ***	-4.8 n.s.	-10.5 *	-2.8 ***	-4.4 **	-4.3 *
K om våren ¹⁾	: -4.9	-5.7	-12.2	-3.5	-4.7	-6.4
K delt v/s:	-4.6 n.s.	-5.4 n.s.	-11.7 n.s.	-3.8 n.s.	-4.9 n.s.	-4.9 n.s.
Endringer i KHN03:						
9 kg K	- 8	+ 10	- 30	- 5	- 5	- 13
18 kg K	- 4 **	+ 17 n.s.	- 25 n.s.	+ 1 *	± 0 ***	- 11 n.s.
K om våren ¹⁾	: - 7	+ 5	- 25	- 1	- 3	- 17
Delt	: - 5 n.s.	+ 21 n.s.	- 29 n.s.	- 3 n.s.	- 2 n.s.	- 7 n.s.

¹⁾ Tekstforklaring: Se tabell 3.
Text explanation: See Table 3.

jord og avling er overensstemmende med Foss (1971), Håland (1974) og Håland & Tungesvik (1983).

Den positive sammenhengen mellom tilført kalium og kalium i fôret er tidligere beskrevet av Håland (1974) og Håland & Tungesvik (1983). Med den kaliumgjødning som ble brukt i dette forsøket har det ikke vært fare for å påføre dyrene graskrampe, ettersom forholdet mellom kalium og kalsium pluss magnesium var godt under 2,2. Tendensen som ble observert med hensyn til effekten av delt gjødning på mulighetene for å redusere faren for graskrampe var ikke så tydelig som det som ble funnet av Håland (1974).

Ulike mengder kaliumgjødning forandret lite på plantebestanden på forsøksfeltene i løpet av en treårs-periode. Det var lite med kløver, derfor kunne heller ikke forandringene bli så store. Men ved å gjødsle med 9 kg K pr. dekar, økte andelen av sådd gras - som regel timotei - med 3-7 prosent på jord med lågt K-innhold, sammenliknet med null kalium.

Tidligere utførte forsøk i Trøndelag og i Møre og Romsdal (Foss, 1971) viste tydelig reduksjon av kløver og timotei i enga når K-gjødning på 5 kg K ble sløyfet. På elvesand og på sandjord med morene undergrunn var det symptomer på K-mangel i tredje års eng på ugjødsla ruter.

I forsøk på Vestlandet (Håland et al. 1983) ble den botaniske sammensetningen av enga lite påvirket av kaliumgjødselmengden, mens det i andre forsøk i det samme distriktet (Lyngstad & Einevoll, 1967) ble funnet nedgang i innhold av kløver og timotei utover i engåra som følge av for liten tilgang på kalium.

Ved å holde sammen resultatene fra en rekke forsøk, blir konklusjonen at det må tilføres kalium gjennom gjødning til jord som fra

naturens side er fattig på kalium og/eller kaliumrike mineraler for at plantene skal kunne holde seg friske og konkurransedyktige.

På sandjord i indre bygder i Trøndelag var avlingsøkningen 107 kg høy pr. dekar ved tilførsel av 9 kg K, sammenliknet med ugjødsla med kalium. Videre økning til 18 kg K pr. dekar ga bare små, men positive utslag. På leirjord i indre strøk var det små utslag for tilført kalium.

I ytre bygder var det positive utslag på 100-150 kg høy pr. dekar for det første K-trinnet på alle typer jord, unntatt de mest kaliumrike. 18 kg K - 9 kg K førte til en avlingsoppgang på 20-40 kg for alle jordtyper så nær som for myrjord.

Dette viser at det er forskjell mellom distriktene. I indre bygder er det som regel behov for mindre mengder kaliumgjødning enn ute ved kysten. På sandjord kan det være fare for overdosering, og på leirjord vil det ofte være bortkastet å gjødsle med kalium i en treårs-periode med eng.

Tidligere forsøk i det samme distriktet (Foss, 1971) viste at 5 kg K pr. dekar var nok til elvesand i dalene og til sandjord med skjellsand under i Fosen. Ytterligere økning til 10 kg K førte på disse jordartene til en betydelig nedgang i avling.

På Vestlandet er det funnet større utslag for kalium på myrjord enn på sandjord (Lyngstad & Einevoll, 1967). Andre forsøk (Håland, 1974) viste at 12 kg K pr. dekar var nok i kystbygdene til å holde avlingene oppe i én sesong, senere var dette for lite.

Utslag for kalium-gjødsling er blitt sammenliknet med grupperinger av KAL- og KHNO_3 -tall fra jordanalysene. Det viste seg at det var større sammenheng mellom avlingsutslag og KHNO_3 enn mellom avlingsutslag og KAL. Det var størst avlingsøkning ved begge

K-gjødningstrinn på jord med lite av syreløselig kalium og minst på jord med store kaliumreserver. Forsøk på Vestlandet (Håland, 1974 og Håland & Tungesvik, 1983) viste det samme som resultatene fra den meldinga som presenteres her: at det var bedre sammenheng mellom KHNO_3 og avlingsutslag for økende K-gjødning enn det var når KAL ble brukt i sammenlikningen. I tidligere forsøk i Trøndelag og i Møre og Romsdal (Foss, 1971) var det like god og positiv sammenheng enten det var KHNO_3 eller KAL som ble brukt ved sammenlikning med avlingsutslag for økt kaliumgjødning.

Innholdet av kalium i plantene økte med stigende K-gjødning. Det samme er funnet i forsøk på Vestlandet (Håland, 1974 og Håland & Tungesvik, 1983). Der økte K-innholdet i plantene fra år til år der det var gjødslet med 24 kg K pr. dekar. Med 12 kg K var nivået noenlunde det samme i det første og det siste året.

Samtidig med at innholdet av K i plantene steg, avtok innholdet av Ca og Mg.

Sentralt i føringa av mjølkekyr er forholdet $\text{K}/(\text{Ca} + \text{Mg})$ i før-rasjonen. I disse forsøkene var 10 av 11 prøver godt under grensa 2,2. Gjødning opp til 18 kg K pr. dekar skulle således være forsvarlig, uten større fare for graskrampe.

I forsøkene i Trøndelag var det ingen økning i proteinavling ved stigende kaliumgjødning. Men det var en økning i bortført kalium i avlinga på 4-5 kg pr. dekar for hvert gjødselstrinn på 9 kg K.

Et viktig spørsmål i disse og andre forsøk som er utført er om det kan ha noe for seg å dele kaliumgjødning, slik at 2/3 blir tilført om våren og 1/3 etter første slått, i stedet for å gi alt om våren.

I disse forsøkene er det ved deling opp-

nådd en avlingsgevinst på 15-20 kg tørrstoff pr. dekar i sum for 1. og 2. slått i gjennomsnitt for en treårsperiode.

På Vestlandet førte deling av kaliumgjødning til en ubetydelig og ikke signifikant avlingsoppgang på 6-10 kg tørrstoff pr. dekar (Håland, 1974 og Lyngstad & Einevoll, 1967).

Deling av K-gjødning førte til en nedgang i K-innholdet i plantene på 0,15 prosentenheter i 1. slått. Men denne nedgangen førte ikke til påviselig effekt på $\text{K}/(\text{Ca} + \text{Mg})$ -forholdet i plantene. I Vest-Norge (Håland, 1974) førte deling av K-gjødning til lavere innhold av K i plantene ved første slått og litt høyere i andre slått. Sett fra et føringssynspunkt vil det derfor være en fordel å gi noe av kaliumgjødning om våren og resten som overgjødning etter første slått. I disse forsøkene førte en økning i N-gjødning fra 16 til 22 kg til en meravling på 40-55 kg høy på mineraljord og 10-40 kg på myrjord. Sterkere gjødning enn 22 kg N pr. dekar førte til både positive og negative avlingsutslag.

Økt proteinavling som en følge av sterkere N-gjødning skyldtes både økt avling pr. dekar og økt innhold av N i tørrstoffet.

Sterkere N-gjødning hadde lite å si for K-innholdet i tørrstoffet. Derimot hadde N og K i tilført gjødning motsatt virkning på $\text{K}/(\text{Ca} + \text{Mg})$ -forholdet. Økning fra 16 til 28 kg N hadde like stor negativ virkning på dette forholdet som den positive av en økning i K-gjødning fra 9 til 18 kg pr. dekar. Bedre tilgang på N for plantene har med andre ord motvirket det uheldige ved å øke K-gjødning med tanke på $\text{K}/(\text{Ca} + \text{Mg})$ -forholdet.

SAMMENDRAG

I 34 treårige engfelt i Midt-Norge ble virkningen av å gi 9 og 18 kg K pr. dekar om våren sammenliknet med en deling, der 2/3 av kaliumgjødsla ble gitt om våren og 1/3 etter første slått. Det var lagt inn 3 N-mengder, 16, 22 og 28 kg pr. dekar, og dessuten utenom det faktorielle N- og K-opplegget noen parseller uten K-gjødsling. 9 kg K pr. dekar førte på mineraljord til en økning av sådd gras i enga med 3 - 7 %, sammenliknet med ugjødsla parseller. Avlinga økte med om lag 110 kg høy pr. dekar på sandjord i de indre bygder, og med 100-150 kg i kystbygdene når det ble tilført 9 kg K. Økning til 18 kg K ga 20-40 kg meravling i kg høy pr. dekar i kystbygdene.

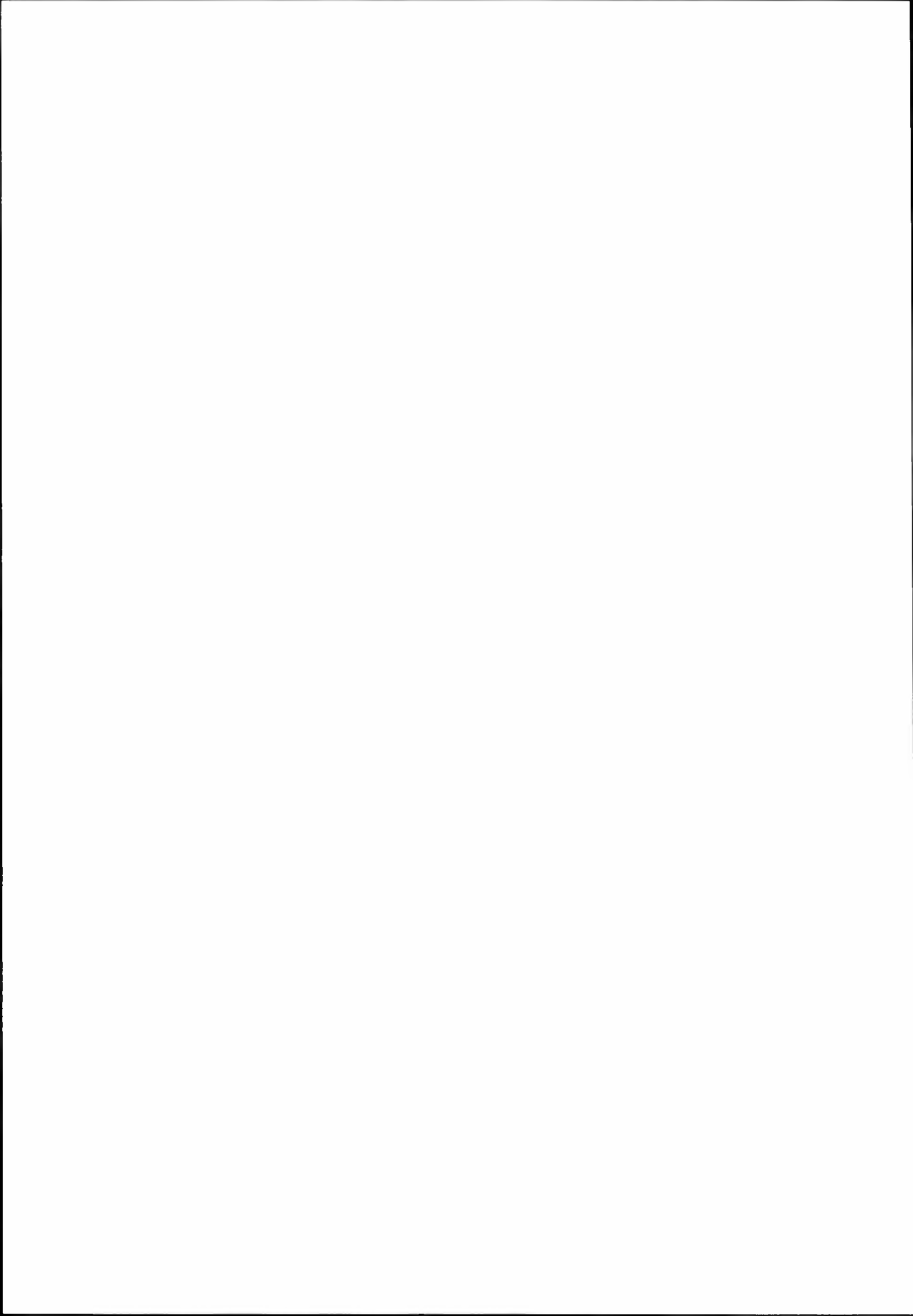
Delt K-gjødsling førte til en ikkesignifikant avlingsøkning på 15-20 kg i forhold til når all kaliumgjødsel ble gitt om våren. Økning av kaliumgjødsla fra 9 til 18 kg pr. dekar førte til høyere innhold av K i plantene og til noe mindre Ca og Mg. $K/(Ca + Mg)$ -forholdet økte da med 0,25 enheter i førsteslått og med 0,17 i andreslått. I graset fra 10 av 11 forsøksfelt var denne kvotienten godt under 2,2. Delt K-gjødsling førte til en moderat nedgang i kaliuminnholdet i førsteslått. Avlingsut-

slaget ved å øke N-mengdene fra 16 til 22 kg pr. dekar var i gjennomsnitt 40-50 kg høy pr. dekar på mineraljord og 10 - 40 kg på organisk jord. Ytterligere økning til 28 kg N ga både positive og negative utslag.

Syreløselig kalium ($KHNO_3$) har vist seg å være en sikrere metode enn lettøselig kalium (KAL) til å peke ut jord med særlig behov for kaliumgjødsling.

LITTERATUR

- Foss, S. 1971. Eng-gjødslingsforsøk i Trøndelag og i Møre og Romsdal. Forskn. fors. landbr. 22: 21-42.
- Håland, Å. 1974. Kalium og nitrogen til eng i Vest-Norge. Forskn. fors. landbr. 25: 145-167.
- Håland, Å., K. Tungesvik og K. Myhr. 1983. Kaliumbehov til eng på forskjellige jordarter i Vest-Norge. Meldinger fra Norges landbrukshøgskole 28: 2-18.
- Lyngstad, J. og O. Einevoll. 1967. Kaliumgjødsel til eng - stigende mengder og ulike spredningstider. Forskn. fors. landbr. 18: 165-188.
- Vigerust, Y. 1963. Forsøk med ulike mengder og fordeling av kaliumgjødsel til eng. Statens forsøksgard Fureneset. Meld. nr. 7: 79-81.



Sortar av timotei, samanlikna i reinbestand ved tidleg og sein 1. slått, og samanlikna i blanding med engsvingel

Timothy (Phleum pratense L.) varieties compared at early and late 1st cut, in pure stand or mixed with meadow fescue (Festuca pratensis Huds.)

STYRKAR FOSS & STEINAR BØ

Statens forskingsstasjoner i landbruk, Kvithamar forskingsstasjon, Stjørdal, Norge

The Norwegian State Agricultural Research Stations, Kvithamar Research Station, Stjørdal, Norway

Foss S. & S. Bø 1991. Timothy (*Phleum pratense L.*) varieties compared at early and late 1st cut, in pure stand or mixed with meadow fescue (*Festuca pratensis Huds.*). Norsk landbruksforskning 5: 153-166. ISSN 0801-5333

In field trials in mid-Norway six timothy varieties were compared at two stages of 1st cut: At early heading (early) and two weeks later (late). 'Grindstad' (from 59.5°N) had a greater annual DM yield than the other varieties when cut early. Varieties which originated between 63.5°N and 68.9°N, i.e. 'Valstad', 'Bodin' and 'Engmo', had the same yield as 'Grindstad' when cut late. 'Bodin' and 'Engmo' were the most winter hardy, had the highest DM quality and were the most suitable for haymaking. 'Climax' and 'Forus' were not persistent enough. In other trials the six timothy varieties were compared in mixtures with 'Salten' or 'Pajbjerg' meadow fescue. The mixtures gave a better yield than timothy in pure stand. When cultivated in mixtures meadow fescue was more persistent than timothy, and 'Salten' was more persistent than 'Pajbjerg'. Mixtures with 'Salten' gave a yield slightly better than mixtures with 'Pajbjerg'.

Key words: DM quality, harvesting times, meadow fescue, seed mixtures, timothy, varieties

Styrkar Foss, Kvithamar Research Station, N-7500 Stjørdal, Norway

Overgang frå høyslått til å lage surfor av graset har ført til tidlegare 1.slått av enga, og til raskare utgang av timoteien. Foss (1968) fann at timoteisortane hadde ulik vekstrytme, og Myhr (1975) at forholdet mellom avlinga av 'Grindstad' og 'Forus' hadde endra seg frå omkring 1965. På denne bakgrunn vart forsøka som her blir omtalt sette i gang for å finne ut kva sortar som passa best ved tidleg og sein 1.slått i Midt-Norge. Fordi engsvingel toler tidleg 1.slått betre enn timotei, vart frøblandingar av desse artane prøvde i andre forsøk samtidig. Den kanadiske timoteisorten 'Climax' og den danske 'Pajbjerg' engsvingel vart tekne med fordi frø av desse vart importert i den tida forsøka vart sette i gang.

MATERIALE OG METODAR

I åra 1980-84 vart seks timoteisortar samanlikna på 18 forsøksfelt. Felta låg på Voll forsøksgard og i forsøksringar i Trøndelag og i Møre og Romsdal. I tabell 2 står oppført nordleg breidde på opphavsstaden til dei fem norske sortane. Dei fleste felta vart hausta i tre år, men somme berre i to eller eitt. Ti felt låg i indre og åtte i ytre strøk, med etter tur i alt 25 og 18 feltår.

Gjødslinga i hausteåra, kg/daa:	N	P	K
Om våren, 75 kg			
Fullgjødsl F	12,0	2,3	11,3
Etter 1. slått, 50 kg			
Fullgjødsl C	8,0	3,3	6,0
Sum pr. dekar og år	20,0	5,6	17,3

Det var fire gjentak på felta. To vart hausta ved begynnande skyting av timoteien, kalla tidleg 1.slått, og to vart hausta omlag 14 dagar seinare, kalla sein 1.slått. Andreslåttan vart

gjort samtidig på alle gjentaka. Nedunder er dei gjennomsnittlege haustedatoane oppført.

Distrikt	Tidleg 1. slått	Sein 1. slått	2. slått
Ytre strøk	16. juni	30. juni	15. aug.
Indre strøk	21. juni	4. juli	23. aug.

Ved hausting vart den botaniske samansetninga av graset vurdert og avlinga registrert på vanleg måte. Frå tre felt vart det i tre år teke prøver av avlinga til kjemiske analyser og in vitro meltegrad. Resultatet er brukt til å rekne ut proteinavling og melteleg tørrstoff i middel av alle felta.

I dei same åra vart dei same seks timoteisortane samanlikna i blanding med engsvingelsortar på 18 andre forsøksfelt i det same området. Også ti av desse felta låg i indre og åtte i ytre strøk, med etter tur i alt 31 og 24 feltår. Gjødslinga var som på felta med rein timotei. Felta hadde fire gjentak, to med timoteisortane i blanding med 'Salten' og to i blanding med 'Pajbjerg'. Timoteien utgjorde 67 vektprosent av såfrøet og engsvingel 33 prosent. Det var to haustingar i året: 1.slått ved skyting av timoteien og 2.slått i slutten av august.

RESULTAT

Timoteisortane i reinbestand

Tørrstoffavling

Første engåret var det 40 kg/daa større avling i indre enn i ytre strøk (Tabell 1). Men medan avlinga auka med 172 kg frå 1. til 3. engår i dei ytre, minka ho med 195 kg i indre bygder (samspel distrikt x engår P% = 0,34). I ytre strøk auka avlinga av 'Grindstad' med åra meir enn av dei andre sortane. I indre strøk nærma

Tabell 1. Avlinga av ti felt i indre og åtte felt i ytre strøk, i kg tørrstoff/daa/år for 'Grindstad', og i prosent av 'Grindstad' for dei andre sortane. Avlinga for 1. og 3. året og av forsøksledda tidleg og sein 1.slått er sum av 1. og 2.slått. Til slutt er avlinga av 1. og 2.slått ført opp kvar for seg i middel over år.

Table 1. The yields of ten inland and eight coastal field trials, in kg DM/0,1 ha/year for 'Grindstad', and as a percentage of 'Grindstad' for the other varieties. The yield for the 1st and the 3rd years and for the early and late 1st cut treatments is the total of the 1st and 2nd cuts. Finally, the yields of the 1st and 2nd cuts are given separately, averaged over years

Sort Variety	1. år 1st year	3. år 3rd year	Tidleg Early	Sein Late	1.sl Cut 1	2.sl Cut 2
Indre strøk Inland						
'Engmo'	100	98	95	100	110	82
'Bodin'	99	98	96	99	109	83
'Valstad'	102	99	97	102	105	92
'Grindstad'	971	765	866	949	513	394
'Forus'	93	96	94	95	98	91
'Climax'	86	93	88	89	90	87
Middel Mean	938	743	823	926	523	352
Ytre strøk Coast						
'Engmo'	96	91	91	97	104	78
'Bodin'	95	91	91	99	104	81
'Valstad'	97	93	92	99	100	87
'Grindstad'	934	1143	991	1066	639	390
'Forus'	96	93	90	98	98	89
'Climax'	95	91	89	94	92	89
Middel Mean	898	1070	914	1041	637	341

'Forus' og 'Climax' seg 'Grindstad' etter kvart som eng vart eldre (samspel distrikt x engår x sort $P\% = 1,76$).

Når 1.slåtten vart utsett 14 dagar, auka årsavlinga med 103 kg i indre og 127 kg i ytre bygder ($P\% < 0,01$ mellom haustetider). Men medan avlinga av 'Valstad', 'Bodin' og 'Engmo' auka med 125- 150 kg, var auken berre ca 80 kg for 'Grindstad' (samspel haustetider x sort $P\% = 3,7$).

Det var tydeleg avlingsforskjell mellom sortane ($P\% < 0,01$), men og samspel mellom distrikt og sort ($P\% = 1,8$). Ved 1.slått hadde 'Engmo', 'Bodin', og 'Valstad' større avling

enn sortane med sørlegare opphav. Dette var mest tydeleg i indre strøk. Men 'Grindstad' hadde mykje større 2.slått enn nokon av dei andre sortane. Etter 1.slått ved begynnande skyting fekk derfor 'Grindstad' størst tørrstoffavling i sum for 1. og 2. slått. Han var mest overlegen i ytre strøk. Når 1.slåtten vart gjort to veker seinare var sum tørrstoffavling nokså lik for 'Grindstad', 'Valstad', 'Bodin' og 'Engmo'. I ytre strøk hadde 'Forus' mesta like stor avling. Han og 'Climax' var elles underlegne.

Tabell 2 syner at sortane hadde ulik tilvekst ut gjennom veksetida. Ved begynnande

Tabell 2. Nordleg breidde (N.br) for opphavsstaden til timoteisortane og avlinga deira ved tidleg 1.slått (TFS), tilveksten mellom tidleg og sein 1.slått (SFS), avlinga i 2.slått etter tidleg 1.slått (ASTF), og etter sein 1.slått (ASSF). Avling og tilvekst er gitt som kg tørrstoff/daa/år for 'Grindstad', og i prosent av 'Grindstad' for dei andre sortane. Resultata er middel av 18 felt.

Table 2. Northern latitude (N.lat) of origin of the timothy varieties, and their yields at early 1st cut (EFC), additional growth from early to late 1st cut (LFC), the yields of 2nd cut after early 1st cut (SCEF), and after late 1st cut (SCLF). The yield is given as kg DM/0,1 ha/year for 'Grindstad', and as a percentage of 'Grindstad' for the other varieties. The results are the averages of 18 trials.

Sort Variety	N.br N.lat	TFS EFC	SFS LFC	ASTF SCEF	ASSF SCLF
'Engmo'	68,9°	104	123	82	79
'Bodin'	67,3°	104	121	83	81
'Valstad'	63,5°	100	118	89	92
'Grindstad'	59,4°	482	167	436	349
'Forus'	58,9°	94	120	91	89
'Climax'	Kanada	86	120	90	84

skyting hadde 'Bodin' og 'Engmo' størst avling. Dei neste 14 dagane hadde 'Grindstad' ca 20 % mindre tørrstofftilvekst enn dei andre. 'Engmo' hadde størst tilvekst. I 2.slåtten, derimot, hadde dei andre sortane 8-21 % mindre avling enn 'Grindstad', og 'Engmo' hadde minst avling. Særskilte utrekningar synte at 'Forus' hadde større tilvekst frå tidleg til sein 1.slått enn 'Grindstad', men forskjellen var signifikant berre i ytre strøk ($P\% < 0,1$).

Timotei i avlinga

Det var signifikant forskjell på prosent timotei i 1.slåtten, mellom indre og ytre strøk, mellom engår, mellom tidleg og sein 1.slått og mellom sortar (alle $P\% < 0,01$). Vidare var det samspel mellom engår og sortar ($P\% = 0,06$) og mellom tid for 1.slått og sortar ($P\% = 0,6$). I 2.slåtten var det påviseleg forskjell berre mellom år og mellom sortar.

Det var meir timotei i avlinga i ytre enn

i indre strøk (Tabell 3). Med åra minka det med timotei i enga, og nedgangen var mykje større etter tidleg enn etter sein 1.slått. I indre strøk var det meir timotei i 1.slåtten til nordlegare opphav sortane hadde. Tredje året hadde berre 'Bodin' og 'Engmo' over 70% timotei etter tidleg 1.slått der, og berre 'Forus' og 'Climax' under 70% etter sein 1.slått. I ytre strøk hadde alle sortar meir enn 75% timotei etter sein 1.slått. Men både 'Forus' og 'Climax' vart sterkt svekka av tidleg 1. slått også der, og 'Engmo' hadde heller ikkje prosentvis mest timotei i avlinga. I 2. slåtten hadde 'Grindstad' mest timotei, og prosentdelen minka med både nordlegare og sørlegare opphav til sortane. 'Engmo' og 'Bodin' hadde lågare timoteiprosent enn i 1.slåtten.

Protein i avlinga

Det var signifikant forskjell på prosent protein i tørrstoffet mellom haustetidene ($P\% < 0,01$)

Tabell 3. Prosent timotei i avlinga i middel av ti felt i indre og av åtte felt i ytre strøk. Prosenten for første året er middel av 1.slått. For tredje året er han gitt for tidleg (T) og sein (S) 1.slått. Til slutt er prosenten av 1. og 2.slått i middel over år oppført.

Table 3. Percentage of timothy in the yield averaged over ten inland and eight coastal field trials. The percentage for the first year is the mean of the 1st cut. For the third year the percentage is given for the early (E) and the late (L) 1st cut and then for the 1st and 2nd cuts averaged over years.

Sort Variety	1. år 1st year	T 3. år E 3rd year	S 3. år L 3rd year	1.slått 1st cut	2.slått 2nd cut
Indre strøk Inland					
'Engmo'	86	72	83	81	69
'Bodin'	83	72	82	79	71
'Valstad'	81	67	77	76	75
'Grindstad'	84	67	73	76	78
'Forus'	81	56	67	68	69
'Climax'	74	41	54	58	56
Middel Mean	81	63	73	73	70
Ytre strøk Coast					
'Engmo'	95	77	90	87	74
'Bodin'	95	81	87	88	77
'Valstad'	96	79	91	88	81
'Grindstad'	94	76	88	86	85
'Forus'	92	62	87	79	78
'Climax'	86	47	76	68	72
Middel Mean	93	70	87	83	78

Tabell 4. Prosent råprotein i tørrstoffet av 'Grindstad', og i prosent av 'Grindstad' for dei andre sortane, i tidleg (TFS) og sein (SFS) 1.slått og i 2.slått etter tidleg (ASTF) og etter sein (ASSF) 1.slått. Middel av tre felt i tre år.

Table 4. Percentage of crude protein in DM of 'Grindstad', and as a percentage of 'Grindstad' for the other varieties, in the early (EFC) and late (LFC) 1st cuts, and in the 2nd cut after early (SCEF) and late (SCLF) 1st cut. Means of three trials over three years.

Sort Variety	TFS EFC	SFS LFC	ASTF SCEF	ASSF SCLF	Middel Mean
'Engmo'	107	103	110	105	106
'Bodin'	107	110	106	106	107
'Valstad'	104	104	107	104	105
'Grindstad'	15,4	11,0	10,9	13,3	12,6
'Forus'	102	104	104	100	102
'Climax'	106	104	104	95	102
Middel Mean	16,1	11,4	11,5	13,4	13,1

og mellom sortane ($P\% = 0,7$), men ikkje påviseleg samspel mellom haustetid og sort. Tørrstoffet inneheldt mest protein ved tidleg 1.slått. Dei nordnorske sortane hadde høgast proteinprosent og 'Grindstad' som regel lågast (Tabell 4). Ei parvis samanlikning synte at 'Grindstad' hadde signifikant lågare proteinprosent enn 'Forus' ved tidleg 1.slått ($0,1 < P\% < 1,0$). I middel av sortane var proteinavlinga lik i dei to 1.slåttane, men ho var nokre kg større i 2.slåtten etter tidleg enn etter sein 1.slått (Tabell 5). 'Bodin' hadde størst årsavling av protein, men etter tidleg 1.slått var 'Engmo' jamngod.

Trevlar i avlinga

For å syne samanhengen mellom trevleinnhaldet og tørrstoffavlinga er resultatet stilt opp i figur 1 og 2. 'Climax' hadde særleg høgt trevleinnhald i 2.slåtten. 'Grindstad' hadde høgast innhald av dei norske sortane ved alle haustingane. 'Forus' hadde såleis 1,9

prosenteningar mindre trevlar i tidleg og 1,0 einingar mindre i sein 1.slått. 'Engmo' og 'Bodin' hadde minst trevleinnhald ved sein 1.slått og ved 2.slått etter tidleg 1.slått, dvs. på eit forholdsvis seint utviklingssteg av plantene.

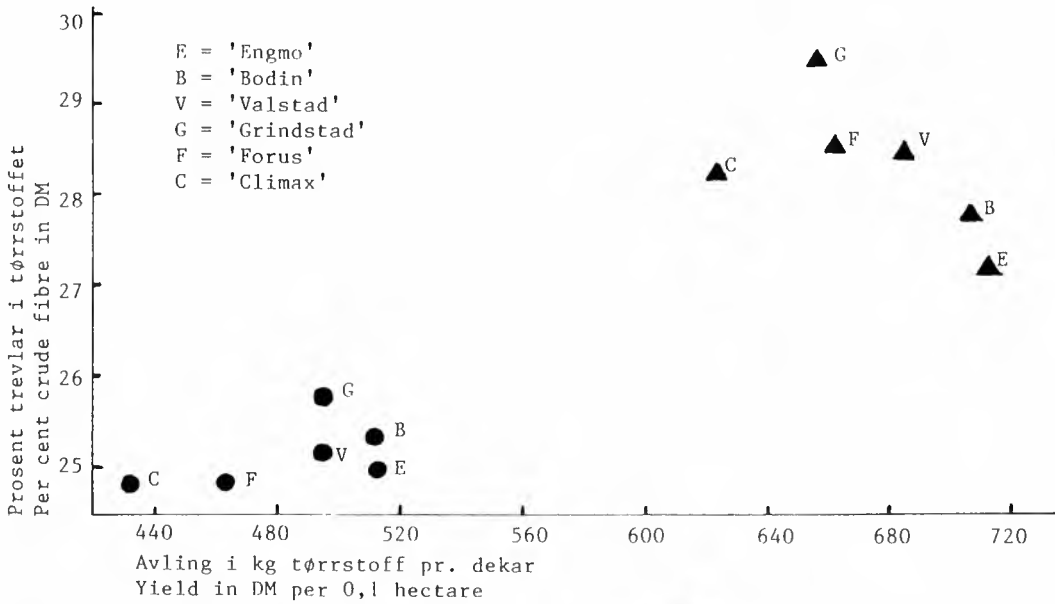
Meltegrad og melteleg tørrstoffavling

Det var tydeleg forskjell på meltegraden i tørrstoffet frå dei ulike haustetidene ($P\% = 0,2$), og frå dei enkelte sortane ($P\% = 0,01$). Det var og samspel mellom haustetid og sortar ($P\% = 2,2$). Meltegraden var høgast i avlinga frå tidleg 1.slått og lågast i tilhøyrande 2.slått (Tabell 6). 'Bodin' hadde høgast meltegrad både i 1. og 2. slåtten og 'Grindstad' lågast av dei norske sortane. I 2.slåtten hadde 'Climax' enda lågare meltegrad. Melteleg tørrstoffavling i middel av sortane og i sum for 1. og 2. slått var 75 kg (11 %) større etter sein enn etter tidleg 1.slått (Tabell 7). Når 1.slåtten vart gjort ved begynnande skyting hadde 'Grindstad' størst melteleg årsavling. Fordi 1.slåtten av

Tabell 5. Avling råprotein utrekna av prosenten av tre felt og tørrstoffavlinga av alle felta, i kg/daa for 'Grindstad' og i prosent av 'Grindstad' for dei andre sortane.

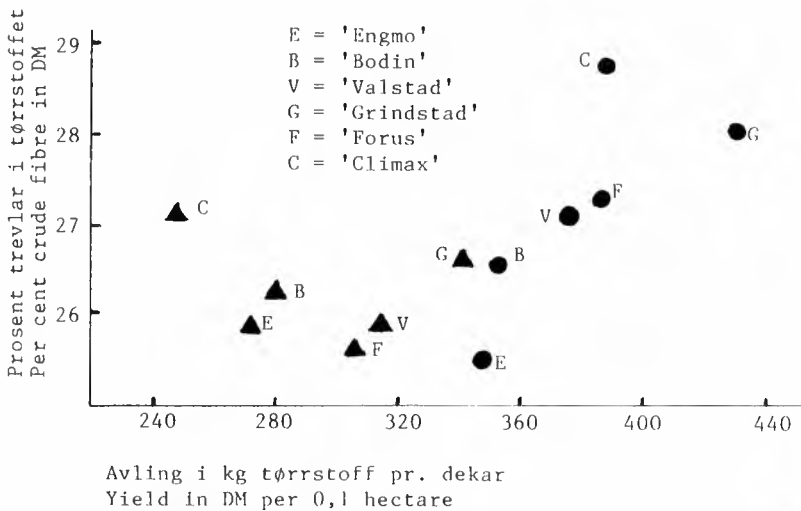
Table 5. Crude protein yield calculated as the percentage of three trials and the DM yield of all the trials (in kg/0,1 ha) for 'Grindstad' and as a percentage of 'Grindstad' for the other varieties.

Sort Variety	Tidleg			Sein		
	1.slått	2.slått	Sum	1.slått	2.slått	Sum
	Early 1st cut	2nd cut	Total	Late 1st cut	2nd cut	Total
'Engmo'	111	89	102	113	85	102
'Bodin'	111	87	102	120	87	107
'Valstad'	104	94	100	110	96	104
'Grindstad'	74	48	122	71	46	117
'Forus'	96	94	95	104	89	98
'Climax'	92	94	93	99	80	91
Middel/Mean	76	44	120	76	41	117



Figur 1. Samanheng mellom % trevlar og avling i tidleg (●) og sein (▲) 1.slått av seks timoteisortar. Middell av tre felt i tre år.

Figure 1. Relation between percentage of crude fibre and yield in early (●) and late (▲) 1st cut of six timothy varieties. Means of three trials over three years.



Figur 2. Samanheng mellom % trevlar og avling i 2.slått etter tidleg (●) og etter sein (▲) 1.slått av seks timoteisortar. Middell av tre felt i tre år.

Figure 2. Relation between percentage of crude fibre and yield in the 2nd cut after early (●) and after late (▲) 1st cuts of six timothy varieties. Means of three trials over three years.

Tabell 6. In vitro meltegrad i tørrstoffet av 'Grindstad', og i prosent av 'Grindstad' for dei andre sortane, i tidleg (TFS) og sein (SFS) 1.slått og i 2.slått etter tidleg (ASTF) og sein (ASSF) 1.slått. Middell av tre felt i tre år.

Table 6. In vitro DM digestibility of 'Grindstad', and as a percentage of 'Grindstad' for the other varieties, in early (EFC) and late (LFC) 1st cuts, and in 2nd cut after early (SCEF) and late (SCLF) 1st cut. Means of three trials over three years.

Sort Variety	TFS EFC	SFS LFC	ASTF SCEF	ASSF SCLF	Middel Mean
'Engmo'	101	102	104	103	102
'Bodin'	102	102	103	105	103
'Valstad'	101	100	101	102	101
'Grindstad'	80,6	75,4	72,6	76,2	76,2
'Forus'	100	102	102	101	102
'Climax'	101	101	98	98	100
Middel Mean	81,5	76,2	73,6	77,4	77,2

Tabell 7. Melteleg tørrstoffavling utrekna av meltegraden av tre felt og middelavlinga av alle felt, i kg/daa for 'Grindstad', og i prosent av 'Grindstad' for dei andre sortane.

Table 7. Digestible DM yield calculated as the digestibility over three trials and the DM yield of all the trials (in kg/0,1 ha) for 'Grindstad', and as a percentage of 'Grindstad' for the other varieties.

Sort Variety	Tidleg			Sein		
	1.slått Early 1st cut	2.slått 2nd cut	Sum Total	1.slått Late 1st cut	2.slått 2nd cut	Sum Total
'Engmo'	104	84	95	112	81	101
'Bodin'	105	85	96	111	86	102
'Valstad'	102	89	96	105	94	101
'Grindstad'	390	327	717	489	266	755
'Forus'	94	93	93	103	90	99
'Climax'	87	92	89	96	83	92
Middel Mean	385	286	671	509	236	746

Tabell 8. Middel av årleg tørrstoffavling for 10 felt i indre og 8 felt i ytre strøk, i kg/daa for blandingane med engsvingel 'Salten' eller 'Pajbjerg' og 'Grindstad' timotei, og i prosent av desse for dei andre timoteisortane.

Table 8. Average annual DM yield of 10 inland and 8 coastal field trials (in kg/0,1 ha) for the mixtures of meadow fescue 'Salten' or 'Pajbjerg' and 'Grindstad' timothy, and as a percentage of these for the other timothy varieties.

Timotei	1.slått 1st cut		2.slått 2nd cut		1.+ 2.slått 1st+ 2nd cut		Mid- del
Timothy	'Salten'	'Pajbjerg'	'Salten'	'Pajbjerg'	'Salten'	'Pajbjerg'	Mean
Indre strøk Inland							
'Engmo'	102	103	83	84	94	95	94
'Bodin'	98	103	99	89	99	97	98
'Valstad'	102	102	93	93	98	98	98
'Grindstad'	590	595	459	452	1048	1047	1048
'Forus'	99	94	96	90	95	92	94
'Climax'	98	93	89	91	94	92	93
Middel Mean	589	590	424	412	1012	1002	1007
Ytre strøk Coast							
'Engmo'	104	104	83	81	95	93	94
'Bodin'	96	102	97	85	96	95	96
'Valstad'	105	105	93	92	100	99	99
'Grindstad'	588	577	469	462	1056	1040	1048
'Forus'	99	98	92	89	96	94	95
'Climax'	97	98	91	89	95	94	94
Middel Mean	590	583	434	413	1023	995	1009

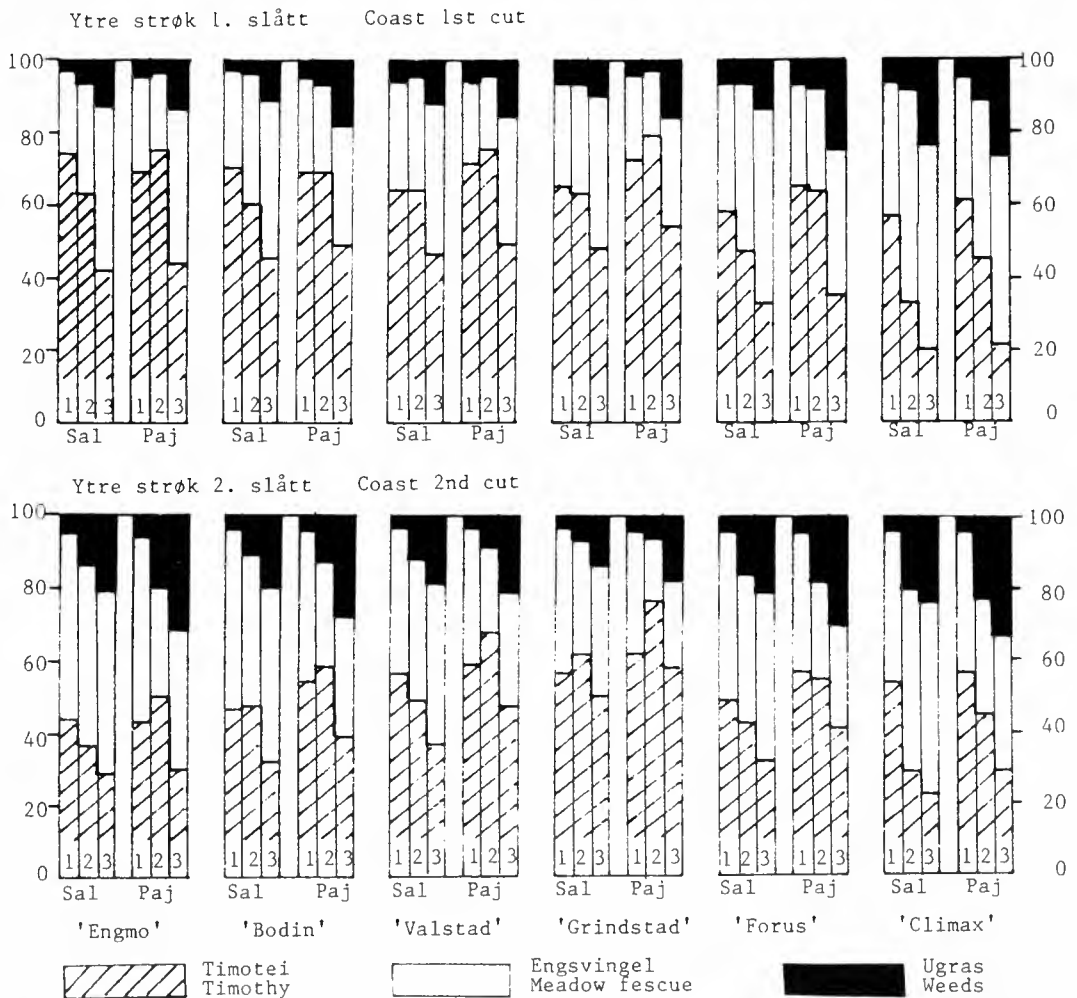
'Bodin' var mykje større, fekk han størst samla melteleg avling når det vart slått første gongen to veker seinare.

Timotei i blanding med engsvingel

Tørrstoffavling

Avlingane heldt seg på same nivå dei tre engåra. Forholdet mellom blandingane endra seg lite med åra, og vart i middel for indre og ytre strøk heilt like (Tabell 8). Blandingane med 'Salten' hadde størst 2.slått og fekk derfor 10 kg større årsavling i indre og 28 kg større ($P\% = 0,4$) i ytre strøk enn blandingane med 'Pajbjerg'. Det var og tydeleg forskjell ($P\% <$

$0,01$) mellom timoteisortane i begge områda. Blandingane med 'Grindstad' hadde størst totalavling fordi dei hadde størst 2.slått. 'Engmo'- blandingane hadde liten 2. slått, og blandingane med 'Forus' og 'Climax' liten både 1. og 2.slått og fekk derfor minst avling. Det var samspel mellom engsvingel- og timoteisortane i 1.slåtten i indre strøk ($P\% = 3,9$), og i 2.slåtten i begge områda ($P\% = 0,5$). Som venta ga 'Salten' stor positiv effekt saman med 'Forus' og 'Climax'. Derimot var det uventa at blandinga av 'Salten' og 'Bodin' hadde minst 1.slått, og neststørst 2.slått.

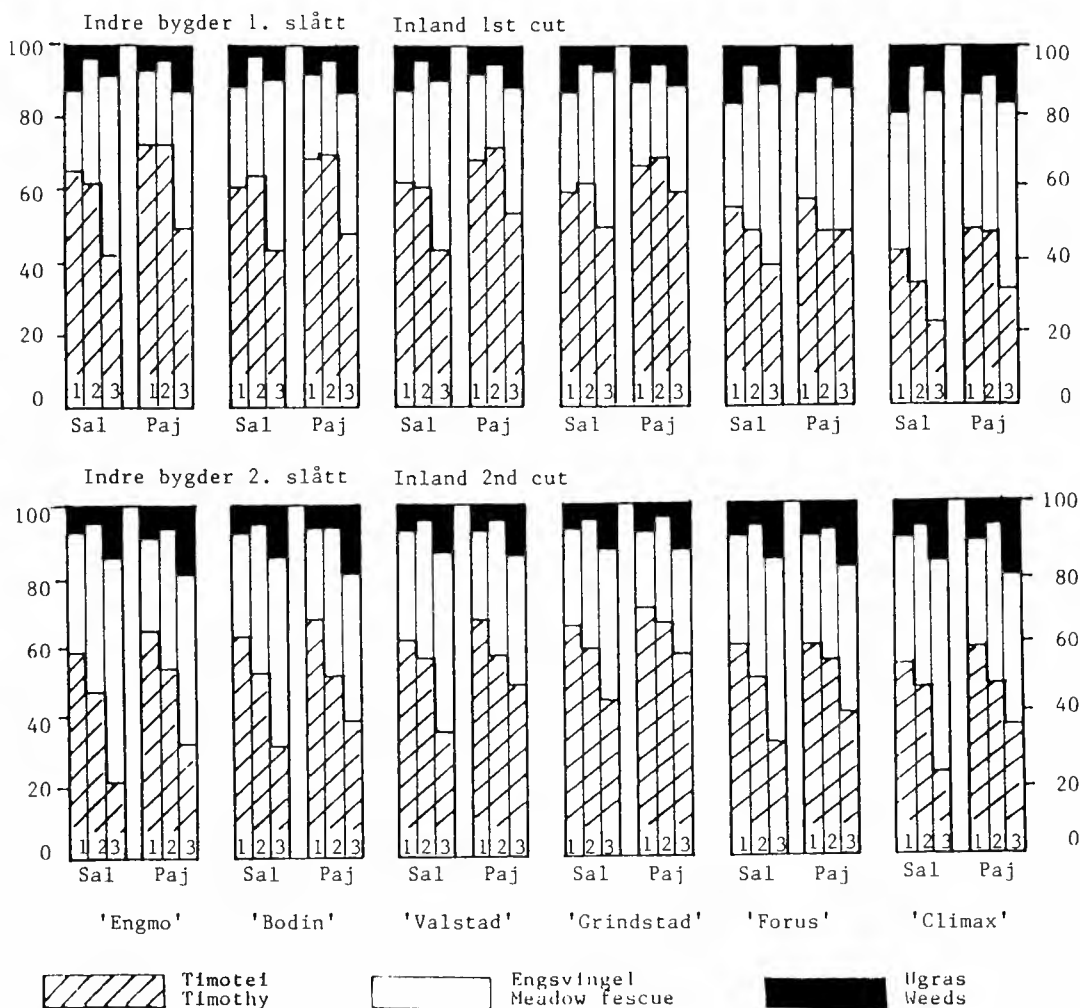


Figur 3. Botanisk innhald i prosent i middel av åtte felt i ytre strøk, for blandingar med seks timoteisortar og engsvingel 'Salten' (Sal) eller 'Pajbjerg' (Paj) for 1., 2. og 3. engår (1 2 3).
 Figure 3. Botanical content in percent averaged over eight trials on the coast; six timothy varieties mixed with meadow fescue 'Salten' (Sal) or 'Pajbjerg' (Paj) for 1st, 2nd and 3rd years ley (1, 2, 3).

Botanisk samansetning av avlinga

I ytre strøk auka ugraset med åra og det var meir i 2. enn i 1.slåttten. Blandingane med 'Salten' hadde gjennomsnittleg tre prosenteningar mindre ugras ($P\% = 2,0$) enn dei med 'Pajbjerg' (Figur 3). I indre strøk var

det mest ugras i 1. og 3. året. Det var like mykje ugras i begge engsvingelsortane og i begge slåttane (Figur 4). Blandingane med timoteisortane 'Forus' og 'Climax' hadde meir ugras enn dei andre i 1.slåttten. I 2.slåttten hadde blandingane med 'Grindstad' minst



Figur 4. Botanisk innhald i prosent i middel av ti felt i indre strøk, for blandingar med seks timoteisortar og engsvingel 'Salten' (Sal) eller 'Pajbjerg' (Paj) for 1., 2. og 3. engår (1 2 3).
 Figure 4. Botanical content in percent averaged over ten trials on the coast; six timothy varieties mixed with meadow fescue 'Salten' (Sal) or 'Pajbjerg' (Paj) for 1st, 2nd and 3rd years ley (1, 2, 3).

ugras. Der auka ugrasinnehaldet med både nordlegare og sørlegare sortar enn 'Grindstad'.

Første engåret og i middel av blandingane inneheldt 1.slåtten i begge områda og 2.slåtten i indre strøk knapt 1/3 engsvingel i avlinga. Blandingane med 'Salten' hadde eit par

prosentteiningar meir engsvingel enn dei med 'Pajbjerg', og i 1.slåtten hadde blandingane med 'Climax' timotei 15 prosentteiningar meir engsvingel enn dei med 'Engmo'. Med åra auka innhaldet av engsvingel i 1.slåtten i begge områda, og i 2.slåtten i indre strøk, til omlag

50 % i blandingane med 'Salten' og til omlag 40 % i dei med 'Pajbjerg'. Auken var forholdsvis liten i blandingane med 'Grindstad' og tilsvarende stor i blandingane med 'Engmo' og 'Climax'. I ytre strøk skilde 2. slåttan seg ut. Der hadde blandingane med 'Salten' 45 % og dei med 'Pajbjerg' 40 % engsvingel alt 1. året. Med åra minka innhaldet av engsvingel i blandingane med 'Pajbjerg' til 32 %, medan blandingane med 'Salten' endra seg lite. Dette førte til at engsvingelinnhaldet tredje engåret var mesta 10 prosenteningar høgare i 2. slåttan i indre enn i ytre strøk.

Sidan både ugras og engsvingel auka med åra, minka timoteiprosenten tilsvarende. Han var høgast i blandingane med 'Grindstad' og lågast i dei med 'Forus' og 'Climax'. I 2. slåttan hadde også 'Engmo'-blandingane lite timotei, særleg i ytre strøk.

DISKUSJON OG OMTALE AV SORTANE

Det er grunn til å framheve avlingsutviklinga på felta. Der det var sådd berre timotei minka avlinga mykje med åra i indre strøk medan ho auka mykje, og vart i middel av åra 103 kg tørrstoff/daa større i ytre strøk. På felta der timoteien var sådd i blanding med engsvingel var avlinga nokså lik i engåra, og heilt lik i dei to områda. I tillegg til mindre variabel avling ga blandingane årleg 132 kg/daa meir tørrstoff i indre og 31 kg meir i ytre strøk enn der det var sådd berre timotei. Meiravlinga skuldast hovudsakleg større 2. slått i blandingane.

Avlingsforskjellane hang saman med den botaniske samansetninga av graset på felta. I innlandet var det første engåret berre 80-85 % timotei i avlinga der han var sådd åleine. Den vidare uttynninga av timoteien der, vart ikkje erstatta av villgras og ugras, som etter alt å

dømme auka avlingane i ytre strøk. Like eins overtok engsvingel plassen til timoteien, og heldt avlingane oppe, når timoteien gjekk ut på felta med blandingar. Det er vanleg lære at engsvingel tevlar best på råmerik jord i kyststrøk. Men i desse forsøka hadde engsvingel størst positiv verknad på avlinga i innlandet.

Når ein samanlikna avlinga med prosentdelen av timotei i enga, var blandingar med 60-85 % timotei saman med engsvingel, villgras og ugras som regel meir yterike enn reinare timoteieng. Dette liknar resultat frå Rogaland og Agder (Øyen 1983).

Hovudmålet med granskinga var å finne korleis tidleg 1. slått (til surfor) og sein 1. slått (til høy) verka på seks timoteisortar, og korleis dei same timoteisortane høvde i blanding med engsvingel. Resultata bekrefta erfaringane frå praksis at timoteien går mykje fortare ut, og gir mykje mindre årsavling etter tidleg enn etter sein 1. slått. Dei synta vidare at det ofte var store forskjellar mellom sortane etter ulik slåttetid eller i blanding med engsvingel. Likeins at dei ofte var ulike i innlandet og i kyststrøka. Med omsyn til forkvaliteten, dvs. protein-, trevleinnhald i og meltegrad av tørrstoffet, var det større forskjellar mellom haustetider enn mellom sortar. Forskjellane mellom sortane var likevel så store at dei må takast omsyn til ved val av sortar og haustetid.

'Grindstad' skilde seg på mange måtar mest frå dei andre sortane. Fordi han har svært god gjenvekstevne, og dermed får ein stor 2. slått, hadde han på dei fleste felta størst tørrstoffavling. På den andre sida hadde han i siste halvdel av juni liten tørrstofftilvekst. Når ein nyttar prosentdelen av timotei i 1. slåttan som mål, er han middels varig. Han har god evne til å halde seg rein. I blandingane hadde han såleis tydeleg minst engsvingel og ugras.

Truleg heng dette saman med god vekst både vår og haust. Største veikskapen med 'Grindstad' er at han har dårleg forkvalitet. For å unngå den svake tilvekstperioden og den dårlege kvaliteten til sorten, og for å utnytte den store gjenvekstevna høver han best til tidleg surforslått. I Midt-Norge var han mest overlegen i kyststroka. Verdiprøvinga synte dessutan at 'Grindstad' var mest overlegen ved høgt avlingsnivå (Bø 1990).

'Bodin' og 'Engmo' hadde større 1.slått og mindre 2.slått enn dei andre sortane. I årleg tørrstoffavling etter sein 1.slått i innlandet var begge på høgde med 'Grindstad', medan 'Engmo' hadde mindre avling i kyststroka. Ved samtidig hausting hadde 'Bodin' og 'Engmo' som regel best forkvalitet av dei seks sortane. 'Bodin' som var mest overlegen i innlandet, hadde størst årleg proteinavling, og etter sein 1.slått også mest melteleg tørrstoff av alle. 'Engmo' og 'Bodin' var mest varige, men truleg fordi 'Engmo' tolte dårleg tidleg 1.slått i kyststroka, og tevlar dårleg i gjenveksten, hadde han ikkje høgast innhald av timotei i avlinga der. I blanding med engsvingel var 'Engmo' mindre tevfør enn dei andre timoteisortane.

'Valstad', som var ein del dyrka tidlegare, er ein lokalsort frå Stjørdalen med eigenskapar mellom 'Grindstad' og 'Bodin'. Han var med i offentleg verdiprøving i åra 1984-88 som KvTi5701, men vart ikkje tilrådd dyrka (Bø 1990).

'Forus' hadde mindre 1.slått enn dei andre norske sortane og mindre 2.slått enn 'Grindstad', men meir enn 'Bodin'. Kanskje fordi han var mindre varig, kom årsavlinga opp mot 'Grindstad' og 'Bodin' berre etter sein 1.slått i kyststroka. Han har middels forkvalitet. I blanding med engsvingel var han tydeleg underlegen 'Grindstad'. Enda om

'Forus' og 'Grindstad' kjem frå omlag same breiddegrad har dei ulik vekstrytme. Den fører til at årsavlinga av 'Grindstad' aukar i høve til avlinga av 'Forus' når 1.slått blir gjort tidlegare enn tida for tradisjonell høyslått. Tidlegare 1.slått kan derfor vere ei viktig årsak til at 'Grindstad' hevda seg betre i nyare enn i eldre forsøk på Vestlandet (Myhr 1975). Resultata av eldre (Foss 1968) og desse nyare forsøk i Trøndelag kan likevel tyde på at 'Forus', i forhold til 'Grindstad' og 'Bodin', er blitt mindre yterik.

'Climax' hadde eit nokolunde godt bestand berre etter sein 1.slått i kyststroka, og var for lite varig til å syne kva han duger til. Han hadde middels god forkvalitet i 1.slåtten, men dårlegast kvalitet av dei prøvde sortane i 2.slåtten. Fordi timoteien gjekk fort ut på rutene med 'Climax', verka innblanding av engsvingel meir positivt enn i dei andre sortane.

Generelt vart forskjellane mellom timoteisortane utjamna i blandingane med engsvingel. Når artane vaks i blanding, og målt som prosentdelar i avlinga, var engsvingel meir varig enn timotei, og 'Salten' engsvingel meir varig enn 'Pajbjerg', som også Mosland (1985) fann i verdiprøvinga. Ein skulle da tru at 'Pajbjerg' ville gjere mest av seg i kyststroka, men det omvendte var tilfelle. Truleg heng dette saman med ulik konkurranse mellom artar og sortar i dei to områda.

Etter desse forsøka høver 'Grindstad' timotei best til surforslått i Midt-Norge. Ved seinare 1.slått, og med mindre vekt på ein stor 2.slått, kan ein med fordel velge 'Bodin', som er meir varig og har betre kvalitet. Dette er same tilråding som tidlegare (Hillestad & al 1964 og Foss 1965). 'Forus' og 'Climax' timotei er lite aktuelle å dyrke i Midt-Norge. Ved mangel på frø av 'Salten' engsvingel kan

'Pajbjerg' brukast i staden. Fordi sortane har ulik vekstrytme og vinterstyrke kan ein rekne med at blandingar av 'Bodin' og 'Grindstad' timotei og 'Salten' engsvingel vil passe til ulike formål dei fleste stader.

SAMANDRAG

I åra 1980-84 vart seks timoteisortar samanlikna på 18 forsøksfelt i Midt-Norge. Førsteslåttan vart hausta til to tider: Når timoteien var i begynnande skyting (tidleg), og 14 dagar seinare (sein). Gjenvæksten vart hausta samtidig. På 18 andre felt vart dei same timoteisortane samanlikna i blanding med 'Salten' eller 'Pajbjerg' engsvingel. Første hausting var mellom tidleg og sein 1.slått for felta med berre timotei. Gjødslinga var 20 kg N, 6 kg P og 18 kg K pr dekar årleg på alle felt.

På felta der timotei var sådd åleine auka avlinga med åra i ytre strøk og minka i indre strøk. I middel var årleg melteleg tørrstoffavling 11 % større etter sein enn etter tidleg 1.slått. 'Grindstad' hadde særleg stor 2.slått og fekk derfor størst årsavling av sortane når 1.slåtten vart gjort tidleg. Han var mest overlegen i kyststrøka. Ved samtidig hausting hadde han dårlegast forkvalitet av dei norske sortane. 'Bodin' og 'Engmo' hadde best forkvalitet. Når 1.slåtten vart gjort seint, hadde dei saman med 'Valstad' ofte større melteleg årsavling enn 'Grindstad'. Timoteien gikk mykje fortare ut etter tidleg enn etter sein 1.slått, og fortare ut i indre enn i ytre strøk. Målt som prosentdel timotei i 1.slåtten var sortane meir varige til nordlegare opphav dei hadde, når ein ser bort frå 'Engmo' ved tidleg

1.slått i kyststrøka. I innlandet og ved tidleg 1.slått på kysten var 'Forus' og 'Climax' ikkje varige nok.

Frøblandingane med engsvingel ga større avling enn når timoteien var sådd åleine. Dei hadde liten årsvariasjon, jamna ut variasjonen mellom timoteisortane og hadde heilt lik avling i ytre og indre strøk. Det tydde på at engsvingelen verka mest positivt i innlandet. Dyrka i blanding var engsvingel meir varig enn timotei, og 'Salten' engsvingel var meir varig og hadde litt større avling enn 'Pajbjerg'. Men den siste kan brukast dersom frø av 'Salten' eller liknande sortar ikkje finst. Blandingar av 'Bodin', 'Grindstad' og 'Salten' blir tilrådd brukt i Midt-Norge.

LITTERATUR

- Bø, S. 1990. Verdiprøving av timotei 1982-88. Aktuelt fra Statens fagteneste for landbruket nr 15, 1990.
- Foss, S. 1965. Engforsøk i fjellbygdene i Trøndelag og i Møre og Romsdal. Forskning og forsøk i landbruket 16:153-178.
- Foss, S. 1968. Vekstrytme hos timoteisorter. Forskning og forsøk i landbruket 19:487-518.
- Hillestad, R., S. Foss & K. Herje 1964. Forsøk med timoteisortar. Forskning og forsøk i landbruket 15:275-309.
- Mosland, A. 1985. Verdiprøving av engsvingel 1979-83. Aktuelt fra Statens fagteneste for landbruket nr 6:7-14
- Myhr, K. 1975. Faktorielle forsøk med timoteisortar, gjødsling og slåttetider på Vestlandet i åra 1968-1973. Forskning og forsøk i landbruket 26:315-324.
- Øyen, J. 1983. Avlingsvariasjon og botanisk sammensetning i eng tilsådd med timotei og strandrør. Forskning og forsøk i landbruket 34:181-187.

Vinterproduksjon av veksthusagurker

Virkning av tilskuddsbelysning, CO₂ og ledetall

Winter production of greenhouse cucumbers

Effects of supplementary lighting, CO₂ enrichment and EC level

SVEIN O. GRIMSTAD

Statens forskingsstasjoner i landbruk, Særheim forskingsstasjon, Norge

The Norwegian State Agricultural Research Stations, Saerheim Agricultural Research Station, Norway

Grimstad, S.O. 1990. Winter production of greenhouse cucumbers. Effects of supplementary lighting, CO₂ enrichment and EC level. Norsk landbruksforskning 5: 167-173. ISSN 0801-5333.

A study of winter production of greenhouse cucumbers was carried out in Norway at latitude 59°N. The cultivar Mustang was grown under three lighting conditions: Alt. 1. Natural light supplemented by artificial light for 20 h (02.00-22.00). Alt. 2. As for alt. 1., except that artificial light was omitted when natural light exceeded 5000 lx. Alt. 3. Supplemental light from 14.00 to 10.00 h and daylight only between 10.00 and 14.00 h (continuous lighting). In all cases the natural light was supplemented by 5500 lx provided by high-pressure sodium lamps. The different lighting conditions were compared at two levels of CO₂ (ambient and 700 vpm), and at three EC levels (1.5, 2.5 and 3.5 mS cm⁻¹). For this purpose, transplants were seeded on 12 September 1989, transplanted on 10 October and grown by the layer training method. Compared with alt. 1, continuous lighting (alt. 3) had the effect of reducing the yield by nearly 50%. For alt. 2, the reduction in yield was 15%. CO₂ enrichment increased the yield by 50%. The effect of CO₂ enrichment was more pronounced in alt. 1 than in the other two alternatives. Increasing the EC levels did not affect the fruit yield but improved the fruit quality. Our data indicate that a marketable yield of 1 kg m² per week of greenhouse cucumbers could be obtained with 20 hours supplementary lighting of 5500 lx, 700 vpm CO₂ and an EC level of 2.5 mS cm⁻¹.

Key words: CO₂ enrichment, cucumber, fertilization, supplementary light.

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

Under norske forhold er veksthus som blir brukt til produksjon av agurk og tomat ute av produksjon fra sist i oktober til månedsskiftet

januar/februar, dvs tre - fire måneder i året. Årsakene til dette er først og fremst den frie importen av veksthusgrønnsaker i vinterhalvår-

et, men de vanskelige dyrkingsforholdene vi selv har på denne tiden av året med svært dårlige lysforhold spiller også inn.

Store investeringer og høye kapitalkostnader sammen med hensynet til jevn sysselsetting, har imidlertid ført til behov for en helårlig utnyttelse av veksthusene. Flere agurk- og tomatprodusenter har derfor helt eller delvis gått over til produksjon av blomster. Spesielt populært har det vært å starte med produksjon av poinsettia (julestjerner) til jul basert på halvfabrikata. Dette har ført til et anstrengt marked med store mengder poinsettia av blandet kvalitet. Et spørsmål som nå blir reist er om det er mulig å produsere kvalitetsgrønnsaker i veksthus med bruk av kunstig lys i konkurranse med importerte grønnsaker fra land lenger sør i Europa. Vil en slik produksjon være økonomisk forsvarlig? For å få et svar på det første spørsmålet ble det høsten 1989 satt i gang forsøk med vinterproduksjon av veksthusagurk.

GJENNOMFØRING

Fire uker gamle planter av sorten 'Mustang' ble den 10. oktober 1989 satt ut på vokseplassen med to planter pr m². Som dyrkingsmedium ble det brukt dyrkingsplater fra Dynamite Flowerfoam Int., Danmark. Forsøket ble gjennomført faktorielt med følgende behandling:

Lys:

1. Tilskuddslys (5500 lx) i tiden kl. 0200 - 2200 (20 timers belysning).
2. Som ledd 1, men med avbrudd i tilskuddsbelysningen når den naturlige belysningen kom over 5000 lx.
3. Tilskuddsbelysning i tiden kl. 1400 - 1000 (kontinuerlig belysning).

Belysningsstyrken ble målt 80 cm over gulvnivå. Som lyskilde ble brukt Lucalox 400 W høytrykknatrium lamper. Globalstrålingen i forsøksperioden (10.10.89 - 22.01.90) er beregnet til 193,46 MJ m².

Karbondioksid:

1. Konstant 340 vpm i lysfasen (normal konsentrasjon).
2. 700 vpm i lysfasen, men redusert til 340 vpm under ventilasjon.

Ledetall:

Plantene ble vannet med en fullstendig næringsløsning sammensatt av kalksalpeter og Suprex 10 (Kekkilä Oy) med følgende ledetall:

1. 1,5 mS cm⁻¹ (i næringsløsningen)
2. 2,5 " "
3. 3,5 " "

Innhold i næringsløsningen ved ledetall 2,5 (mg l⁻¹) : 277 N, 66 P, 325 K, 246 Ca, 40 Mg, 13 Na, 37 S, 2,4 Fe, 0,1 Cu, 0,9 Mn, 0,2 Zn, 0,3 B, 0,03 Mo, 0,5 Al.

pH ble regulert til 5,5-6,0 ved hjelp av kaliumkarbonat.

Dag/natt-temperaturen ble holdt konstant på 21°C. Lufting ble foretatt ved 27°C.

Plantene ble bundet opp etter nedsenkingsmetoden (som for tomat). I forsøket ble det derfor bare høstet stammefrukt. Alle fruktanlegg opp til en høyde av 50 cm over mattenivå ble fjernet ved utplanting. Videre ble fruktene tynnet til én frukt pr nodie frem til 15. november. Etter denne dato ble i tillegg fruktene på annet hvert nodie fjernet. Misdannede frukter ble fjernet og kastet på et så tidlig stadium som mulig.

Høsting ble foretatt tre ganger pr uke. Hver gang ble antall frukter og avling registrert. Annen hver uke ble fruktens farge, form og glatthet vurdert etter en skala fra 0 til 9

(9= mørkest, rettest og glattest). Samtidig ble fruktenes lengde målt.

Første høsting ble foretatt 6. november. Plantene ble toppet 12. januar og siste høsting ble foretatt 22. januar, dvs 11 ukers høstperiode.

Handelsverdien i kroner pr kvadratmeter er beregnet på grunnlag av ukepriser fra BAMA-DRIFT A/S, Stavanger.

Forsøket ble gjennomført med to gjentak og 34 planter pr rute. Resultatene er databehandlet og variansanalyser utført ved hjelp av dataprogrammet SAS.

RESULTATER

Avling og kvalitet/utseende

20 timers belysning avbrutt av fire timer mørke nattestid ga generelt en høyere avling enn kontinuerlig belysning (20 timer tilskuddsbelysning pluss fire timer dagslys). Sammenligner vi belysningsalternativ 1 og 3, viser resultatene en avlingsreduksjon ved kontinuerlig belysning på hele 50 % (tabell 1). Som det fremgår av tabell 1 skyldes avlingsreduksjonen både færre og mindre agurker. Å kutte tilskuddslyset i perioder på dagen når belysningsstyr-

Tabell 1. Virkningen av tilskuddsbelysning, CO₂ og ledetall på antall frukter, fruktvekt, avling og handelsverdi ved vinterproduksjon av veksthusagurk.

Table 1. The effects of supplementary lighting, CO₂ and EC level on number of fruits, fruit size, yield, and financial returns for winter production of cucumber.

	Antall frukter pr m ² Number of fruits per m ²	Frukt- vekt, g Fruit weight	Avling kg pr m ² Yield kg per m ²	Verdi kr pr m ² Value NOK per m ²
Tilskuddslys:				
Supplementary lighting:				
Alt. 1.	29a ¹⁾	310a	8,6a	100a
" 2.	25ab	309a	7,5b	88ab
" 3.	21b	289b	5,8c	67b
CO ₂ :				
Alt. 1.	21b	298b	5,8b	69b
" 2.	29a	308a	8,7a	101a
Ledetall:				
EC level:				
Alt. 1.	24a	303a	6,8a	79a
" 2.	25a	305a	7,4a	86a
" 3.	26a	299a	7,6a	89a
Samspilleffekter:				
Interactions:				
Lys x CO ₂				
Light x CO ₂	i.s.	i.s.	*	*
Lys x Ledetall				
Light x EC level	i.s.	i.s.	i.s.	i.s.
CO ₂ x Ledetall				
CO ₂ x EC level	i.s.	i.s.	i.s.	i.s.

1) Ulike bokstaver bak enkelttall indikerer statistisk sikker forskjell. * = P ≤ 0,05.
i.s. = P ≥ 0,05.

1) Values within rows with different letters are significantly different. * = P ≤ 0.05.
i.s. = P ≥ 0.05.

ken ute oversteget 5000 lx (belysningsalternativ 2), resulterte i en avlingsnedgang på rundt 15%. De ulike belysningsalternativene i forsøket hadde ingen virkning på fruktens utseende som farge, lengde og glatthet.

Ekstra tilførsel av CO₂ førte som ventet til flere og tyngre frukter (tabell 1). I gjennomsnitt førte økningen fra 340 til 700 vpm CO₂ til en avlingsøkning på ca 50%. Noen effekter av CO₂-tilskudd på fruktens farge, lengde og glatthet kunne ikke registreres.

En økning av ledetallet fra 1,5 til 3,5 mS cm⁻¹ hadde ingen signifikant virkning verken på antall frukter, fruktvekt eller avlingsnivå. Fruktens farge og glatthet ble imidlertid klart påvirket, med glattere og sterkere fargede

frukter med økende ledetall. Fruktlengden ble derimot ikke påvirket (Fig 1).

I forsøket ble det registrert et klart samspill mellom belysning og karbondioksid med hensyn til avling. Ved belysningsalternativ 1 økte avlingen fra 6,3 til 10,9 kg pr m² ved å øke CO₂-konsentrasjonen fra 340 til 700 vpm. For belysningsalternativ 2 og 3 økte avlingen fra henholdsvis 6,3 og 4,9 til 8,6 og 6,7 kg pr m².

Handelsverdi

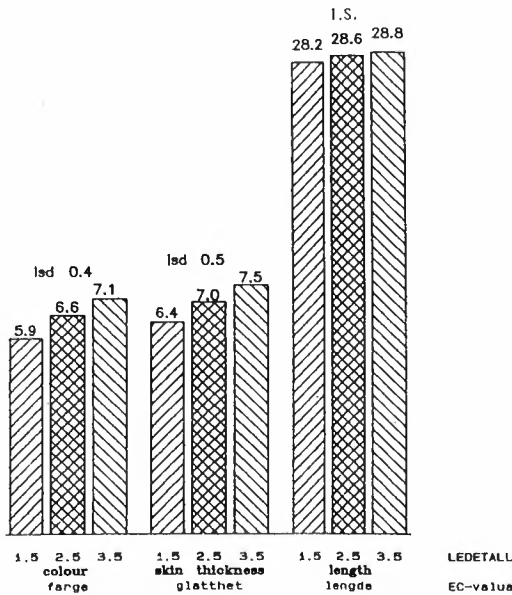
Salgsverdien som er oppgitt i tabell 1 er gjeldende importpris i produksjonsperioden pluss et kvalitetstillegg på kr 3,- pr kg. Høyeste salgsverdien ble oppnådd ved belysningsalternativ 1. Slukking av lampene i perioder med gode naturlige lysforhold (alternativ 2) reduserte salgsverdien med 12 kr pr m² i forhold til full belysning. Ved kontinuerlig belysning (alternativ 3), ble salgsverdien ytterligere redusert med 21 kr.

Som for flere andre registrerte parametre, hadde ledetallet ingen virkning på avlingens salgsverdi. Økning av CO₂-konsentrasjonen førte derimot til at verdien av produsert vare økte med vel 45%. En økning av CO₂-konsentrasjonen ved belysningsalternativ 1 økte salgsverdien med ca 70%. For de to andre belysningsalternativene var økningen tilnærmet lik med rundt 35%.

Høyest avling som ble registrert i forsøket var 11,3 kg pr m², dvs 1 kg pr uke-kvadratmeter som gjennomsnitt i høstperioden. Salgsverdien var 130 kr pr m². Denne avlingen ble oppnådd med belysningsalternativ 1, høyeste CO₂-konsentrasjon og et ledetall på 2,5.

DISKUSJON

For de fleste veksthuskulturer er betingelsen for en rasjonell planteproduksjon i vår mørkeste årstid tilskudd av kunstig lys. Som lyskilde



Figur 1. Virkningen av vanningsvannets ledetall på agurkfruktens farge, glatthet (skala 0-9, hvor 9 er best) og lengde (cm).

Figure 1. Effect of EC level on fruit colour, skin thickness (scale 0-9, where 9 is highest score), and fruit length (cm).

nyttes i dag mest 400 watt høytrykknatriumlamper. Dette på grunn av lampens høye lysutbytte, lange levetid og armaturenes hendige størrelse og lette montering. Som tilskuddsbelysning er det under norske forhold vanlig å anbefale belysningsstyrker rundt 5000 lux, noe avhengig av kulturvalg. Når det gjelder belysningstiden varierer også anbefalingene fra kultur til kultur. For flere planteslag har det vist seg at å øke belysningstiden utover 18 - 20 timer har lite for seg (Gislerød et al. 1989).

Forsøk utført med agurk under oppal har vist at antall dager fra utplanting til begynnelsen av høsting ble redusert med ca 15% når belysningstiden økte fra 12 til 18 timer. En ytterligere økning av belysningstiden til 24 timer hadde derimot praktisk talt ingen effekt (Grimstad upubl.).

I disse forsøkene ble det klart demonstrert en negativ effekt av kontinuerlig belysning. At kontinuerlig belysning kan ha uheldige effekter er også observert tidligere, f.eks er dette vel kjent ved oppal av tomat (Kristoffersen 1963).

Både agurk og tomat er svært lyskrevende kulturer som ved dyrking under dårlige lysforhold vår og høst lett aborterer eller utvikler misdannede frukter. Tidligere undersøkelser har klart demonstrert behovet for tilskuddslys ved dyrking under dårlige naturlige lysforhold (Janes and McAvoy 1984, Blain et al. 1987, Grimstad 1987). Den registrerte reduksjonen i avlingen ved å kutte tilskuddslyset i perioder med gode naturlige lysforhold viser igjen at agurk er en svært lyskrevende plante. I forsøk med agurksmåplanter fant Tooze (1986) i sine forsøk lysmetting ved 4 MJ m⁻² dag⁻¹. I en normalt utviklet agurkkultur hvor plantene har nådd full høyde og hvor planter og blad skygger for hverandre vil det imidlertid være vanskelig å tenke seg at lysmetting vil oppstå.

Tilskudd av CO₂ har i flere forsøk vist

seg å ha en positiv virkning på en lang rekke veksthuskulturer, blandt annet i agurk (Mortensen 1986, 1987). Den positive effekten av CO₂-tilskudd ble tydelig demonstrert i disse forsøkene hvor en økning fra normal konsentrasjon på 340 til 700 vpm førte til både flere og tyngre frukter.

I forsøket ble det registrert bedre farging av agurkfruktene når ledetallet økte. Dette er også i samsvar med nederlandske undersøkelser (Aalbersberg and Sonneveld 1983, Janse 1983, 1984, 1985). Undersøkelser herfra har videre vist at en økning av ledetallet kan føre til avlingsnedgang (Aalbersberg and Sonneveld 1983). I følge Aalbersberg og Sonneveld (1983) kan avlingsreduksjonen i agurk grovt anslås til snaut 5,6% pr ledetallenhet. Tilsvarende effekter er også kjent fra tomatdyrkingen (Shalhevet and Yaron, 1973, Sonneveld and Welles, 1988). De foreliggende resultater viser imidlertid ingen negativ effekt av å øke ledetallet, tvert om synes virkningen å være positiv, selv om økningen ikke var statistisk sikker (P = 0,09). Forklaringen på dette kan være de dårlige lysklimatiske forholdene forsøket ble gjennomført under sammenlignet med andre undersøkelser som er gjennomført i den lyseste delen av året.

Til tross for faren for avlingsreduksjon anbefales det nå i Nederland å øke ledetallet, da det har vist seg at dette har en svært positiv effekt på holdbarheten (Janse, 1985).

Ujevne og krokete frukter ble fjernet på et så tidlig utviklingsstadium som mulig. Dette sammen med at det bare ble høstet stamme-frukter (pga nedsenkingsmetoden) førte til at kvaliteten på de agurker som ble høstet var svært god. Derfor er det nær sammenheng mellom totalavling og salgsv verdi i dette forsøket, da lite ble vraket ved sortering. Dette ble gjort for ikke å belaste plantene mer en nødvendig, samtidig som det i et eventuelt fremtidig marked med norskprodusert agurk i direkte

konkurranse med importert vare fra Syd-Europa, ikke vil være markert for klasse 2-vare.

En avling på 1 kg pr uke og m² er neppe høy nok til å dekke kostnadene for denne type produksjon. Spørsmål blir derfor om endringer av dyrkingsbetingelsene som f.eks. høyere belyningsstyrke, tettere planting, mer CO₂ m.v. vil gi en høyere avling. Et annet spørsmål er sortsvalget. Valg av andre sorter kan muligens øke både avlingsnivået og kvaliteten. Interessant i denne forbindelse er mjøldoggreistente sorter og muligheten til dyrking av agurk uten bruk av plantevernmidler. Dette ville i såfall gi markedsmessige fordeler for norskprodusert agurk vinterstid. For å få svar på noen av disse spørsmålene er nye forsøk allerede under planlegging.

SAMMENDRAG

Mulighetene for produksjon av veksthusagurk vinterstid ved hjelp av kunstig tilskuddslys er undersøkt. I løpet av 11 uker ble det høstet opp til 11,3 kg pr m², dvs ca 1 kg pr uke-kvadratmeter i gjennomsnitt. Ved salg ble det oppnådd en pris som lå kr 3,- over importprisen pga god kvalitet.

Best resultat ble oppnådd med 20 timers tilskuddsbelysning pr døgn. Både kontinuerlig belysning og stans i tilskuddsbelysningen i perioder med høy innstråling resulterte i avlingsnedgang. Effekten av CO₂-tilskudd var relativt stor og en økning fra 340 til 700 vpm førte til en avlingsøkning på nærmere 50%. Vanningsvannets ledningsevne hadde ingen sikker effekt på avlingsnivået. En økning i ledningsevnen førte imidlertid til at agurkfruktene utseende ble påvirket gjennom mørkere og glattere frukter.

Resultatene viser at vinterproduksjon av veksthusagurk er mulig og at markedet er villig til å betale ekstra for norsk kvalitetsvare. De

oppnådde avlinger er neppe høye nok til å sikre en lønnsom produksjon. Mulighetene for å øke avlingen gjennom økt tilskuddsbelysning, økt CO₂-tilførsel, tettere planting samt valg av andre sorter m.m. er imidlertid store.

LITTERATUR

Aalbersberg, Y.W. & C. Sonneveld 1983. EC-values for cucumbers. Glasshouse Crops Research Station Naaldwijk, Annual report 1983:28.

Blain, J., A. Gosselin & M-J. Trudel 1987. Influence of HPS supplementary lighting on growth and yield of greenhouse cucumbers. Hort. Science 22(1):36-38.

Gislerød, H.R., I.M. Eidsten & L.M. Mortensen 1989. The interaction of daily lighting period and light intensity on growth of some greenhouse plants. Scientia Hort. 38:295-304.

Grimstad, S.O. 1987. Supplementary lighting of early tomatoes after planting out in glass and acrylic greenhouses. Scientia Hort. 33:189-196.

Kristoffersen, T. 1963. Interactions of photoperiod and temperature in growth and development of young tomato plants. Physiol. Plant. Suppl. (I):1-97.

Janes, H. & R.J. McAvoy 1984. The use of high pressure sodium lights in greenhouse tomato crop production. Acta Hort. 148:877-888

Janse, J. 1983. Effects of the nutrient level on the keeping quality of cucumbers. Glasshouse Crops Research Station Naaldwijk, Annual report 1983:65.

Janse, J. 1984. Effects of the nutrient level on the keeping quality of cucumbers. Glasshouse Crops Research Station Naaldwijk, Annual report 1984:46.

Janse, J. 1985. Effects of the nutrient level on the keeping quality of cucumbers. Glasshouse Crops Research Station Naaldwijk, Annual report 1985:48-49.

Mortensen, L.M. 1986. CO₂ til veksthuskulturer. Gartneryrket 76:853-854, 856.

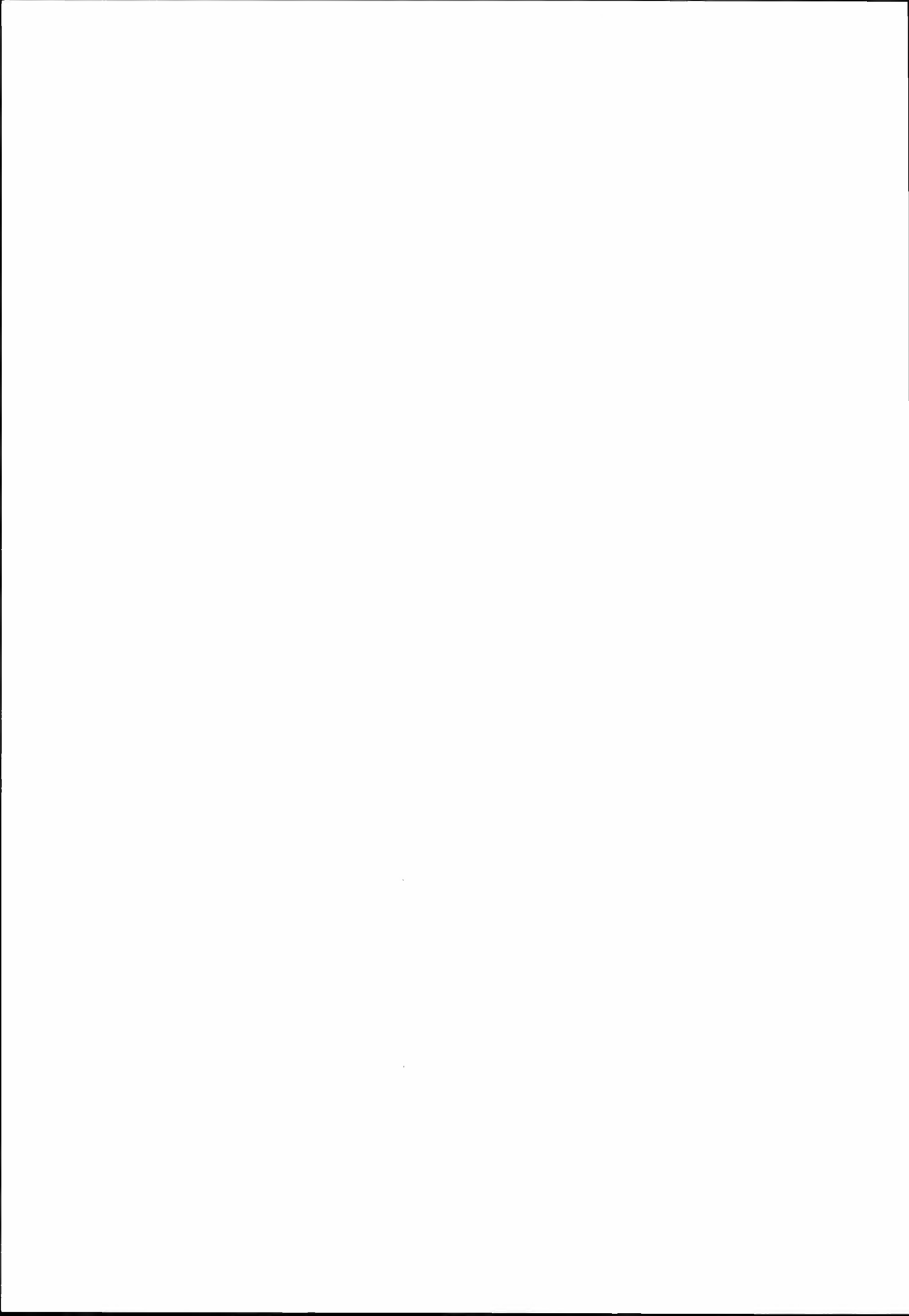
Mortensen, L.M. 1987. Review: CO₂-enrichment in greenhouses. Crop responses. *Scientia Hort.* 33:1-25.

Shalhevet, J. & B. Yaron 1973. Effect of soil and water salinity on tomato growth. *Plant Soil*, 39: 285-292.

Sonneveld, C. & G.W.H. Welles 1988. Yield and quality of rockwool-grown tomatoes as affected by variations in

EC-value and climatic conditions. *Plant and Soil* 111: 37-42.

Tooze, S.A. 1986. The effect of light reduction on growth of young cucumber plants. *Glasshouse Crops Research Station Naaldwijk, Annual report 1986:22-23.*



Steinmjøl som næringskilde til ulike jordbruksvekster

Kaliumvirkningen av steinmjøl

Rock powder as a source of nutrients to different crops

The effect of potassium in rock powder

RAGNAR BÆRUG

Norges landbrukshøgskole, Institutt for jordfag, ÅS, Norge

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

Bærug, R. 1991. Rock powder as a source of nutrients to different crops. The effect of potassium in rock powder. *Norsk landbruksforskning* 5: 175-181. ISSN 0801-5333.

The potassium release from rock powder, grade 0-4 mm, of granite gneiss, syenite and amphibole, was investigated in a five-year pot experiment with successively grown oats, timothy, red clover, meadow fescue and rye grass. The growth media used were rock powder and a fine sand, poor in magnesium, and the percentages of rock powder were 0, 0.1, 5 and 100. A small amount of sphagnum (4%) was added to all pots in order to improve the physical condition of the growth media. An admixture of 0.5% rock powder of gneiss and amphibolite increased the yields in the first two years but not the subsequent three years. With 5% rock powder in the growth medium there was a substantial increase in dry matter yield and in the amount of K accumulated throughout the five-year experimental period. The responses were significantly lower for syenite than for gneiss and amphibolite. The highest yield and uptake of K was obtained with media of 100% rock powder. The yield increases were considerable over the five years and for all rock types, but the amounts of K accumulated were significantly lower for syenite than for gneiss and amphibolite.

Key words: Plant growth, potassium, rock powder

Ragnar Bærug, Agricultural University of Norway, Department of Soil Sciences, P.O.Box 28, N-1432 ÅS-NLH, Norway

Tabell 1. Steinmjøltyper og blandingsforhold for vekstmediet.

Table 1. Rock powder and mixtures used in the growth medium.

Ledd Treat- ment	Steinmjøltyper Rock powder	Ledd Treat- ment	Steinmjøl/Rock powder		Sand	
			g/kar g/pot	%	g/kar g/pot	%
1	Granittisk gneis/ Granite gneiss	a	0	0	6900	100
		b	34,5	0,5	6865,5	99,5
2	Syenitt/ Syenite	c	345	5	6555	95
3	Amfibolitt/ Amphibolite	d	6900	100	0	0

Innholdet av K i bergarter er bestemt i første rekke av andelen av mineralene biotitt, muskovitt og feltspat. Både glimmer og feltspat er tidligere prøvd som kaliumgjødsel i flerårige markforsøk. Retvedt (1938) fant at glimmer-mineralene flogoptitt og biotitt i enkelte forsøk hadde like god kaliumeffekt som kaliumklorid-gjødsel. Effekten av feltspat var derimot dårlig.

Det totale innhold av K er ulikt fra bergart til bergart. Det samme gjelder i enda større grad innholdet av lett-løselig kalium, og dermed bergartenes verdi som kaliumkilde for plantene. (Prestvik, 1976, Håbjørg, 1977, Blum et al. 1989). Det finnes få undersøkelser der kaliumvirkningen av steinmjøl av ulike bergarter er sammenlignet i dyrkingsforsøk. Forsøket er gjennomført for å få mer kunnskap om dette spørsmålet.

I en tidligere publisering (Bærug, 1991) er det gjort rede for virkningen av steinmjøl som magnesiumkilde for plantene. For data vedrørende bergarter, kjemisk- og fysisk sammensetning, vekster og deler av forsøksopplegget henvises derfor til denne publikasjonen.

MATERIALE OG METODER

Kaliumvirkningen ble målt ved at det til de ulike blandinger av steinmjøl og sand ikke ble tilført K, mens de øvrige makro- og mikronæringsstoffer ble gitt i tilnærmet optimale mengder (tabell 1 og 2).

Tabell 2. Kjemiske analyser av K i steinmjøl og sand.

Table 2. Chemical analyses of K in rock powder and sand.

Steinmjøltype/ Rock powder	K-AL mg/100 g	K-HNO ₃ mg/100 g
Granittisk gneis/ Granite gneiss	2,9	295
Syenitt/ Syenite	4,1	75
Amfibolitt/ Amphibolite	3,7	430
Sand	0,7	14

I tillegg til steinmjøl og sand ble alle kar tilsatt 0,4% hvitmosetorv for å bedre vekstmedienes fysiske forhold.

Innholdet av lettøselig K (K-AL) var ikke høyt i noen av steinmjøltypene. For vanlig jord ville tallene indikere mangel på K. Tallene for syreløselig K (K-HNO₃) er derimot høye, særlig for amfibolitt og gneis.

RESULTATER OG DISKUSJON

Innblanding av 0.5% steinmjøl økte avlingene betydelig første året, og litt også andre året, mens det seinere var liten virkning. Avlingene

var høye første året også uten steinmjøl, fordi sanden da hadde betydelig kaliumvirkning. Denne effekten avtok raskt etter første dyrkingsåret.

I ledd med 5% steinmjøl var meravlingene store og sikre i alle 5 årene for gneis og amfibolitt, men vesentlig mindre for syenitt, særlig i 3-5 forsøksår. Utslagene kommer enda klarere fram av tallene for mengden av K i avlingene. Det gjelder spesielt sammenligningen mellom steinmjøltypene (tabell 3 og 4).

Med steinmjøl som eneste uorganiske vekstsubstrat lå avlingsnivå og mengde opptatt K vesentlig høyere enn ved 5% steinmjølinnblanding. Dette viser klart at selv om 5%

Tabell 3. Avlinger, g tørrstoff pr. kar.

Table 3. Yield, g dry matter per pot.

Steinmjøltype		År/Years					
Rock powder	% Steinmjøl/ Rock powder	1984	1985	1986	1987	1988	Sum
Gneis/Gneiss	0	46,0	15,5	10,9	11,7	5,4	89,5
	0,5	55,9	19,3	11,8	12,2	6,3	105,5
	5	69,9	32,2	16,3	23,9	15,2	157,5
	100	63,8	31,1	61,3	54,5	34,9	245,6
Syenitt/ Syenite	0	46,7	15,5	11,9	11,2	5,2	90,5
	0,5	51,9	16,4	12,1	11,0	4,9	96,3
	5	60,8	21,3	13,3	15,8	8,7	119,9
	100	68,0	30,1	57,4	44,4	28,7	228,6
Amfibolitt/ Amphibolite	0	47,7	15,7	10,5	9,8	5,4	89,1
	0,5	60,5	18,8	11,1	12,4	6,2	109,0
	5	75,8	33,5	18,5	24,0	19,5	171,3
	100	80,0	32,6	42,3	41,5	29,6	226,0
Varians:							
Steinmjøltype/ Rock type		xxx	x	xx	xxx	xxx	x
% Steinmjøl/ % Rock powder		xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Steinmjøltype x % steinmjøl		xxx	ns	xxx	xxx	xxx	xx

Tabell 4. Avlinger av K, mg pr. kar.

Table 4. Amounts of K in the crop, mg per pot.

Steinmjøltype Rock powder	% Steinmjøl/ Rock powder	År/Years					Sum
		1984	1985	1986	1987	1988	
Gneis/ Gneiss	0	252	106	43	52	35	488
	0,5	267	135	51	54	40	547
	5	511	354	248	124	139	1376
	100	1414	835	1500	1267	1216	6232
Syenitt/ Syenite	0	239	106	45	50	43	483
	0,5	238	113	44	51	32	478
	5	307	157	58	75	50	647
	100	1159	653	543	580	349	3284
Amfibolitt/ Amphibolite	0	235	157	38	45	35	510
	0,5	301	200	42	59	45	647
	5	822	421	196	136	155	1730
	100	1732	973	1348	1240	1283	6576
Varians:							
Steinmjøltype/ Rock type							xxx
% Steinmjøl/ % Rock powder							xxx
Steinmjøltype x % steinmjøl							xx

steinmjøl har gitt god K-effekt, har det på langt nær vært nok til å dekke plantenes K-behov. Ved dyrking i steinmjøl har avlingsnivået vært høyt gjennom alle 5 årene. Avlingsnivået lå på tilnærmet samme nivå for alle tre steinmjøltypene, men mengden av opptatt K var i sum for 5 år bare ca. halvparten så stor for syenitt som for gneis og amfibolitt.

Det prosentiske innhold av K i avlingene var sterkt påvirket av steinmjølandelen i vekstmediet. Ved minste innblanding, 0,5%, var det ingen økning av K-konsentrasjonen i plantene. Innblanding av 5% gneis og amfibolitt økte det prosentiske K-innhold i alle 5 forsøksår, men bare i 2-3 år for syenitt. Tallene lå likevel for det meste lavere enn 2,0, som etter

tidligere undersøkelser er satt som nedre grense for tilstrekkelig K-konsentrasjon i gras (tabell 5). (Bærug, 1977).

Ved dyrking i bare steinmjøl var kaliuminnholdet høyt gjennom hele forsøksperioden for ledd med gneis og amfibolitt. Tallene for ledd med syenitt lå vesentlig lavere, og avspeiler at steinmjøl av denne bergarten har vært en dårligere kaliumkilde enn gneis og amfibolitt.

Mengde og utnyttelse av lettløselig- og tynge løselig K i steinmjølet

Beregnete mengder av lettløselig-K (K-AL) og tynge løselig K (K-HNO₃) i steinmjøl er stilt sammen i tabell 6. På basis av disse tallene og innholdet av K i avlingen er det mulig å bereg-

Tabell 5. K i avlinger, % av tørrstoff.

Table 5. K in crops, % of dry matter.

Steinmjøltype/ Rock powder	Steinmjøl/ Rock powder %	År, vekst og slått/Year, crop and harvest									
		1984		1985		1986		1987		1988	
		Korn/ Grain	Halm/ Straw	Timotei/ Timothy	Kløver/ Clover	Eng- svingel/ Meadow fescue	Raigras/ Ryegrass	1.	2.	1.	2.+3.
Gneis/ Gneiss	0 0,1 5 100	0,65 0,56 0,50 0,52	0,42 0,37 1,02 4,16	0,90 0,90 1,58 3,48	0,68 0,69 0,98 2,28	0,47 0,56 1,28 2,54	0,41 0,41 1,84 2,64	0,48 0,48 0,56 2,49	0,54 0,56 1,04 3,41	0,72 0,70 0,91 3,92	
Syenitt/ Syenite	0 0,1 5 100	0,61 0,57 0,55 0,49	0,39 0,31 0,45 3,08	0,88 0,92 1,06 2,74	0,68 0,66 0,70 2,04	0,42 0,40 0,55 0,94	0,39 0,38 0,41 1,05	0,48 0,50 0,51 1,41	1,07 0,57 0,49 1,17	0,80 0,73 0,66 1,38	
Amfibolitt/ Amphibolite	0 0,1 5 100	0,62 0,55 0,53 0,55	0,33 0,43 1,76 4,00	2,38 2,42 2,06 4,30	0,66 0,68 1,06 2,55	0,40 0,52 1,54 3,39	0,37 0,35 0,94 3,39	0,50 0,51 0,61 3,19	0,57 0,86 0,86 4,64	0,73 0,73 0,82 4,50	

Tabell 6. Beregnede mengder av K i steinmjøl, basert på K-AL- og K-KNO₃ tallene.Table 6. Calculated amounts of K in rock powder, based on K-AL- and K-HNO₃ values.

Steinmjøl/ Rock powder	K-AL	a				b				c				d			
		mg K pr. kar/pot	mg K pr. kar/pot	mg K pr. kar/pot	mg K pr. kar/pot	mg K pr. kar/pot	mg K pr. kar/pot	mg K pr. kar/pot	mg K pr. kar/pot	mg K pr. kar/pot	mg K pr. kar/pot	mg K pr. kar/pot	mg K pr. kar/pot	mg K pr. kar/pot	mg K pr. kar/pot		
Gneis/ Gneiss	2,9	0	1	7	130	295	0	66	662	13231							
Syenitt/ Syenite	4,1	0	1	12	229	75	0	21	210	4192							
Amfibolitt/ Amphibolite	3,7	0	1	7	138	430	0	80	801	16022							

Tabell 7. Mengde av K i avling fra steinmjøl, (sum for 5 år).

Table 7. Amounts of K in the crop from rock powder, (total of 5 years).

Ledd/Treatment	a	b	c	d
	g K pr. kar/pot			
Gneis/Gneiss	0	31	312	6232
Syenitt/Syenite	0	16	164	3284
Amfibolitt/Amphibolite	0	33	329	6576

Tabell 8. Prosentisk utnyttelse av K i steinmjøl, i sum for 5 år, ut fra analysetall for K-HNO₃.Table 8. Percentage utilization of K in rock powder over 5 years, based on K-HNO₃ values.

% Steinmjøl % Rock powder	0	0,5	5	100
Gneis/Gneiss	-	91	141	47
Syenitt/Syenite	-	0	82	78
Amfibolitt/ Amphibolite	-	173	160	41

ne samsvaret mellom analysetall og opptatt K-mengde, etter korleksjon for K-innholdet i sand.

Mengder av K plantene har tatt fra steinmjøl er stilt sammen i tabell 7. Det er forutsett at avgivelse av K fra sand har vært upåvirket av blandingsforholdet sand/steinmjøl. Tallene er sumverdi for 5 år.

Opptaket av K fra steinmjøl har vært langt større enn hva K-AL-tallene viser. Beregnet for en 5 års periode er det tatt opp av størrelsesorden 10-50 ganger mer K enn mengden av lettløselig K i steinmjølet. K-AL har følgelig vært et dårlig mål på steinmjølets verdi som K-kilde. Mengdene av syreløselig K i jorda var vesentlig høyere enn lettløselig K. Resultatene av beregning som viser utnyttelsen av syreløselig K er samlet i tabell 8.

Ved innblanding av 0,5% steinmjøl av

gneis og amfibolitt har det i sum for 5 år blitt tatt opp like mye eller mer K enn K-HNO₃ tallene tilsier, mens syenitt ikke hadde noen effekt. Innblanding av 5% steinmjøl resulterte i utnyttelsesprosent på 82-160. Utnyttelsesgraden var lavere ved dyrking i sandfritt steinmjøl, men ville trolig ha blitt atskillig høyere dersom forsøket hadde gått i flere år. I motsetning til K-AL, har derfor syreløselig K gitt et bra mål på steinmjølets verdi som K-kilde.

Generell vurdering av steinmjøl som Mg- og K-kilde for plantene

Resultatene viser at steinmjøl av gradering 0-4 mm kan ha noe effekt som Mg-kilde og betydelig virkning som K-kilde. Virkningen må ventes å øke med andelen av materiale under 2 mm.

Det vil trenge store mengder, regnet på

dekarbasis, for å få god virkning. For Mg har effekten vært liten ved mengder tilsvarende 1000-1500 kg steinmjøl pr. dekar, og heller ikke særlig stor for den 10-dobbelte mengde. Kaliumvirkningen var betydelig bedre. Det ble funnet en ikke ubetydelig virkning av minste mengde i 2 år, og stor effekt av 5% innblanding over en 5 års periode, for steinmjøltypene amfibolitt og gneis. Beregnede mengder av K fra steinmjøl har variert fra 0 til 2 kg pr. år ved 0,5%, og 0-10 kg K pr. dekar ved 5% steinmjølinnblanding. Innblanding av 5% har sikret høyt avlingsnivå i 2 år, og mer middels nivå de følgende 3 år.

I ublandet steinmjøl har beregnet K-opptak vært høyt, med variasjon av størrelsesorden 10-40, 30-50 og 35-60 kg/dekar for henholdsvis syenitt, gneis og amfibolitt. Mens syenitt hadde klart dårligst K-effekt, var det gneis som avgav minst Mg.

SAMMENDRAG

Kaliumvirkningen av steinmjøl av granittisk gneis, syenitt og amfibolitt, av finhetsgrad 0-4 mm, ble undersøkt i et flerårig karforsøk. Ulike mengder steinmjøl ble blandet inn i svært næringsfattig sand, tilsatt en liten mengde hvitmose. Vekstene som ble dyrket i de ulike år var i rekkefølge: havre, timotei, rødkløver, engsvingel og raigras. Virkningen av steinmjølet var tilnærmet den samme for alle vekstene.

Innblanding av 0,5% steinmjøl av gneis og amfibolitt økte avlingen de to første år, men ikke seinere i forsøksperioden. Med 5% steinmjøl i vekstmediet var det betydelig økning gjennom hele 5 års perioden både av tørrstoffavling og av mengde K tatt opp av plantene. Meravlingen var signifikant lavere for syenitt enn for gneis og amfibolitt.

De største avlinger og K-opptak ble opp-

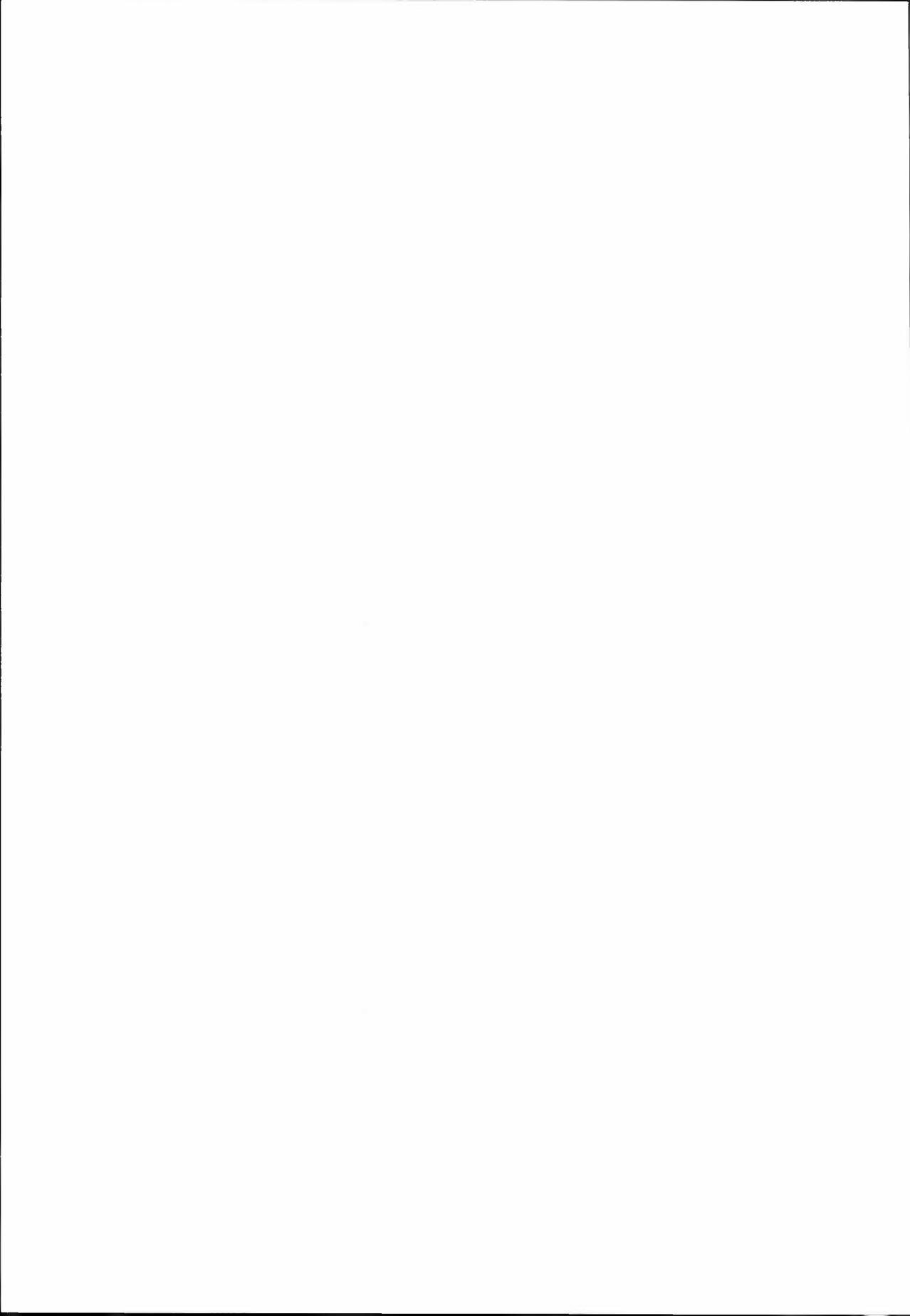
nådd ved dyrking i reint steinmjøl. Avlingsnivået holdt seg da høyt gjennom alle 5 år. Mengden av opptatt K var vesentlig lavere ved dyrking i syenittmjøl enn i de andre to steinmjøltypene.

ETTERORD

Fagkonsulent Åsmund Langås har hatt ansvaret for den praktiske gjennomføring av forsøket. Jeg vil takke han for utmerket gjennomføring av oppgaven.

LITTERATUR

- Blum, W.E.H., A. Mentler, F. Ottner, M. Pollak, E. Unger & W.W. Wenzel, 1989. Zur Verwendung von Gesteinsmehlen in der Landwirtschaft. I. Chemisch-mineralogische Zusammensetzung und Eignung von Gesteinsmehlen als Düngemittel. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 152: 421-425.
- Bærug, R. 1977. Nitrogen, kalium, magnesium og svovel til eng på Sør-Østlandet. II. Kjemiske analyser av avlingen. Forskning og forsøk i landbruket 28: 549-574.
- Bærug, R. 1991. Steinmjøl som næringskilde til ulike jordbruksvekster. Magnesiumvirkningen av steinmjøl. Norsk landbruksforskning. (Under publisering).
- Håbjørg, A. 1977. Landskapspleie og steinfyllinger. Fysiske og kjemiske egenskaper hos nyknust materiale av 9 ulike bergarter. Forskning og forsøk i landbruket 28: 21-42.
- Prestvik, O. 1976. Berggrunnens betydning for plantenæringsstoffer i jordsmonnet. Meddelelser fra Det norske myrselskap 3: 81-95.
- Retvedt, K. 1938. Kalivirkning av glimmer, feltspat og leir. Meldinger fra Norges landbrukshøgskole 18: 127-182.



Steinmjøl som næringskilde til ulike jordbruksvekster

Magnesiumvirkningen av steinmjøl

Rock powder as a source of nutrients to different crops

The magnesiumeffect of rock powder

RAGNAR BÆRUG

Norges landbrukshøgskole, Institutt for jordfag, ÅS, Norge

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

Bærug, R. 1991 . Rock powder as a source of nutrients to different crops. I. The magnesiumeffect of rock powder. Norsk landbruksforskning 5: 183-188. ISSN 0801-5333.

The magnesium release from rock powder, grade 0-4 mm, of granite gneiss, syenite and amphibole was investigated in a four-year pot experiment with successively grown oats, timothy, red clover and meadow fescue. The growth media used were rock powder and a fine sand, poor in magnesium, and the percentages of rock powder were 0, 0.1, 5 and 100. A small amount of sphagnum (4%), was added to all pots to improve the physical condition of the growth media. An admixture of 0.5% rock powder had no effect on either crop growth or amounts of magnesium accumulated in the crops. With 5% rock powder in the growth medium a moderate effect was found over one, two or three years for gneiss, syenite and amphibole, respectively. When rock powder constituted 100% of the inorganic material a very clear effect on dry matter and Mg yield was registered throughout the four-year experimental period. The best magnesium effect was found with amphibole and syenite, while gneiss had a significantly lower but still good magnesium effect. All four species grown responded well to magnesium supply from rock powder.

Key words: Magnesium, plant growth, rock powder

Ragnar Bærug, Agricultural University of Norway, Department of Soil Sciences, P.O. Box 28, N-1432 ÅS-NLH, Norway

De norske pukk- og grusleverandører produserer flere typer av steinprodukter, som pukk, singel, grus og sand. En sortering som det til dels har vært mindre avsetning for er steinmjøl, med gradering 0-4 mm. Dette materiale anbefales brukt, blant annet til dekke på grusbaner, men kan også være aktuell som komponent i vekstjord til blant annet park- og hageanlegg. (Dugstad, 1984).

Betegnelsen mjøl er gjerne knyttet til fraksjonen mindre enn 2 mm, men er i denne meldingen brukt som betegnelse på fraksjonen 0-4 mm. Findeling øker steinmaterialets evne til å avgi næringsstoffer, og det er særlig partikler mindre enn 2 mm som er virksomme som plantenæringskilde. Håbjørg (1977) fant likevel ikke store forskjeller i AL-verdier for K, Mg, Ca og Na mellom steinmjølfraksjonene 0,06-0,2, 0,2-0,6 og 0,6-2,0 mm. Tallene var relativt høye også for groveste fraksjon, og dette indikerer at materiale større enn 2,0 mm også kan ha en viss gjødselvirkning.

Både totalinnhold og innholdet av mer lettløselige fraksjoner av K, Mg, Ca, Na og flere elementer varierer til dels sterkt fra en bergart til en annen (Låg, 1977, Håbjørg, 1977, Blum et al 1989 I).

Verdier av steinmjøl som næringskilde for planter er lite undersøkt her i landet. Hansen (1981) fant imidlertid at små mengder steinmjøl hadde liten effekt. Fordi steinmjølet har en potensiell verdi både som næringsleverandør og som vekstsubstrat, kan det være av interesse å øke kunnskapene om steinmjølets mulige verdi i plantedyrkinga.

MATERIALE OG METODER

Det ble brukt svært ulike mengder steinmjøl, og bergarter eller mineraler ble valgt slik at de skulle representere både relativt næringsfattige og mer næringsrike typer. For å få et mål på

langtidsvirkningen ble forsøket holdt igang i 4 år. Steinmjølet kom fra tre pukkverk, og ble valgt ut etter opplysninger og råd fra geolog Per Dugstad i Pukk- og grusleverandørenes landsforening (Dugstad, 1984). (Tabell 1 og 2).

Kjemiske analyser av P, K, Mg, Na og Ca i steinmjølet er vist i tabell 3.

Innholdet av lettløselig P og Mg og av syreløselig P, K og Mg var høyest i amfibolitt. Gneis fra Vinterbro hadde det laveste innhold av lettløselig P, K og Mg, men høyt innhold av

Tabell 1. Bruddsteder og bergarter.

Table 1. Location of quarries and rock types.

Bergart/mineral Rock/mineral	Bruddsted Quarry
1. Gneis/Gneiss	Vinterbro Pukkverk, Akershus
2. Syenitt/Syenite	Foksrød, Vestfold
3. Amfibolitt/Amphibolite	Midtskogen Steinindustri, Hedmark

Tabell 2. Mekanisk sammensetning av steinmjøl, prosent.

Table 2. Mechanical composition of rock powder in percent.

Bergart/ mineral Rock/ mineral	Silt 0,006-0,06 mm	Sand 0,06-2 mm	Grus/gravel 2-4 mm
Gneis/Gneiss	8	57	35
Syenitt/Syenite	4	77	19
Amfibolitt/ Amphibolite	8	46	46

Tabell 3. Kjemiske analyser av steinmjøl og sand for fraksjoner < 2 mm.

Table 3. Chemical analysis of rock powder and sand for the grade < 2 mm.

Bergart/ Rock	pH	P-AL	P- HNO ₃	K-AL	K- HNO ₃	Mg-AL	Mg- HNO ₃	Na-AL	Ca-AL
1	8,2	3,4	68	2,9	295	2,0	210	0,6	140
2	8,5	7,3	155	4,1	75	2,5	100	8,1	80
3	8,7	13,0	185	3,7	430	6,3	480	1,1	170
Sand	5,3	2,0		0,7	14	0,5			2

Tabell 4. Mengder og andeler av steinmjøl og sand.

Table 4. Amounts and percentages of rock powder and sand.

Ledd Treatment	Steinmjøl/Rock powder		Sand	
	%	g/kar g/pot	%	g/kar g/pot
a	0	0	100	6900
b	0,5	34,5	99,5	6865,5
c	5	345	95	6555
d	100	6900	0	0

syreløselig K og Mg. Lommer av amfibolitt i gneisen fra Vinterbro kan gi variasjoner i innholdet av plantenæring. Låg (1977) fant at i tillegg til variasjoner mellom bergarter, kan det også være betydelige ulikheter i innholdet av plantenæringsstoff i steinmjøl av samme bergart, men fra ulike brudd.

For å kunne måle magnesiumvirkningen av ulike mengder steinmjøl ble det laget blandinger av steinmjøl og en svært næringsfattig sand. I tillegg ble det i alle kar blandet inn 4% av tørrstoffet av nesten næringsfri hvitmose. Det ble ikke tilført Mg til noe ledd. Andre næringsstoffer ble gitt i tilnærmet optimale mengder (tabell 4).

Hensikten med å velge mengden 0,5% steinmjøl var å undersøke om en så beskjeden

tilførsel kunne være av betydning for plantenes Mg-forsyning. Det ville ha vært ønskelig med flere trinn mellom 5 og 100% steinmjøl, men plass og ressurstilgang gjorde at dette ikke var mulig.

Mengden av tilførte næringsstoffer var 24 kg N i ammoniumnitrat, 6 kg P i kalsiumdi-hydrogenfosfat og 24 kg K i kaliumsulfat pr. dekar og år. I tillegg ble det gitt en mikromiksblanding som besto av 10 kg jernsulfat, 5 kg mangansulfat, 5 kg koppersulfat, 5 kg sink-sulfat, 0,5 kg boraks og 0,1 kg natrium-molybdat pr. dekar. Ledd a-c ble tilført 100 kg CaCO₃ pr. dekar.

Vekstene i forsøket var i 1984: Havre, 1985: Timotei, 1986: Rødkløver og 1987: Engsvingel.

RESULTATER OG DISKUSJON

Det var små og usikre avlingsutslag for innblanding av 0,5% steinmjøl. Mengden av Mg tatt opp av plantene økte heller ikke. Hansen (1981) fant i sine undersøkelser en svak positiv virkning etter innblanding av en liten mengde steinmjøl i næringsfattig sand, men felles for begge undersøkelser er at tilførsel tilsvarende 1000-1500 kg steinmjøl pr. dekar har hatt liten betydning for plantenes Mg-forsyning.

Innblanding av 5% steinmjøl økte tørrstoffavlingene og opptatt Mg-mengde første året. Den positive virkningen varte ett år for gneis, to år for syenitt og tre år for amfibolitt. Magnesiumvirkningen av 5% steinmjøl

sammen med en betydelig Mg-effekt av sand-innblanding sikret et høyt avlingsnivå i 1-2 år. I tredje og fjerde året, da effekten av sand var sterkt redusert, var det ingen effekt av gneis og syenitt, men fortsatt en viss virkning av 5% amfibolitt (tabell 5).

Ved dyrking i reint steinmjøl pluss hvitmose var det for alle bergarter store avlinger både i andre, tredje og fjerde forsøksår. Mengden av opptatt Mg holdt seg på høyt nivå gjennom alle fire år for syenitt og amfibolitt, men lå betydelig lavere, og sank sterkt fra første til fjerde år for gneis (tabell 6).

Det var ikke store avlingsforskjeller mellom bergartene første og andre året, men de to siste årene og i sum for fire år har gneis

Tabell 5. Avlinger, g tørrstoff pr. kar.

Table 5. Yields, g dry matter per pct.

Bergart/ Rock-type	Ledd/ Treatment	1984	1985	År/Year		Sum
				1986	1987	
Gneis/ Gneiss	a	77,3	18,2	5,8	10,9	112,2
	b	73,5	21,4	6,5	9,4	110,8
	c	80,1	21,9	5,5	9,3	116,8
	d	65,6	36,5	39,0	35,6	176,7
Syenitt/ Syenite	a	73,4	19,1	5,7	9,0	107,2
	b	74,9	17,9	5,5	8,0	106,3
	c	76,4	24,2	5,7	8,4	114,7
	d	75,5	38,6	45,9	41,1	201,1
Amfibolitt/ Amphibolite	a	74,9	20,2	4,9	8,8	108,8
	b	74,4	18,7	4,9	7,7	105,7
	c	80,1	28,6	9,3	12,1	130,1
	d	81,8	26,0	45,1	39,8	192,7
Signifikans: Bergart/Rock		xx	ns	x	ns	
Ledd/Treatment		xx	xxx	xxx	xxx	
BergartxLedd		xxx	xx	xxx	xx	

ns : ikke signifikant

x : 0,01 <P <0,05

xx : 0,001 <P <0,01

xxx: P <0,001

Tabell 6. Mengder av Mg i avling, mg pr. kar.

Table 6. Amounts of Mg in crops, mg per pot.

Bergart/ Rock-type	Ledd/ Treatment	År/year				Sum
		1984	1985	1986	1987	
Gneis/ Gneiss	a	31,0	6,2	2,2	3,0	42,4
	b	30,5	6,8	2,5	2,6	42,4
	c	34,5	6,9	2,2	2,5	46,1
	d	49,8	33,2	24,2	11,2	118,4
Syenitt/ Syenite	a	31,8	6,0	2,1	2,4	42,3
	b	31,9	5,8	2,0	2,3	42,0
	c	35,8	7,5	2,2	2,2	47,7
	d	67,8	49,4	51,4	47,2	215,8
Amfibolitt/ Amphibolite	a	31,2	7,0	1,9	2,5	42,6
	b	31,0	6,6	1,9	2,3	41,8
	c	35,4	9,5	4,3	3,0	52,2
	d	74,1	38,0	60,9	51,8	224,8
Signifikans: Bergart/Rock						xx
Ledd/Treatment						xxx
Bergart x Ledd						xx

Tabell 7. Mengder av Mg tatt opp fra steinmjøl de ulike år, g Mg pr. daa.

Table 7. Amounts of Mg absorbed from rock powder in the different years, g Mg per 0.1 ha.

Steinmjøl, %/ Rock powder, %	5					100				
	1984	1985	1986	1987	Sum	1984	1985	1986	1987	Sum
Bergart/ Rock										
Gneis/Gneiss	140	28	0	0	168	752	1080	880	228	2940
Syenitt/ Syenite	160	60	4	0	224	1440	1736	1972	1024	6172
Amfibolitt/ Amphibolite	168	100	96	0	364	1716	1240	2360	1016	6332

gitt mindre avlinger, og opptaket av Mg ved dyrking i slikt steinmjøl lå på langt lavere nivå enn for syenitt og amfibolitt.

For å få et mer praktisk mål på de mengder av Mg som steinmjøl har avgitt til plantene, er mengdene i tabell 7 regnet om til dekar-

basis. Basis for beregningene er differansene mellom Mg-mengder i ledd a (sand) og Mg-mengder i leddene c og d.

Mengdene av Mg i normale avlinger er av størrelsesorden 500 - 2000 g pr. daa. Tallene i tabell 7 viser at 5% steinmjøl har

avgitt vesentlig mindre mengder, men likevel nok til å bety en del for Mg-forsyningen. På jord som i forveien har et betydelig innhold av Mg, kan 5% steinmjøl være et tilstrekkelig tilskudd.

På ledd med 100% steinmjøl har frigjøringen av Mg vært tilstrekkelig for store avlinger i 3-4 år. De variable tall fra år til år kan skyldes ulike vekster. Kløver, som ble dyrket i 1986, tar opp vesentlig mer Mg enn gras. Resultatene kan også ha blitt influert av at de fysiske forhold i jorda har variert noe med så ulike jordblandinger. Det er likevel ikke noe som tyder på at dette har påvirket resultatene i avgjørende grad. Ved vurdering av tallene bør en ellers ha i minne at utnyttelsen av næringsstoffene trolig er større i karforsøk enn på friland.

SAMMENDRAG

Magnesiumvirkningen av steinmjøl av granittisk gneis, syenitt og amfibolitt, av finhetsgrad 0-4 mm, ble undersøkt i et flerårig karforsøk. Ulike mengder steinmjøl ble blandet inn i en svært næringsfattig sand, tilsatt en liten mengde hvitmose.

Vekstene som ble dyrket de ulike år var i rekkefølge: havre, timotei, rødkløver og engsvingel. Virkningen av steinmjølet var tilnærmet den samme for alle vekstene.

Innblanding av 0,5% steinmjøl hadde liten eller ingen effekt på avling eller Mg-opptak.

Virkningen var moderat og varte i 1-3 år når steinmjølet utgjorde 5% av vekstsubstratet, men var stor, og varte i minst 3-4 år når plantene ble dyrket i reint steinmjøl tilsatt en liten mengde hvitmose.

Steinmjøl av amfibolitt og syenitt hadde tilnærmet samme virkning, med en tendens til bedre effekt av amfibolitt. Gneis hadde også

god Mg-virkning, men lå klart under de to andre bergartene. Beregnet som middel pr. år for en 4-års periode var Mg-opptaket fra gneis, syenitt og amfibolitt henholdsvis 42, 56 og 91 g Mg pr. daa ved innblanding av 5% steinmjøl, og 735, 1543 og 1583 g Mg ved dyrking i 100% steinmjøl.

LITTERATUR

Blum, W.E.H., A. Mentler, F.Ottner, M. Pollak, E. Unger & W.W. Wenzel, 1989. Zur Verwendung von Gesteinsmehlen in der Landwirtschaft. I. Chemisch-mineralogische Zusammensetzung und Eignung von Gesteinsmehlen als Düngemittel. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde, 152: 421-425.

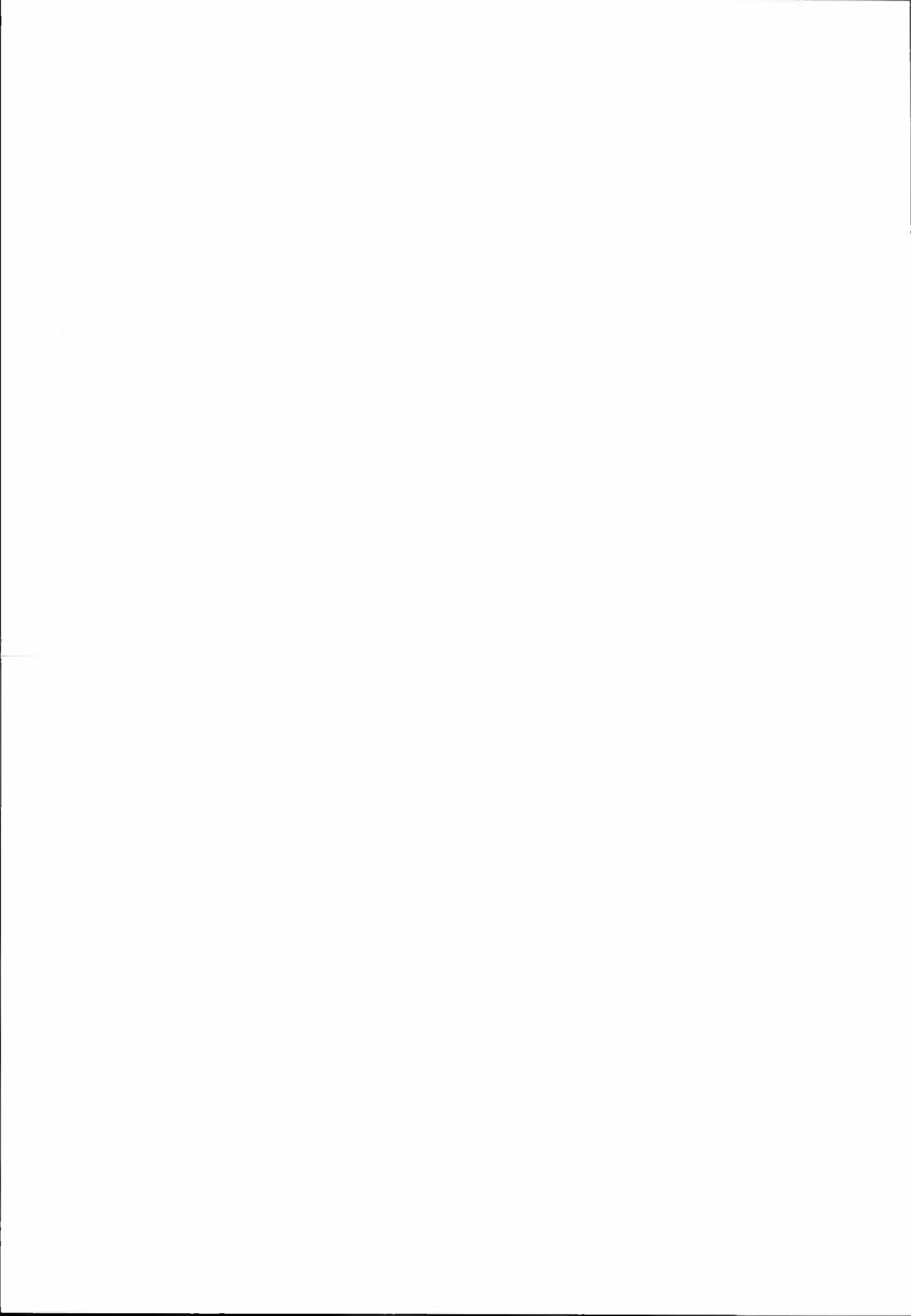
Dugstad, P. Pukk- og grusleverandørenes landsforening's Servicekontor, 1984. Om pukk og grus og PGL's datablad om vekstjord.

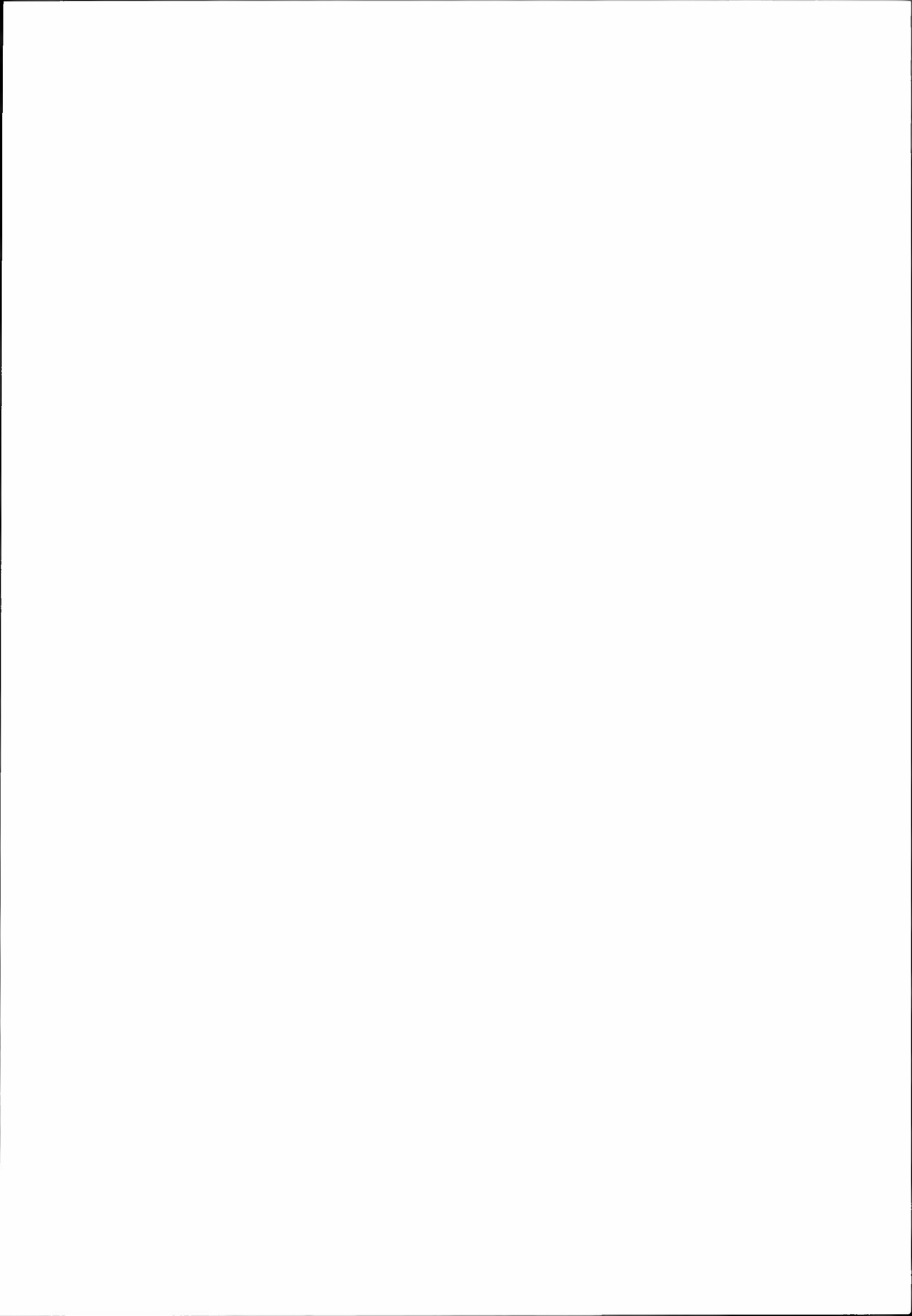
Hansen, S. 1981. Steinmel i landbruket. Hovedoppgave, Norges landbrukshøgskole, 116 s.

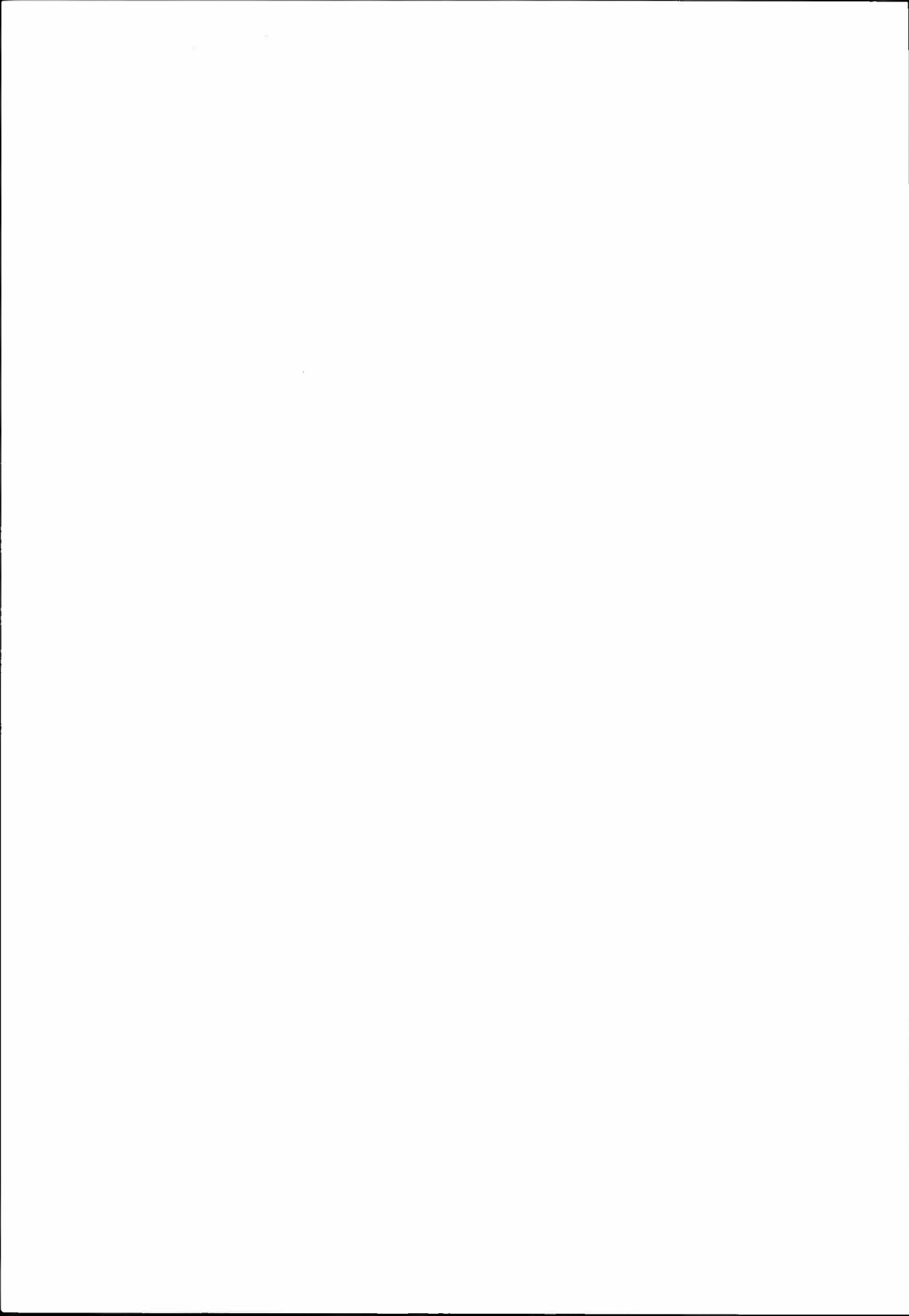
Håbjørg, S. 1977. Landskapspleie og steinfyllinger. Fysiske og kjemiske egenskaper hos nyknust materiale av 9 ulike bergarter. Forskning og forsøk i Landbruket 28: 17-42.

Låg, J. 1977. Kan det lages jord til anlegg av hager? Norsk Hagetidende nr. 4.









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 NØKKELORD

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

Bruk ikkje fleire enn 10 nøkkelord, som skal først opp alfabetisk. Oppgi namn og adresse på den forfattaren som skal ta imot eventuell korrespondanse, korrektur og særprent.

ETTERORD

Takk skal rettast berre til personar som har ytt noko vesentleg til granskinga. Forfattaren skal sikra seg at personar som vert nemnde, kan gå god for 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 skjåna tabellen utan å sjå i artikkelteksta. Bruk fotnotar til forklaring av forkortingar o.l., og bruk desse symbola i rekkjefølgja: ¹), ²), ³), ⁴), ⁵).

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

FIGURAR

Alle illustrasjonar vert rekna som figurar. Dei skal nummererast med arabiske tal. Bokstavar, tal og symbol må vera klare, stå i høve til kvarandre og vera store nok til å tjåla 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 minsking. Fotografi bør vera så nær den prenta storleiken som mogleg. Om forstørring eller minsking er viktig for fotografiet, bør målestokken stå på baksida av fotografiet og ikkje i teksta til bildet. Kvar figur skal ha ei tekst som gjer han skjønleg utan å sjå i artikkelteksta. Alle figurtekstene skal skrivast på eige ark og med engelsk omsetjing.

LITTERATURTILVISINGAR

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

Litteraturlista vert ordna alfabetisk etter forfatternamn, 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. Skjelvag (red.). The Impact of Climate on Grass Production and Quality. Proceedings of The 10th General Meeting of The European Grassland Federation, Ås-Norway 26–30 June 1984.

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

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

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

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

Legg merke til at:

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

FORKORTINGAR

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

KORREKTUR

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

SÆRPRENT

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

Norsk landbruksforskning

Vol. 5 1991 Nr. 2

Innhold/Content	Side/Page
Er det forskjell i kjøttkvalitet mellom storferaser? - En litteraturstudie <i>Differences in meat quality between cattle breeds?</i> - A review	Jan Berg & Laila Aass 97
Verknad av våtkompostering på kjemisk samansetnad og fysiske eigenskapar i blaut storfe gjødsel <i>The effects of wet composting on chemical composition</i> <i>an physical properties of cattle slurry</i>	Kristen Myhr 107
Bruk av flytevekt (densimeter) under feltforhold <i>Using a hydrometer</i>	Olav Martin Synnes & 119 Steinar Tveitnes
Frøstørrelse, sådybde og spiretemperatur ved kålrotproduksjon <i>Seed size, sowing depth and germination temperature</i> <i>in swede production</i>	Steinar Dragland 125
Arbeidsbehov ved tynning og høsting av kålrot <i>Labour requirements for hand-thinning and</i> <i>harvesting of swedes</i>	Steinar Dragland 131
Kaliumgjødsling til eng <i>Potassium fertilization in leys</i>	Styrkar Foss & Jon Furunes 139
Sortar av timotei, samanlikna i reinbestand ved tidleg og sein 1. slått, og samanlikna i blanding med engsvingel <i>Timothy (Phleum pratense L.) varieties compared at early</i> <i>and late 1st cut, in pure stand or mixed with meadow</i> <i>fescue (Festuca pratensis Huds.)</i>	Styrkar Foss & Steinar Bø 153
Vinterproduksjon av veksthusagurker <i>Winter production of greenhouse cucumbers</i>	Svein O. Grimstad 167
Steinmjøl som næringskilde til ulike jordbruksvekster Kaliumvirkningen av steinmjøl <i>Rock powder as a source of nutrients to different crops</i> <i>The effect of potassium in rock powder</i>	Ragnar Bærug 175
Steinmjøl som næringskilde til ulike jordbruksvekster Magnesiumvirkningen av steinmjøl <i>Rock powder as a source of nutrients to different crops</i> <i>The magnesium effect of rock powder</i>	Ragnar Bærug 183