

FORSKNING OG FORSØK

I LANDBRUKET

INDICATED BY
6 JAN 1984

INDICATED BY
6 JAN 1984

760

Side/Page

BIND 34 — 1983 — HEFTE 5

RESEARCH IN NORWEGIAN AGRICULTURE

INNHOOLD

Hugh Riley

Redusert jordarbeiding og halmbehandling til vårkorn på ulike jordarter

I. Avlinger og ugrasmengder

Reduced cultivations and straw disposal systems with spring cereals on various soil types

I. Yields and weed incidence 209

Hugh Riley

Redusert jordarbeiding og halmbehandling til vårkorn på ulike jordarter

II. Jordfysiske forhold

Reduced cultivations and straw disposal systems with spring cereals on various soil types

II. Soil physical conditions 221

Steinar Dragland

Nitrogengjødsling til kålrot med god vasstilgang

Nitrogen fertilization of swedes grown at low soil moisture stress 229

Ole Hans Baadshaug

Gjødsling og kalking av udyrka fjellbeite

I. Virkninger på tørrstoffproduksjonen

Fertilization and liming of mountain pasture

I. Effects on dry matter production 243

Ole Hans Baadshaug

Gjødsling og kalking av udyrka fjellbeite

II. Virkninger på førkvalitet og avbeiting

Fertilization and liming of mountain pasture

II. Effects on fodder quality and grazing intensity 251

Ole Hans Baadshaug

Gjødsling og kalking av udyrka fjellbeite

III. Virkninger på plantebestanden

Fertilization and liming of mountain pasture

III. Effects on botanical composition 259

UTGITT AV STATENS FORSKINGSSTASJONER I LANDBRUK

Norsk institutt for skogforskning
Biblioteket
P.B. 61 - 1432 ÅS-NLH

Redaksjonskomité:

Forskar Johannes Thorsrud (redaktør)
Professor Birger Opsahl
Forskar Gudmund Taksdal

Ekspedisjon og abonnement:

Statens fagtjeneste for landbruket,
Moervn. 12, 1430 Ås.
Tlf. (02) 94 13 65.

Postgirokonto nr. 5 05 37 80.

Tidsskriftet kostar kr 30,00 pr. år for norske,
og kr 50,00 for utanlandske abonnentar.

Research in Norwegian Agriculture

Research in Norwegian Agriculture contains technical reports on research and experiments carried out at the official experiment stations, research institutes and other institutions. The journal is published up to 8 times a year. Annual subscription 50 Norwegian kroner.

The journal is published by The Norwegian State Agricultural Research Stations.

Correspondence and subscription:
Government Guidance Service for Agriculture,
Moervn. 12, N-1430 ÅS, NORWAY.

Redusert jordarbeiding og halmbehandling til vårkorn på ulike jordarter

I. Avlinger og ugrasmengder

Hugh Riley, Statens forskingsstasjon Kise,
2350 Nes på Hedmark. Melding nr. 63.
Kise Agricultural Research Station,
N-2350 Nes på Hedmark, Norway. Report No. 63.

Riley, H. 1983. Reduced cultivations and straw disposal systems with spring cereals on various soil types. I. Yields and weed incidence. *Forsk. Fors. Landbr.* 34: 209—219.

Key words: Reduced cultivations, straw residues, cereal yields, couch grass.

Ploughing, shallow cultivation and direct drilling were compared on loam, silty clay and silt soils. Stubble cultivation and straw disposal by burning, removal or chopping were included at split-plot levels. Yields of spring cereals were largely unaffected by cultivation treatment on the loam soil, but barley yields showed a 10 % decline when direct-drilled into chopped straw. On silt and clay soils straw residues on unploughed land caused larger yield declines of 25—50 %. The incidence of couch and other grass weeds increased sharply on unploughed land.

Pløying, harving og direktesåing ble sammenlignet på lettleire, siltig mellomleire og siltjord. Stubbarbeiding og halmbehandling ved brenning, fjerning eller hakking ble tatt med på underruter. Avlinger av vårkorn ble lite påvirket av jordarbeiding på lettleire, men byggavlingen gikk ned 10 % ved direktesåing i halmhakk. På silt- og leirjord førte halmrester på upløyd jord til avlingssvikt fra 25 til 50 %. Mengden av kveke og andre grasarter økte sterkt på upløyd jord.

Innledning

Virkningen av nedpløyd halm er undersøkt i Norge i langvarige forsøk (Uhlen 1973, Wølner et al. 1978). Sløyfer man pløying, blir spørsmålet om halmbehandling enda mer aktuelt. I utenlandske forsøk (Ellis 1979) er det funnet at halmrester i eller nær jordoverflaten kan ha en veksthemmende virkning. I enkelte tilfeller i Norge, derimot, er det meldt om gunstig virkning av halmdekking pga. nedsatt fordamping (Njøs 1980). Denne meldingen gir resultatene fra kortvarige forsøk på ulike jordarter, der virkningen av halmbehandling er undersøkt ved ulik jordarbeiding.

Forsøka ble utført på morenejord som normalt ikke viser særlig strukturproblem, og på nylig bakkeplanert leirjord og på siltjord, som begge regnes som problemjordarter når det gjelder jordstruktur og jordarbeiding.

Arbeidet er utført med støtte fra Norges landbruksvitenskapelige forskningsråd. Felt- og laboratoriearbeidet er utført med hjelp av fagassistent Svein Selnes.

Materiale og metoder

Forsøksplan

Høsten 1979 ble det anlagt ett felt på morenejord (Kise), to felt på bakkeplanert leirjord (Romerike) og to felt på siltjord (Solør). Noen detaljer om jordartene er gitt i tabell 1.

Forsøksleddene i en split-plot forsøksplan var:

Hovedruter, 15×15 m

Høstpløyd, sloddet og harvet om våren

Upløyd, harvet om våren

Upløyd, uharvet om våren

(= «Direktesåing»)

Main plots, 15×15 m

Autumn ploughed, harrowed in spring

Unploughed, harrowed in spring

Unploughed, no spring cultivation

Mellomruter, 15×5 m

Halm brent

Halm fjernet

Halm hakket

Split plots, 15×5 m

Straw burned

Straw removed

Straw chopped

Småruiter, 15×2,5 m

Uten stubbarbeiding om høsten

Med stubbarbeiding om høsten

Split-split plots, 15×2,5 m

No autumn stubble-cultivation

With autumn stubble-cultivation

Det ble anlagt fire gjentak på Kise, og to gjentak på hvert av de øvrige forsøksstedene. Både bygg og havre ble dyrket hvert år på alle felt (rutestørrelse 7,5×2,5 m).

Stubbarbeiding til ca. 10 cm ble utført med fres på Kise, med skålharv på Romerike og med rotorharv i Solør. Harving om våren skjedde med tindharv på pløyd ledd på alle felt. På upløyde ledd ble det brukt skålharv/rotorharv på henholdsvis leirjord og siltjord. På morenejorda ble det brukt tindharv første året, deretter skålharv.

Tabell 1. Detaljer om jordart, moldinnhold og dreneringsgrad på forsøksfeltene.

Table 1. Details of soil texture, organic matter content and drainage conditions at the experimental sites.

Sted	Jordartsnavn	Grus ¹	Sand ²	Silt ²	Leir ²	Glødetap ³	Drenering
Site	Textural class	Gravel	Sand	Silt	Clay	Ignition-loss	Drainage
Kise	Siltig lettleire <i>Sandy silt loam</i>	17	42	43	15	12,1	Moderat <i>Moderate</i>
Frogner	Siltig mellomleire <i>Silty clay loam</i>	-	4	63	33	4,1	Ufullstendig <i>Imperfect</i>
Nannestad	Siltig mellomleire <i>Silty clay loam</i>	-	5	67	28	2,9	Dårlig <i>Poor</i>
Brandval	Silt <i>Silty loam</i>	-	7	82	11	4,2	Ufullstendig <i>Imperfect</i>
Nannå	Silt <i>Silty loam</i>	-	10	84	6	6,6	Dårlig <i>Poor</i>

1 Vektprosent av hele prøven

Weight percentage of bulk sample

2 Vektprosent av mineralmateriale < 2 mm

Weight percentage of mineral particles < 2 mm

3 Vektprosent av alt materiale < 2 mm

Weight percentage of all material < 2 mm

Feltet på Kise er i alle år sådd med MF130 direktesåmaskin, utlånt av A/S Eikmaskin. På de øvrige felt ble det brukt Tume harvetindssåmaskin første året, og deretter MF130.

Såtid, værforhold, høstetid

Ulik opptørking av jordartene om våren, ga tidligst såing på morenejord, noe senere såing på leirjord og sen såing på siltjord.

Første året (1980) var det nesten dobbelt så mye nedbør som normalt i mai—juni. Dette ga dårlige spireforhold på siltjord og leirjord. Resten av sommeren var tørrere enn normalt. Det var mye legde på Kise det året.

I 1981 var det ca. 10—20 % mer nedbør enn normalt for perioden mai—juli på Kise og Romerike, og nesten 60 % mer enn normalt i Solør. Temperaturen, og dermed fordampingen, var lavere enn normalt for alle distriktene i juni og juli. I august—september var det lite nedbør. Sen såing ga vanskelige høsteforhold i Solør.

I 1982 var det på Kise 50 % mer nedbør enn normalt i mai, og på Romerike dobbelt så mye. For perioden juni—august var det under halvparten av den normale nedbørsmengden, og høyere temperatur enn normalt. På Nannestad var det dårlig spiring pga. skorpedannelse. På Frogner ble det vannet med ca. 30 mm i juni.

Resultat

Avlinger

Avlingsresultatene er gitt i tabellene 2—4. Det var som regel liten forskjell i utslagene mellom bygg og havre, og tallene er midler av begge kornartene. Det er for det meste bare tatt med tabeller med statistisk sikre utslag eller samspill.

For leirjorda er feltene presentert hver for seg, fordi det var store forskjeller mellom dem. For siltjorda er feltene slått sammen, fordi de ga omtrent samme resultat, til tross for lavere avlingsnivå på Namnå enn på Brandval.

Leirjord

På *Frogner* (tabell 2A) ga såing i upløyd, uharvet jord (= direktesåing) noe større avling enn pløying i 1981. I 1982 ga imidlertid direktesåing et mye dårligere resultat, og dette skyldes hovedsaklig avlingssvikt på leddene med halmhakk.

Halmen førte til dårligere spiring på dette feltet, trolig fordi såmaskinen dyttet halm nedi såsporet. Den negative virkningen av halmrestene økte hvert år. Dette hadde sammenheng med at ugrasmengden økte, fordi ruter med tynn åker hadde dårligere konkurransevne overfor ugras. Halmhakk hadde langt større skadevirkning på direktesådd jord, enn på pløyd jord. Vårharving reduserte virkningen en del, men ikke helt.

Stubbarbeiding hadde en positiv virkning i 1980 og 1982, men bare på upløyd jord. Virkningen var størst der halmen var fjernet eller brent. I halmhakk var virkningen liten.

På *Nannestad* (tabell 2B) var avlingsnivået svært lavt i både 1980 og 1982, men høyt i 1981.

I 1980 førte den store nedbørmengden til dårlig spiring. Det var lavest avling på leddet med vårharving av upløyd jord.

I 1981, da en hadde jevn nedbør hele forsommeren, var det størst avling på pløyd jord og lavest avling ved direktesåing. Halmrester førte til en avlingsnedgang på ca. 100 kg/dekar ved direktesåing, og 35 kg/dekar ved vårharving av upløyd jord. På det pløyde leddet var det ingen negativ virkning av halmrester.

I 1982, med skorpedannelse og påfølgende tørke, hadde halmrester omvendt virkning. Her var det best spiring på direktesådd jord, og spesielt i rutene med halmhakk. Dette har sammenheng med at disse rutene trolig hadde mindre fordampningstap og var mindre utsatt for skorpedannelse. Et lignende resultat med halmdekking av overflaten er meldt av Njøs (1980).

Stubbarving ga ingen sikre utslag på dette feltet.

Siltjord (tabell 3)

Feltene på siltjord viste store avlingstap på flere av de upløyde ledd, og dette førte til ugrasproblem som, sammen med den sene innhøsting i 1981, gjorde at forsøksopplegget måtte endres i 1982. Avlingstall for 1980 og 1981 er gjengitt her.

Det var et treveis samspill mellom år, jordarbeiding og stubbarbeiding. Såing i upløyd jord uten stubbarbeiding ga dårlig resultat, selv om det var harvet om våren. På upløyd, stubbarbeidet jord ga vårharving dårligere resultat enn direktesåing uten vårharving, trolig fordi harvinga førte til pakkingskader under harvesjiktet. Direktesåing i stubbarbeidet jord ga samme avling som ved pløying i 1980, men ca. 10 % avlingsnedgang i 1981.

Over begge år viste halmbehandling samspill med jordarbeiding. På pløyd jord hadde halmbehandlingen ingen betydning, men ved direktesåing var det en jevn nedgang i avlingsnivået med økende mengde halmrester.

Tabell 2. Kornavling (kg/daa) på leirjord i forhold til hovedjorarbeidssystem, halmbehandling og stubbarbeiding.
 Table 2. Cereal yields (kg/daa) on clay soil in relation to main cultivation system, straw disposal and stubble cultivation.

A. FROGNER

		1980	1981	1982	LSD, 5%
Pl./Harv.	Pl./Harr.	202	251	469	Mellom jordarb.
Upl./Harv.	Unpl./Harr.	191	242	373	i samme år: 69
Upl./Uharv.	Unpl./Unharr.	212	304	218	Samspill P<0,01
<u>Halm-</u>	<u>Straw-</u>				
brent	burnt	208	310	414	Mellom halmledd
fjernet	removed	206	289	356	i samme år: 30
hakket	chopped	190	200	289	Samspill P<0,001
Uten stubbarbeid.		183	263	334	Mellom stubbarb.
No stubble cult.					i samme år: 17
Med stubbarbeid.		219	270	372	Samspill P<0,05
With stubble cult.					
<u>Alle år</u>	<u>All years</u>				
		Pl./Harv.	Upl./Harv.	Upl./Uharv.	
		Pl./Harr.	Unpl./Harr.	Unpl./Unharr.	
<u>Halm-</u>	<u>Straw-</u>				
brent	burnt	311	296	323	Mellom halmledd
fjernet	removed	323	281	247	ved samme jord-
hakket	chopped	288	229	163	arbeid.: 30
					Samspill P<0,001
Uten stubbarbeid.		315	252	212	Mellom stubbarb.
No stubble cult.					ved samme jord-
Med stubbarbeid.		300	285	277	arbeid.: 17
With stubble cult.					Samspill P<0,001
		<u>Halm-</u>	brent	fjernet	hakket
		<u>Straw-</u>	burnt	removed	chopped
Uten stubbarbeid			298	260	223
No stubble cult.					Mellom stubbarb.
Med stubbarbeid.			323	308	231
With stubble cult.					ved samme halm-
					ledd: 17
					Samspill P<0,01

Tabell 2 forts.
Table 2 continue

B. NANNESTAD

<u>1980</u>		Pl./Harv.	Upl./Harv.	Upl./Uharv.	LSD , 5%
		Pl./Harr.	Unpl./Harr.	Unpl./Unharr.	
<u>Halm-</u>	<u>Straw-</u>				
brent	burnt	167	101	131	Mellom halmledd
fjernet	removed	216	88	159	x jordarbeiding
hakket	chopped	172	83	160	i samme år: 53
					Samspill P<0,05
<u>1981</u>					
brent	burnt	542	517	505	
fjernet	removed	590	491	460	
hakket	chopped	558	482	403	
<u>1982</u>					
brent	burnt	111	107	192	
fjernet	removed	103	160	225	
hakket	chopped	88	162	287	

Pl. = høstpløyd

Pl. = autumn ploughed

Harv. = vårharvet

Harr. = spring harrowed

Upl. = ikke pløyd

Unpl. = unploughed

Uharv. = ikke harvet om våren

Unharr. = not harrowed in spring

(***=P<0,001, **=P<0,01, *=P<0,05, +=P<0,1 for F-test)

Tabell 3. Kornavling (kg/daa) på siltjord i forhold til hovedjordarbeidingsystem, halmbehandling og stubbarbeiding.

Table 3. Cereal yields (kg/daa) on silt soil in relation to main cultivation system, straw disposal and stubble cultivation.

	Pl./Harv.	Upl./Harv.	Upl./Uharv.	LSD, 5%
	Pl./Harr.	Unpl./Harr.	Unpl./Unharr.	
<u>1980</u>				
Uten stubbarbeid <i>No stubble cult.</i>	305	269	275	Mellom
Med stubbarbeid <i>With stubble cult.</i>	301	271	306	jordarbeiding x stubarbeiding i samme år:
				29
<u>1981</u>				
Uten stubbarbeid <i>No stubble cult.</i>	395	264	235	Samspill P<0,01
Med stubbarbeid <i>With stubble cult.</i>	388	293	357	
<u>Begge år</u>				
<u>Halm-</u>	<u>Straw-</u>			
brent	<i>burnt</i>	349	270	319
fjernet	<i>removed</i>	341	300	294
hakket	<i>chopped</i>	352	254	266
				jordarbeiding: 27 Samspill P<0,01

For forklaring av forkortelser se fotnote i tabell 2.

For explanation of abbreviations see footnote in table 2.

Morenejord (tabell 4)

Avlingsnivået var vesentlig høyere på denne jordarten enn både på siltjord og leirjord, og utslagene for jordarbeiding og halmbehandling var generelt mindre.

Jordarbeiding ga noe forskjellig utslag i de ulike år, men samspillet var ikke sikkert. I 1981 var det totalt sett ca. 10 % mindre avling ved direktesåing enn ved pløying, mens i 1982 var det omvendt. Det siste kan ha sammenheng med bedre vanntilgang på direktesådd jord under tørken.

Det var samspill mellom år når det gjaldt halmbehandling, med negativ virkning bare i 1980. Stubarbeiding ga liten virkning totalt sett. Over alle år var det imidlertid et sikkert treveis samspill ($P < 0,02$) mellom jordarbeiding, halmbehandling og stubbarbeiding. Dette var bare tilstede hos bygg, og viste en positiv virkning av stubbarbeiding på oppløyd ledd med halmhakk.

Avlingsnedgangen på oppløyd ruter uten stubbarbeiding var 30 kg ved vårharving og 50 kg ved direktesåing, i forhold til tilsvarende ruter med stubbarbeiding. Virkningen var mest markert i 1980 da det var svært fuktig under spireperioden. Dette er i tråd med tidligere erfaring om at byggghalm gir større avlingsnedgang enn havrehalm, spesielt i fuktig jord (Uhlen 1973).

Tabell 4. Kornavling (kg/daa) på morenejord i forhold til hovedjorarbeidssystem, halmbehandling og stubbarbeiding

Table 4. Cereal yields (kg/daa) on loam soil in relation to main cultivation system, straw disposal and stubble cultivation.

		1980	1981	1982	LSD, 5%
Pl./Harv.	<i>Pl./Harr.</i>	483	579	451	Mellom jordarb.
Upl./Harv.	<i>Unpl./Harr.</i>	490	576	465	i samme år:
Upl./Uharv.	<i>Unpl./Unharr.</i>	469	519	495	58
					Sanspill P>0,1
<u>Halm-</u>	<u>Straw-</u>				
brent	<i>burnt</i>	443	538	492	Mellom halmledd
fjernet	<i>removed</i>	408	550	501	i samme år:
hakket	<i>chopped</i>	411	550	485	22
					Sanspill P<0,05
Uten stubbarb.	<i>No stubble cult.</i>	416	546	487	n.s.
Med stubbarb.	<i>With stubble cult.</i>	425	547	498	
<u>Alle år</u>	<u>All Years</u>				
Uten stubbarbeid	<i>No stubble cult.</i>	486	484	479	Mellom stubbarb.
Med stubbarbeid	<i>With stubble cult.</i>	485	496	489	ved samme jord-
					arbeid.: 10
					Sanspill P<0,1

For forklaring av forkortelser se fotnote i tabell 2.

For explanation of abbreviations see footnote in table 2.

Ugras

Mengden av kveke og andre grasarter ble visuelt bedømt ved høsting (tabell 5). Det var betydelig mer ugras på leirjord og siltjord enn på morenejord.

Alle felt ble sprøytet med glyfosat høsten 1980. Dette reduserte kvekemengden til en viss grad på leirjord og morenejord, men ikke på siltjord. På siltjorda var grasartene tunrapp og knerevehale tilstede i tillegg til kveke. På morenejord ble deler av feltet behandlet med glyfosat våren 1982, og dette førte til ytterligere reduksjon av kveken.

På alle jordarter var det en klar økning i ugrasmengden ved plogfri dyrking. Stubbarbeiding hadde en viss positiv virkning, men ga langt fra full kontroll.

Tabell 5. Visuelt bedømt dekkingsgrad (%) ved høsting, av kveke eller andre ugras-grasarter.
 Table 5. Visually assessed cover (%) at harvest, of couch or other weed grasses.

		Pl./Harv.	Upl./Harv.	Upl./Uharv.	\bar{X}	LSD, 5%
		Pl./Harr.	Unpl./Harr.	Unpl./Unharr.		
<u>Leirjord</u>	<u>Clay soil</u>					
	1980	9	20	28	19	Mellom år:
	1981	2	13	22	13	9 ⁺
	\bar{X}	5	16	25		Mellom jordarbeid: 7 ^{***}
Uten stubbarbeid.	7	18	30			Mellom stubbarbeid.
<i>No stubble cult.</i>						ved samme jordarbeid.: 3
Med stubbarbeid.	5	15	21			Samspill P<0,01
<i>With stubble cult.</i>						
<u>Siltjord</u>	<u>Silt soil</u>					
	1980	7	22	16	15	Mellom år:
	1981	6	37	31	24	9 [*]
	\bar{X}	6	29	23		Mellom jordarbeid: 8 ^{***}
Uten stubbarbeid.	6	30	26			Mellom stubbarbeid.
<i>No stubble cult.</i>						ved samme jordarbeid.: 3
Med stubbarbeid.	7	28	19			Samspill P<0,01
<i>With stubble cult.</i>						
<u>Morenejord</u>	<u>Loam soil</u>					
	1980	4	8	10	8	Mellom år:
	1981	0	5	6	4	3 [*]
	1982	0	2	4	2	
	\bar{X}	1	5	7		Mellom jordarbeid.: 3 [*]
Uten stubbarbeid.	2	8	10			Mellom stubbarbeid.
<i>No stubble cult.</i>						ved samme jordarbeid.: 2
Med stubbarbeid.	1	3	4			Samspill P<0,01
<i>With stubble cult.</i>						

For forklaring av forkortelser se fotnote i tabell 2.

For explanation of abbreviations see footnote in table 2.

På leirjord var det størst mengde ugras på oppløyde ledd med halmrester (tabell 6). På Nannestad var det lite ugras i 1982 på grunn av tørken, mens på Frogner ble nesten halvparten av overflaten dekket med ugras etter såing i halmhakk uten jordarbeiding.

På morenejord førte halmbrenning høsten 1980 til en noe større kvekemengde året etter, i forhold til ledd uten halmbrenning ($P < 0,05$). Dette hadde

Tabell 6. Virkningen av halmbehandling på ugrasmengden ved ulik jordarbeiding på leirjord.
Table 6. The effect of straw disposal system on weed cover with different cultivation treatments on clay soil.

	Halm: <i>Straw:</i>	brent <i>burnt</i>	fjernet <i>removed</i>	hakket <i>chopped</i>	LSD, 10% ved samme jordarbeiding
1980-81					
Begge felt	<i>Both sites</i>				
Pl./Harv.	<i>Pl./Harr.</i>	7	6	5	4
Upl./Harv.	<i>Unpl./Harr.</i>	12	19	18	Samspill P<0,1
Upl./Uharv.	<i>Unpl./Unharr.</i>	22	26	28	
1982					
Frogner					
Pl./Harv.	<i>Pl./Harr.</i>	0	0	0	7
Upl./Harv.	<i>Unpl./Harr.</i>	9	11	17	Samspill P<0,1
Upl./Uharv.	<i>Unpl./Unharr.</i>	27	34	45	

For forklaring av forkortelser se fotnote i tabell 2.

For explanation of abbreviations see footnote in table 2.

trolig sammenheng med dårligere sprøytevirkning på de brente rutene. På denne jordarten var ugrasmengden bare halvparten så stor ved dyrking av havre som ved dyrking av bygg, trolig fordi havre ga mer skygging av kvekeplantene.

Diskusjon

Avlingene har holdt seg på et forholdsvis høyt nivå på morenejord, uansett jordarbeidingsystem eller halmbehandling. Avlingsnivået på bakkeplanert leirjord og på siltjord var mye lavere. Ved forenklet jordarbeiding på de sistnevnte jordartene var det tildels store negative virkninger av halmrester.

Årsakene til forskjellene mellom jordartene blir drøftet i del II av meldinga, som tar for seg de jordfysiske forhold på feltene.

På alle jordartene var det en betydelig økning i mengden av kveke og andre grasarter på oppløydte ruter. En del av denne økningen skyldes tynnere plantebestand ved såing i halmhakk, men det var også en vesentlig økning i ugrasmengden på ruter hvor bestanden ikke var dårligere enn på pløyd jord.

Det synes klart at i dagens situasjon vil plogfri drift over en lengre periode forutsette økt bruk av kjemiske ugrasmidler. Velger man en slik løsning på ugrasproblemet, gjenstår det å få løst vesentlige tekniske spørsmål om tidspunkt for sprøyting, virkning av vekstskifte osv.

Litteratur

- Ellis, F. B., 1979. Agronomic problems from straw residues with particular reference to reduced cultivation and direct drilling in Britain. In: E. Grossbard (ed.): Straw decay and its effect on disposal and utilization, pp. 11—20, Wiley Interscience Publ.
- Njøs, A., 1980. Jordforbedring og jordarbeiding, Informasjonsmøte om nydyrking/grunnforbedring, Hellerud. Aktuelt fra LOT, nr. 5: 32—49.
- Uhlen, G., 1973. The effect of ploughed in cereal straw on yields and soil properties. Meld. Norg. Landbr.Høgsk., 52(10): 21s.
- Wølner, W., L. Sogn & N. H. Hauge, 1978. Omløpsforsøk på Bjørke, Hagan, Hellerud og Staur, 1951—1975. Forsk. Fors. Landbr. 29: 313—361 (suppl.hefte).

(Mottatt 18.4. 83 og godkjent 2.6. 83)



Redusert jordarbeiding og halmbehandling til vårkorn på ulike jordarter

II. Jordfysiske forhold

Hugh Riley, Statens forskingsstasjon Kise,
2350 Nes på Hedmark. Melding nr. 64.
Kise Agricultural Research Station,
N-2350 Nes på Hedmark, Norway. Report No. 64.

Riley, H. 1983. Reduced cultivations and straw disposal systems with spring cereals on various soil types. II. Soil physical conditions. *Forsk. Fors. Landbr.* 34: 221—228.

Key words: Seedbed quality, soil porosity, air capacity, air permeability, water-holding capacity.

In the seed-bed of unploughed soil, aggregate size was generally greater, moisture content slightly higher and sowing depth less than in ploughed soil. Soil porosity declined in unploughed soil, especially pores $>30 \mu\text{m}$. Air-filled porosity and air permeability at pF 2.0 reached extremely low levels on clay and silt soils, particularly at 11—16 cm depth. Spring-harrowing of unploughed soil gave the lowest values in this horizon. On loam soil air-filled porosity was more than twice as great, and air permeability up to ten times as great, as on the other soils studied.

Results are discussed in relation to yield differences between treatments and between soil types.

I såbedet av upløyd jord var som regel aggregatene større, vanninnholdet noe høyere og sådybden mindre enn i pløyd jord. Porevolumet viste nedgang på upløyd jord, særlig i porestørrelsen $>30\mu\text{m}$. Luftfylt porevolum og luftledningsevne ved pF 2,0 nådde svært lave nivå på leir- og siltjord, spesielt i 11—16 cm dybde. Vårharving av upløyd jord ga de laveste verdiene i dette sjiktet. I morenejord var luftfylt porevolum minst dobbelt så stort, og luftledningsevnen opp til ti ganger så stor, som i de andre jordartene som ble undersøkt. Resultater er drøftet i forhold til avlingsforskjellene som er funnet mellom forsøksledd, og mellom jordarter.

Innledning

Virkningen på avlinger og ugrasmengder av ulike jordarbeidingsintensitet og halmbehandling, på moldrik lettleire (morenejord), moldfattig siltig mellomleire og siltjord med ulikt moldinnhold, er diskutert i del I av denne meldingen (Riley 1983 b).

Del II tar for seg de fysiske jordanalysene som er utført i de samme forsøkene. Forsøksplanen og detaljer om jordarter osv. er gitt i den første meldingen.

Arbeidet er støttet av Norges landbruksvitenskapelige forskningsråd. Felt- og laboratoriearbeid er utført med hjelp av fagassistent Svein Selnes.

Metoder

På de stein- og grusfrie jordartene ble det i 1981 tatt prøver i såbedet for måling av aggregatstørrelse ved sålding i ett minutt etter lufttørring.

Sylinderprøver (100 ml) til måling av porestørrelsesfordelingen ble tatt i august/september i 1981 på siltjord og leirjord og i 1982 på morenejord. Det ble tatt én prøve i to dybder (ca. 1—6 og 11—16 cm) på hver smårute, dvs. 144 pr. jordart.

Jordas vannholdende evne er målt som beskrevet av Riley (1979), men med den forskjell at porevolum nå blir utregnet på grunnlag av jordas egenvekt målt i pyknometer. I prøver med stein eller grus er egenvekten av disse antatt å være $2,65 \text{ g/cm}^3$.

Tidligere er porevolum antatt å være det samme som vanninnholdet ved «full metning». Dette gir som regel 2—4 prosentenheter mindre porevolum enn utregning etter egenvekt, trolig pga. luftlommer eller hurtig-drenerende sprekker. Beregnet porevolum gir derfor et riktigere resultat.

Luftledningsevne ved pF 2,0 er målt som beskrevet av Green & Fordham (1975).

Resultater

Aggregatstørrelsesfordelingen i såbedet hos siltjord og leirjord er vist i tabell 1. På de oppløyd ledd var det en betydelig økning i andelen av store aggregater. Ved direktesåing var aggregatene pakket tett sammen.

I enkelte tilfeller ble jordfuktigheten i såbedet og sådybden målt. Det var som regel litt høyere vanninnhold i oppløyd jord, og sådybden var noe mindre enn i pløyd jord (tabell 2).

Porestørrelsesfordelingen på de tre jordartene er vist i figur 1, i forhold til jordarbeidingsledd og sjikt.

Morenejorda hadde størst porevolum og størst luftkapasitet ved pF 2,0, mens siltjorda hadde størst kapasitet for nyttbart vann. Leirjorda hadde minst porevolum, minst lett nyttbart vann (pF 2,0—4,2), og den største mengden av vann bundet ved trykk pF > 4,2. På alle jordarter var det mest luftfylte porer (>30 μm) i det øvre sjiktet.

Tabell 1. Aggregatstørrelsesfordeling (%) i såbedet i felt på stein og grusfri jord, våren 1981.
 Table 1. Aggregate size distribution (%) in seed-bed on stone- and gravel-free sites, spring 1981.

Størrelse (mm)	Size (mm)	>20	5-20	2-5	0,6-2	<0,6
<u>Leirjord</u> <i>Clay soil</i>						
Pl./Harv.	<i>Pl./Harr.</i>	4	26	25	30	15
Upl./Harv.	<i>Unpl./Harr.</i>	28	37	15	13	7
Upl./Uharv.	<i>Unpl./Unharr.</i>	37	25	14	16	8
<u>Siltjord</u> <i>Silt soil</i>						
Pl./Harv.	<i>Pl./Harr.</i>	20	36	15	15	14
Upl./Harv.	<i>Unpl./Harr.</i>	38	32	12	11	7
Upl./Uharv.	<i>Unpl./Unharr.</i>	54	28	7	6	6

Pl. = høstpløyd

Upl. = ikke pløyd

Pl. = autumn ploughed

Unpl. = unploughed

Harv. = vårharvet

Uharv. = ikke harvet om våren

Harr. = spring harrowed

Unharr. = not harrowed in spring

Pløgfri jordarbeiding uten stubbarbeiding, førte til reduksjon i luftkapasitet på alle jordarter. Nedgangen var særlig stor i direktesådd siltjord, hvor luftkapasiteten falt fra 16 % til 7 % i det øvre sjiktet. Stubbarbeiding førte til økt luftkapasitet på morenejord, men på de andre jordartene var virkningen mer variabel. På siltjorda var virkningen positiv i det øvre sjiktet av upløyd jord, men negativ i det nedre sjiktet, trolig fordi stubbarbeiding har ført til jordpakking under harvesjiktet.

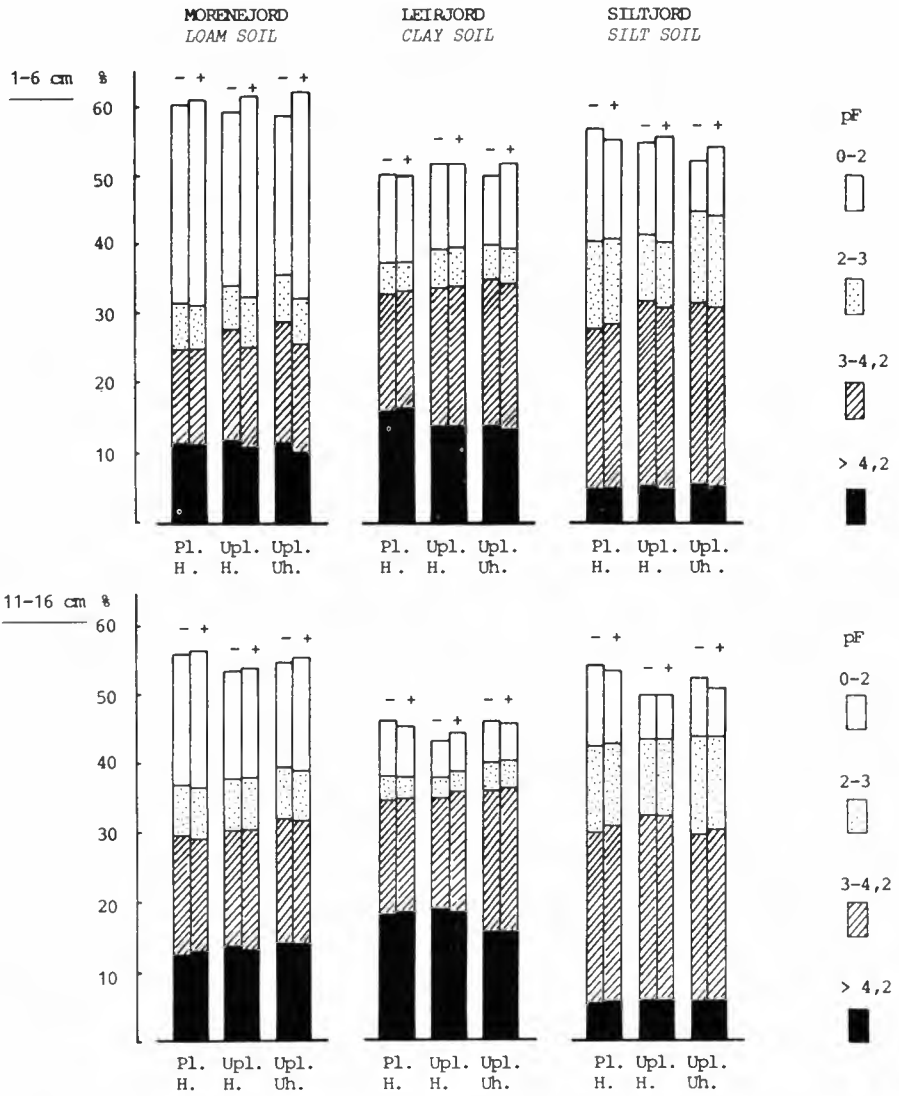
På en lignende måte har vårharving av upløyd jord ført til de laveste tall for totalt porevolum i det nedre sjiktet på alle jordarter. En lignende tendens er observert av Ellis et al. (1977) i forsøk med redusert jordarbeiding i England, hvor harving av upløyd jord har ført til større penetrometermotstand under harvesjiktet enn i samme dypde på direktesådd jord.

Luftledningsevnen målt i sylinderprøver ved pF 2,0, viste enda tydeligere forskjellene mellom jordartene og forskjellene mellom jordarbeidingsleddene (tabell 3). Tendensene var de samme for alle jordartene, med mye lavere luftledningsevne i det nedre sjiktet av upløyd jord enn i pløyd jord.

Det var imidlertid en klar forskjell mellom jordarter. Morenejord hadde opp til ti ganger så stor ledningsevne som leir- og siltjord. Innen leir- og siltjord, var det stedsforskjeller som så ut til å ha sammenheng med jordas moldinnhold.

I leirjorda på Frogner, med ca. 4 % glødetap, var det tre ganger så stor luftledningsevne som i samme jordtype på Nannestad, der glødetapet var ca. 3 %. Det var et unntak i det nedre sjiktet av pløyd jord, der det var betydelig mindre luftfylt porevolum på Frogner enn på Nannestad. Dette skyldes trolig en «plogsåle» på Frogner. Volumvektstallene bekreftet dette.

I siltjorda på Brandval, med ca. 4 % glødetap, var det nesten dobbelt så stor luftledningsevne som i tilsvarende jordtype på Namnå med ca. 7 % glødetap, til



Pl. = høstpløyd autumn-ploughed Upl. = unpløyd unploughed
 H. = harvet om våren spring-harrowed Uh. = ikke vårharvet not spring-harrowed
 - = uten stubbarbeiding no stubble cult. + = med stubbarbeiding with stubble cult.

Figur 1. Porestørrelsesfordeling målt i to dybder etter ulike jordarbeiding på ulike jordarter.
 Figure 1. Pore size distribution measured at two depths after different cultivation treatments on various soil types.

Tabell 2. Jordas vanninnhold (0—20 cm) ved såing, og sådybden ved ulike jordarbeiding.
 Table 2. Soil water content (0—20 cm) at sowing and depth of sowing with different cultivation treatments.

	Pl./Harv.	Upl./Harv.	Upl./Uharv.	LSD, 5%
	Pl./Harr.	Unpl./Harr.	Unpl./Unharr.	
Vanninnhold (vekt%) (middell av 7 felt)	27,9	28,1	29,4	0,8**
<i>Water content (w.w.%) (mean of 7 sites)</i>				
Sådybde (mm) (middell av 6 felt)	44	38	34	2***
<i>Sowing depth (mm) (mean of 6 sites)</i>				

For forklaring av forkortelser se fotnote i tabell 1.

For explanation of abbreviations see footnote in table 1.

tross for at begge felt hadde tilnærmet samme mengde luftfylte porer. Dette er i samsvar med tidligere observasjoner om at økende moldinnhold har en gunstig virkning på lufttilgangen i leirjord, men liten virkning på siltjord (Riley 1983 a).

Kapasiteten for tilgjengelig vann viste i enkelte tilfeller en oppgang som følge av nedgangen i andel luftfylte porer etter redusert jordarbeiding. På leirjorda var også mengden av vann bundet ved trykk $pF > 4,2$, mindre på oppløyd jord. I det øvre sjiktet økte mengden av tilgjengelig vann med ca. 2—3 prosentenheter (%) på morenejord, 4—5 % på leirjord og 4 % på direktesådd siltjord. I det nedre sjiktet var det bare små forskjeller, bortsett fra etter direktesåing på leirjord.

Kapasiteten for tilgjengelig vann og mengden av vann bundet ved trykk $pF > 4,2$, viste høy korrelasjon med glødetapet på leirjord (henholdsvis $r=0,82$ og $r = \div 0,70$ på Frogner, $r=0,87$ og $r = \div 0,87$ på Nannestad). På Frogner var det opp til 2 prosentenheter større glødetap på oppløyd jord enn på pløyd jord ($P < 0,05$). En sammenligning med glødetapet av jordprøver tatt før forsøket start i 1979, viste imidlertid at dette delvis skyldes feltvariasjon, og at den egentlige stigningen i glødetap ved plogfri jordarbeiding, trolig ikke var mer enn 1 %. På ingen av de andre felt var det sikre forskjeller i glødetap mellom jordarbeidingsledd.

Halmbehandling ga få sikre utslag på de fysiske forhold både i leir- og i siltjord. På morenejord var det et samspill mellom stubbarbeiding og halmbehandling, både for luftkapasitet og vanninnhold ved $pF 2,0$ (tabell 4). Tilførsel av halmhakk uten stubbarbeiding, førte til en markert nedgang i luftkapasiteten, delvis pga. redusert totalt porevolum og delvis ved å øke mengden av vannholdende porer. Storparten av disse var i den tilgjengelige fraksjonen ($pF 2,0—4,2$), men ca. en tredjedel var i fraksjonen som binder vann ved trykk $pF > 4,2$. Virkningene var tilstede på alle jordarbeidingsledd, men var mest markerte på leddene uten pløying.

Lignende tendenser var tilstede på de andre jordarter også, med de laveste tall for luftkapasiteten i det øvre sjikt på ruter med direktesåing i halmhakk. På

Tabell 3. Luftledningsevne (μm^2) ved pF 2,0 i forhold til hovedjordarbeidingsledd på ulike jordarter.

Table 3. Air permeability (μm^2) at pF 2.0 in relation to main cultivation treatment on different soil types.

Jordart	Dybde (cm)	Pl./Harv.	Upl./Harv.	Upl./Uharv.	LSD, 5%
Soil type	Depth (cm)	Pl./Harr.	Unpl.Harr.	Unpl./Unharr.	LSD, 5%
Morenejord	1-6	38,5	34,9	37,6	7,3 n.s.
Loam soil	11-16	25,1	12,2	13,9	15,6 n.s.
Leirjord	1-6	11,9	17,2	8,4	7,9 ⁺
Clay soil	11-16	5,7	1,8	3,1	2,4 [*]
Siltjord	1-6	11,2	16,3	4,3	5,0 ^{**}
Silt soil	11-16	6,5	1,2	1,2	3,6 [*]

For forklaring av forkortelser se fotnote i tabell 1.

For explanation of abbreviations see footnote in table 1.

Tabell 4. Samspill mellom halmbehandling og stubbarbeiding for pore størrelsesfordeling på morenejord

Table 4. Interaction between straw treatment and stubble cultivation for pore size distribution on loam soil.

Halmledd:	brent	fjernet	hakket	LSD, 5% (halmledd)
Straw trt.:	burnt	removed	chopped	LSD, 5% (straw trt.)
<u>Luftkapasitet ved pF 2,0</u>				
<u>Air capacity at pF 2.0</u>				
Uten stubbarbeid	26,8	29,0	21,7	4,9 [*]
No stubble cult.				
Med stubbarbeid.	30,6	29,8	28,8	
With stubble cult.				
<u>Vanninnhold ved pF 2,0</u>				
<u>Water content at pF 2.0</u>				
Uten stubbarbeid	33,2	31,6	36,5	3,0 [*]
No stubble cult.				
Med stubbarbeid.	31,6	31,6	32,7	
With stubble cult.				

siltjord var det her bare ca. 5—6 % luftkapasitet i forhold til ca. 11 % ved direktesåing etter halmbrønning, og ca. 16 % etter pløying.

Den negative virkningen av halmhakk på luftkapasiteten var uventet. Nyere resultater i Danmark viser, for eksempel, at luftdiffusjonen øker i jord når halmrester nedmuldes (Schønning 1982). Forklaringen på nedgangen som er funnet i våre forsøk kan ligge i at halmhakk har ført til øket vanninnhold om våren, og at jorda dermed er blitt mer pakket av tromling og annen kjøring.

Diskusjon

Resultatene viser at jordstrukturen er gunstigere på morenejord enn på de andre jordartene som er undersøkt. Sammen med faktorer som såtid og ulik N-tilgang fra jorda, forklarer dette de generelt høyere og mer stabile avlinger som er oppnådd på morenejorda.

På silt- og leirjord fører den lave luftkapasiteten til at det lett oppstår «drukning» når det kommer mye nedbør under spireperioden. Den svært negative virkningen av halmrester i oppløyd jord, kan ha sammenheng med oksygenmangel på disse jordartene. Under anaerobe forhold er det kjent at en rekke halmnedbrytingsprodukter kan hemme spiring og etablering av kornplanter (Cochran et al. 1977, Lynch 1978).

Ved plogfri drift øker som regel jordas tetthet. Det er imidlertid uklart hvor stor betydning dette har for planteveksten. I noen tilfeller er det gitt uttrykk for gunstigere forhold på oppløyd jord, til tross for høyere tetthet (Cannell 1981). Dette har sammenheng med at stabiliteten av aggregater og kontinuiteten av poresystemet kan øke i uforstyrret jord.

Målingene av luftfylt porevolum og luftledningsevne som er vist i denne meldingen, tyder imidlertid på at plogfri drift på leir- og siltjorda fører til forhold som kan forventes å gi dårligere vekst. Også i England og Canada er det jordarter med høyt siltinnhold som regnes som minst egnet for direktesåing, fordi de mangler evnen til å danne «naturlige» sprekkssystem og/eller grynstruktur (Cannell et al. 1978, Vyn et al. 1982).

I Sverige derimot, har man fått positiv virkning av plogfri jordarbeiding på siltig lattleire (Rydberg 1982); trolig fordi metoden har ført til mindre skorpedannelse eller uttørking av såbedet (I. Håkansson pers.henv.). Det er kanskje grunn til å undersøke dette forholdet mer på våre bakkeplanerte leirjordsareal.

Litteratur

- Cannell, R. Q., 1981. Potentials and problems of simplified cultivation and conservation tillage. *Outlook on Agric.* 10: 379—384.
- Cannell, R. Q., D. B. Davies, D. Mackney & J. D. Pidgeon, 1978. The suitability of soils for sequential direct drilling of combineharvested crops in Britain: A provisional classification. *Outlook on Agric.* 9: 306—316.

- Cochran, V. L., L. F. Elliott & R. I. Papendick, 1977. The production of phytotoxins from surface crop residues. *Soil Sci.Soc.Am. J.* 41: 903—908.
- Ellis, F. B., J. G. Elliott, B. T. Barnes & K. R. Howse, 1977. Comparison of direct drilling, reduced cultivation and ploughing on the growth of cereals 2. Spring barley on a sandy loam soil: Soil physical conditions and root growth. *J. Agric. sci., Camb.* 89:631—642.
- Green, R. D., & S. J. Fordham, 1975. A field method for determining air permeability in soil. In: *Soil physical conditions and crop production. MAFF Technical Bulletin No. 29:273—288. (HMSO)*
- Lynch, J. M., 1978. Production and phytotoxicity of acetic acid in anaerobic soils containing plant residues. *Soil Biol. & Biochem.* 9:305—308.
- Riley, H., 1979. Sammenhengen mellom jordas vannholdende evne og dens mekaniske sammensetning, moldinnhold og volumvekt. *Forsk.Fors.Landbr.* 30:379—398.
- Riley, H., 1983 a. Jordfysiske egenskaper hos leirjord og siltjord. Virkningen av moldinnhold og jordbindemiddel. *Forsk.Fors.Landbr.* 34:155—165.
- Riley, H., 1983 b. Redusert jordarbeiding og halmbehandling til vårkorn på ulike jordarter. I. Avlinger og ugrasmengder. *Forsk. Fors. Landbr.* 34: 209—219.
- Rydberg, T., 1982. Field experiments with ploughless farming in Sweden, 1976—1981. *Proc. 9th ISTRO conference, Osijek, Yugoslavia: 125—130.*
- Schønning, P., 1982. Halm — betydning for jordstrukturen. *Statens Planteavlsmøde, s. 17—20.*
- Vyn, T. J., D. B. Daynard & J. W. Ketcheson, 1982. Effect of reduced tillage systems on soil physical properties and maize grain yields in Ontario. *Proc. 9th ISTRO conference, Osijek, Yugoslavia: 156—161.*

(Mottatt 18.4. 83 og godkjent 2.6. 83)

Nitrogengjødsling til kålrot med god vasstilgang

Steinar Dragland, Statens forskingsstasjon Kise,
2350 Nes på Hedmark. Melding nr. 65.
Kise Agricultural Research Station,
N-2350 Nes på Hedmark, Norway. Report No. 65.

Dragland, S., 1983. Nitrogen fertilization of swedes grown at low soil moisture stress. *Forsk. Fors. Landbr.* 34: 229—241.

Key words: Swedes, nitrogen, yield, quality.

N was applied at 40—240 kg/ha to swede cv. 'Bangholm Ruta' grown at low soil moisture stress in 19 trails in southern Norway. Root yield increased in most trails up to 160 kg N/ha, while leaf yield increased up to 240 kg N/ha. Increased N-levels reduced the dry matter content of roots but not of leaves. High N-levels increased root-splitting, and the yield of saleable roots did not increase above 80 kg N/ha. Split N-application gave higher yields than a single spring dressing at the northernmost sites only. Increased N-application reduced the sweetness flavour of the roots and gave a higher concentration of total- and nitrate-N. Storage ability was not affected.

Det ble tilført 4—24 kg N/daa til kålrot 'Bangholm Ruta' med god vasstilgang, på 19 felt i Sør-Norge. Total rotavling økte på de fleste feltene ved tilførsel av opp til 16 kg N/daa. Bladavlinga økte opp til største N-mengde. Økt N-tilførsel reduserte tørrstoffprosenten i røttene, men ikke i bladene. Ved økt N-tilførsel ble det flere sprukne røtter, og salgbar avling av 0,5—2,5 kg's røtter, var størst ved 8 kg N/daa. På feltene i Nord-Trøndelag var det en fordel å dele nitrogentilførselen. På de andre feltene ble avlinga like stor om all gjødsla ble tilført om våren. Økt nitrogengjødsling førte til svakere søt smak. Det ga også høyere nitrogen- og nitratkonsentrasjon i røttene. Lagringsevnen ble ikke påvirket.

Innledning

Virkningene av nitrogen gjødsling til kålrot er undersøkt i flere norske forsøk. Interessen har vært størst for avling og kvalitet av kålrot som førvekst (Saltrøe 1934, Vidme 1939, Hovland & Berge 1954, Eikeland 1957, Lyngstad 1961, Ekeberg 1974), og det er lite som er kjent i forbindelse med nitrogen gjødsling til matkålrot (Moen 1926, Dragland 1982, Guttormsen 1983). I denne undersøkelsen er det lagt mest vekt på å klarlegge virkningene av nitrogen gjødsling til matkålrot.

Undersøkelsen er gjennomført med økonomisk støtte fra Norges landbruksvitenskapelige forskningsråd. Fagassistent Erling Berentsen har utført det meste av feltarbeidet med forsøkene på Statens forskingsstasjon Kise.

Forsøksopplegg

Før såing av sorten 'Bangholm Ruta', ble feltet tilført 100 kg gjødsel av typen Super PK 5—16 pr. dekar. Like etter oppspiring ble 4, 8, 12, 16 og 20 kg N/daa gitt som breigjødsling med kalksalpeter (15,5 % N som nitrat). Halvparten av hver forsøksrute fikk i tillegg 4 kg N/daa som kalksalpeter ca. 1. juli.

Radavstanden var 67 cm, og plantene ble tynnet til 20 cm avstand. Feltene ble vatna etter behov. Det ble høsta to 8 m lange rader av hver forsøksrute, og det var tre gjentak på hvert felt. Det ble lagt ut 24 felt (tab. 1). Sterke angrep av kålflue førte til at fem av feltene ikke ble tatt med i resultatoversikten.

Fra feltet på Kise ble det i 1980 og 1981 levert røtter for sensorisk analyse ved Norsk institutt for næringsmiddelforskning, Ås. Røtter fra de fleste feltene ble lagret i perforerte plastsekker ved 0—1 °C i minst 6 måneder for å få undersøkt lagringsevnen.

Tabell 1. Forsøkssted, og forkultur på feltene.
Table 1. Locations and previous cropping on experimental sites.

Forsøkssted	Locations	1980	1981	1982
Statens forskingsst. Særheim, Rogaland		eng	eng	eng
Jeløy og omland forsøksring, Østfold		(ut)	eng	eng
Follo forsøksring, Akershus		(ut)	korn	korn
Toten forsøksring, Oppland		korn	(ut)	korn
Hedmark forsøksring, Hedmark		korn	(ut)	korn
Statens forskingsst. Kise, Hedmark		korn	korn	korn
Fosenringen, Nord-Trøndelag		korn	eng	potet
Stjørdal og omegn forsøksr., N.-Trøndelag		korn	potet	(ut)

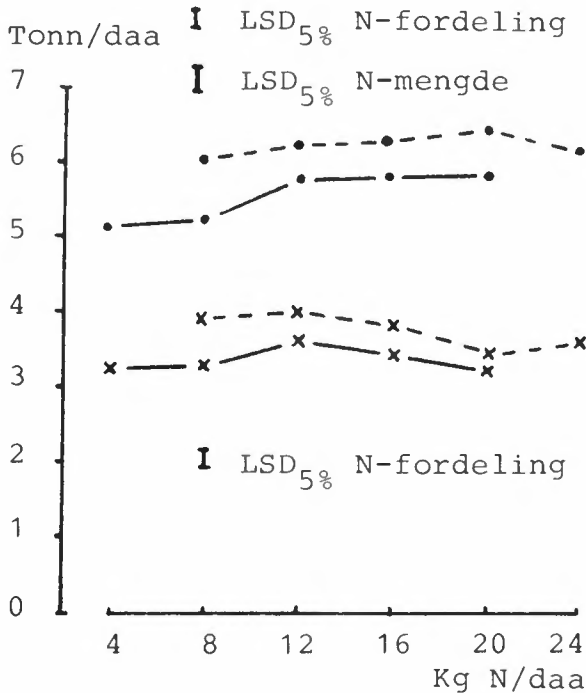
Eng= ley korn= grain potet= potatoes

Resultat og diskusjon

Total rot- og bladavling

Ekeberg (1974) tilrådte på grunnlag av forsøksresultat fra Østlandet og Sørlandet, å gi all nitrogenjødsla om våren. Resultatene fra denne serien gir grunnlag for samme konklusjon for Østlandet og Rogaland. Derimot viser resultatene fra Nord-Trøndelag at det i dette distriktet kan være aktuelt å gi noe av nitrogenet som overgjødsling. Delt nitrogentilførsel førte der til større avling av både røtter og blad (fig. 1 og tab. 2).

Feltene på Østlandet og i Rogaland ga økning i total rotavling ved å øke nitrogenmengden opp til 16 kg N/daa (fig. 2). Med eng som forkultur økte rotavlinga med nesten 90 kg/daa for hvert kilo nitrogen som ble tilført, fra totalt 4 til 16 kg pr. dekar. Med korn som forkultur førte en økning i nitrogenmengden fra 4—8 kg, 8—12 kg, og 12—16 kg pr. dekar, til henholdsvis 324 kg, 172 kg og 137 kg større rotavling for hvert kilo nitrogen.



Figur 1. Total (·) og salgbar (x) kålrotavling etter tilførsel av alt N om våren (—), eller noe om våren + 4 kg ca. 1. juli (---), på felt i Nord-Trøndelag.

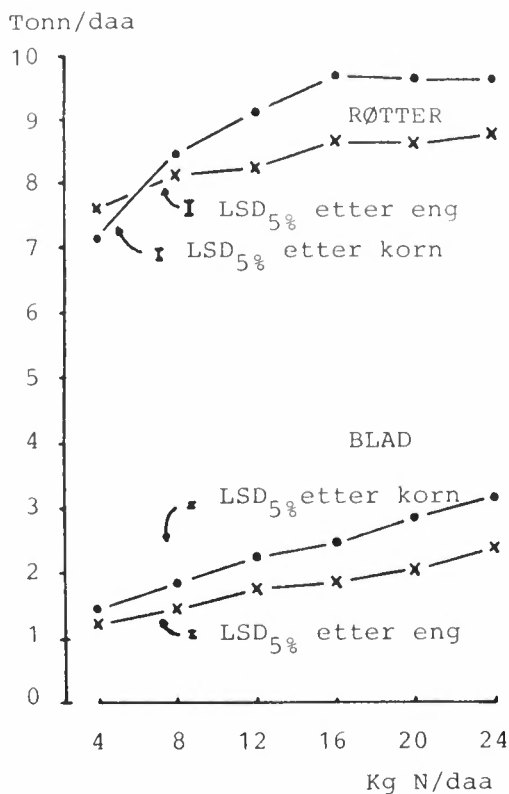
Figure 1. Total (·) and saleable (x) root yields after a single spring dressing (—) or split N-application (---) in the northern district. N-fordeling = single or split N-application. N-mengde = N-level.

Tabell 2. Tørrstoffavling av røtter og blad i kg/daa.

Table 2. Dry matter yield of roots (røtter) and leaves (blad) in kg/daa.

Distrikt	Plantedel	kg N/daa					
		4	8	12	16	20	24
Østl.	røtter	938	1038	1040	1094	1065	1046
+ Rogal-	blad	136	170	208	226	257	289
land	totalt	1074	1208	1248	1320	1322	1335
Nord-	røtter	630	634	702	663	658	-
Trønde-	blad	159	181	205	213	236	-
lag	totalt	789	815	907	876	894	-
Nord-	røtter	-	709	730	735	715	712
Trønde-	blad	-	193	229	233	242	269
lag *	totalt	-	902	959	968	957	981

* Delt N-gjødsling. Split application of N-fertilizer.



Figur 2. Total rotvekt og råvekt av blad ved dyrking av kålrot etter korn (9 felt) og etter eng (5 felt) på Østlandet og i Rogaland.

Figure 2. Total yield of roots (røtter) and leaves (blad) of swedes grown after grain (korn) or ley (eng) in the southern districts.

På feltene i Nord-Trøndelag var det ingen tydelig økning i total rotavling for mer enn 12 kg N/daa.

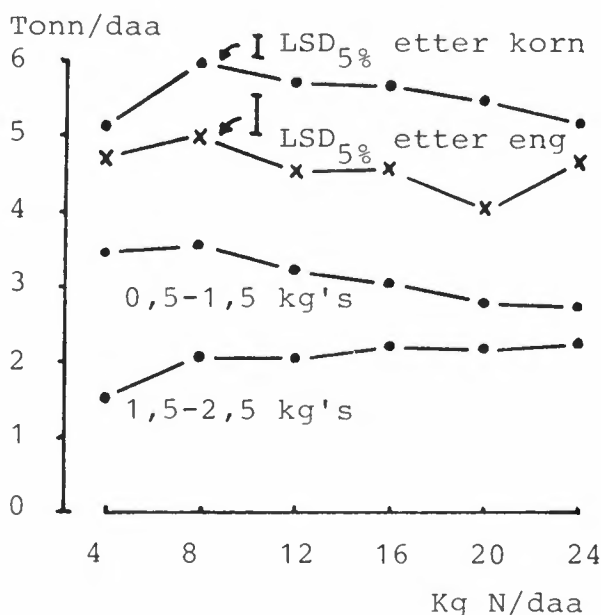
Bladavlinga økte jevnt med økende nitrogen gjødsling opp til største mengde (24 kg N/daa). Bladavlinga økte mest på feltene med korn som forkultur (fig. 2).

Økt nitrogen gjødsling førte til lågere tørrstoffprosent i røttene (fig. 6). Tørrstoffprosenten i bladene ble bare undersøkt på Kise. I gjennomsnitt for tre år varierte den mellom 11,0 og 11,7 %, og var ikke tydelig påvirket av nitrogen gjødslinga. Dette er i samsvar med Gately & McBride (1972). Ved beregning av total tørrstoffmengde på alle felt, er bladtørrstoffet beregnet som 10 % av bladenes råvekt.

Ekeberg (1974) fant størst tørrstoffavling av kålrot etter 6 kg N/daa på 7 felt, etter 12 kg N på 12 felt, og etter 18 kg N på 4 felt. I norske rettleiinger om gjødsling til kålrot for førproduksjon, finner en tilråding om 14—20 kg N/daa (Lyngstad 1968), og 20—25 kg N/daa (Svads 1982). Nitrogenmengder over 20 kg/daa har sjelden ført til økt tørrstoffavling i norske forsøk. Både Lyngstad (1961) og Ekeberg (1974) påpeker at en kan risikere avlingsnedgang ved sterk nitrogen gjødsling til kålrot. Med hensyn til rotavling bekrefte dette av resultatene i tabell 2.

Salgbar rotavling

Norsk Standard nr. 2833 for matkålrot, krever at røttene skal veie 0,5—2,5 kg, være fri for vesentlige feil, og av god kvalitet. Disse kravene førte til at 30—50 % av rotavlinga i disse forsøkene ikke var salgbar.



Figur 3. Salgbar kålrotavling ved dyrking etter korn (9 felt) og etter eng (5 felt) på Østlandet og i Rogaland. Størrelsesfordelingen viser gjennomsnittet for alle 4 felt.

Figure 3. Saleable yield of roots (0.5—2.5 kg) grown after grain (korn) or ley (eng) in the southern districts.

Tilførsel av 8 kg N/daa var mest aktuelt ved dyrking av matkålrot (fig. 1 og 3). På de fleste feltene førte sterkere gjødsling til mindre salgbar avling. Guttormsen (1983) fikk størst salgbar avling av tidlig kålrot ved minste nitrogenmengde som ble prøvd (12 kg N/daa). Balvoll (1978) tilrådde 8—12 kg N, mens Svads (1981) foreslo 8—10 kg N/daa til matkålrot. Sorter som er lite utsatt for sprekking, kan trolig utnytte de største nitrogenmengdene som er anbefalt. Redusert planteavstand kan også øke behovet for nitrogengjødsling (Dragland 1982).

Forskjellen i salgbar avling etter delt nitrogentilførsel sammenlignet med tilførsel av alt nitrogenet om våren, varierte sterkt mellom feltene. Ved tilførsel av 8 kg N/daa var det på alle feltene i Nord-Trøndelag størst avling der gjødsla var fordelt med 4 kg N om våren, og 4 kg ca. 1 juli. Dette ga opp til 1000 kg større salgbar avling på enkelte felt, og i gjennomsnitt 680 kg større avling pr. dekar.

Av 14 felt på Østlandet og i Rogaland var det 4 som ga over 700 kg/daa større salgbar avling etter delt (4+4 kg) nitrogentilførsel. På de andre 10 feltene var det ingen forskjell, eller opp til 500 kg lågere avling etter delt gjødsling sammenlignet med avlinga etter 8 kg N/daa om våren. Feltene med positivt utslag for delt gjødsling, viste ingen sammenheng med forkultur, distrikt eller år.

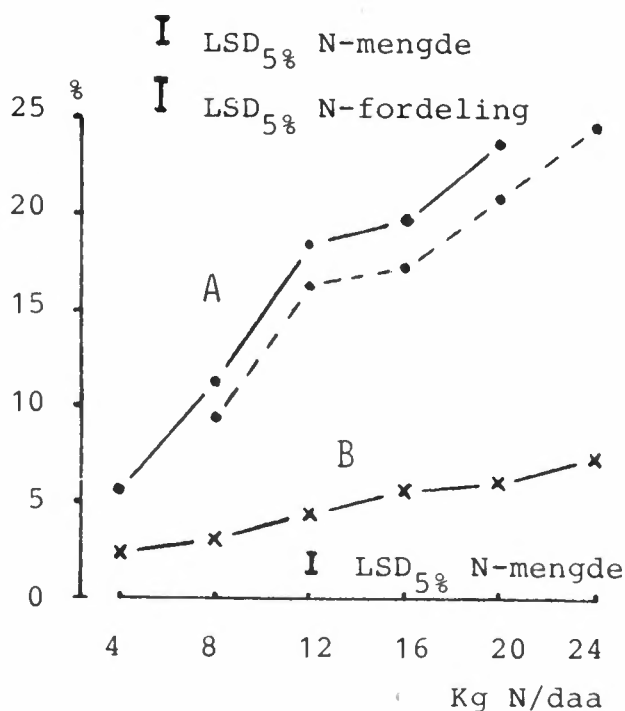
Ytre kvalitet av røttene

Rotstørrelsen økte med økt nitrogengjødsling opp til ca. 16 kg N/daa. For store røtter blir ofte nevnt som et problem ved dyrking av matkålrot. Etter vektgrense 2,5 kg var problemet lite på feltene i denne undersøkelsen (tab. 3). Bare 2 av 19 felt hadde mer enn 5 % store røtter (>2,5 kg) av rotantallet. Ønsket rotstørrelse kan imidlertid variere, og ved sortering ble derfor de salgbare røttene gruppert fra 0,5—1,5 kg, og fra 1,5—2,5 kg (fig. 3).

Antall røtter i gruppen under 0,5 kg utgjorde omkring 20 % av det totale rotantallet ved tilførsel av 8 kg N/daa. Sterkere nitrogengjødsling førte til en ubetydelig reduksjon i antallet av små røtter (tab. 3). På feltene etter potet eller

Tabell 3. Antall røtter (%) under 0,5 kg eller over 2,5 kg.
Table 3. Number of roots (%) less than 0.5 kg or more than 2.5 kg.

Distrikt	Rotvekt		Kg N/daa					
	kg		4	8	12	16	20	24
Østlandet	<0,5	23,1	17,3	15,5	15,3	14,8	15,5	
+Rogaland	>2,5	1,5	2,0	2,4	4,4	4,9	4,5	
Nord -	<0,5	28,8	21,3	18,3	20,3	21,9	18,8	
Trøndelag	>2,5	0,2	0,4	0,5	0,5	0,5	1,1	



Figur 4. Sprukne røtter i prosent av totalt plantetall.

A. Middell for 11 felt med mye sprekking. Alt N tilført om våren (—) eller delt N-tilførsel (---).

B. Middell for 8 felt med lite sprekking.

Figure 4. Split roots as a percentage of the total plant number.

A. Mean of 11 trials with a high percentage of split roots. A single spring dressing (—) or split N-application (---).

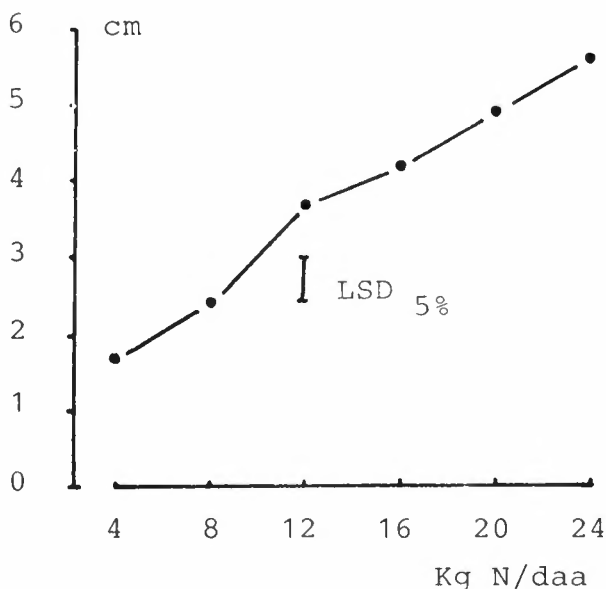
B. Mean of 8 trials with a low percentage of split roots.

eng i Nord-Trøndelag, førte delt nitrogen tilførsel til færre små røtter, sammenlignet med antallet etter tilførsel av all nitrogen gjødsel om våren.

Sprukne røtter har ofte blitt antatt å være et resultat av ujevn vassføring. I en undersøkelse med tørkeperioder til forskjellig tid, var sprekkinga ikke påvirket av vassføringen (Dragland 1982). Derimot har det i tidligere gjødslingsforsøk vært en viss sammenheng mellom økt nitrogen gjødsling og antall sprukne røtter (Dragland 1982, Guttormsen 1983). Denne virkningen av nitrogen kom tydelig fram i disse forsøkene (fig. 4).

På feltene med mye sprekking var det færre sprukne røtter etter delt nitrogen tilførsel, sammenlignet med antall der all gjødsel var tilført om våren.

Rothalslengden varierer med sortene og vekstforholdene. Ved avblading er det en fordel med en viss lengde på rothalsen. Opsahl og Ringlund (1961) nevner 8 cm som passe lengde ved avblading med maskin. En lang og grov rothals vil skjemme røttene utseende.



Figur 5. Rothalslengde hos kålrot dyrket etter korn på Kise.
 Figure 5. Stem length of swedes grown after grain.

Fra forsøkene på Kise ble rothalsen på 60 røtter fra hvert gjødselledd målt ved høsting alle tre forsøksåra. For hver økning i nitrogentilførselen med 4 kg N/daa, økte rothalslengden med ca. 8 mm (fig. 5).

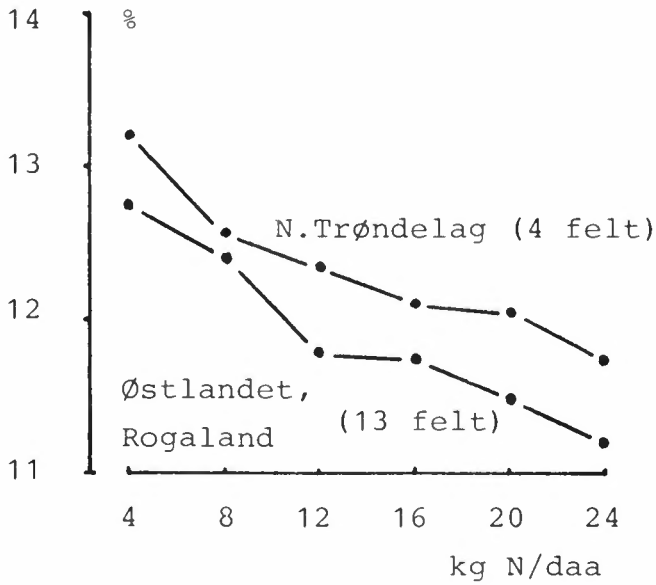
Rotformen ble undersøkt på fire felt på Østlandet siste forsøksåret. Etter pussing for salg, ble det målt største diameter (D), og lengde (L) på røtter av størrelse 0,5—2,5 kg. I gjennomsnitt var røttene noe tynnere ved svak nitrogen-gjødsling ($D/L=0,77$ ved 4—8 kg N/daa), og noe tykkere ved sterkere gjødsling ($D/L=0,83$ ved 12—24 kg N/daa).

Forskjellene var imidlertid for små til å ha noen betydning for ytre kvalitet. Cutcliffe & Munro (1973) kom fram til tilsvarende resultat og konklusjon i kanadiske forsøk.

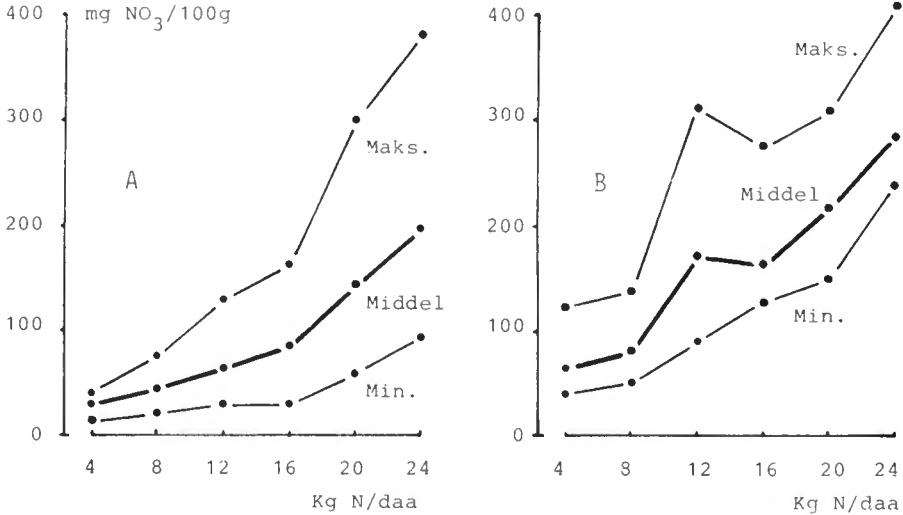
Indre kvalitet av røttene

Tørrstoffprosenten. En økning av nitrogentilførselen med 4 kg N/daa, førte i gjennomsnitt til at tørrstoffprosenten i røttene ble 0,3 prosentenheter lågere. Ved tilførsel av 4 kg N/daa var det om lag 13 % tørrstoff i røttene om høsten (fig. 6). Delt nitrogentilførsel førte ikke til noen tydelig forskjell i tørrstoffprosenten.

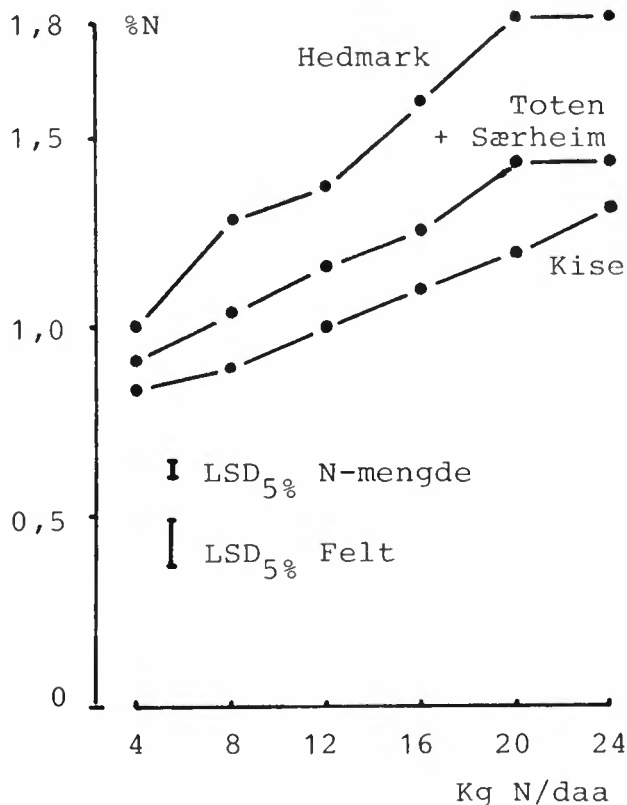
Nitratkonsentrasjonen i røttene økte med økt nitrogen-gjødsling. Det var imidlertid store forskjeller mellom feltene både med hensyn til nitratnivå i røttene, og i økningen etter økt gjødsling (fig. 7). Delt nitrogentilførsel førte ikke til noen tydelig forskjell i nitratkonsentrasjonen i røttene. Tidligere forsøk har vist at nitratkonsentrasjonen kan øke på grunn av radgjødsling i stedet for breigjødsling (Ekeberg 1974), eller på grunn av tørke i veksttida (Dragland



Figur 6. Tørrstoffprosent i røtter fra felt i Nord-Trøndelag, og Østlandet/Rogaland.
 Figure 6. Percentage of dry matter in roots from the northern district (4 trials) and southern districts (13 trials).



Figur 7. Nitratkonsentrasjon i tørrstoff fra kålrot dyrket etter korn (A) 8 felt på Østlandet, og etter eng (B) 3 felt i Rogaland
 Figure 7. Nitrate concentration in dry matter of roots grown in the southern districts after grain (A) or ley (B).

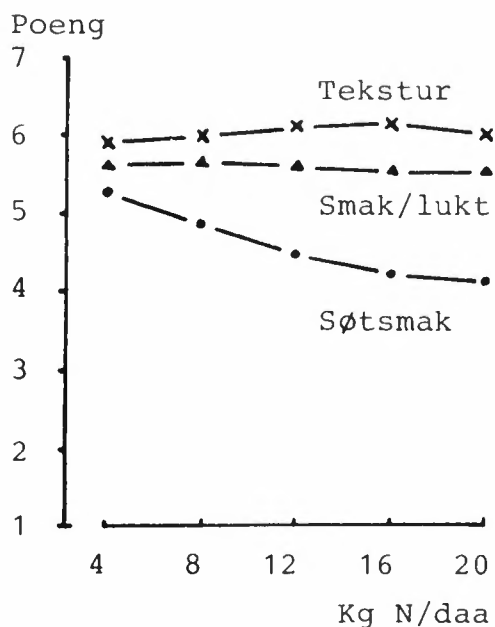


Figur 8. Nitrogenprosent i tørrstoff fra kålrot dyrket på fire felt i 1982.
 Figure 8. Nitrogen percentage in the dry matter of roots grown at different sites in the southern districts.

1982). I tidlig kålrot under plast fant Guttormsen (1983) 350—1050 mg NO_3 /100 g tørrstoff. Nitratkonsentrasjon over 410 mg/100 g ble ikke funnet i røtter fra noen av feltene i denne undersøkelsen.

Nitrogen og råprotein. Siste forsøksåret ble røtter fra fire felt analysert for totalnitrogen. Det var tydelig økning i nitrogenkonsentrasjonen i tørrstoffet ved økt nitrogengjødsling, og det var også forskjell mellom feltene (fig. 8). Prosent råprotein blir ofte beregnet som $\text{N}\% \cdot 6,25$. Dette vil gi 5,2—11,3 % råprotein i rottørrstoffet fra denne undersøkelsen.

Smak og tekstur. Røtter (ca. 1 kg's) ble de to første forsøksåra levert fra Kise til Norsk institutt for næringsmiddelforskning. Et trent laboratoriepanel på 12 personer foretok sensorisk analyse på ca. 1 cm tykke, rå skiver fra røttene.



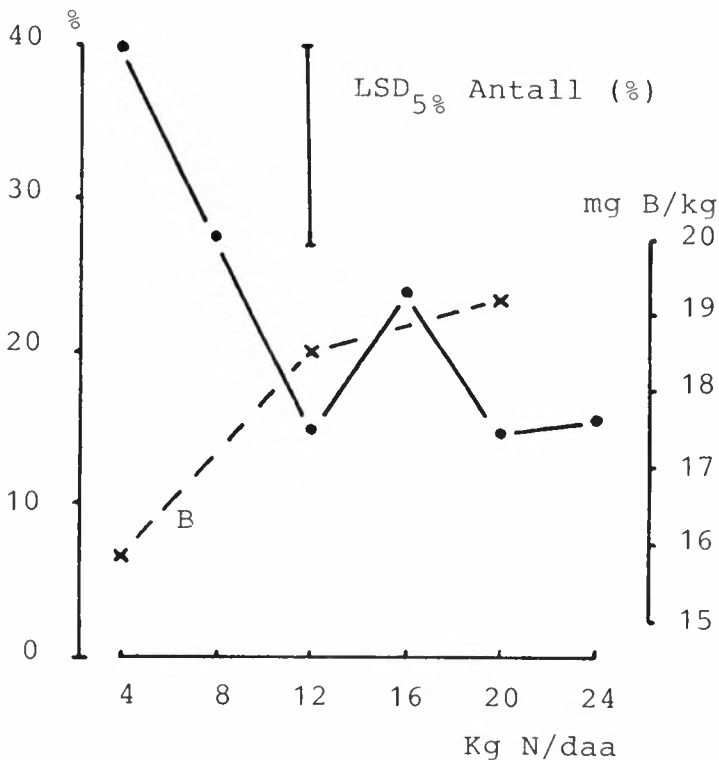
Figur 9. Poeng for søtssmak og totalinntrykk av smak og tekstur etter sensorisk analyse av rå kålrotskiver.

Figure 9. Points given for sweetness flavour (søtssmak) and total impression of flavour (smak/lukt) and texture (tekstur) of raw root slices.

For totalinntrykk av tekstur, lukt og smak betyr 1 poeng meget dårlig, mens 9 poeng betyr meget god. Ved meget tydelig søtssmak av røttene ble det gitt 9 poeng, mens 1 poeng betyr ingen søtssmak. Økt nitrogengjødsling førte til svakere søtssmak (fig. 9). Det var ingen tydelige forskjeller i sprøhet, tyggemotstand, saftighet, fruktaktig smak eller lukt, bitter smak, svovelaktig smak eller lukt.

Indre brunfarging (bormangel)

Røtter fra sju av forsøksfeltene på Østlandet ble gjennomskåret for kontroll av indre brunfarging. Dette er symptomer som ligner bormangel, men som en ikke kan være sikker på å unngå ved borgjødsling. Det ble funnet røtter med brunfarge på fire av de sju feltene. Resultatene i figur 10 tyder på at problemet kan reduseres noe ved å gjødsle litt sterkere med nitrogen på felt hvor slik skade opptrer selv etter borgjødsling. Fra tidligere forsøk er det resultat som bekrefter dette (Dragland 1982), men det finnes også forsøk hvor konklusjonen er at kalksalpeter forsterker symptomene i røttene. Husdyrgjødsel førte i de samme forsøkene til mindre brunfarging (Saltrøe 1934). Analyse av røttene viste at



Figur 10. Konsentrasjon av bor (B) i rottørstoff (2 felt), og antall røtter (%) med indre brunfarging (4 felt).
 Figure 10. Concentration of boron (B) in root dry matter (2 trials) and number of roots (%) with internal browning (4 trials).

borkonsentrasjonen i tørrstoffet økte ved økt nitrogen gjødsling (fig. 10). Det synes likevel ikke å være noen direkte sammenheng mellom borkonsentrasjonen og indre brunfarging. På et felt hadde 34—38 % av røttene brunfarge når det var 17,6—17,8 mg B/kg tørrstoff. På et annet felt var det ingen røtter med slike symptomer selv om det bare var 13,8 mg B/kg tørrstoff.

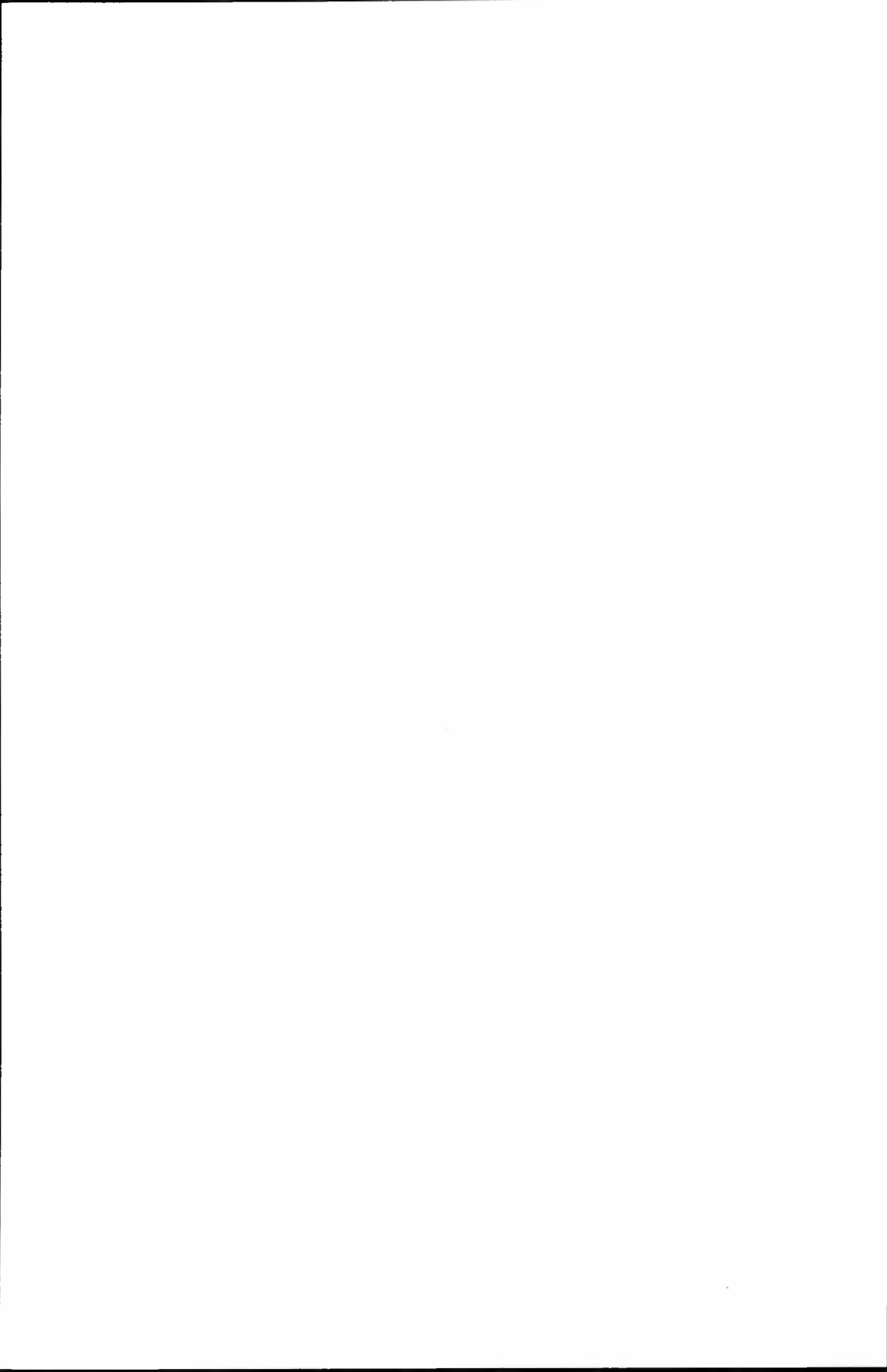
Lagringsevne

Etter lagring i ca. 6 måneder varierte lagringstapet mellom felt fra 3 til 60 % av innlagt mengde røtter om høsten. Det var ikke tydelige forskjeller i lagringsevne på grunn av ulik nitrogenmengde eller tilførselstid for nitrogenet. I Nord-Trøndelag var det imidlertid en tendens til best lagringsevne etter delt nitrogentilførsel. De store forskjellene i lagringsevne av kålrot både i disse forsøkene og i praksis, skyldes ikke forskjeller i nitrogentilgang i veksttida. Det viser både disse og tidligere forsøk (Dragland 1982).

Litteratur

- Balvoll, G., 1978. Grønnsakdyrking på friland. Landbruksforlaget Oslo. 292 s.
- Cutcliffe, J. A. & D. C. Munro, 1973. Effects of nitrogen, phosphorus, and potassium on rutabaga yields. *Can. J. Plant Sci.* 53:357—361.
- Dragland, S., 1982. Virkninger av tørkeperioder på kålrot. *Forsk. Fors. Landbr.* 33:43—49.
- Eikeland, H. J., 1957. Gjødsling til rotvekstrar. *Norsk Landbr.*, 6:114—120.
- Ekeberg, E., 1974. Forsøk med N, NPK og radgjødsling til rot- og grønnfôrvekster i Hedmark og Oppland 1957—1973. *Forsk. Fors. Landbr.* 25:285—306.
- Gately, T. F. & J. McBride, 1972. Effects of nitrogen fertiliser on the yield of swede roots and tops (cultivar Bangholm) in 1967 and in 1969. *Ir. J. agric. Res.* 11:261—269.
- Guttormsen, G., 1983. Virkninger av nitrogengjødsling og planteavstand hos tidlig kålrot under plast. *Forsk. Fors. Landbr.* 34:37—45.
- Hovland, J. M. & N. Berge, 1954. Stigende gjødselmengder til rotvekster. *Norsk Landbr.* 6:124—126.
- Lyngstad, I., 1961. Gjødslingsforsøk i rotvekster. *Forsk. Fors. Landbr.* 12:315—336.
- Lyngstad, I., 1968. Gjødsling til rot- og grønnfôrvekster s. 179—186 i Uhlen, G. (red), *Håndbok i gjødsling*. Bøndernes forlag Oslo. 239 s.
- Moen, O., 1926. Kålrot. Grøndahl & søns forlag Oslo. 66 s.
- Opsahl, B. & K. Ringlund, 1961. Avling, handelsverdi og matkvalitet hos forskjellige kålrotsorter. *Forsk. Fors. Landbr.* 12:57—78.
- Saltrøe, T., 1934. Tiden for bruk av kalksalpeter og doseringen av dette som gjødsel til kålrot. *Meld. Statens forsøksstasjon Kjevik 1933.* s. H61—H75.
- Svads, H., 1981. Kålrot som grønnsak. SFFL småskrift 1/81. 24 s.
- Svads, H., 1982. Rotvekster. s. 95—98 i Heje, K. K. (red.), *Lommehåndbok for jordbrukere, skogbrukere, meierister og hagebrukere 1983.* 640 s.
- Vidme, T., 1939. Forsøk med ulike gjødselmengder til kålrot og bete. *Beretrn. Vestfold landbruks-selskap*, s. 53—59.

(Mottatt 25.5. 83 og godkjent 10.6. 83)



Gjødsling og kalking av udyrka fjellbeite

I. Virkninger på tørrstoffproduksjonen

Ole Hans Baadshaug, Institutt for genetik og planteforedling,
Norges landbrukshøgskole, 1432 Ås-NLH.
Department of Genetics and Plant Breeding,
Agricultural University of Norway, 1432 Ås-NLH, Norway.

Baadshaug, O. H. 1983. Fertilization and liming of mountain pasture. I. Effects on dry matter production. *Forsk. Fors. Landbr.* 34: 243—250.

Key words: Dry matter yield, fertilization, K-application, liming, mountain pasture, N-application, P-application.

During the years 1974—1980 9 fields of mountain pasture 850—1200 m a.s.l. in Valdres, Southern Norway, were fertilized annually with 0, 40, 80 or 120 kg N/ha, 0, 20, 40 or 60 kg P/ha and 0, 50, 100 or 150 kg K/ha in a non-factorial design. One half of the experimental areas were supplied with 4000 kg CaO/ha in dolomite. Dry matter yields were recorded in 1977, 1978 and 1979. For 6 fields with the most reliable records the average yields increased with fertilizer rates up to 80 kg N, 40 kg P and 50 kg K/ha. There were small positive effects of liming on four of the six fields, and the overall effect on the 6 fields was significant.

På 9 felter med udyrka fjellbeite i 850—1200 m høyde i Ø. Slidre ble det i årene 1974—1980 utført forsøk med årlig tilførsel av 0, 4, 8 og 12 kg nitrogen, 0, 2, 4 og 6 kg fosfor og 0, 5, 10 og 15 kg kalium pr. dekar. Det ble gitt 400 kg CaO pr. dekar i dolomitt på halvparten av forsøksarealene. Tørrstoffavlingene ble bestemt på 8 felter i 1977, 1978 og 1979. I middel for 6 felter med sikrest resultat var det avlingsøkning opp til 8 kg N, 4 kg P og 5 kg K pr. dekar. Det var en liten men signifikant avlingsøkning etter kalking i middel for 6 felter, men ikke sikkert utslag på de enkelte feltene.

Innledning

Forsøk med NPK-gjødsling av fjellbeiter i forskjellige deler av landet viser at en ved moderate mengder kan oppnå sterk avlingsøkning (Liland 1970, Graffer 1975, Garmo 1982, Olsen 1982). De fleste forsøkene er utført på arealer med plantedekke dominert av grasarter og urter som kan reagere raskt og positivt på gjødsling. I forsøk i Sirdalen, på arealer med nøysom og artsfattig vegetasjon, var det liten positiv virkning av gjødsling, bl.a. fordi låg pH i jorda hindret utvikling av en mer næringskrevende plantebestand (Håland 1972). I de fleste fjellbeiteområdene er det låg, til dels svært låg pH i jorda. Det skulle derfor være aktuelt å bedre beiteverdien ved kalking, men dette er ikke prøvd i forsøk tidligere.

Formålet med disse forsøkene var å undersøke virkningen av hvert av de tre hovednæringsstoffene enkeltvis og av kalking på avkastning og kvalitet av fjellbeite. En la vekt på å få med et størst mulig utvalg av beitetyper med den variasjon i jordbunn, klima og plantedekke som finnes i forsøksområdet. Denne delen (del I) gjelder virkningene på tørrstoffproduksjonen. Resultater fra undersøkelser av fôrkvalitet, avbeiting og botanisk sammensetning av vegetasjonen legges fram i del II og III (Baadshaug 1983 a, 1983 b). Undersøkelsene ble utført under NLVF's forskningsprogram «Produksjonsgrunnlaget i fjelltrakter».

Materiale og metoder

Forsøksfeltene lå i Øystre Slidre Austfjell i 850—1200 m høyde. Nærmere data om jordbunn m.v. på feltene går fram av tabell 1. For oversiktens skyld har en her tatt med alle feltene, også de som bare er representert med resultater fra botaniske undersøkelser, som legges fram i del III (Baadshaug 1983 b). Åtte av feltene lå på fastmark med morene, og ett på grunn myr. Det var stor variasjon i helling, jordbunn, drenering og beitepåvirkning. Vegetasjonen varierte fra beitepåvirkta setervoll med kravfulle grasarter til mer oligotrof og lite beita vegetasjon med halvgras, lyng og andre nøysomme planter, samt mose og lav. Forskjellige busker var hyppige på 5 av feltene. Nærmere opplysninger om vegetasjonen på feltene er gitt i del III, tabell 1 (Baadshaug 1983 b). Forsøksplanen var split-plot med og uten kalking på storruter (400 kg CaO i dolomitt pr. dekar). Hver storrute ble delt i 14 småruter med forskjellige mengder av nitrogen, fosfor og kalium som vist i tabell 2. Gjødselslagene var kalksalpeter (15,5 % N), superfosfat (9 % P) og kaliumgjødsel (49 % K).

På fastmark var gjødselrutene 1,5 m × 2,0 m og på myrfeltet 3,0 m × 3,0 m. Med to gjentak blir antall forsøksruter 56.

Forsøkene startet i juli/august 1974. Fra 1975 ble gjødsel og kalk tilført så snart det var praktisk mulig etter snøsmeltingen om våren. Kalken ble tilført i 3 porsjoner, i 1974, 1975 og 1976. Gjødsling ble utført årlig fram til 1980.

I 1977, 1978 og 1979 ble avlingen bestemt på alle feltene, unntatt nr. 6. Høsteruter på 1,0 m × 1,0 m var plassert inne i gjødselrutene. En brukte ljå eller sigd og stubbet ca. 3 cm høgt. Busker ble stående igjen, for øvrig tok en

Tabell 1. Oversikt over forsøksfeltene.
 Table 1. Survey of the experimental fields.

Felt	Sted (m o.h.) Location (m a.s.l.)	Hel- ling Slope	Jords- ¹⁾ monn Soil group	Dre- ²⁾ nering Drai- nage	Vegetasjonstype Vegetation unit
1	Veslestøl (850)	S-v S-w	B-P	1-2	Beitevoll Semi-natural pasture
2	Veslestøl (850)	S-v S-w	B-P	2	Beitevoll Semi-natural pasture
3	Kjølastøl (1050)	S S	B	1	Beitevoll Semi-natural pasture
4	Kjølastøl (1050)	S S	B	2	Vierkratt m. høgstaudebunn Meadow-type willow thicket
5	Kjølastøl (1050)	Flatt Level	HP	3	Blåbær-blålynghei Blueberry heath
6	Kjølastøl (1050)	Flatt Level	HP	2	Blåbær-blålynghei Blueberry heath
7	Skaghøgda (1200)	S S	HP	1	Blåbær-blålynghei Blueberry heath
8	Skaghøgda (1200)	N-v N-w	HP	1	Rabbesivhei Three-leaved rush heath
9	Bergastøl (950)	Flatt Level	T	3	Rikmyr Rich fen

1)	B-P: Overgang brunjord-podsol Brown podzolic soil	2)	1: Sjøldrenert (Moderately) well drained
	B: Brunjord Brown earth		2: Ufullstendig drenert Imperfectly drained
	HP: Humuspodsol Humic podsol		3: Dårlig drenert Poorly drained
	T: Torvjord Peat soil		

med all plantemasse over stubbenivå. Det ble høstet en gang pr. sesong, oftest i første halvdel av august, noen ganger i siste del av august.

Feltene ble holdt inngjerdet fra våren og utover sommeren. I løpet av august ble gjerdet åpnet for beitedyr i området. Dyrebelegg og avbeitinggrad varierte sterkt fra felt til felt. Plantemasse som stod igjen etter beiting, ble fjernet.

Tabell 2. Tilførte gjødselmengder i kg pr. dekar.
 Table 2. Applied fertilizers in kg/daa.

L e d d			L e d d						
<i>Treatment</i>	N	P	K	<i>Treatment</i>	N	P	K		
1	NOP2K2	0	4	10	8	N2P2K0	8	4	0
2	N1P2K2	4	4	10	9	N2P2K1	8	4	5
3	N2P2K2	8	4	10	10	N2P2K3	8	4	15
4	N3P2K2	12	4	10	11	NOPOK0	0	0	0
5	N2P0K2	8	0	10	12	N2P0K0	8	0	0
6	N2P1K2	8	2	10	13	NOP2K0	0	4	0
7	N2P3K2	8	6	10	14	NOPOK2	0	0	10

Resultater

Virkninger av gjødsling

Utslaget i tørrstoffavling for *stigende mengder nitrogen, fosfor og kalium* varierte sterkt fra felt til felt. Tabell 3 viser avling og avlingsutslag for hvert stoff på 6 felter. Resultatene fra feltene 4 og 5 er svært usikre og er derfor utelatt i denne framstillingen.

På alle 6 felter, unntatt nr. 9, var det signifikant utslag for minste mengde *nitrogen*, og også for større mengder på felt 2 og for de 6 feltene samlet. Størst økning i kg tørrstoff var det på feltene 2 og 3, men relativt utslag var minst like stort på Skaghøgda, felt 7 og 8. Det var jamt over større utslag for N-tilførsel i 1978 og 1979 enn i 1977. I middel for de 6 feltene var det negativ virkning av økning av N-mengden pr. dekar fra 8 kg (N2) til 12 kg (N3) i 1977, mens det var svak positivt utslag de to siste årene. I middel for tre år stod de to N-mengdene om lag likt.

Minste mengde *fosfor* gav øket avling på alle felter, men utslaget var signifikant bare på nr. 1 og 8, og i middel for 6 felter. Videre økning fra 2 til 4 kg førte også til større avling i de fleste tilfeller, mens ytterligere økning gav dels positivt, dels negativt utslag. På felt 3 og i middel for 6 felter var avlingsutslaget for økning av P-tilførselen fra 2 kg til 4 kg pr. dekar signifikant.

Det var positivt avlingsutslag for minste mengde *kalium* for de 6 feltene samlet ($P < 0,05$), men ikke på noen av enkeltfeltene. Tilførsel ut over minste mengde hadde liten virkning. Utslaget for kalium var noe større i 1978 og 1979 enn i 1977.

Utslaget for N-tilførsel var noe større når det samtidig ble gjødslet med fosfor enn når nitrogen ble gitt alene. Kaliumgjødsling hadde ingen slik virkning på N-effekten. Tabell 4 viser at en fikk størst utslag av nitrogen når det ble gitt både fosfor og kalium.

Avlingsøkningen ved P-gjødsling var noe større i kombinasjon med nitrogen eller kalium enn med fosfor alene. Også P-utslaget ble imidlertid klart størst når det samtidig ble tilført begge de andre stoffene (tabell 4).

Tabell 3. Avling og avlingsutslag i kg tørrstoff pr. dekar og relativ avling i middel for alle gjødsle ledd (ugjødsle = 100). Gjennomsnitt for 1977—1979.

Table 3. Yield and yield differences, kg dry matter/daa, and relative yield of fertilized treatments (unfertilized = 100). Mean, 1977—1979.

Felt <i>Field</i>	Gjødsling <i>Fertilization</i>				m <i>s_x</i>	Rel. avl. <i>Relative yield</i>
	N0	N1-N0	N2-N1	N3-N2		
1	220	+153	+2	+22	28	174
2	172	+186	+181	-51	17	269
3	205	+205	+71	-14	40	222
7	76	+102	+22	-66	23	224
8	63	+86	+30	+43	16	293
9	161	+14	+28	+19	16	124
Gjsn. <i>Mean</i>	149	+125	+56	-8	10	207
Felt <i>Field</i>	P0				m <i>s_x</i>	Rel. avl. <i>Relative yield</i>
	P1-P0	P2-P1	P3-P2			
1	240	+145	-10	+5	25	158
2	246	+236	+57	-5	33	210
3	315	+46	+120	-54	20	134
7	88	+83	+29	+42	16	231
8	94	+86	0	+39	14	205
9	159	+36	+8	+12	13	128
Gjsn. <i>Mean</i>	191	+105	+34	+6	8	168
Felt <i>Field</i>	K0				m <i>s_x</i>	Rel. avl. <i>Relative yield</i>
	K1-K0	K2-K1	K3-K2			
1	273	+83	+19	+20	22	138
2	443	+97	-1	-20	25	120
3	315	+133	+33	+8	27	150
7	157	+59	-16	+4	18	132
8	165	-3	+18	+9	6	107
9	202	-18	+19	-8	20	96
Gjsn. <i>Mean</i>	259	+59	+12	0	8	126

Enkelte samspill mellom kalium og de to andre stoffene går fram av midteltallene for 6 felter i tabell 4. Første året var det svakt positivt utslag av kalium gitt alene eller i enkel kombinasjon med nitrogen eller fosfor, mens kalium sammen med begge de andre stoffene gav betydelig avlingsøkning. I 1978 og 1979 var det jamt over negativt utslag av kalium alene eller i enkel kombinasjon, mens avlingsøkningen av kalium i tillegg til de to andre stoffene var større enn første året. Denne endringen i K-virkningen fra 1977 til 1978—79 gjaldt for alle feltene.

Tabell 4. Avling og avlingsutslag for N, P og K gitt alene eller sammen med ett av de to andre hovednæringsstoffene (middel, 3 ledd), eller sammen med begge de andre stoffene. Kg tørrstoff pr. dekar 1977—79.

Table 4. Yield and yield differences for N, P and K applied alone or in addition to one of the other elements (mean, 3 treatments), or in addition to both the other elements. Kg d.m./daa, 1977—1979.

Felt <i>Field</i>	-P, -K, -PK		+ PK		m $s_{\bar{x}}$
	-N	+N	-N	+N	
1	207	+45	220	+155	16
2	189	+233	172	+367	23
3	209	+99	204	+277	19
7	74	+52	76	+124	14
8	52	+73	63	+117	12
9	146	+71	161	+42	19
Gj.sn. <i>Mean</i>	139	+79	149	+180	7

	-N, -K, -NK		+ NK		
	-P	+P	-P	-P	
1	209	+33	240	+135	16
2	201	+83	247	+292	23
3	232	+16	315	+166	19
7	82	+31	89	+111	14
8	68	+30	94	+85	12
9	128	+29	159	+44	19
Gj.sn. <i>Mean</i>	153	+37	191	+139	7

År <i>Year</i>	Gj.sn. 6 felter <i>Mean, 6 fields</i>				
	-N, -P, -NP		+ NP		
	-K	+K	-K	+K	
1977	153	+37	191	+139	7
1978-79	189	-27	269	+83	8

Virkninger av kalking

Det var ikke sikker virkning av kalking på avlingen på noen av feltene enkeltvis, men i middel for 6 felter var det svakt positivt utslag ($P < 0,05$). Tabell 5 viser avlingsresultatene i middel for 3 høstear. Forskjellen mellom de 6 feltene i virkningen av kalking var ikke signifikant. Det var en klar sammenheng mellom utslaget og pH i jorda i 0—20 cm dybde, som også er vist i tabellen ($r = 0,92$, $P = 0,01$).

Tabell 5. Avling og avlingsutslag for 400 kg CaO pr. dekar (i dolomitt). Kg tørrstoff pr. dekar.
 Table 5. Yield and yield differences for applying 4000 kg CaO/ha (in dolomite). Kg d.m./daa.

Felt <i>Field</i>	Ukalka <i>Unlimed</i>	Kalka <i>Limed</i>	m <i>s\bar{x}</i>	pH, 0-20 cm
1	335	+22	11	5,0
2	360	+16	2	4,9
3	306	- 4	8	5,2
7	130	+29	3	4,7
8	128	+14	2	4,8
9	177	-11	6	5,5
Gjsn. <i>Mean</i>	239	+11	3	

Diskusjon

Forsøkene som er omtalt i denne meldinga, og andre undersøkelser (Liland 1970, Graffer 1975, Garmo 1982, Olsen 1982) viser at avkastningen av fjellbeiter kan økes mye ved moderat gjødsling. Dette gjelder beiter med høgst varierende jordbunn, vegetasjon, klima og påvirkning av beiting. Resultatene som er lagt fram, antyder optimale gjødselmengder på om lag 8 kg nitrogen, 4 kg fosfor og 5 kg kalium pr. dekar pr. år til de marktypene som er undersøkt. Dette svarer til ca. 60 kg fullgjødsel A pr. dekar. I andre forsøk er det registrert avlingsutslag opp til litt større mengde, om lag 75 kg fullgjødsel A pr. dekar (Olsen 1982).

Avlingene er her bestemt ved en gangs høsting med ljå eller sigd ved slutten av veksttida. Netto opptatt avling ved beiting vil være betydelig lågere pga. tap ved tråkk og fordi dyra beiter selektivt og etterlater forholdsvis høg stubb. Men graden av utnytting avhenger mye av dyreslag, dyretetthet og ordningen av beitinga for øvrig.

Et annet forhold som medfører redusert avkastning av beiter, er at det blir høstet tidlig, før plantemassen har nådd potensielt avlingsnivå. Totalt sett kan en neppe regne med større netto tørrstoffutbytte på fjellbeite enn 40—50 prosent av avlingen ved en gangs slått (Baadshaug 1983 a). Overført på avlingsresultatene foran, betyr dette at en ved gjødsling kan få 170—220 kg tørrstoff netto pr. dekar på gode beiter i høgdesonen fra skoggrensa (om lag 1000 m o.h. i forsøksområdet) ned til 200 m lågere. Med 1,3—1,4 kg tørrstoff pr. f.e. blir energiutbyttet 130—180 f.e. pr. dekar. Av særlig interesse er resultatene fra feltene på lite produktive, arts- og grasfattige markslag i høgdelag betydelig over tregrensa. Når f.eks. en alpin rabbesiv-hei eller blåbær-blålynghei i en høgde på 200 m over tregrensa ved moderat gjødsling på få år kan gi en netto produksjon på opp mot 50 f.e. pr. dekar, gir det visse perspektiver for vurderingen av landets produksjonsressurser.

Ved en total lønnsomhetsvurdering i praksis vil arbeid og kostnad ved selve spredningen veie tungt. De arealer som har størst produksjonspotensial, dvs. gamle beitevoller der forskjellige grasarter dominerer i plantedekket, er vanlig-

vis lette å gjødsle maskinelt. Det samme gjelder betydelige, lite produktive arealer over skoggrensa med liten helling og jamn overflate. På arealer der busker eller trær hindrer maskindrift, er det i alle tilfeller nødvendig å fjerne slik vegetasjon for å oppnå tilfredsstillende produksjon. Bratt og kupert terreng med store steiner og blokker vil være utilgjengelig for vanlig sprede-utstyr. Gjødselspredning for hånd er trolig aktuelt bare for mindre arealer av denne typen der produksjonspotensialet er særlig stort. For større arealer vil det være mulig med flyspredning, noe som forutsetter utstrakt samarbeid og koordinering mellom brukerne.

Litteratur

- Baadshaug, O. H. 1983 a. Kalking og gjødsling av udyrka fjellbeite. II. Virkninger på førkvalitet og avbeiting. *Forsk. Fors. Landbr.* 34: 251—258.
- Baadshaug, O. H. 1983 b. Kalking og gjødsling av udyrka fjellbeite. III. Virkninger på plantebeholdningen. *Forsk. Fors. Landbr.* 34: 259—268.
- Garmo, T. H. 1982. Verknad av krattrydding og gjødsling på avling og kvalitet av fjellbeite. *Husdyrforsøksmøtet NLH febr. 1982*: 129—134.
- Graffer, H. 1975. Utnyttelse av naturlige beiter. *Nord. Jordbr.Forsk.* 57:319—325.
- Håland, Å. 1972. Gjødsling til naturlig fjellvegetasjon i Sørvest-Norge. *Statens forsøksgard Særheim. Meld. nr. 53*. 118 s.
- Liland, P. J. 1970. Orienterende gjødslingsforsøk på fjellbeite. *Norden* 74:65—66.
- Olsen, E. 1982. Gjødsling av naturlig fjellbeite gir stor avlingsøkning. *Norsk Landbr.* 88 (9):10—11.

(Mottatt 17.1. 83 og godkjent 14.6. 83)

Gjødsling og kalking av udyrka fjellbeite

II. Virkninger på fôrkvalitet og avbeiting

Ole Hans Baadshaug, Institutt for genetik og planteforedling,
Norges landbrukshøgskole, 1432 Ås-NLH.
Department of Genetics and Plant Breeding,
Agricultural University of Norway, 1432 Ås-NLH, Norway.

Baadshaug, O. H. 1983. Fertilization and liming of mountain pasture. II. Effects on fodder quality and grazing intensity. *Forsk. Fors. Landbr.* 34: 251—258.

Key words: Chemical composition, fertilization, fodder quality, grazing intensity, in vitro digestibility, K-application, liming, mountain pasture, N-application, P-application.

P- and K-application to mountain pastures increased in vitro digestibility and the contents of raw fat, total minerals, P and K of the plant material. The Mg content decreased, while Ca was stable or weakly reduced.

N-application did not affect in vitro digestibility significantly, but the contents of raw protein and raw fibre increased, while total mineral content decreased.

Liming with 4000 kg CaO/ha in dolomite caused some increase in P and Ca contents of the pasture plants, strongly increased Mg content but reduced K content.

Both N- and P-dressing significantly increased grazing intensity of the plant stands.

PK-gjødsling på udyrka fjellbeite førte til en viss økning i in vitro fordøyelighet og innhold av eterekstrakt, aske, fosfor og kalium i plantematerialet, Mg-innholdet gikk ned, mens Ca-innholdet var uendret eller svakt redusert.

N-gjødsel virket lite på fordøyeligheten in vitro, innholdet av råprotein og trevler økte, mens askeinnholdet gikk ned. Tilførsel av 400 kg CaO pr. dekar i dolomitt førte til noe økning av P- og Ca-innholdet i beiteplantene, sterk økning av Mg-innholdet og reduksjon av K-innholdet.

Både N- og P-gjødsling førte til sterkere beiting av plantebestanden.

Innledning

En rekke forsøk har vist at NPK-gjødsling av fjellbeite virker positivt på avlingskvaliteten. Tilførsel av 50—75 kg fullgjødning A pr. dekar førte til en økning i *in vitro fordøyelighet* av plantematerialet med fra 2 til 15 prosentenheter (Holmen 1978, Fossum & Fritsvold 1979, Friis 1979, Rekdal 1980, Vorkinn 1980, Garmo 1982, Mosebø & Landsverk 1982). *Råproteininnholdet* økte med fra 2 til 6—7 prosentenheter. Dette er i hovedsaken en virkning av nitrogenet, siden P- og K-tilførsel ikke endrer plantenes proteininnhold i vesentlig grad (Håland 1972, Baadshaug 1976).

P- og K-gjødsling fører vanligvis til kraftig økning i innholdet av disse stoffene i beiteplantene (Håland 1972, Friis 1979, Garmo 1982).

I mange forsøk er det observert at plantebestanden blir beita sterkere på gjødsla enn på ugjødsla arealer (Liland 1970, Skjevdal 1976, Rekdal 1980, Olsen 1982), men direkte målinger av denne effekten er ikke forsøkt.

Formålet med undersøkelsene som omtales her, var å studere virkningen av de enkelte hovednæringsstoffene og av kalking på fôrqualität og avbeiting av varierende typer av fjellbeite. Det meste av arbeidet med å registrere avbeitingen ble utført av Gerd Elisabet Dale, som har skrevet hovedoppgave ved NLH på basis av resultatene (Dale 1981).

Materiale og metoder

Forsøksfeltene lå i Øystre Slidre Austfjell i 850—1200 m høyde (Baadshaug 1983).

På de fleste av de 8 feltene der det ble foretatt avlingsbestemmelse i årene 1977—1979, ble det tatt ut prøver til *in vitro* og kjemisk analyse på en del av forsøksrutene.

I 1980 undersøkte en avbeitingen og gjenveksten etter beiting på feltene 2, 3 og 8 (850 m, 1050 m og 1200 m o.h.). Undersøkelsen omfattet gjødsleddene 1, 2, 3, 4, 5, 8, 11 og 12 (Baadshaug 1983), der en bestemte avlingen på halve høsteruta (0,5 m×1,0 m) før beiting og på den andre halvdelten etter beiting. Bare på felt 8 var det beitedyr i nærheten som kunne slippes inn på forsøksarealet til høvelig tid. Ellers måtte beitinga arrangeres slik det var praktisk mulig. Dyreslag, antall dyr, beitetid og avbeittingsgrad kom derfor til å variere fra felt til felt:

	Felt 2	Felt 3	Felt 8
Dyreslag	Hest	Sau	Kviger
Antall dyr	3	3	10
Beiteperiode	8/7	3—10/7	13/7
Høstetid før beiting	2—3/7	1—2/7	11/7
Høstetid etter beiting	9/7	10/7	14/7

Avbeita plantemasse er beregnet som differansen mellom avlingene før og etter beiting. Avlingen før beiting ble korrigert for tilveksten fram til tida for høsting etter beiting. Denne tilveksten er antatt å være proporsjonal med varmesummen under denne delen av sesongen.

Resultater

Fordøyelighet in vitro

Fosfor- og kaliumgjødning førte til noe økning i in vitro fordøyelighet av avlingen på alle undersøkte felter, både i 1978 og 1979. N-gjødsling gav varierende utslag. I middel for 6 felter og 2 år var det en svak positiv virkning av minste N-mengde, mens større mengde førte til noe redusert fordøyelighet, som vist i tabell 1. Middeltallene for 6 felter gjelder kalka ledd på feltene 1, 2, 3, 7, 8 og 9, der det var med 4 gjødselledd. Resultatene for 2 felter gjelder både ukalka og kalka ledd på feltene 1 og 8 i 1979 og alle kombinasjoner av ledd uten og med midlere mengde av de tre hovednæringsstoffene. Denne delen av materialet tyder på en viss positiv virkning av kalking og P-gjødsling, ubetydelig effekt av K-tilførsel, mens nitrogen virket svakt negativt på fordøyeligheten, som vist i tabell 2.

Tabell 1. Virkningen av N- og PK-gjødsling (kg pr. dekar) på in vitro fordøyelighet i prosent av tørrstoffet.

Table 1. In vitro dry matter digestibility, percent, as affected by N and PK application (kg/daa).

Middel for: Average of:	T i l f ø r t A p p l i e d N-P-K					m s _±
	0-0-0	0-4-10	4-4-10	8-4-10	12-4-10	
1978 6 felter -79 6 fields	68,7	72,0	73,8		72,8	0,6
1979, 2 felter 1979, 2 fields	75,1	77,7	75,0	78,4	72,0	1,3

Tabell 2. Virkning av kalk, N, P og K på in vitro fordøyelighet i prosent av tørrstoffet. To felter i 1979.

Table 2. In vitro dry matter digestibility (%) as affected by lime, N, P and K application. Two fields in 1979.

Tilførsel (kg/daa): Application (kg/daa):	Uten Without	Med With	m s _±	P <
CaO (400)	73,7	77,1	0,7	0,08
N (8)	76,0	74,8	0,7	0,22
P (4)	74,1	76,7	0,7	0,01
K (10)	75,0	75,8	0,7	0,38

Tabell 3. Virkning av N- og PK-gjødsling (kg pr. dekar) på prosentisk innhold av råprotein i tørrstoffet. Gj.sn. 6 felter.

Table 3. Effect of N and PK application (kg/daa) on raw protein, as percent of dry matter. Average, 6 fields.

N	P	K	1977	1978	1979	1977-79
0	0	0	13,5	12,1	12,6	12,7
0	4	10	12,3	10,3	12,3	11,6
4	4	10	13,7	11,2	12,3	12,4
12	4	10	15,9	12,9	12,9	13,9
m	$s_{\bar{x}}$			0,3		0,4

Kjemisk innhold

Tabell 3 viser at gjødselas virkning på innholdet av råprotein i plantematerialet jamt over var liten, og gikk ned med årene. Fosfor og kalium alene førte til redusert innhold av dette stoffet på alle feltene. Dette er en rimelig følge av den vekststimulerende virkningen. Minste N-mengde, 4 kg pr. dekar, hadde liten virkning, mens en økning til 12 kg førte til stigning i proteininnholdet. Utslaget var imidlertid betydelig redusert siste året.

Det var en svak økning i innholdet av trevler, totalt sett, etter PK-tilførsel, men utslagene var små og varierende (tabell 4). Virkningen av nitrogen på trevleinnholdet var større og mer entydig, og økte med årene. Den syntes å være avhengig av K-tilførselen, slik middeltallene for feltene 1 og 8 i 1979 i tabell 5 viser.

Innholdet av eterekstrakt (tabell 6) økte noe etter PK-tilførsel på alle felter. Virkningen av nitrogen var dels positiv dels negativ, i middel for feltene svakt negativ. Det positive utslaget av PK-tilførsel og den negative virkningen av nitrogen økte fra 1. til 3. høstear.

Tabell 4. Virkning av N- og PK-gjødsling (kg pr. dekar) på trevleinnholdet, prosent av tørrstoffet.

Table 4. Effect of N and PK application (kg/daa) on crude fibre content as percent of dry matter.

Tilført Applied			M i d d e l, 6 f e l t e r M e a n, 6 f i e l d s				2 felter 2 fields
N	P	K	1977	1978	1979	1977-79	1979
0	0	0	22,4	22,9	22,7	22,6	21,4
0	4	10	23,1	23,5	22,6	23,1	20,6
4	4	10	23,5	24,1	23,4	23,7	22,5
8	4	10					24,8
12	4	10	23,8	24,8	25,8	24,8	26,0
m	$s_{\bar{x}}$			0,4		0,2	0,4

Tabell 5. Virkning av N- og K-gjødsling på trevleinnholdet
 Table 5. Effect of N and K on crude fibre content.

Kg N/daa	Kg K/daa		m $s_{\bar{x}}$
	0	10	
0	21,6	21,4	
10	22,3	24,6	0,3

Tabell 6. Virkning av N- og PK-gjødsling (kg pr. dekar) på innholdet av eterekstrakt, prosent av tørrstoffet.

Table 6. Effect of N and PK application (kg/daa) on crude fat percentage of dry matter.

Middel for: Average of:	T i l l ø r t		A p p l i e d		N-P-K		m $s_{\bar{x}}$
	0-0-0	0-4-10	4-4-10	8-4-10	12-4-10		
1977 6 felter -79 6 fields	2,47	3,03	3,02		2,92		0,04
1979 2 felter 1979 2 fields	2,90	3,28	3,28	3,04	2,85		0,10

Tabell 7. Askeinnhold, prosent av tørrstoffet, gj.sn. for 6 felter og 3 høstear.

Table 7. Percent ash content. Average 6 fields and 3 years.

T i l l ø r t		A p p l i e d		N-P-K		m $s_{\bar{x}}$
0-0-0	0-4-10	4-4-10	12-4-10			
6,4	7,7	7,4	6,4			0,1

Tabell 8. Innhold av P, Ca, Mg og K i plantemateriale uten gjødsel (A) og etter gjødsling med 12 kg N, 4 kg P, 10 kg K pr. dekar (B).

Table 8. P, Ca, Mg and K contents of unfertilized pasture plant material (A) and material fertilized with 120 kg N, 40 kg P and 100 kg K/ha (B).

Felter Fields	P		Ca		Mg		K	
	A	B	A	B	A	B	A	B
1	0,22	0,30	0,66	0,67	0,32	0,22	0,69	1,85
2,3,9	0,17	0,33	0,52	0,53	0,24	0,18	1,00	2,06
7,8	0,33	0,43	0,60	0,49	0,21	0,14	1,16	1,82
m $s_{\bar{x}}$		0,01		0,03		0,01		0,11

Kalking førte til økning i innholdet av eterekstrakt fra 2,9 til 3,2 prosent i middel for feltene 1 og 8 ($P=0,01$).

Innholdet av aske (tabell 7) økte etter PK-gjødsling, men gikk ned med stigende N-tilførsel. Utslaget var om lag det samme for alle felter og alle tre høsteår.

Askeinnholdet økte noe etter kalking, men dette utslaget var ikke signifikant.

Undersøkelsen av P-, Ca, Mg- og K-innholdet (tabell 8) omfattet bare ugjødsla og 3-sidig gjødsla ledd. Kalium ble analysert bare i 1979, de andre stoffene alle tre høsteår. Gjødslinga førte til sterk økning i innholdet av fosfor og kalium, magnesium ble betydelig redusert, mens Ca-innholdet var uendret eller litt redusert. For P- og Ca-innholdet var endringen om lag den samme alle årene, mens virkningen på Mg-innholdet økte noe med årene.

Kalking førte til liten endring i plantematerialets P-innhold, knapt signifikant økning i Ca-innholdet, sterk økning i magnesium og nedgang i K-innholdet (tabell 9). Den positive virkningen av kalking på P- og Mg-innholdet var noe større på ugjødsla enn på gjødsla ledd.

Effekten av kalking, nedgang i K- og økning i Ca- og Mg-innholdet, er ernæringsmessig gunstig. Risikoen for graskrampe hos beitedyra synes å øke når forholdet $K/(Ca+Mg)$ øker, og verdien 2,2 er angitt som kritisk nivå

Tabell 9. Virkning av kalking med 400 kg CaO pr. dekar på plantematerialets innhold av mineralstoffer.

Table 9. Contents of mineral elements in plant material as affected by liming with 4000 kg CaO/ha.

		P	Ca	Mg	K	K/(Ca+Mg)
Ukalka	<i>Unlimed</i>	0,30	0,52	0,12	1,74	1,4
Kalka	<i>Limed</i>	0,33	0,59	0,22	1,27	0,7
m	$s_{\bar{x}}$	0,02	0,02	0,01	0,15	0,1

Tabell 10. Virkning av N- og PK-gjødsling på opptatt tørrstoff, kg pr. dekar og prosent av høsta avling.

Table 10. Effect of N and PK application on intake by grazing in kg dry matter/daa and in percent of total dry matter yield.

Felt <i>Field</i>	N-tilf. <i>N appl.</i>	Kg t. s.		Kg d. m. m $s_{\bar{x}}$	Prosent		Percent m $s_{\bar{x}}$
		-PK	+PK		-PK	+PK	
2	- N	22	32		6	11	
2	+ N	63	220	27	20	33	10
3	- N	57	72		27	31	
3	+ N	154	186	37	47	47	9
8	- N	18	50		11	43	
8	+ N	82	87	10	63	71	12

(Grunes et al. 1970). Mens NPK-gjødsling førte til en økning i forholdet K/(Ca+Mg) fra 0,5 til 1,4, virket kalking nesten like sterkt i motsatt retning (tabell 9).

Avbeiting

Hovedeffektene av N- og PK-gjødsling på avbeitinga går fram av tabell 10. Virkningen av PK-gjødsling på avbeitinga skyldes i hovedsaken fosforet, siden K-tilførsel alene ikke påvirket avbeitinga nevneverdig. Både N- og P-gjødsling førte til økning i opptaket ved beiting. Med unntak for fosfor på felt 3 var denne økningen signifikant og forholdsvis større enn økningen i total tørrstoffavling. Gjødslinga førte altså til økning i *prosent avbeiting*, dvs. opptaket i prosent av total nyttbar plantemasse. For nitrogen var denne økningen signifikant på nr. 8 av enkeltfeltene ($P=0,01$) og for de tre feltene samlet ($P<0,001$), for fosfor bare knapt signifikant på nr. 3 og på feltene samlet.

Virkningen av nitrogen på avbeitinga gjaldt i hovedsaken minste mengde, 4 kg pr. dekar, mens videre økning hadde liten effekt. For fosfor omfattet undersøkelsen bare én mengde, 4 kg pr. dekar.

Det var signifikant positiv korrelasjon mellom prosent avbeiting og fordøyelighet in vitro i 1979 på felt 2 og 3, men ikke på felt 8. Når en satte inn verdiene for in vitro i gjennomsnitt for 1978 og 1979, var korrelasjonen signifikant på alle feltene.

Diskusjon

Utslagene av gjødsling og kalking på det kjemiske innholdet i plantematerialet var som en kunne vente ut fra resultatene i andre undersøkelser på fjellbeiter (s. 252) og på dyrka eng i forskjellige høgdelag (Baadshaug 1976). Det er særlig den positive virkningen av N-tilførsel på innholdet av råprotein som har praktisk interesse ved vurdering av lønnsomheten. Hos mjølkekyr og geiter i produksjon, som trenger særlig mye protein, vil gjødsling av beite innebære redusert behov for protein i tilskuddsføret.

Både for proteininnholdet og fordøyeligheten var virkningen av gjødsling mindre enn i enkelte andre undersøkelser (s. 252). Men disse virkningene varierer sterkt, avhengig bl.a. av tida for prøvetaking. Virkningen av N-gjødsling på råproteininnholdet er således større tidlig på sommeren enn når en undersøker mot slutten av sesongen (Garmo 1982), slik det ble gjort i disse forsøkene. Det er rimelig å anta at det samme kan gjelde gjødslingens virkning på fordøyeligheten.

Registreringene av opptaket ved beiting er kanskje den viktigste delen av undersøkelsen. Den positive virkningen av gjødslinga på avbeitingen, som er et mål for smakeligheten av plantebestanden, var større enn virkningen på fordøyeligheten. Den totale virkningen på disse kvalitetsegenskapene innebærer at økningen i nettoavling av f.e. etter gjødsling er større enn tallene for tørrstoffavling viser.

Resultatene fra avbeittingsundersøkelsen er neppe helt representative for fullt utnyttede beite under praktiske forhold. Beitinga som ble arrangert, var til dels kortvarig og svak, og skjedde noe seint i veksttida. Dette gjaldt særlig for feltet på Veslestøl, der en fikk beita bare ca. ett døgn med 3 hester som trakk ned mye av plantemassen. På felt 3 var utnyttinga bedre, og på felt 8, der det

ble beita med en flokk på 10 ungdyr, var det høyeste opptaket på gjødsla rute oppe i 70 prosent av høsta avling. I Holsfjellet, der beitepresset av sau svarte til om lag maksimal utnyttning, var det største opptaket ca. 50 prosent av total plantemasse i den beste vegetasjonstypen (Sævre 1981). Dette gjaldt ugjødsla vegetasjon med svært variert artssammensetning. Gjødsla vegetasjon er mer ettertraktet enn ugjødsla, særlig når sammensetningen er endret i retning av mer smakelige arter, i første rekke grasarter. En utnyttning på 60—70 prosent bør være mulig når belegg og beiteordning for øvrig er optimal. Et annet forhold som medfører redusert avkastning av beiter, er at det blir høstet tidlig, kortere eller lengre tid før plantebestanden er fullt utviklet og produsert plantemasse har nådd potensielt avlingsnivå. Både fôrkvalitet og gjenvekst øker med framskyting av høstetida, men dette vil ikke oppveie tapet i tørrstoffutbytte ved tidlig høsting. Ved en høvelig inndeling av arealet i skifter som beites vekselvis med hvileperioder imellom, kan denne effekten reduseres noe. Et tredje forhold av betydning er det plantematerialet som blir tråkket ned av beitedyra og på denne måten går tapt. Dette tapet vil ikke kunne registreres ved den metoden for måling av beiteopptaket som er brukt her.

Når en tar i betraktning alle forhold som virker til å redusere utnyttninga av beite, kan en neppe regne med høyere netto avkastning av tørrstoff enn 40—50 prosent av avlingen ved en høsting seint i sesongen.

Litteratur

- Baadshaug, O. H. 1976. Eng- og beitedyrking. IV. En oversikt over resultater av engforsøk i Norge og andre skandinaviske land. Stensiltrykk. 124 s.
- Baadshaug, O. H. 1983. Kalking og gjødsling av udyrka fjellbeite. I. Virkninger på tørrstoffproduksjonen. *Forsk. Fors. Landbr.* 34: 243—250.
- Dale, G. E. 1981. Gjødsling og kalking på naturleg fjellbeite. Verknad på jord, botanisk samansetnad, avling, kvalitet og arbeiting. Hovudoppgåve NLH. Stensiltrykk. 140 s.
- Fossum, E. & B. Fritsvold, 1979. Fôrdyrking og beitebruk i Øyer Austfjell. Hovudoppgåve NLH. Stensiltrykk. 130 s.
- Friis, A. 1979. Virkninger av gjødsling på naturlige fjellbeiter i Øystre Slidre, Valdres. En undersøkelse av produksjon, fôrkvalitet og jordsmonn. Hovedoppgave Universitetet i Bergen. Stensiltrykk. 165 s.
- Garmo, T. H. 1982. Verknad av krattrydding og gjødsling på avling og kvalitet av fjellbeite. Husdyrforsøksmøtet på NLH febr. 1982:129—134.
- Grunes, D. L., P. R. Stout & J. R. Brownell, 1970. Grass tetany of ruminants. *Adv. Agron.* 22:331—374.
- Holmen, O. 1978. Vegetasjon og produksjon på naturlig grasmark. Hovedoppgave NLH. Stensiltrykk. 66 s.
- Håland, Å. 1972. Gjødsling til naturleg fjellvegetasjon i Sørvest-Norge. Statens forsøksgard Særheim. Meld. nr. 53. 118 s.
- Liland, P. J. 1970. Orienterende gjødslingsforsøk på fjellbeite. *Norden* 74:65—66.
- Mosebø, T. & K. Landsverk, 1982. Beitegranskingar i sentrale delar av Lifjell. Hovudoppgåve NLH. Stensiltrykk. 148 s.
- Olsen, E. 1982. Gjødsling av naturlig fjellbeite gir stor avlingsøkning. *Norsk Landbr.* 88 (9):10—11.
- Rekdal, Y. 1980. Vegetasjon og produksjon på fjellbeite i Grøvdalen. Hovudoppgåve NLH. Stensiltrykk. 120 s.
- Skjevdal, T. 1976. Valbjør i Vågå og geita. *Samvirke* 71:508—509.
- Sævre, R. 1981. Beite-effekter på fjellvegetasjon: lingsdalen, Hol. Hovedfagsoppgave Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet, Universitetet i Oslo. Stensiltrykk. 186 s.
- Vorkinn, M. A. 1980. Vegetasjon og produksjon på fjellbeite i Dovre. Hovudoppgåve NLH. Stensiltrykk. 121 s.

(Mottatt 17.1. 83 og godkjent 14.6. 83)

Gjødsling og kalking av udyrka fjellbeite

III. Virkninger på plantebestanden

Ole Hans Baadshaug, Institutt for genetik og planteforedling,
Norges landbrukshøgskole, 1432 Ås-NLH.
Department of Genetics and Plant Breeding,
Agricultural University of Norway, 1432 Ås-NLH, Norway.

Baadshaug, O. H. 1983. Fertilization and liming of mountain pasture. III. Effects on botanical composition. *Forsk. Fors. Landbr.* 34: 259—268.

Key words: Botanical composition, fertilization, K-application, liming, mountain pasture, N-application, P-application, plant communities.

N-application strongly affected the botanical composition of natural mountain pastures (850—1200 m a.s.l.), whilst P- and K-application caused smaller changes and liming had little effect. The eutrophic grasses *Deschampsia caespitosa*, *Agrostis tenuis*, and *Poa*-spp. were stable or increased after fertilizing. The more oligotrophic grass species *Nardus stricta*, *Deschampsia flexuosa*, *Anthoxanthum odoratum*, and *Festuca ovina*, decreased when the former species were present, but were otherwise stable or increased. The reaction of sedges and herbs also depended on the presence of other species. *Vaccinium*-spp., *Empetrum hermaphroditum*, mosses and lichens were depressed by fertilizer application.

Kalking av udyrka fjellbeiter (850—1200 m o.h.) hadde liten virkning på artssammensetningen. N-tilførsel førte til store endringer i plantedekket, mens fosfor og kalium jamt over gav små utslag. Sølvbunke, engkvein og rappartene holdt seg oppe eller økte i utbredelse etter gjødsling. Mindre kravfulle grasarter som finnskjegg, smyle, gulaks og sauesvingel ble trent tilbake når det fantes en viss mengde av mer kravfulle arter; ellers holdt de seg oppe eller økte. Også hos halvgras og urter var reaksjon avhengig av mengden av andre arter. Lyng, mose og lav reagerte i hovedsaken negativt på gjødsling, mens det ikke var noen sikker virkning på utbredelsen av forskjellige busker.

Innledning

I en rekke forsøk (bl.a. Vigerust 1949, Graffer 1975, Garmo 1978) er det vist at NPK-gjødsling av fjellbeiter kan endre artssammensetningen i beitemessig gunstig retning. Vanligvis vil de mest næringskrevende og verdifulle grasartene øke i utbredelse, når de finnes i en viss mengde. Mer nøysomme og mindre verdifulle arter av gras, halvgras og urter, samt lyng, mose og lav forsvinner eller trenges tilbake. Når det er lite av de viktigste beiteplantene, vil en bedring av plantebestanden i beste fall ta lang tid og oftest kreve andre tiltak i tillegg til gjødsling (Håland 1972).

I praktisk talt alle fjellbeiteområder er pH i jorda låg, til dels svært låg. Det er derfor ofte aktuelt å kalke for å bedre plantedekket, men dette spørsmålet er ikke tatt opp i forsøk tidligere.

Håland (1972) undersøkte virkningen på plantebestanden av å tilføre nitrogen alene eller i kombinasjon med PK-tilførsel. I de øvrige norske forsøk av denne typen er det samlet virkning av NPK-tilførsel som er undersøkt.

Formålet med denne undersøkelsen var å studere virkningen av hovednæringsstoffene enkeltvis og av kalking på artssammensetningen av plantedekket på fjellbeiter av varierende type. De botaniske observasjonene ble utført av f.aman. Paulis Jakobsons, Statens plantevern.

Materiale og metoder

På 9 forsøksfelter i 850—1200 m høyde i Øystre Slidre ble det i fra 1974 til 1980 utført forsøk med gjødsling og kalking av udyrka fjellbeite. Forsøksplaner m.v. er omtalt av Baadshaug (1983). Vegetasjonen varierer fra sterkt beitepåvirka setervoll med kravfulle grasarter til oligotrof og lite beitepreget vegetasjon med halvgras, lyng og andre nøysomme høgere planter, samt mose og lav. Busker var hyppige på 5 felter. En oversikt over de viktigste artene på hvert felt finnes i tabell 1.

Botanisk analyse av plantebestanden ble utført ved starten i 1974 og seinere hvert år til og med 1979. På hver smårute noterte en forekomst og dekning av hver art av høgere planter etter Domin skala (Jakobsons 1972). Moser og lav ble notert samlet, uten inndeling i arter. Analysene ble utført i perioden 10.—31. juli.

Ved bearbeidingen av resultatene har en brukt prosent dekning i stedet for Domin-verdiene. Ved overføringen ble tallet for Domin-klasse erstattet med midlere prosent dekning for klassen. For de tre lågste klassene ble prosent dekning satt til 0,2, 0,5 og 2,5. Ved de statistiske analysene brukte en *gjennomsnitt for alle 3-sidig gjødsle ledd* i sammenligningen med ledd uten ett eller flere næringsstoffer (Baadshaug 1983).

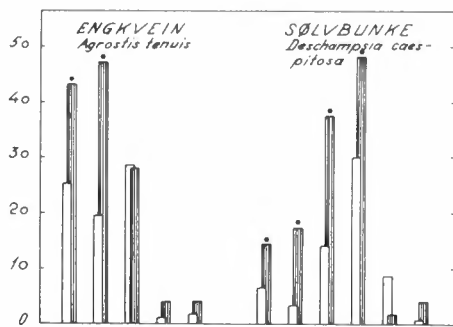
Tabell 1. Dekning (D) og konstans (K), prosent, for de ti viktigste artene og antall arter (N) på hvert felt.

Table 1. Percent ground cover (D) and constancy (K) of the most abundant species, number of species (N) on each field.

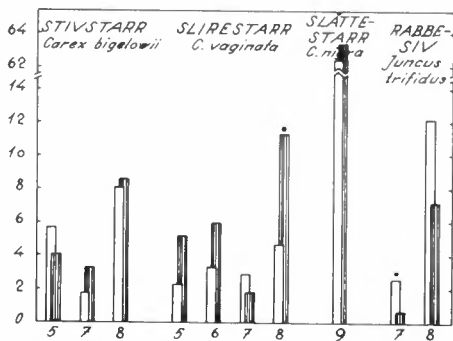
Felt	Art	D	K	Art	D	K	N
Field	Species			Species			
1	Engkvein	50	100	Ryllik	3	100	38
	Rødsvingel	14	100	Sveve	3	100	
	Smyle	12	100	Harerug	2	98	
	Finnskjegg	9	100	Engsoleie	2	100	
	Sølvbunke	2	100	Mose	11	98	
2	Finnskjegg	52	100	Tepperot	2	93	44
	Engkvein	17	100	Harerug	2	86	
	Rødsvingel	12	100	Skogstorkenebb	1	84	
	Smyle	12	100	Engsoleie	1	79	
	Sølvbunke	1	100	Mose	29	100	
3	Finnskjegg	55	100	Stivstarr	4	100	32
	Sølvbunke	26	100	Engsyre	4	100	
	Engkvein	18	100	Myrfiol	2	98	
	Rødsvingel	2	100	Mose	23	98	
	Gulaks	1	100	Lav	1	88	
4	Finnskjegg	60	100	Tepperot	3	95	48
	Sølvbunke	25	100	Småengkall	1	70	
	Engkvein	8	100	Vier	18	100	
	Gulaks	2	100	Dvergbjørk	4	77	
	Rødsvingel	1	52	Mose	5	59	
5	Finnskjegg	24	100	Tyttbær	1	95	26
	Molte	5	100	Dvergbjørk	5	100	
	Fjellkrekl.	20	100	Sølvvier	3	88	
	Blokkebær	4	89	Mose	50	100	
	Blåbær	2	98	Lav	20	100	
6	Finnskjegg	3	100	Blåbær	1	98	20
	Starr	1	45	Dvergbjørk	19	100	
	Gullris	0,2	29	Einer	8	63	
	Fjellkrekl.	5	100	Mose	46	100	
	Tyttbær	1	100	Lav	48	100	
7	Smyle	2	100	Harerug	1	91	28
	Gulaks	2	100	Fjellmo	6	89	
	Sauesvingel	2	100	Einer	5	84	
	Stivstarr	11	100	Mose	24	100	
	Marikåpe	21	100	Lav	48	100	
8	Gulaks	2	100	Gullris	1	100	25
	Smyle	1	100	Perlevintergr.	1	70	
	Sauesvingel	1	70	Tyttbær	3	100	
	Rabbesiv	17	100	Blåbær	0,4	43	
	Slirestarr	2	56	Lav	97	100	
9	Finnskjegg	1	57	Myrull	5	75	40
	Enghumleblom	2	100	Blokkebær	1	63	
	Myrhatt	1	80	Vier	16	100	
	Jåblom	1	70	Dvergbjørk	10	100	
	Slåttestarr	63	100	Mose	63	98	

Resultater

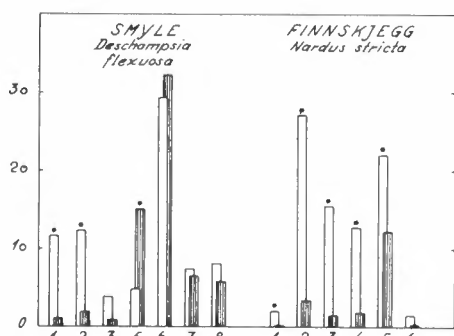
Nitrogen virket sterkest på vegetasjonens sammensetning. Utslagene for fosfor, kalium og kalk var mindre og mer usikre. Virkningen av N-tilførsel på utbredelsen av de viktigste arter og artsgrupper er vist i figurene 1—8. Disse og andre resultater som er gitt i det følgende, er fra observasjoner i 1979, dvs. det 6. forsøksåret.



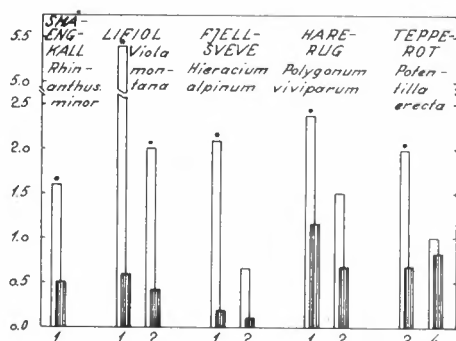
Figur 1



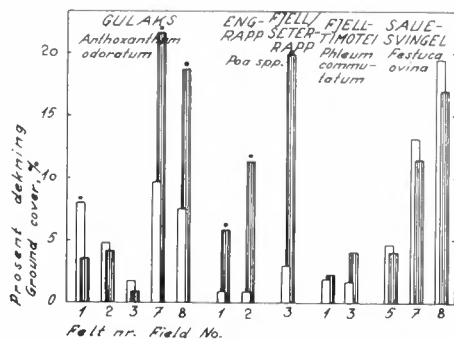
Figur 4



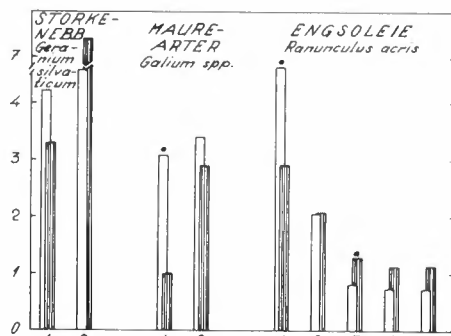
Figur 2



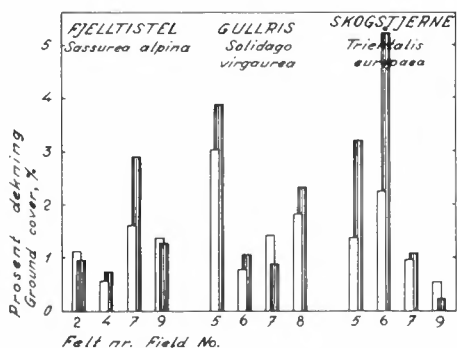
Figur 5



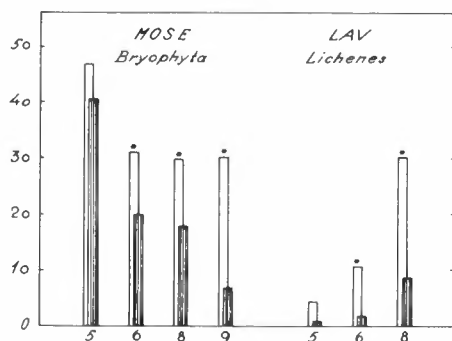
Figur 3



Figur 6



Figur 7



Figur 8

Figur 1—8. Virkningen av N-tilførsel på utbredelsen av de viktigste arter og artsgrupper:
Figure 1—8. Ground cover (%) of the most abundant species as affected by N application:



* Signifikant utslag for N-tilførsel
Significant effect of N application

Grasarter

Engkvein var særlig utbredt på feltene 1—3 (fig. 1). N-tilførsel virket sterkt positivt på utbredelsen på de to første feltene ($P < 0,001$). På felt 2 var det positivt utslag av fosfor når det samtidig ble gitt nitrogen. Dette går fram av tabell 2, som også viser en del andre samspill mellom næringsstoffene i virkningen på utbredelsen av noen grasarter og mose.

K-tilførsel førte til en økning i dekning av engkvein fra 26 til 43 prosent ($P < 0,001$) på felt 1. På feltene 2 og 3 (tabell 2) virket kalium negativt når det ikke ble tilført nitrogen, men var uten virkning i kombinasjon med N ($P < 0,05$).

N-gjødsling økte utbredelsen av *sølvbunke*, som særlig fantes på feltene 1—4 (fig. 1), spesielt sammen med fosfor. I motsetning til fosfor virket kalium negativt på sølvbunke når det samtidig ble gitt nitrogen (tabell 2).

Den nøysomme arten *smyle* (fig. 2) ble trengt tilbake etter N-tilførsel på de gras- og artsrike feltene 1, 2 og 3. På feltene 5 og 6 med gras- og artsfattig plantedecke virket nitrogen stort sett positivt på utbredelsen av smyle.

Finnskjegg var mest utbredt på feltene 1—5 (fig. 2). På de 4 første feltene førte N-gjødsling til nesten fullstendig utgang, mens utslaget var noe mindre på felt 5. Også fosfor virket negativt på finnskjegg-bestanden, men utslaget var signifikant bare på felt 3.

Gulaks fantes på alle fastmarksfeltene. På feltene 1, 2, 7 og 8 økte utbredelsen til dels sterkt i forsøksstida. Mens N-gjødsling på felt 1 virket til å bremse økningen, hadde den ingen virkning på felt 2 og gav stort positivt utslag på felt 7 og 8 (fig. 3). På felt 3 økte gulaks svakt i utbredelse uten nitrogen, mens den holdt seg nær konstant med N-gjødsling og også med fosfor. På felt 7 og 8 (tabell

Tabell 2. Virkningen av N, P og K på prosent dekning av forskjellige grasarter og mose.
 Table 2. Percent cover of different grass species and mosses as affected by N, P and K application.

Art <i>Species</i>	Felter <i>Fields</i>	Gjødsling	Fertilizer		m s \bar{x}
		P, K	-N	+N	
Engkvein <i>Agrostis tenuis</i>	1, 2, 3	-P	18	28	4
		+P	21	50	
"	2, 3	-K	34	34	4
"		+K	14	33	
Sølvbunke <i>Deschampsia caespitosa</i>	1, 2, 3, 4	-P	12	22	2
		+P	15	34	
"	"	-K	12	31	2
"		+K	15	25	
Gulaks <i>Anthoxanthum odoratum</i>	7, 8	-P	11	17	2
		+P	7	21	
Engrapp <i>Poa pratensis</i>	2	-P	1	1	3
		+P	3	13	
Mose <i>Bryophyta</i>	5, 6, 9	-K	49	23	3
		+K	22	21	

2) førte fosfor gitt alene til en viss nedgang i utbredelsen av gulaks, mens utslaget var positivt når det samtidig ble gitt nitrogen ($P < 0,01$).

På felt 1 og 2 skjedde en oppblomstring av *engrapp*, på felt 3 av *fjell- og seterrapp*, særlig på N-gjødsla ruter (fig. 3). På alle tre felter virket også fosfor positivt på rapp-artene, når det samtidig ble tilført nitrogen. Utslaget var mest tydelig på felt 2, der samspillet var signifikant (tabell 2).

Kalking førte til en økning i dekningen av rapp fra 5 til 9 prosent i middel for feltene 1 og 2 ($P < 0,05$).

Fjelltimotei og *sauesvingel* økte i utbredelse i forsøksperioden på en del av feltene. Økningen syntes i liten grad å være avhengig av N-tilførsel (fig. 3) eller de øvrige forsøksfaktorene.

Halvgras

Starr-arter fantes på alle felter. Figur 4 viser noen resultater fra feltene 5—9 der de hadde størst betydning. På felt 8 var det signifikant økning i utbredelsen av *slirestarr* etter N-gjødsling. For øvrig var virkningen av gjødsling på den enkelte arten usikker og varierende, rimeligvis avhengig av den øvrige plantebestanden på feltet.

Rabbesiv, som var en av de viktigste artene på felt 8, ble trent sterkt tilbake etter gjødsling, særlig med nitrogen (fig. 4), i stor grad også med fosfor og kalium.

Tabell 3. Dekning, prosent, av lyng-arter første (1974) og sjette (1979) forsøksår.
 Table 3. Percent ground cover of dwarf shrubs in the first (1974) and sixth (1979) year of the experiment.

Art <i>Species</i>	Felter <i>Fields</i>	År <i>Year</i>	
		1974	1979
Fjellkrekling	5	20	4
<i>Empetrum hermaphroditum</i>	6	4	1
Blåbær	5, 6	2	1
<i>Vaccinium myrtillus</i>	7	2	0
Blokkebær	5	4	1
<i>Vaccinium uliginosum</i>	9	1	0
Tyttebær			
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	5-8	2	0

Urter

Urter var mer eller mindre hyppige på alle feltene. Virkningen av gjødsling på den enkelte arten varierte fra felt til felt, i første rekke avhengig av forekomsten av andre arter, særlig grasarter. Figurene 5—7 viser hovedeffekten av nitrogen på dekingen av de mest vanlige urtene og variasjonen i reaksjon fra felt til felt. På det grasrike felt 1 var det til dels sterk tilbakegang hos de fleste urtene. Enkelte arter som *småengkall*, *lifiol* og *fjellsveve* gikk nesten fullstendig ut (fig. 5). Nitrogen virket i samme retning på felt 2 og 3, der det også var mange kravfulle grasarter, men utslagene var mindre enn på felt 1. På de gras- og artsfattige feltene 5, 6, 7 og 8 var det hos mange urter positivt N-utslag.

Sammenlignet med nitrogen hadde fosfor og kalium jamt over liten virkning på urtenes utbredelse.

Lyng

Lyng-artene, som hadde en viss utbredelse på en del av feltene, gikk sterkt tilbake i forsøktida. Dette går fram av tabell 3 som viser resultater for felter med en deking i 1974 på ca. 1 prosent eller mer. I mange tilfeller var det nærmest fullstendig utgang. På felt 5 var tilbakegangen hos fjellkrekling størst på N-gjødsleruter. Ellers var det liten forskjell mellom forsøksleddene.

Busker

Det kunne ikke registreres noen sikre virkninger av forsøksbehandlingene på utbredelsen av busker. På felt 4 var det i forsøktida en økning i samlet deking av *sølvvier* og *grønnvier* fra 18 til 29 prosent. Det var her svak beiting, og dette, sammen med positiv reaksjon på gjødsla, er trolig årsak til økningen. På felt 6 gikk *dvergbjørk* tilbake fra 19 til 7 prosent deking, mens *fjellmo* med 7 prosent deking på felt 7, gikk nesten fullstendig ut i forsøktida. På begge feltene var sterk beiting den trolige årsaken til utslagene.

Mose og lav

Det var mye *mose* og/eller *lav* på de fleste feltene (tabell 1). Uten N- og K-tilførsel gikk mosene til dels noe fram, ellers var det tilbakegang i forsøksstida både hos mose og lav. Endringene gikk ofte svært raskt. På feltene 2, 3 og 7 forsvant mose og lav nesten fullstendig i løpet av første forsøksåret. Hos begge artsgrupper var det klart negativ virkning av nitrogen (fig. 8), i noe mindre grad av fosfor. Hos mose var virkningen dels å hindre eller redusere framgangen. Kalium virket særlig på mose. Det var her samme negative reaksjon på nitrogen og kalium hver for seg som på begge stoffer gitt samtidig (tabell 2).

Diskusjon

En del av endringene i plantebestanden som ble observert i forsøksstida, gjaldt hele forsøksarealet, og syntes således å være uavhengig av gjødsling og kalking. Også slike endringer var trolig i stor grad en virkning av forsøksbehandlingen, men denne er blitt maskert ved transport av næringsstoffer over rutegrensene med flomvann eller horisontale vannstrømmer i jorda, og ved tilførsel av næring i gjødsel fra beitedyra. Arter med djupt og utbredt rotsystem vil dessuten kunne nytte ut næring som er tilført naboruter også uten slik transport. Dette vil spesielt gjelde forskjellige busker, men også mange urter og grasarter.

Virkningen av gjødsling på plantebestanden var i disse forsøkene om lag som i andre, lignende norske undersøkelser (Vigerust 1949, Holmen 1978, Håland 1972, Graffer 1975, Garmo 1978, Fossum & Fritsvold 1979, Rekdal 1980, Vorkinn 1980, Mosebø & Landsverk 1982). De mest kravfulle grasartene øker i utbredelse etter gjødsling, når de finnes i en viss mengde. Da vil mindre kravfulle arter, som smyle, finnskjegg, gulaks og sauesvingel bli trent tilbake. Ellers vil disse holde seg oppe eller øke i utbredelse. Hos halvgras er reaksjonen noe varierende, men de blir oftest trent tilbake av gras, også av lite kravfulle arter. De mest høgvokste og kravfulle urtene kan holde seg oppe i plantebestanden etter gjødsling, mens lågvokste eller nøysomme arter trenges tilbake, særlig av grasartene. Gjødsels virkning på utbredelsen av den enkelte arten er altså avhengig av den øvrige plantebestanden. Ett eksempel er finnskjegg som er nøysom, og som blir trent tilbake av mer kravfulle og verdifulle grasarter. I disse forsøkene gikk den tilbake på alle felter, men i varierende grad. I forsøk i Sirdalen, der det var lite av andre grasarter, økte mengden av finnskjegg etter NPK-tilførsel (Håland 1972). Dette er svært ugunstig siden arten blir nesten totalt vraket av beitedyra, og den betraktes som et ugras i fjellbeitene når den forekommer i større mengde. Lyngartene reagerer oftest negativt på gjødsling. Hos flere arter synes dette å være en spesifikk reaksjon som er lite avhengig av plantebestanden for øvrig. I Sirdalen gikk således noen lyngvekster sterkt tilbake etter NPK-gjødsling, selv om det var liten konkurranse med andre, mer kravfulle arter. Røsslyng og krekling reagerte særlig sterkt negativt, mens tyttebær syntes mindre ømfintlig (Håland 1972). Også mose og lav reagerer negativt på gjødsling.

De fleste utslagene i plantebestanden inntraff raskt, i mange tilfeller syntes den botaniske sammensetningen å ha stabilisert seg i løpet av de to første

forsøksårene, 1974—1975. Etter denne tid og fram til 1978—1979 var det bare små endringer. Observasjoner på en del av feltene i 1982 (Sævre, muntlig medd.) tyder også på at en ny likevekt i plantebestanden er nådd.

Men forsøkene gir neppe noe endelig svar på hvordan gjødsling kombinert med full utnyttning som beite vil virke på plantebestand og avkastning på lengre sikt, i hvert fall ikke på alle markslagene. I forsøksområdet har beitepresset vært varierende, men jamt over lågt. Virkningen av sterk beiting sammen med gjødsling på vegetasjonen har det derfor bare i liten grad vært mulig å observere.

Kalking hadde liten eller ingen virkning på plantebestand og produksjon i disse forsøkene, selv om det var relativt sur jord. På fastmark lå pH-verdiene omkring 5,0 eller lågere (Baadshaug 1983, Grønnlund 1977). pH i jorda har rimeligvis vært en viktig økologisk faktor under utviklingen av vegetasjonen slik at en i store, sammenhengende områder på fastmark har fått arter og typer som tåler sur jord. På myr er det større lokale variasjoner i kalktilstanden, som i stor grad vises på vegetasjonen. Kalking av kalkfattig myr skulle derfor kunne endre plantebestanden, antakelig først på temmelig lang sikt.

Litteratur

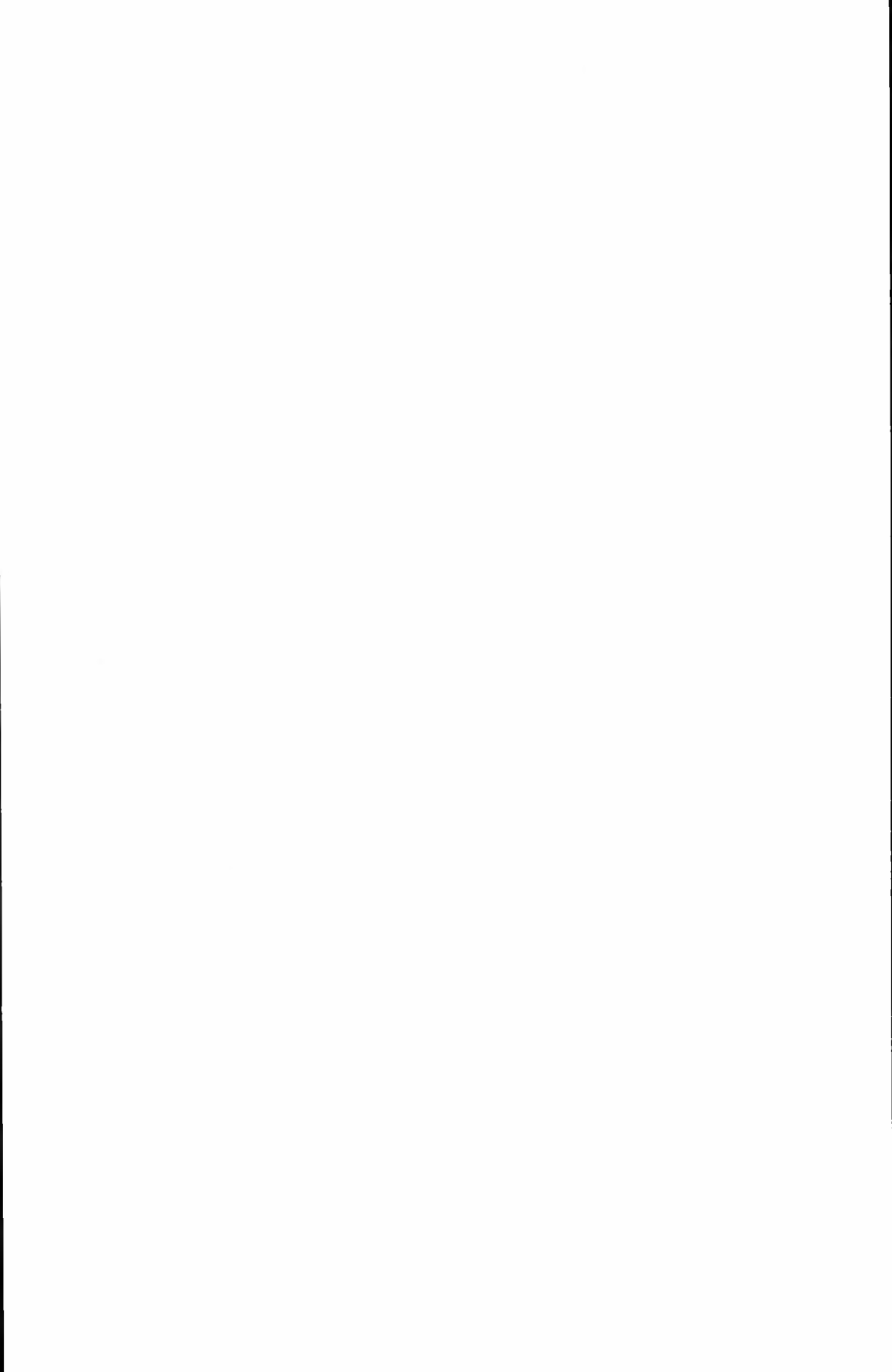
- Baadshaug, O. H. 1983. Kalking og gjødsling av udyrka fjellbeite. I. Virkninger på tørrstoffproduksjonen. *Forsk. Fors. Landbr.* 34: 243—250.
- Fossum, E. & B. Fritsvold, 1979. Fôrdyrking og beitebruk i Øyer Austfjell. Hovedoppgåve NLH. Stensiltrykk. 130 s.
- Garmo, T. H. 1978. Om produksjon på naturlege fjellbeite, og korleis ein kan auke avkastinga på fjellbeita ved ulike kultiveringstiltak. Hovedoppgåve NLH. Stensiltrykk, 109 s.
- Graffer, H. 1975. Utnyttelse av naturlige beiter. *Nord. JordbrForsk.* 57:319—325.
- Grønnlund, A. 1977. Jord og vegetasjon på forsøksfeltene i Øystre Slidre. Jordregisterinstitutt/NLVFs forskningsprosjekt «Produksjonsgrunnlaget i fjelltrakter». Stensiltrykk. 51 s.
- Holmen, O. 1978. Vegetasjon og produksjon på naturlig grasmark. Hovedoppgåve NLH. Stensiltrykk. 66 s.
- Håland, Å. 1972. Gjødsling til naturleg fjellvegetasjon i Sørvest-Norge. Statens forsøksgard Særheim. Meld. nr. 53. 118 s.
- Jakobsons, P. 1972. Struktur und Produktion alter Dauerwiesen in einem Talgebiet in Süd-Ost-Norwegen. *Meld. Norg. Landbr.Høgsk.* 51(11). 23 s.
- Mosebø, T. & K. Landsverk, 1982. Beitegranskingar i sentrale delar av Lifjell. Hovedoppgåve NLH. Stensiltrykk. 148 s.
- Rekdal, Y. 1980. Vegetasjon og produksjon på fjellbeite i Grøvdalen. Hovedoppgåve NLH. Stensiltrykk. 120 s.
- Vigerust, Y. 1949. Fjellbeitene i Sikilsdalen. Årbok for beitebruk i Norge 1946—1947. 18:18—188.
- Vorkinn, M. A. 1980. Vegetasjon og produksjon på fjellbeite i Dovre. Hovedoppgåve NLH. Stensiltrykk. 121 s.

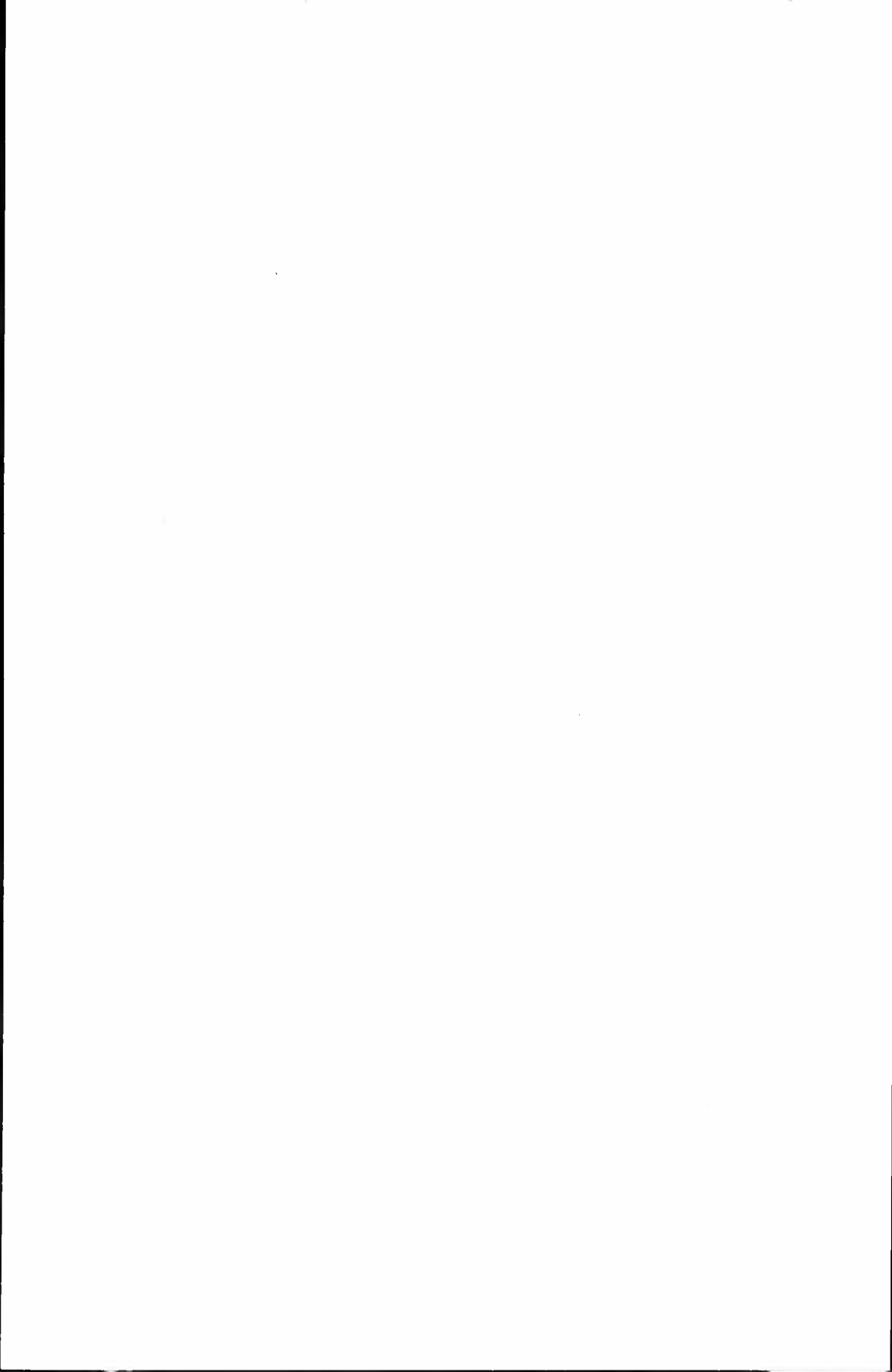
(Mottatt 17.1. 83 og godkjent 14.6. 83)

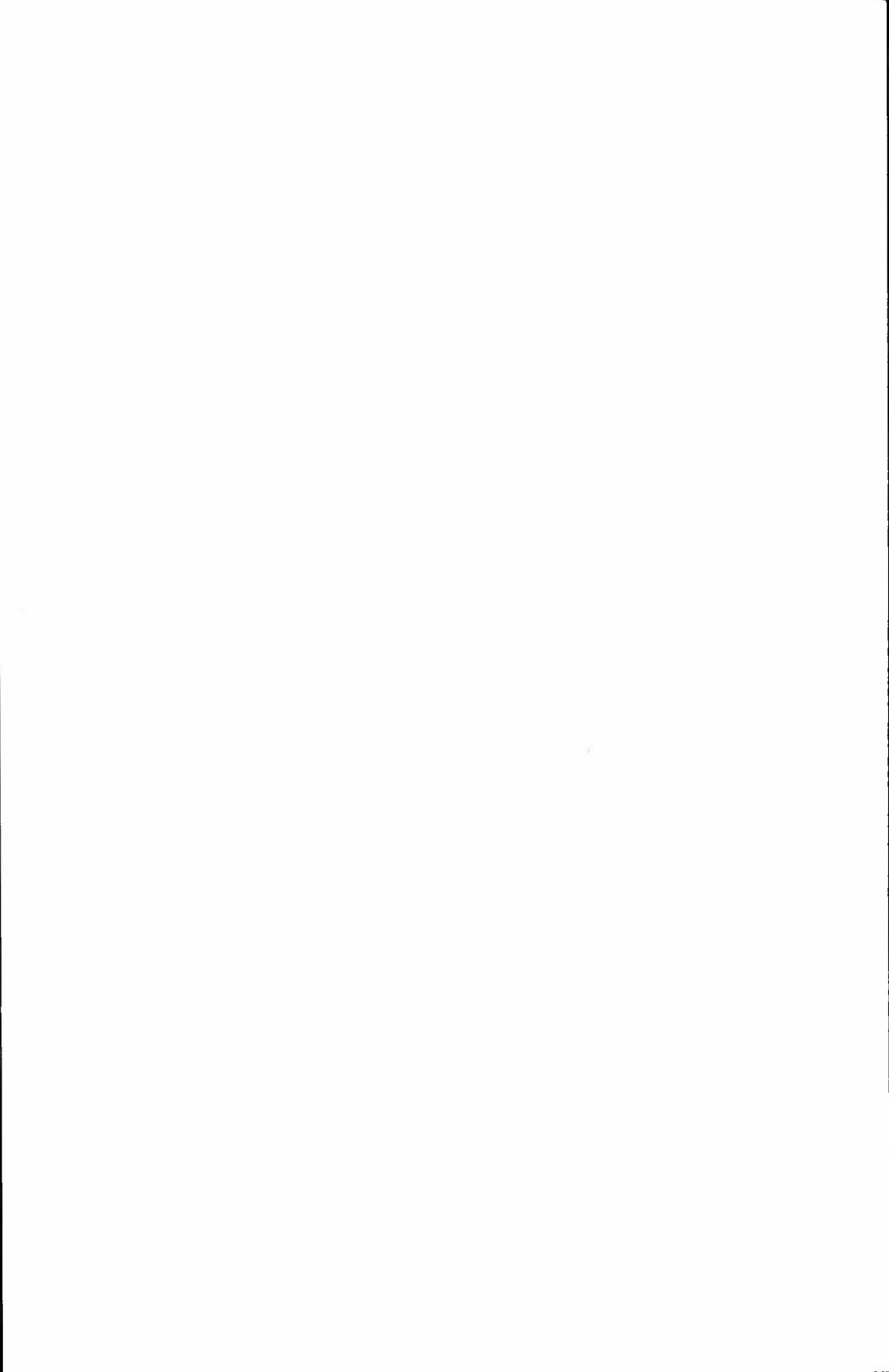
Liste over plantearter

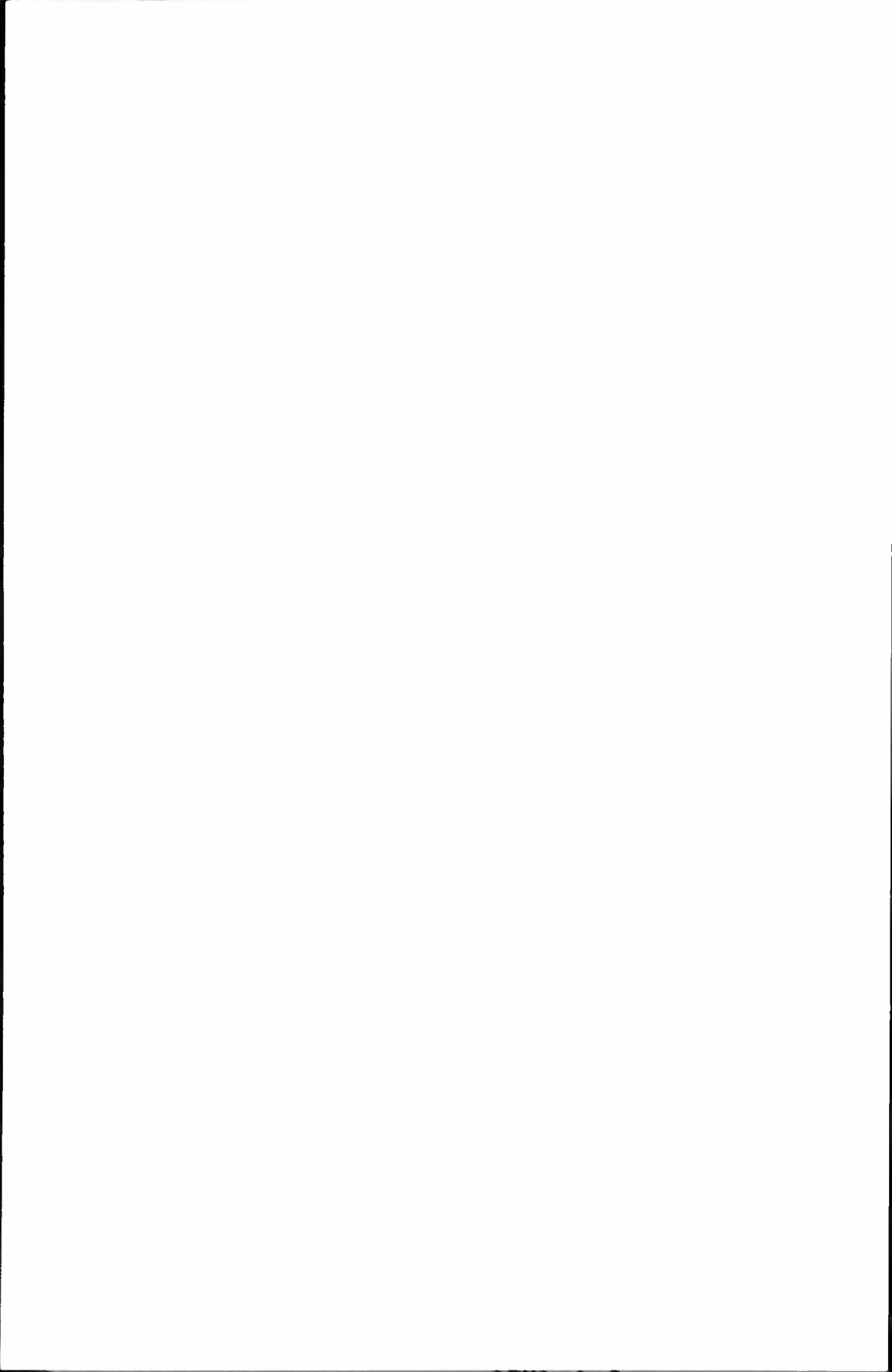
List of plant species

Blokkebær	<i>Vaccinium uliginosum</i>
Blåbær	<i>Vaccinium myrtillus</i>
Dvergbjørk	<i>Betula nana</i>
Einer	<i>Juniperus communis</i>
Enghumleblom	<i>Geum rivale</i>
Engkvein	<i>Agrostis tenuis</i>
Engrapp	<i>Poa pratensis</i>
Engsoleie	<i>Ranunculus acris</i>
Engsyre	<i>Rumex acetosa</i>
Finnskjegg	<i>Nardus stricta</i>
Fjellkrekling	<i>Empetrum hermaphroditum</i>
Fjellmo	<i>Salix herbacea</i>
Fjellrapp	<i>Poa alpina</i>
Fjellsveve	<i>Hieracium alpinum</i>
Fjelltimotei	<i>Phleum commutatum</i>
Fjelltistel	<i>Saussurea alpina</i>
Grønnvier	<i>Salix phyllicifolia</i>
Gulaks	<i>Anthoxanthum odoratum</i>
Gullris	<i>Solidago virgaurea</i>
Harerug	<i>Polygonum viviparum</i>
Jåblom	<i>Parnassia palustris</i>
Lav	<i>Lichenes</i>
Lifiol	<i>Viola montana</i>
Marikåpe	<i>Alchemilla spp.</i>
Maurearter	<i>Galium spp.</i>
Molte	<i>Rubus chamaemorus</i>
Mose	<i>Bryophyta</i>
Myrfiol	<i>Viola palustris</i>
Myrhatt	<i>Comarum palustre</i>
Myrull	<i>Eriophorum spp.</i>
Perlevintergrønn	<i>Pyrola minor</i>
Rabbesiv	<i>Juncus trifidus</i>
Ryllik	<i>Achillea millefolium</i>
Rødsvingel	<i>Festuca rubra</i>
Røsslyng	<i>Calluna vulgaris</i>
Sauesvingel	<i>Festuca ovina</i>
Seterrapp	<i>Poa alpigena</i>
Skogstjerne	<i>Trientalis europaea</i>
Skogstorkenebb (Storkenebb)	<i>Geranium silvaticum</i>
Slirestarr	<i>Carex vaginata</i>
Slåttestarr	<i>Carex nigra</i>
Smyle	<i>Deschampsia flexuosa</i>
Småengkall	<i>Rhinanthus minor</i>
Starr	<i>Carex spp.</i>
Stivstarr	<i>Carex bigelowii</i>
Sveve	<i>Hieracium spp.</i>
Sølvbunke	<i>Deschampsia caespitosa</i>
Sølvvier	<i>Salix glauca</i>
Tepperot	<i>Potentilla erecta</i>
Tyttebær	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>
Vier	<i>Salix spp.</i>









**FORSKNING
OG FORSØK
I LANDBRUKET**

RESEARCH IN NORWEGIAN AGRICULTURE

BIND 34 - VOLUME 34

**INNHold—CONTENTS
1983**

UTGITT AV STATENS FORSKINGSSTASJONER I LANDBRUK

INNHold

	Side
Hefte 1:	
<i>Hugh Riley</i>	Forholdet mellom jordtetthet og kornavling 1
<i>Gunvald Henning Jonassen</i>	Frøavl av løk i plasthus med ulik lufting 13
<i>Gunvald Henning Jonassen</i>	Virkning av forskjellig lagring og forbehandling av løk til frøavl 21
<i>Nils Skaland & Odd Østgård</i>	Fórreddik, havregrenfór og raigras. Sammenlik- ning av ulike sorter, frøblandinger, såtider og høs- tetider 27
<i>Gunnar Guttormsen</i>	Virkninger av nitrogengjødsling og planteavstand hos tidlig kålrot under plast 37
<i>Knut Rønsen</i>	Virkninger av N- og K-gjødsling på potetavlingen hos tre sorter i forskjellige landsdeler 1973—76 .. 47
<hr/>	
Hefte 2:	
Supplementshefte.	
<i>Endre Skaar</i>	Lokal- og vekstklime i Aust-Agder. Del 2. Temperaturklime 57
<hr/>	
Hefte 3:	
<i>Magnus Jetne</i>	Nitrogen- og kaliumgjødsel til hundegras og eng- svingel 121
<i>Kirsti Timenes & Eva Landmark</i>	Fornying av gammel eng ved ugrassprøyting, kal- king og ompløyning med og utan åkerår før attlegg 129
<i>Kristen Myhr & Rune Lotsberg</i>	Ulike grasarter si evne til å binde matjordsjiktet i eng og beite 137
<i>Odd Østgård</i>	Grasmark av hundegras I. Gjødsling, slåttetider og stubbehøgder 143
<i>Odd Østgård</i>	Grasmark av hundegras II. Tilvekst og kjemisk innhald i to populasjonar . 149
<i>Hugh Riley</i>	Jordfysiske egenskaper hos leirjord og siltjord. Virkningen av moldinnhold og jordbindemiddel . 155
<hr/>	
Hefte 4:	
<i>Arnfinn Nes</i>	Skjering av tre solbærsortar 169
<i>Knut Aase & Jorulf Øyen</i>	Strandrøyr og timotei i reinsetnad og blanding ved to gjødselmengder 175
<i>Jorulf Øyen</i>	Avlingsvariasjon og botanisk sammensetning i eng tilsådd med timotei og strandrør 181
<i>Ragnar Bærug & Bjørn Lilleeng</i>	Nitrat- og proteininnhold i grønnfórvekster 189
<i>Endre Frimanslund</i>	Pollensortar til pære I. Pollenspiring og pollenslangevekst 197
<i>Endre Frimanslund</i>	Pollensortar til pære II. Fruktsetjing, fruktvekst og frøutvikling 203

Hefte 5: <i>Hugh Riley</i>	Redusert jordarbeiding og halmbehandling til vårkorn på ulike jordarter	
	I. Avlinger og ugrasmengder	209
<i>Hugh Riley</i>	Redusert jordarbeiding og halmbehandling til vårkorn på ulike jordarter.	
	II. Jordfysiske forhold	221
<i>Steinar Dragland</i>	Nitrogengjødsling til kålrot med god vasstilgang ..	229
<i>Ole Hans Baadshaug</i>	Gjødsling og kalking av udyrka fjellbeite I. Virkninger på tørrstoffproduksjonen	243
<i>Ole Hans Baadshaug</i>	Gjødsling og kalking av udyrka fjellbeite II. Virkninger på førkvalitet og avbeiting	251
<i>Ole Hans Baadshaug</i>	Gjødsling og kalking av udyrka fjellbeite III. Virkninger på plantebestanden	259

CONTENTS

	Page
Number 1: <i>Hugh Riley</i>	Relations between soil density and cereal yield .. 1
<i>Gunvald Henning Jonassen</i>	Seed production of onion in plastic houses with different ventilations
	13
<i>Gunvald Henning Jonassen</i>	Effects of different storage temperatures and pre- growing treatments on onion on seed yield
	21
<i>Nils Skaland & Odd Østgård</i>	Fodder radish, forage oats and ryegrass. Comparisons of varieties, seed mixtures, times of sowing and times of harvesting
	27
<i>Gunnar Guttormsen</i>	Effects of nitrogen fertilization and plant spacing of early swedes (<i>Brassica napus rapifera</i> Metzg.) under plastic
	37
<i>Knut Rønsen</i>	The effect of N- and K-application on the yield of three potato varieties at different localities, 1973—76
	47
<hr/>	
Number 2: Supplement issue <i>Endre Skaar</i>	Local climates and growth climates of Aust-Agder Part 2. Temperature climate
	57
<hr/>	
Number 3: <i>Magnus Jetne</i>	Nitrogen and potassium fertilizer trials with cocksfoot and meadow fescue
	121
<i>Kirsti Timenes & Eva Landmark</i>	Renovation of permanent grassland by herbicide treatment and liming compared to reseeding after ploughing, liming and fertilization, with or wi- thout a break-crop
	129
<i>Kristen Myhr & Rune Lotsberg</i>	The ability of various grass species to increase soil shear strength
	137

<i>Odd Østgård</i>	Grassland of cocksfoot (<i>Dactylis glomerata</i> L.) I. Fertilization, cutting times and stubble heights	143
<i>Odd Østgård</i>	Grassland of cocksfoot (<i>Dactylis glomerata</i> L.) II. Growth and chemical composition of two populations	149
<i>Hugh Riley</i>	Soil physical properties of clay and silt soils. Effects of organic matter content and soil conditions	155
<hr/>		
Number 4:		
<i>Arnfinn Nes</i>	Pruning of three varieties of black current	169
<i>Knut Aase & Jorulf Øyen</i>	Reed canarygrass and timothy in pure stand and mixtures, compared at two rates of fertilization	175
<i>Jorulf Øyen</i>	Yield variation and botanical composition of grassland established with <i>Phleum pratense</i> L. and <i>Phalaris arundinacea</i> L.	181
<i>Ragnar Bærug & Bjørn Lilleeng</i>	Concentration of NO ₃ -N and crude protein in green fodder crops	189
<i>Endre Frimanslund</i>	Pear pollen cultivars I. Germination of pollen and growth of pollen tubes	197
<i>Endre Frimanslund</i>	Pear pollen cultivars II. Fruit set, fruit growth and seed development	203
<hr/>		
Number 5:		
<i>Hugh Riley</i>	Reduced cultivations and straw disposal systems with spring cereals on various soil types I. Yields and weed incidence	209
<i>Hugh Riley</i>	Reduced cultivations and straw disposal systems with spring cereals on various soil types II. Soil physical conditions	221
<i>Steinar Dragland</i>	Nitrogen fertilization of swedes grown at low soil moisture stress	229
<i>Ole Hans Baadshaug</i>	Fertilization and liming of mountain pasture I. Effects on dry matter production	243
<i>Ole Hans Baadshaug</i>	Fertilization and liming of mountain pasture II. Effects on fodder quality and grazing intensity	251
<i>Ole Hans Baadshaug</i>	Fertilization and liming of mountain pasture III. Effects on botanical composition	259

Til forfattarane:

1. Manuskript til *Forskning og forsøk i landbruket* skal som regel skrivast på norsk. Det skal ha eit utdrag på engelsk, tysk eller fransk, og eit på norsk. Kvar utdrag skal maksimalt vere på 12 liner.
2. Originalmanuskriptet skal skrivast på maskin med 28 liner pr. side, og 60 slag pr. line. Det skal vere på maksimum 13 sider, når tabellar og figurar er rekna med, dvs. ca. 8 ferdig trykte sider. Ein skal nytte spesielle manuskriptark som er å få i redaksjonen.
3. Latinske namn på planter og dyr, og tekst som ein ønskjer å framheve, skal understrekast i manuskriptet med ei enkel understreking.
4. Tabellar og figurar skal skrivast/teiknast på særskilde ark og skal nummereast med arabiske tal. Plasseringa av dei skal markerast i venstre marg i manuskriptet. Dei må utstyrast med all turvande tekst og forklaring, slik at dei kan reproduserast utan endringar eller tilføyingar. Ved sida av norsk tekst skal ein ha tekst på same språket som ein nyttar i utdraget. Det er laga døme på korleis tabellar og figurar skal setjast opp, og desse kan ein få i redaksjonen.
5. Ved skrivning av litteraturliste og vising til litteratur vert følgjande mønster brukt: I litteraturlistingar vert namnet til forfattaren skriva med små bokstavar, og det året avhandlingsåret vert preta:

Hovde & Myhr (1980) eller (Hovde & Myhr 1980). Parantes omsluttar berre preteåret, eller både namn og årstal, avhengig av korleis tilvisinga passer inn i teksta. Må sidetalet gjevast opp, skal det skrivast: Jøtne (1980:44).

Litteraturlista vert ordna alfabetisk etter forfattarnamn, og under desse igjen i kronologisk orden. Kva for skrifttype og teikn som skal nyttast, går fram av følgjande døme:

Ekeberg, E., 1979. Vatning forsterker gjødslingseffekten i korn. *Norsk landbruk* 1979 (5):7.

Hovde, A. & K. Myhr, 1980. Grøttestorsøk på brenntorvmyr. *Forskning og forsøk i landbruket* 31:53—66.

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

Svads, H., 1979. Kålrot som grønnsak. *Landbrukets årbok. Jordbruk — Skogbruk — Hagebruk* 1980:194—202.

Legg merke til at:

- berre namnet til første forfattaren skal ha etternamnet først
- & skal nyttast mellom forfattarnamn
- årstalet etter namnet er preteåret til publikasjonen
- bindnummer er ikkje streka under
- heftenummer vert sett i parantes
- kolon skal nyttast i staden for s. eller p. ved sidetal når det gjeld tidsskriftartiklar
- årstal skal nyttast der bind eller årgangsnummer manglar

For plansjetilvising vert forkortinga Pls nytta, og ho vert sett etter sidetilvising (:401 Pls 4).

Namnet på publikasjonen det vert vist til, skal helst ikkje forkortast i manuskriptet. Dersom det vert gjort, må forkortinga vere i samsvar med gjeldande internasjonale reglar.

6. Originalmanuskript med 3 kopiar vert sende til Statens fagteneste for landbruket, Moervn. 12, 1430 Ås. Før trykking vil manuskriptet bli fagleg gjennomgått. Kvar forfattar får tilsendt 200 særtrykk gratis. Dersom ein ønskjer flere særtrykk, må dei kosta i samband med Innsending av manuskriptet. Dei vil da bli leverte mot rekning til sjølvkostpris. All korrespondanse i samband med trykking, korrektur m.v. må sendast til adressa som er nemnd ovafor når ikkje anna er avtala.