

L (481)N

Norsk landbruksforskning

Norwegian Agricultural Research

Vol. 8 1994 Nr. 3-4

NISK, BIBLIOTEKET



70266717



Norges landbrukshøgskole, Fag tjenesten, Ås, Norge
Agricultural University of Norway, Advisory Service, Ås, Norway

NORSK LANDBRUKSFORSKING / NORWEGIAN AGRICULTURAL RESEARCH

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

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

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

Ansvarlig redaktør/*Managing Editor, Arnstein Bruaset*

Redaksjonsråd/*Editorial Board*

Sigmund Huse, Norges landbrukshøgskole, Institutt for biologi og naturforvaltning

Ådne Håland, Særheim forskingsstasjon

Åshild Krogdahl, Institutt for akvakulturforskning

Karl Alf Løken, Norges landbrukshøgskole, Institutt for tekniske fag

Toralv Matre, Norges landbrukshøgskole, Institutt for husdyrfag

Einar Myhr, Norges landbrukshøgskole, Institutt for tekniske fag

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

Kjell Bjarte Ringøy, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning

Ragnar Salte, Institutt for akvakulturforskning

Martin Sandvik, Norsk institutt for skogforskning

Hans Sevattal, Norges landbrukshøgskole, Institutt for planfag og rettslære

Bal Ram Singh, Norges landbrukshøgskole, Institutt for jordfag

Arne Oddvar Skjelvåg, Norges landbrukshøgskole, Institutt for plantekultur

Anders Skrede, Norges landbrukshøgskole, Institutt for husdyrfag

Grete Skrede, Norsk Institutt for næringsmiddelforskning

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

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

Hans Staaaland, Norges landbrukshøgskole, Institutt for biologi og naturforvaltning

Asbjørn Svendsrud, Norges landbrukshøgskole, Institutt for skogfag

Geir Tutturen, Norges landbrukshøgskole, Institutt for tekniske fag

Odd Vangen, Norges landbrukshøgskole, Institutt for husdyrfag

Sigbjørn Vestrheim, Norges landbrukshøgskole, Institutt for hagebruk

Kåre Årsvoll, Statens plantevern/Statens forskingsstasjoner i landbruk

UTGIVER/*PUBLISHER*

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

KORRESPONDANSE/*CORRESPONDENCE*

All korrespondanse av redaksjonell eller forretningsmessig karakter skal sendes til NLH-Fagtjenesten/*Agricultural University of Norway, Advisory Service*.

Norsk institutt for Landbruksforskning
Postboks 115
3701 Sandnessjøen
1982/83

Dyrkingsverdien av ripssortar for Sør- og Midt-Noreg

Evaluation of Redcurrant cultivars for South Norway

ARNFINN NES¹⁾, ARNE HJELTNES¹⁾, MEKJELL MELAND²⁾, MONS FLØNES³⁾ & ROLF NESTBY³⁾

¹⁾ Statens forskingsstasjoner i landbruk, Apelsvoll forskingsstasjon, avd. Kise, Nes Hedmark, Noreg

¹⁾ *The Norwegian State Agricultural Research Stations, Apelsvoll Research Station, Division Kise, Nes Hedmark, Norway*

²⁾ Statens forskingsstasjoner i landbruk, Ullensvang forskingsstasjon, Lofthus, Noreg

²⁾ *The Norwegian State Agricultural Research Stations, Ullensvang Research Station, Lofthus, Norway*

³⁾ Statens forskingsstasjoner i landbruk, Kvithamar forskingsstasjon, Stjørdal, Noreg

³⁾ *The Norwegian State Agricultural Research Stations, Kvithamar Research Station, Stjørdal, Norway*

Nes, A., A. Hjeltnes, M. Meland, M. Flønes & R. Nestby 1994. Evaluation of Redcurrant cultivars for South Norway. Norsk landbruksforskning 8: 199-216. ISSN 0801-5333.

In the period 1974-91 24 cultivars and advanced selections of redcurrant and one of whitecurrant were evaluated in several experiments in different parts of South and Mid-Norway. All the clones evaluated were included in one or more trials at Kise in Southeast Norway, 13 of them were evaluated at Kvithamar in Mid-Norway and 19 at Ullensvang in West Norway. Most of the cultivars and advanced selections showed low resistance to leaf spot (*Drepanopeziza ribis*). Others were found to have a poor growth habit, too low a yield potential or poor berry quality. In some years a few clones also showed low winter hardiness and very few of the clones evaluated can therefore be recommended. All the clones are briefly described, with the recommendations for commercial growing or further trials.

Key words: Cultivars, leaf spot resistance, redcurrant, soluble solids.

Arnfinn Nes, Apelsvoll Research Station, Division Kise, N-2350 Nes Hedmark, Norway

Rips kan dyrkast over heile landet, og er ei av dei mest dyrka bærartene i småhagane, men betyr i dag likevel lite i den økonomiske bær dyrkinga i Noreg. I Nord-Noreg har det vore arbeid systematisk med samling og registrering av villrips i fleire år (Samuelsen 1983 og 1986). Dette arbeidet har gjeve sortsmateriale som er godt tilpassa dyrkingvilkåra i denne landsdelen og som er godkjent for dette føremålet (Samuelsen et. al. 1987). Foredling av

rips har i Noreg vore drive meir eller mindre samanhengjande og systematisk dei siste 30 åra. Tre nye sortar er skildra med namn (Øydvin 1978), men dei er ikkje godkjende for offentlig avl.

Resistens mot bladsoppar, opprett veksemåte, god avling og kvalitet er viktige mål for utvikling av nye ripssortar.

I denne meldinga vert det lagt fram resultat frå seks forsøk med sortar og kloner av rips. Forsøka er gjennomførde fleire stader i landet i perioden 1972-1991.

OVERSYN OVER FORSØKSARBEIDET

Forsøk 1 omtalar resultatata frå eit forsøk som vart gjennomført frå 1972 til 1977 der utvalde seleksjonar av eit foredlingsmateriale i raudrips frå Johannes Øydvin vart prøvde. I forsøk 2 vart tre namngjevne seleksjonar frå same materialet samanlikna med Raud Hollandsk i tre år. Forsøk 3 var det største forsøket. Her vart eit større materiale av ripssortar prøvde samstundes på Ås, Kvithamar, Njøs og Kise, og dei fleste resultatata vart samla i perioden 1983-1987. Forsøk 4 er førebels det siste sortsforsøket med rips på Kise. Det vart planta våren 1986 og avslutta hausten 1991. Forsøk 5 var eit sortsforsøk med rips ved Ullensvang forskingsstasjon som vart planta våren 1984, og registreringane vart utførde i åra 1986-1990. I forsøk 6 vert resultatata frå ei demonstrasjonsplanting som vart planta same året og med dei same sortane på Skånevik forsøksfelt lagde fram.

Forsøk 1

MATERIAL OG METODE

To år gamle buskar av 5 seleksjonar frå J. Øydvin vart planta på Kise våren 1972 og rydda etter hausting 1977. Det vart nytta blokkforsøk med to gjentak og 4 buskar pr rute, og planteavstanden var 2,0 x 4,5 m. Jorda var steinrik morene med middels leirinnhald. Det vart gjødsla etter bladanalysar og vatna etter tentimeter med vatning kvar gong tention var 0,5 bar. Buskane vart sprøyte mot bladfleksoppar to gonger for året, og det vart nytta simazin mot ugraset i feltet. Bæra vart handhausta første året og bankehausta seinare. Bærstorleiken vart bestemt kvart år ved veging av bær frå 25 klasar pr rute, medan klasestorleiken berre vart bestemt i 1974.

RESULTAT

Avling og bærstorleik vart registrert i fire år (tabell 1 og 2). Seleksjonane gav moderate avlingar og det var ikkje sikker skilnad i avling mellom dei i middel av fire år. Årsvariasjonen var derimot stor, og alle seleksjonane gav størst avling tredje hauståret.

Seleksjonen 9/37/69 hadde store bær og små klasar, medan det motsette var tilfelle for Jotun. Fortun og Nortun fekk middels sterke åtak av bærbuskbladfallsopp (*Drepanopeziza ribis*), medan Jotun synte god resistens. Fortun var den tidlegaste og Jotun den seinaste av seleksjonane.

Tabell 1. Avling (kg/daa) i fire år hjå fem ripsseleksjonar på Kise
 Table 1. Yield (kg/0.1 ha) in four years of five advanced redcurrant selections at Kise

Seleksjonar Selections	År Years				Middel Mean	LSD 5%
	1974	1975	1976	1977		
4/13/69	323	470	758	671	556	
6755/70 (Jotun)	367	801	891	606	666	
8/54/69 (Fortun)	213	385	784	389	443	
6/20/69 (Nortun)	408	696	985	576	666	
9/37/69	437	492	854	647	608	
Middel Mean	350	569	854	578		150
LSD 5%	i.s.	i.s.	i.s.	i.s.		

Tabell 2. Bærstorleik (gram/100 bær) og klasestorleik (tal bær/klase) i 1974 hjå fem ripsseleksjonar på Kise
 Table 2. Berry size (g/100 berries) and cluster size (berries/cluster) in 1974 of five advanced redcurrant selections at Kise

Seleksjonar Selections	Bærstorleik Berry size	Klasestorleik Cluster size
4/13/69	64,5	11,5
6755/70 (Jotun)	52,5	11,0
8/54/69 (Fortun)	59,0	6,5
6/20/69 (Nortun)	73,5	7,5
9/37/69	83,0	6,5
Middel Mean	66,5	8,6
LSD 5%	16,1	3,1

Veksemåten var bra opprett hjå dei fleste seleksjonane med unntak av 9/37/69. Seleksjonane 4/13/69 og Jotun var lette å hausta med bankemetoden, medan bæra sat svært fast hjå seleksjonane Fortun og Nortun.

Forsøk 2

MATERIAL OG METODE

Eittårige planter stukne i torv i 5 l pottar av 3 seleksjonar og ein målestokksort vart planta i eit forsøk på Kise i mai 1981. Det vart nytta blokkforsøk med fem gjentak og 2 buskar pr rute, og planteavstanden var 2,0 x 2,5 m. Jorda var steinrik morene med middels leirinnhald. Det vart gjødsla etter bladanalysar og vatna etter tentimeter med vatning kvar

gong tention var 0,5 bar. Buskane vart sprøytt mot bladfleksoppar to gonger for året, og det vart nytta simazin mot ugraset i feltet. Buskane vart bankehausta i åra 1985-87 og avlinga vart registrert på alle ruter. Bærstorleiken vart bestemt kvart år ved veging av bær frå 25 klasar pr rute, medan klasestorleiken berre vart bestemt i 1985.

RESULTAT

Avling og bærstorleik vart registrert i tre år (tabell 3 og 4). Seleksjonen Fortun gav statistisk sikkert minst avling, hadde dårlegast bærstorleik og små klasar. Ei av årsakene var truleg vinterskade som vart registrert både hjå Fortun og Nortun. Det var ikkje sikre skilnader i avlingsnivå, bær- eller klasestorleik mellom dei andre seleksjonane. Seleksjonen Jotun gav jamn og stor avling, og både bær- og klasestorleik var om lag som hjå Raud Hollandsk.

Tabell 3. Avling (kg/daa) i tre år hjå fire ripskloner på Kise
Table 3. Yield (kg/0.1 ha) in three years of five redcurrant clones at Kise

Kloner <i>Clones</i>	År <i>Years</i>			Middel <i>Mean</i>	LSD 5%
	1985	1986	1987		
Raud Hollandsk	1.051	1.040	1.465	1.185	
6755/70 (Jotun)	1.440	1.279	1.092	1.270	
8/54/69 (Fortun)	541	513	107	387	
6/20/69 (Nortun)	1.049	563	260	624	
Middel <i>Mean</i>	1.020	849	731		205
LSD 5%	587	324	204		

Tabell 4. Bærstorleik (g/100 bær) og klasestorleik (tal bær/klase) i 1985 hjå fire ripskloner på Kise

Table 4. Berry size (g/100 berries) and cluster size (berries/cluster) in 1985 of four redcurrant clones at Kise

Kloner <i>Clones</i>	Bærstorleik <i>Berry size</i>	Klasestorleik <i>Cluster size</i>
Raud Hollandsk	79,4	5,6
6755/70 (Jotun)	69,0	7,2
8/54/69 (Fortun)	64,0	4,0
6/20/69 (Nortun)	80,0	6,0
Middel <i>Mean</i>	73,1	5,7
LSD 5%	11,0	3,1

Forsøk 3

MATERIAL OG METODE

Tidleg på 1970-talet vart det samla eit materiale av i alt 13 ripsortar i samarbeid med Institutt for fruktdyrking ved NLH og forskingsstasjonane Njøs og Kvithamar. Sortane vart øksla på Kise, og våren 1975 vart det planta forsøk etter same planane på Ås, Kise, Njøs og Kvithamar for å granska verdien av sortane i ulike landsdeler. To år gamle buskar vart planta i blokkforsøk med tre gjentak og tre buskar pr forsøksrute. Resultat av kvalitetsgranskningar frå forsøket ved NLH er publisert tidlegare (Leisner 1984). Forsøka vart hausta for hand på Njøs og Kvithamar og bankehausta på Kise. Avling og bærstorleik vart registrert på rutebasis i minst to år i alle forsøka. Ved bankehausting vart det gjeve karakterar etter skala 1 - 5 for kor lett bæra losna ved bankehausting. I forsøket på Kise vart dessutan løyst tørrstoff og klasestorleik registrert. Ved Kvithamar vart det første åra også notert resistens mot soppjukdomar på bladverket og gjeve karakterar for veksemåte og greinbrekk på alle ruter.

RESULTAT

Forsøket på Kise vart hausta i to år og resultatata er presenterte i tabell 5 og 6. Det var stor skilnad i avling og bærstorleik mellom sortane. Målestokksorten Raud Hollandsk gav sikkert mindre avling enn Stanza og Laxton nr 1, men større enn dei fleste andre. Bæra hjå Raud Hollandsk var små, men klasane var store. Innhaldet av løyst tørrstoff varierte også sterkt mellom sortane. Verdiane varierte mellom 11,3 og 15,4 prosent (tabell 6). Målestokksorten hadde 13,0 prosent løyst tørrstoff, likt med middelverdien i forsøket.

Sidan mekanisk hausting av rips krev sortar der klasane og bæra losnar lett, vart denne eigenskapen registrert ved bankehausting i to år på Kise. Det var her også betydeleg variasjon mellom sortane, og målestokksorten vart vurdert som middels lett å bankehausta. Red Cross, Laxton nr 1 og Stanza var vanskelege å bankehausta, medan Cascade losna lett (tabell 6).

Både avling og bærstorleik var i middel større i forsøket på Njøs enn på Kise (tabell 7). Ingen av sortane gav i forsøket på Njøs statistisk sikkert større avling enn målestokksorten, men to av sortane hadde større bær.

Sorten Stanza gav i middel av tre år signifikant størst avling i forsøket på Kvithamar, men Raud Hollandsk var også her ein av dei som gav størst avling (tabell 8). Dei fleste sortane hadde i dette forsøket større bær enn målestokksorten, og Cascade hadde dei største.

204 Dyrkingsverdien av ripssortar

Tabell 5. Avling (kg/daa), bærstorleik (gram/100 bær) og klasestorleik (tal bær/klase) hjå 13 ripssortar på Kise (middel av to år)

Table 5. Yield (kg/0.1 ha), berry size (g/100 berries) and cluster size (berries/cluster) of 13 redcurrant cultivars at Kise (means of two years)

Sortar Cultivars	Avling Yield	Bærstorleik Berry size	Klasestorleik Cluster size
Raud Hollandsk	515	53	10,3
Cascade	518	81	9,0
Stanza	859	59	8,0
Laxton Perfection	223	69	9,3
Red Lake	510	52	9,0
"Russ nr 1"	512	83	5,3
"Russ nr 2"	148	30	2,3
Fay's Prolefic	305	55	6,7
Jonkheer van Tets	402	64	5,0
Red Cross	524	64	7,7
Heros	373	66	12,3
Marses Prominent	592	78	8,7
Laxton nr 1	681	53	6,3
Middel Mean	474	62	7,7
LSD 5%	109	23	2,6

Tabell 6. Prosent løyst tørrstoff og poeng for bankehausting hjå 13 ripssortar på Kise (middel av to år)

Table 6. Content of soluble solids (%) and score of harvesting ability of 13 redcurrant cultivars at Kise (means of two years)

Sortar Cultivars	Hausting ¹⁾ Harvesting ¹⁾	Løyst tørrstoff Soluble solids
Raud Hollandsk	2,8	13,0
Cascade	3,8	13,6
Stanza	2,0	12,5
Laxton Perfection	3,3	11,7
Red Lake	2,8	14,9
"Russ nr 1"	2,2	13,7
"Russ nr 2"	3,0	11,3
Fay's Prolefic	2,3	12,2
Jonkheer van Tets	2,3	11,8
Red Cross	1,8	12,6
Heros	2,8	13,8
Marses Prominent	2,8	12,3
Laxton nr 1	2,0	15,4
Middel Mean	2,7	13,0
LSD 5%	0,9	0,5

¹⁾ poeng 1-5, høge verdiar = lett å hausta ¹⁾ score 1-5, high score = easy to harvest

Tabell 7. Avling (kg/daa) og bærstorleik (gram/100 bær) hjå 13 ripssortar på Njøs (middel av to år)

Table 7. Yield (kg/0.1 ha) and berry size (g/100 berries) of 13 redcurrant cultivars at Njøs (means of two years)

Sortar <i>Cultivars</i>	Avling <i>Yield</i>	Bærstorleik <i>Berry size</i>
Raud Hollandsk	682	69
Cascade	337	77
Stanza	654	61
Laxton Perfection	254	84
Red Lake	218	87
"Russ nr 1"	828	60
"Russ nr 2"	273	62
Fay's Prolefic	291	69
Jonkheer van Tets	693	84
Red Cross	736	60
Heros	483	80
Marses Prominent	515	75
Laxton nr 1	652	58
Middel <i>Mean</i>	509	72
LSD 5%	206	13

Tabell 8. Avling (kg/daa) i middel av tre år og bærstorleik i 1977 (gram/100 bær) hjå 13 ripssortar på Kvithamar

Table 8. Yield (kg/0.1 ha) (means of three years) and berry size in 1977 (g/100 berries) of 13 redcurrant cultivars at Kvithamar

Sortar <i>Cultivars</i>	Avling <i>Yield</i>	Bærstorleik <i>Berry size</i>
Raud Hollandsk	562	59
Cascade	530	98
Stanza	833	73
Laxton Perfection	265	89
Red Lake	450	81
"Russ nr 1"	340	59
"Russ nr 2"	365	68
Fay's Prolefic	265	86
Jonkheer van Tets	339	82
Red Cross	243	80
Heros	437	70
Marses Prominent	621	90
Laxton nr 1	478	71
Middel <i>Mean</i>	445	81
LSD 5%	144	19

Svært mange av sortane synte svak resistens mot mjøldogg og bærbuskbladfallsopp og hadde lite opprett veksemåte (tabell 9). Raud Hollandsk var både friskare og hadde meir opprett vekst enn dei fleste andre sortane. Desse eigenskapane er særskilt viktige når verdien av sortane skal vurderast. Ein del ripssortar har svake greinvinklar og greinene brekkar lett. Denne eigenskapen er viktig når bæra skal haustast med bankehausting. Det var også her stor variasjon mellom sortane, og målestokksorten var mellom dei minst skadde. Red Cross og Jonkheer van Tets hadde dei svakaste greinene.

Tabell 9. Poeng for resistens mot mjøldogg (middel av 1978 og 1979) og bærbuskbladfallsopp 1979, for veksemåte og greinbrekk hjå 13 ripssortar på Kvithamar

Table 9. Scores for resistance to mildew (means of 1978 and 1979) and leaf spot (1979), growth habit and breakage of branches of 13 redcurrant cultivars at Kvithamar

Sortar <i>Cultivars</i>	Mjøldogg ¹⁾ <i>Mildew¹⁾</i>	Bladfall ¹⁾ <i>Leaf spot¹⁾</i>	Veksemåte ²⁾ <i>Growth habit²⁾</i>	Greinbrekk ³⁾ <i>Breakage of branches³⁾</i>
Raud Hollandsk	3,7	4,0	4,7	3,7
Cascade	2,7	3,7	3,3	3,3
Stanza	3,3	2,0	2,3	2,7
Laxton Perfection	2,0	1,0	2,3	3,3
Red Lake	1,3	1,0	1,3	4,0
"Russ nr 1"	2,2	2,7	1,7	3,3
"Russ nr 2"	3,5	4,0	3,3	3,3
Fay's Prolefic	1,5	2,3	1,7	3,0
Jonkheer van Tets	3,3	2,3	3,0	2,3
Red Cross	1,2	1,7	1,0	2,3
Heros	2,8	2,3	2,0	3,0
Marses Prominent	2,8	2,3	2,3	3,3
Laxton nr 1	2,5	2,3	2,0	4,0
MiddeI <i>mean</i>	2,6	2,4	2,4	3,2
LSD 5%	0,7	0,4	1,0	1,0

¹⁾ poeng 1-5, høge verdiar = god resistens ¹⁾ score 1-5, high values = good resistance

²⁾ poeng 1-5, høge verdiar = opprett vekst ²⁾ score 1-5, high values = erect growth habit

³⁾ poeng 1-5, høge verdiar = lite greinbrekk ³⁾ score 1-5, high values = strong branches

Forsøk 4

MATERIAL OG METODE

To år gamle buskar av 6 ripssortar og målestokksorten Raud Hollandsk vart planta i eit blokkforsøk med fire gjentak og to buskar pr rute på Kise våren 1986. Forsøksjorda var morene med relativt mykje humus og middels leirinnhald. Det vart gjødsla etter bladanalysar og vatna etter behov. Buskane vart ikkje sprøyte mot soppar eller skadedyr, og det vart nytta simazin mot ugraset i feltet. Avlinga vart bankehausta heile forsøks-

perioden, og bærstorleiken vart kvart år bestemt etter teljing og veging av bær frå 25 klasar pr rute. Dette materialet vart også nytta for å rekna ut prosent kartfall. Analyse av løyst tørrstoff i friske bær vart utførde ved hjelp av handrefraktometer (ATAGO PR-1), og buskforma vart vurdert etter poengskala 0 - 5 ved hausting i tre år.

RESULTAT

Buskane vart forsøkshausta alt frå første året etter planting og avlingane var difor små dei to første åra (tabell 10). Seinare gav fleire av sortane svært gode avlingar, og i middel for dei fem åra gav tre av sortane større avling enn målestokksorten Raud Hollandsk. Bæra var heller små hjå dei fleste av sortane i forsøket, men tre av dei hadde større bær enn Raud Hollandsk (tabell 11). Det var liten skilnad i prosent løyst tørrstoff mellom sortane, og berre Rolan hadde statistisk sikkert lågare innhald enn Raud Hollandsk (tabell 12). Tabell 12 syner også variasjonen i kartfall mellom sortane. Alle sortane i forsøket hadde bra opprett veksemåte. Resistensen mot bærbuskbladfall var svak hjå sortane Red Start, Rubin, Rolan og Rovada, og dette var viktigaste årsaka til at dei vart vraka som aktuelle sortar.

Tabell 10. Avling (kg/daa) i fem år hjå sju ripssortar på Kise

Table 10. Yield (kg/0.1 ha) in five years of seven redcurrant cultivars at Kise

Sortar Cultivars	År Years					Middel Mean
	1987	1988	1989	1990	1991	
Raud Hollandsk	131	278	891	424	1.101	565
Gullan	309	220	549	309	816	440
Red Start	47	143	346	347	113	199
Rolan	129	437	1.000	1.106	617	658
Rosetta	209	727	1.200	1.191	708	811
Rovada	92	343	1.093	723	1.040	658
Rubin	167	259	666	408	641	428
Middel Mean	155	344	823	644	719	
LSD 5%	65	78	271	239	207	81

208 Dyrkingsverdien av ripssortar

Tabell 11. Bærstorleik (gram/100 bær) hjå sju ripssortar i fem år på Kise

Table 11. Berry size (g/100 berries) in five years of seven redcurrant cultivars at Kise

Sortar Cultivars	År Years					Middel Mean
	1987	1988	1989	1990	1991	
Raud Hollandsk	74	57	47	47	62	57
Gullan	68	67	44	44	48	54
Red Start	83	53	37	36	28	47
Rolan	103	63	58	55	76	71
Rosetta	103	91	72	66	69	80
Rovada	98	127	68	56	67	83
Rubin	57	57	36	41	41	46
Middel Mean	84	73	52	49	56	
LSD 5%	18	32	7	15	10	8

Tabell 12. Prosent løyst tørrstoff og kartfall, poeng for vekseform og resistens mot bærbuskbladfallsopp hjå sju ripssortar på Kise (middel av tre år)

Table 12. Content of soluble solids and running-off (%), scores for growth habit and resistance to leaf spot of seven redcurrant cultivars at Kise (means of three years)

Sortar Cultivars	Løyst tørrstoff Soluble solids	Kartfall Running-off	Bladfallsopp ¹⁾ Leaf spot ¹⁾	Vekseform ¹⁾ Growth habit ¹⁾
Raud Hollandsk	12,2	41	4,8	3,5
Gullan	13,0	31	4,5	3,0
Red Start	12,5	29	1,2	4,1
Rolan	11,2	49	3,9	3,0
Rosetta	12,1	26	4,3	3,1
Rovada	13,0	26	4,1	3,2
Rubin	11,7	39	2,2	4,2
Middel Mean	12,3	34	3,6	3,4
LSD 5%	1,0	8	0,8	0,6

1) poeng 1-5, høge verdiar = høg resistens og opprett vekst

1) score 1-5, high values = high resistance and erect growth habit

Forsøk 5

MATERIAL OG METODE

To år gamle buskar av 9 ripssortar vart våren 1984 planta i eit blokkforsøk med tre gjentak ved Ullensvang forskingsstasjon. Det vart nytta to buskar pr rute og planteavstanden var 2 x 4 m. Det vart halde ei ein meter breid vegetasjonsfri stripe langs radene med bruk av

spiregift, og i køyregangen var det kortklipt grasdekke. Jorda i feltet var leirhaldig sandjord med høgt innhald av organisk materiale, og det vart årleg gjødsla med 13 kg N pr da i fullgjødsl 13-6-16. Forsøket vart ikkje dekka mot fugl. Avlinga vart ein del redusert av den grunn, og vart difor registrert ved poengdøming straks før modning dei to siste åra. Bærstorleiken vart funnen ved veging og teljing av bær frå 50 klasar pr rute. Løyst tørrstoff vart analysert med handrefraktometer på friske, modne bær. Ved hausting vart det gjeve poeng for buskform og resistens mot bærbuskbladfallsopp etter skala 0 - 5.

RESULTAT

Dei registrerte avlingane var små på grunn av fugl (tabell 13), men når avlingsevna dei to siste åra vart karakterisert ved poeng, vart fleire av sortane vurdert til å gje gode avlingar, med Jotun som den beste. Innhaldet av løyst tørrstoff var høgst hjå målestokksorten Raud Hollandsk og lågt hjå Jotun. Veksemåten vart vurdert som betre hjå Jotun enn hjå målestokksorten, medan resistens mot bladfallsoppen vart vurdert likt hjå dei to sortane (tabell 14). Fleire av dei andre sortane i forsøket synte betre resistens mot denne soppen.

Forsøk 6

MATERIAL OG METODE

Forsøket vart planta som eit observasjonsforsøk i Skånevik våren 1984, og plantene var frå same materialet som i forsøk 5. Forsøket hadde seks buskar pr sort og var utan gjentak. Planteavstanden var 2 x 4 m. Jorda i feltet var leirhaldig sandjord med høgt innhald av organisk materiale og det vart årleg gjødsla med 10 kg N pr da i fullgjødsl 13-6-16. Dyrkingsmåten var elles som i forsøk 5.

RESULTAT

Buskane i forsøket kom straks i god vekst, og feltet var svært jamt. Forsøket vart forsøkshausta i 1986 og 1987 og resultata er presenterte i tabell 15. Målestokksorten Raud Hollandsk og den kvite sorten Gullan gav størst avling og store bær, men veksemåten hjå Gullan var svært nedliggjande. Best vekst hadde sortane Jotun, Rødluvan og Rondon, men også Raud Hollandsk og Nortun hadde bra opprett veksemåte. Det var mykje skade av bladfallsopp i feltet, og Raud Hollandsk synte best resistens.

DRØFTING OG KONKLUSJON

I forsøk 1 hadde dei beste seleksjonane store klasar (tabell 2) og gav gode avlingar (tabell 1), men nokre av dei var også svake i viktige eigenskapar. Øydivin (1978) peika på positive og negative eigenskapar med dei tre navngjevne seleksjonane, og våre observasjonar høver godt med hans. Seleksjonen Jotun stadfesta i forsøk 2 det gode inntrykket frå forsøka 10 år tidlegare (forsøk 1), og seleksjonen var svært lik Raud Hollandsk i dei fleste eigenskapar (tabell 3 og 4). Seleksjonen Nortun hadde god buskform og større bær enn Jotun og Raud Hollandsk. Seleksjonen har også gode eigenskapar som dessertbær (Nestby 1994). Kvalitesgranskningar har synt lågt innhald av tørrstoff og vitamin C og lågt sukker/syre forhold hjå Jotun (Leisner 1984, Leisner & Heiberg 1986). Seleksjonen er svært lik Raud Hollandsk i fleire eigenskapar og bør vera eit supplement til denne sorten for dyrking i Sør- og Midt-Noreg. Nortun kan vera eit alternativ i område der faren for vinterskade er liten. Dei andre norske seleksjonane er ikkje gode nok for dyrking.

Ei rekkje sortar av ulikt opphav vart prøvde i tre landsdeler i forsøk 3. Same forsøket låg og på Ås der granskninga av kvalitetseigenskapar vart utførde (Leisner 1984, Leisner & Heiberg 1986). Avlingsregistreringane synte få samspel av sort og vekseplass, men sikkert samspel av sort og år. Både på Kise og Kvithamar skilde Stanza seg ut med stor avling og med middels store klasar og bær. I forsøket på Ås synte sorten bra kvalitet, med særleg god saftfarge (Leisner & Heiberg 1986). Sorten kan vera aktuell i privathagar, men han er diverre svak både mot mjøldogg og bladfallsopp (tabell 9). Laxton nr 1 gav også større avling enn Raud Hollandsk på Kise, men sorten var sterkt skadd av bærbuskbladfallsoppen, hadde små bær og svært små klasar. Både Stanza og Laxton nr 1 var dessutan vanskelege å hausta med bankehausting (tabell 6). I forsøket på Njøs gav Raud Hollandsk størst avling, men bæra var små. Denne sorten synte i forsøket på Kvithamar god resistens mot både mjøldogg og bærbuskbladfallsopp. Veksten er opprett og buskane har sterke greiner.

Det siste forsøket på Kise bekrefta dei gode eigenskapane hjå Raud Hollandsk, men både Rolan, Rosetta og Rovada hadde større bær og gav høgare avling. Rolan hadde lågt innhald av løyst tørrstoff, men sorten hadde god resistens mot bærbuskbladfallsopp. Fleire av sortane i dette forsøket er interessante for grundigare prøving, og særleg bør kvaliteten granskast nærare for å styrkja grunnlaget for vurdering av sortane.

Forsøka på Vestlandet (tabell 13 - 15) synte varierende inntrykk av fleire av sortane, men Raud Hollandsk stadfesta også i desse forsøka at avlingsevna er god, at bæra er berre middels store, innhaldet av løyst tørrstoff er høgt, og at sorten har god resistens mot bladsjukdomar. Målestokksorten Raud Hollandsk var såleis alt i alt mellom dei beste sortane i alle forsøka.

Tabell 13. Avling (kg/daa, middel 1986-87), avling (poeng, middel 1988-89) og bærstorleik (gram/100 bær, middel av tre år) hjå 10 ripssortar ved Ullensvang
 Table 13. Yield (kg/0.1 ha, means 1986-87), yield (score, means 1988-89) and berry size (g/100 berries, means of three years) of ten redcurrant cultivars at Ullensvang

Sortar Cultivars	Avling Yield		Bærstorleik
	kg	Poeng ¹⁾ Score ¹⁾	
Raud Hollandsk	170	3,9	51
Jotun	130	4,9	51
Fortun	299	4,4	62
Nortun	269	3,7	60
Gullan	250	4,0	69
Rødluvan	324	4,1	37
Jonkheer van Tets	361	4,1	66
Stanza	305	4,0	49
Red Lake	164	3,7	59
Middel Mean	227	3,9	56

¹⁾ poeng 0-5, høge tal = god avling

¹⁾ score 0-5, high score = good yield

Tabell 14. Prosent løyst tørrstoff, veksemåte og resistens mot bladfallsopp (poeng) hjå 10 ripssortar ved Ullensvang
 Table 14. Content of soluble solids (%), growth habit and resistance to leaf spot (score) of ten redcurrant cultivars at Ullensvang

Sortar Cultivars	Løyst tørrstoff Soluble solids	Veksemåte ¹⁾ Growth habit ¹⁾	
		Bladfallsopp ¹⁾ Leaf spot ¹⁾	
Raud Hollandsk	15,2	6,1	5,1
Jotun	11,3	7,7	5,1
Fortun	12,2	6,1	6,2
Nortun	12,6	6,2	6,0
Gullan	11,7	5,5	6,9
Rødluvan	13,4	3,9	3,7
Jonkheer van Tets	11,0	5,5	6,6
Stanza	10,3	5,4	4,9
Red Lake	12,8	6,1	5,9
Middel Mean	12,3	6,0	5,6

¹⁾ poeng 0-9, høge poeng = opprett vekst og friske buskar

¹⁾ score 0-9, high score = high resistance and erect growth habit

212 Dyrkingsverdien av ripssortar

Tabell 15. Avling (kg/daa), bærstorleik (gram/100 bær), veksemåte og resistens mot bladfallsopp (poeng) hjå 10 ripssortar ved Skånevik. Middel av to år

Table 15. Yield (kg/0.1 ha), berry size (g/100 berries) growth habit and resistance to leaf spot (score) of ten redcurrant cultivars at Skånevik (means of two years)

Sortar <i>Cultivars</i>	Avling <i>Yield</i>	Bærstorleik <i>Berry size</i>	Veksemåte ¹⁾ <i>Growth habit¹⁾</i>	Bladfallsopp ¹⁾ <i>Leaf spot¹⁾</i>
Raud Hollandsk	575	73	7,0	7,7
Jotun	163	60	8,0	7,0
Fortun	275	65	5,3	5,5
Nortun	488	84	7,3	6,0
Gullan	675	78	2,8	6,2
Rødluvan	338	31	8,0	5,5
Jonkheer van Tets	423	77	5,3	7,0
Stanza	525	74	4,8	6,2
Random	150	58	8,0	6,5
Middel <i>Mean</i>	363	75	6,5	6,3

¹⁾ sjå tabell 14 ¹⁾ see Table 14

OMTALE AV SORTANE

- Cascade:** Amerikansk sort frå 1942, (*Ribes sativum* x *R.s. macrocarpum*) etter fri pollinering av Diploma. Sorten har kraftige og bra opprette buskar, er middels tidleg, gjev lita avling av store, lyse og syrlege bær av god kvalitet. Sorten har svak resistens mot bladsjukdomar og er ingen aktuell sort.
- Fay's Prolific:** Gammal amerikansk sort (*Victoria* x *Cherry*) med mange synonym. Sorten har middels kraftige buskar med lite opprett vekst. Tidleg sort som gjev lita avling av syrlege, gode bær. Sorten har svak resistens mot bladsjukdomar og er ingen aktuell sort.
- Fortun(8/54/69):** Norsk kryssing frå 1966, (Raud Hollandsk x Jonkheer van Tets). Buskane er middels kraftige med nokså utbreidd vekst. Sorten er svært tidleg med middels bærstorleik og avling av lyseraude bær. Sorten er lite aktuell for dyrking.
- Gullan:** Svensk sort med kvite bær. Sorten har middels kraftig vekst og buskar med bra opprett vekst. Sein sort med middels avling. Bæra har mykje løyst tørrstoff, men er svært sure. Sorten har god resistens mot bladsjukdomar, men har truleg liten dyrkingsverdi.

- Heros: Gammal, tysk sort med låge og breide buskar med middels opprett vekst. Sorten er tidleg, men gjev lita avling av lyse, middels store bær. Sorten har god sjukdomsresistens, men er ingen aktuell sort.
- Jonkheer van Tets: Eldre, hollansk sort (Fay's Prolific x ukjend). Veksten er kraftig og buskane bra opprette. Eldre greiner har ofte lett for å brekka ved basis. Sorten gjev tidleg og middels til god avling av middels store bær med lågt innhald av løyst tørrstoff. Bra resistens mot blad-sjukdomar. Vert ofte frosts-kadd og er berre aktuell i gode strok.
- Jotun (6/55/70): Norsk kryssing frå 1966 (Raud Hollandsk x Jonkheer van Tets). Veksten er middels kraftig og opprett. Sorten er middels tidleg, har middels til god avling, store klasar og middels bærstorleik. Sjukdomsresistensen er god og sorten er svært lik Raud Hollandsk i fleire eigenskapar. Sorten er aktuell for vidare prøving og dyrking.
- Laxton's nr 1: Gammal engelsk sort med middels kraftige buskar og litt utbreidd vekst. Sorten er tidleg, har middels store bær med god smak og aroma. Sorten har svært svak resistens mot bladsjukdomar og er lite hardfør. Ingen aktuell sort.
- Laxton's Perfection: Gammal engelsk sort med svært utbreidd, ofte nesten flat vekst. Sorten er tidleg, har svært store, mørkeraude bær og oftast lita avling. Sorten er svak mot bladsjukdomar og lite hardfør. Ingen aktuell sort.
- Marses Prominent: Hollandsk sort (Jonkheer van Tets x Fay's Prolific). Buskane er låge og breide, men har likevel tett og opprett vekst. Sorten er tidleg til middels tidleg, bæra er helst store og lyst raude. Sorten er utsett for virus og har liten dyrkingsverdi.
- Nortun (6/20/69): Norsk kryssing (Raud Hollandsk x Jonkheer van Tets) frå 1966 med middels kraftig og litt utbreidd vekst. Seleksjonen er tidleg, gjev middels avling av bra store bær med god spisebærkvalitet. Buskane vert stundom skadde om vinteren, har god resistens mot bladfallsopp og har dyrkingsverdi i strok med liten fare for vinterskade.
- Raud Hollandsk: Svært gammal hollandsk sort av ukjent opphav. Buskane er kraftige med bra opprett vekst. Bæra modnar middels tidleg og sorten gjev oftast stor avling av middels store bær. Svært frisk busk som overvintrar godt. Framleis ein viktig sort.
- Red Cross: Gammal amerikansk sort (Cherry x White Grape) med svak og ofte utbreidd vekst. Avlinga er middels og bæra litt små. Sorten har svært svak resistens mot både mjøldogg og bladfallsopp og er ingen aktuell sort.

214 Dyrkingsverdien av ripssortar

- Red Lake:** Gammal, amerikansk sort av ukjent opphav med middels kraftig og opprett vekst. Blada er lyse og skotspissane sterkt raude. Avlinga er varierende, oftast under middels og bæra er små. Sorten har svært svak resistens både mot mjøldogg og bladfallsopp og er ingen aktuell sort.
- Red Start:** Engelsk sort med middels kraftig, opprett vekst. Sorten gav svært lita avling og små bær i forsøka. Resistensen både mot mjøldogg og bladfallsopp er svak, og sorten er ikkje aktuell for dyrking.
- Rolan:** Ny, hollandsk sort (Fay's Prolific x Heinemanns Rote Spätlese). Veksten er kraftig og bra opprett. Sorten er tidleg med middels til stor avling av middels store bær. Innholdet av løyst tørrstoff var lågt og sorten hadde stort kartfall i forsøka. Resistensen mot bærbuskbladfallsopp var middels, og sorten bør prøvast vidare.
- Random:** Gammal hollandsk sort med svært kraftig og utbreidd vekst. Sorten gjev oftast stor avling. Bæra veks på runde klasar og er sure og lyse. Buskane er middels vinterherdige og har bra resistens mot bladfallsopp. Bærkvaliteten er for dårleg og sorten er ikkje aktuell for dyrking.
- Rosetta:** Nyare hollandsk sort med kraftig og bra opprett vekst. Sorten er sein, men gjev stor avling og store bær. Buskane har god resistens mot bærbuskbladfallsopp, men er litt lite vinterherdige. Sorten er interessant og bør prøvast vidare.
- Rovada:** Ny, hollandsk sort (Jonkheer van Tets x Rosetta) med middels kraftig og noko utbreidd vekst. Sorten er sein med middels til god avling av store bær med mykje løyst tørrstoff. Buskane har middels til god resistens mot bærbuskbladfallsopp, og sorten bør prøvast vidare.
- Rubin:** Nyare hollandsk sort med middels kraftig og opprett vekst. Sorten er tidleg, gjev middels avling og svært små bær med lite løyst tørrstoff. Resistensen mot bærbuskbladfallsopp er svak, og sorten er ikkje aktuell for dyrking.
- Russ nr 1:** Russisk sort ("Stjedraja"). Veksten er kraftig, svært tett og utbreidd. Bæra modnar middels tidleg, avlinga er varierende og bæra har bra storleik. Sorten er noko resistent mot mjøldogg og bladfallsopp, men er ingen aktuell sort.

- Russ nr 2: Russisk sort med middels kraftig vekst, lita til middels avling og små bær med høgt tørrstoffinnhald. Sorten har bra resistens mot mjøldogg og bladfallsopp, men er ingen aktuell sort.
- Rødluvan: Svensk sort med middels kraftig og opprett vekst. Avlinga er varierende og bæra svært små. Sorten har svak resistens mot bladfallsopp og er ingen aktuell sort.
- Stanza: Nyare, fransk sort med kraftig og svært utbreidd vekst. Sorten er sein med god avlingsevne og middels store, sure bær med god aroma. Buskane har svak resistens mot mjøldogg og bladfallsopp, og sorten bør prøvast vidare.
- 4/13/69: Norsk kryssing (Raud Hollandsk x Jonkheer van Tets) med middels kraftig og opprett vekst. Seleksjonen har middels avling og bærstorleik, og er vraka for dyrking. Seleksjonen er ein svært vakker busk som kan høva til pryde.
- 9/37/69: Norsk kryssing (Raud Hollandsk x Jonkheer van Tets) med middels kraftig og utbreidd vekst. Seleksjonen har middels avling og store bær, men er vraka på grunn av veksemåten.

SAMANDRAG

Til saman 24 sortar og seleksjonar av raudrips og ein kvitripsort har vore verdiprøvde i ei rekkje forsøk i ulike landsdeler i Sør- og Midt-Noreg i perioden 1974-1991. Alle sortane vart prøvde ved Kise, 13 vart prøvde ved Kvihamar og 19 på Vestlandet (Njøs, Ullensvang og Skånevik). Dei fleste sortane synte svak resistens mot bladfallsopp og vart difor vraka. Svært mange sortar hadde dårleg veksemåte, nokre gav for lita avling eller hadde for dårleg kvalitet, og eit par sortar fekk for stor vinterskade. Berre nokre få sortar er tilrådd dyrka, og nokre er tilrådde for vidare prøving. Alle sortane har fått ein kort omtale med tilråding for dyrking eller vidare prøving.

LITTERATUR

- Groven, I., & G. Buck 1972. Sortsforsøg med ribs. Tidsskr. Planteavl 76: 209-220.
- Leisner, M. 1984. Sortsvurdering i rødris. Institutt for fruktdyrking NLH. Hovedoppgåve 42 s.
- Leisner, M. & N. Heiberg 1986. Sortsvurdering i rødris. Fukt og Bær 1986, 11-17.
- Nestby, R. 1994. Personleg melding.

Samuelsen, R. 1983. Rips i nord. *Frukt og Bær* 1983, 17-19.

Samuelsen, R. 1986. Wild Currant (*Ribes spicatum* Robs.) registration and collecting for breeding and domestication in the arctic Norway. *Acta Horticulturae* 183, 33-37.

Samuelsen, R., I.L. Andersen, K. Rapp & O. Østgård 1987. Arter og sorter av førvekster, matvekster og plen gras for det nordlige Nord-Norge. Holt forskingsstasjon. Stensiltrykk nr. 1, 23 s.

Thorsrud, J. 1969. Sorts- og jorddekkingsforsøk med rips planta som hekk. *Forsk. Fors. Landbr.* 20: 323-329.

Valset, K. 1973. Ripssortar. Institutt for fruktdyrking NLH. Stensiltrykk nr 18, 16 s.

Øydvin, J. 1974. Avkomstgransking i rips. *Forsk. Fors. Landbr.* 25: 219-237.

Øydvin, J. 1978. Skildring av tre nye ripskultivarar, 'Fortun', 'Nortun' og 'Jotun', og kjennemerke på foreldra. *Gartneryrket* 68 (16), 452-57.

Dyrkingssystemfelt for økologisk landbruk

Karakterisering av ugrasfloraen ved start av felta

HALDOR FYKSE & KJELL WÆRNHUS
Statens plantevern, Avdeling ugras, Ås, Norge

Fykse, H. & K. Wærnhus 1994. Dyrkingssystemfelt for økologisk landbruk. Karakterisering av ugrasfloraen ved start av felta. Norsk landbruksforskning 8: 217-233. ISSN 0802-5333.

Forskningsutvalet for økologisk landbruk vedtok i 1992 å leggja ut 3 dyrkingssystemfelt - eitt på Voll/NLH, eitt på SFL Landvik og eitt på SFL Kvithamar. I den samanhengen var det ønskeleg å få kartlagt ugrassituasjonen m.o.t. frøugras, rotugras og frøbank, slik den var før forsøksaktiviteten starta opp. Målet var å få fram opplysningar som på den eine sida kunne nyttast ved planlegginga av framtidig forsøksarbeid på felta, og på den andre tena som referanse seinare. Arbeidet i marka vart gjennomført sommaren 1993. Alle felta hadde då vårkorn over det heile.

Statens plantevern, Avdeling ugras fekk i oppdrag å utføra kartleggingsarbeidet som NFR har støtta med 70.000 kr.

METODIKK

Kvart felt var delt inn i 6 skifte - på Voll nummerert frå 24 til 29, på Landvik frå 1 til 6 og på Kvithamar frå 8.1 til 8.3 og frå 9.1 til 9.3. Skifta var dessutan med tanke på framtidig bruk delt inn i eit referanseareal og eit forsøksareal.

For å kunna stadfesta ugrasobservasjonane vart kvart skifte lagt inn i eit koordinatsystem ved hjelp av tenkte liner både på langs og på tvers. Observasjonsrutene, der frøgraset vart talt og jordprøvene til studium av frøbanken vart tatt ut, blei lagt til skjeringspunkta mellom linene i dette koordinatsystemet. Skifteinndelinga og koordinatsystemet går elles fram av fig. 1 - 3.

Frøgraset vart identifisert og talt på 4-bladstadiet for kornet innanfor ei ramme på 0,5 m x 0,5 m.

Rotgraset voks dels som enkeltplanter og dels i større eller mindre flekkar. Det var registrert på gulmodningsstadiet for kornet og posisjonen fastlagt ved hjelp av koordinatsystemet som er nemnt ovanfor.

Frøbanken. Jordprøver til analyse av frømengda i jorda vart tatt ut til 10 cm djup frå annankvar observasjonsrute samtidig med registreringa av frøgraset. I tida mellom uttaket

av jordprøvene og starten av analysen (ca 1 veke), låg jorda på kjølelager ved +5°C. Sjølve analysen vart gjennomført som omtala hos Fykse (1993).

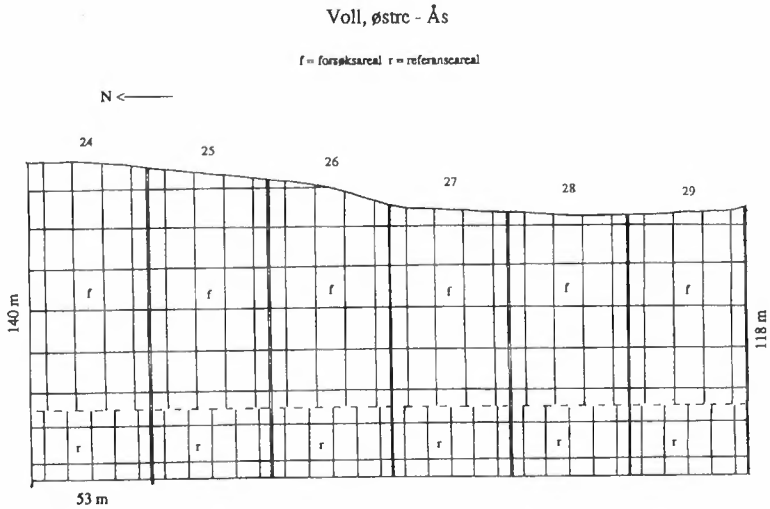


Fig. 1. Oppdeling av feltet på Voll, østre skifte, forsøks- og referanseareal, og med koordinatsystemet inneikna

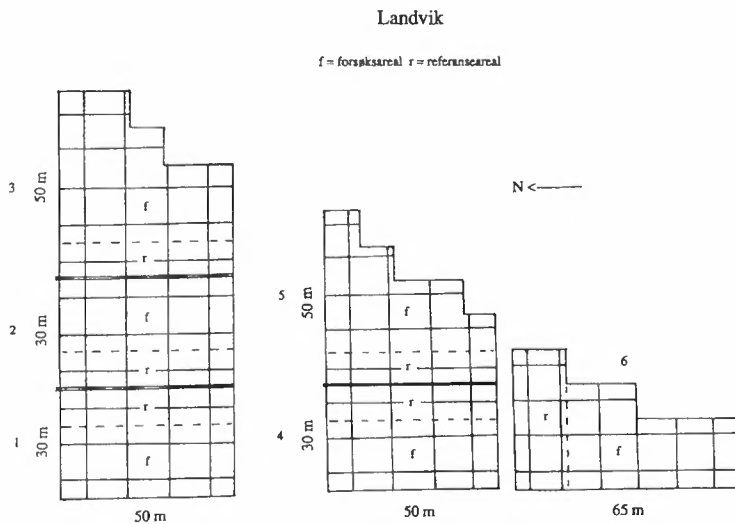


Fig. 2. Oppdeling av feltet på Landvik i skifte, forsøks- og referanseareal, og med koordinatsystemet inneikna

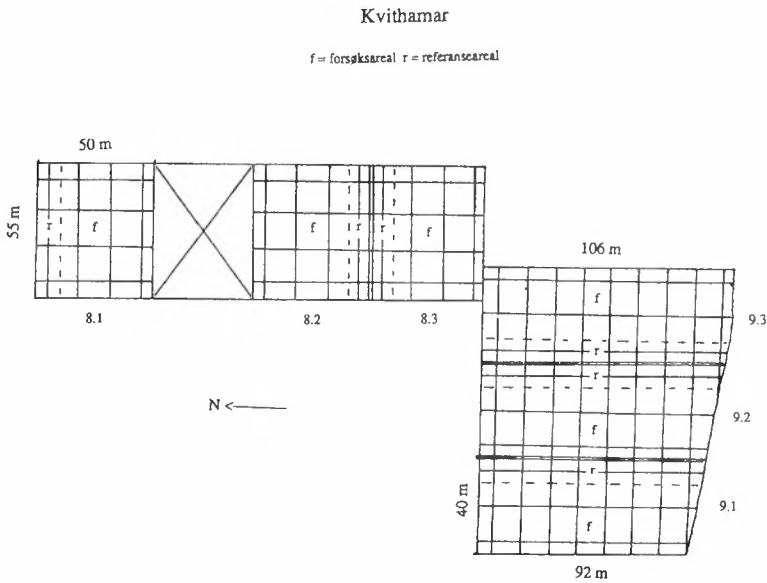


Fig. 3. Oppdeling av feltet på Kvithamar i skifte, forsøks- og referanseareal, og med koordinatsystemet inneikna

RESULTAT

Ugras registrert på åkeren

Frøugras

Resultata blir i hovudsak presentert i tabellar. For lettare å sjå både samanhengar og skilnader mellom felta/skifta blir alle artene som vart registrerte i dei tre felta, ført opp i dei fleste tabellane. Dessutan vil fordelinga av den samla mengda av frøugras i eit felt/skifte bli framstilt ved hjelp av konturplott.

Artssamansetnaden i felta - kvart felt sett under eitt

Tabell 1 syner namnet på alle artene som vart registrert i felta, og frekvensen av kvar art i dei ulike felta.

Kvithamar viste seg som det mest artsrike feltet med 19 arter. Voll og Landvik hadde etter tur 15 og 14 arter, men langt frå alle artene var like vanlege.

Feltet på **Voll** var dominert av 4 arter: Då-arter, meldestokk, raudvitann og åkerstemorsblom - med den siste som mest vanleg, i det den vart funnen i 77 % av observasjonsrutene.

På **Landvik** peika særleg 6 arter seg ut: Gjetartaske, linbendel, meldestokk, raudvitann, vassarve og åkersvineblom. Den første av desse var utruleg sterkt representert på feltet - i heile 99% av observasjonsrutene.

Tabell 1. Namn og frekvens¹⁾ av dei ulike frøgrasartene i felta

Ugrasart:	Voll	Landvik	Kvithamar
Balderbrå	2	.	.
Då-arter	30	6	72
Gjetartaske	2	99	8
Høsegras	.	6	6
Jordrøyk	8	.	50
Klengjemaure	9	.	.
Linbendel	4	68	35
Meldestokk	47	81	77
Raudtvitann	37	40	55
Rybs	.	11	4
Stivdylle	.	.	19
Svartsøtvier	.	2	.
Tunbalderbrå	8	12	53
Tungras	.	14	64
Vassarve	17	67	47
Vasspepar	.	.	2
Vindeslirekne	4	2	15
Åkergull	1	.	1
Åkerminneblom	.	.	35
Åkerstemorsblom	77	26	11
Åkersvineblom	6	44	6
Åkervortemjolk	4	.	3
Tal arter i feltet	15	14	19

1) Talet på observasjonsruter der vedkomande art vart funnen, rekna i prosent av det samla talet på observasjonsruter i feltet

Feltet på **Kvithamar** hadde ikkje berre flest arter totalt sett, men eit større tal arter var også jamnare fordelt over arealet (hadde høge frekvensar) enn i felta på Voll og Landvik. Dei vanlegaste artene på Kvithamar var: Då-arter, jordrøyk, linbendel, meldestokk, raudtvitann, tunbalderbrå, tungras, vassarve og åkerminneblom. Meldestokk og då-arter førekom aller oftast - på etter tur 77 og 72 % av observasjonsrutene.

Artssamansetnaden på kvart skifte i feltet

I tabellane 2, 3 og 4 er namn og frekvens av dei ulike artene på kvart skifte i dei 3 felta ført opp.

Artstalet i feltet på **Voll** (tab. 2) var størst på skifta som grensa mot ytterkantane - skifte 24, 25 og 29. Frekvensen av dei ulike artene følgde i store drag det same mønsteret, men utan unntak var regelen ikkje. Det mest slående unntaket viste åkerstemorsblom, som var tolleg jamt fordelt på alle skifte, men hadde trass alt høgare frekvens på midten enn i ytterkantane av feltet.

I feltet på **Landvik** (tab. 3) hadde skifte 5 flest og skifta 4 og 6 færrest arter. Det mest karakteristiske ved dette feltet, jamført med dei to andre, er at dei artene som dominerte, var sterkt representerte på alle skifte - med ein frekvens heilt oppe i 100 for to

av artene (gjetartaske og meldestokk) på fleire av skifta. Skifte 6 skilde seg likevel markert ut frå dei andre ved at frekvensen av ugras som var viktige for feltet totalt sett, her var til dels langt mindre vanleg. Åkersvineblom vart t.d. ikkje funnen i det heile i observasjonsrutene på skifte 6.

Tabell 2. Namn, frekvens¹⁾ og tal frøgras i skifta på VOLL

Ugrasart/skifte	24	25	26	27	28	29
Balderbrå	3	6	.	.	.	3
Då-arter	12	21	28	27	57	40
Gjetartaske	.	3	.	.	3	.
Høsegras	.	.	.	.	.	.
Jordrøyk	12	12	6	.	3	13
Klengjemaure	21	12	9	7	3	3
Linbendel	.	6	6	6	.	3
Meldestokk	73	56	22	13	33	83
Raudvitann	50	41	22	27	40	40
Rybs	.	.	.	.	.	.
Stivdylle	.	.	.	.	.	.
Svartsøtvier	.	.	.	.	.	.
Tunbalderbrå	6	6	.	3	3	30
Tungras	.	.	.	.	.	.
Vassarve	6	21	13	17	27	20
Vasspepar	.	.	.	.	.	.
Vindeslirekne	3	3	.	3	7	7
Åkergull	3	.	.	.	.	.
Åkerminneblom	.	.	.	.	.	.
Åkerstemorsblom	71	76	75	87	83	70
Åkersvineblom	6	15	.	3	.	13
Åkervortemjøk	3	.	.	3	3	13
Tal arter i kvart skifte	13	13	8	11	11	13

¹⁾ Talet på observasjonsruter der vedkomande art vart funnen rekna i prosent av det samla talet på observasjonsruter i skiftet

På **Kvithamar** (tab. 4) varierte artstalet mellom skifta heller mykje - frå berre 10 arter i skifte 8.2 til 18 i skifte 9.3. Fordelinga av arter som i feltet totalt sett hadde høg frekvens, varierte også meir mellom skifta her enn i dei to andre felta. Såleis mangla linbendel i skifte 8.2 og åkerminneblom i skifte 8.1, 8.3 og 9.1. Dei artene som varierte minst over feltet, var då-artene, jordrøyk, meldestokk og vassarve.

Tabell 3. Namn, frekvens¹⁾ og tal frøugras i skifta på LANDVIK

Ugrasart\skifte	1	2	3	4	5	6
Balderbrå	.	.	.	.	.	.
Då-arter	.	.	25	.	7	.
Gjetartaske	100	100	100	100	100	94
Hønsgras	.	17	6	.	7	6
Jordrøyk	.	.	.	.	.	.
Klengjemaure	.	.	.	.	.	.
Linbendel	67	92	88	83	86	11
Meldestokk	75	100	81	100	100	44
Raudtvitann	58	33	44	75	21	22
Rybs	8	.	50	.	.	.
Stivdylle	.	.	.	.	.	.
Svartsøtvier	.	.	.	.	7	6
Tunbalderbrå	8	8	19	25	14	.
Tungras	17	42	.	17	7	11
Vassarve	67	92	88	92	64	17
Vasspepar	.	.	.	.	.	.
Vindeslirekne	.	8	.	.	7	.
Åkergull	.	.	.	.	.	.
Åkerminneblom	.	.	.	.	.	.
Åkerstemorsblom	50	17	13	58	21	11
Åkersvineblom	67	25	56	83	50	.
Åkervortemjøk	.	.	.	.	.	.
Tal arter i kvart skifte	10	11	11	9	13	9

¹⁾ Talet på observasjonsruter der vedkomande art vart funnen rekna i prosent av det samla talet på observasjonsruter i skiftet

Mengde ugras i heile feltet sett under eitt

Gjennomsnittleg ugrasmengde, uttrykt som planter pr m², for kvart felt var lågast på Voll og høgast på Landvik. Kvithamar kom i ein mellomstilling, jfr. tabell 5.

På **Voll** dominerte åkerstemorsblom med 30 planter pr. m² i gjennomsnitt, deretter kom raudtvitann med 9 og meldestokk med 7 planter pr m². Raudtvitann var mindre vanleg (hadde lågare frekvens) enn meldestokk (jfr. tab.1), men stod altså tettare der den var.

I feltet på **Landvik** dominerte gjetartaske sterkt med sine 147 planter pr m². Meldestokk kom også tett, medan mengda av linbendel og vassarve, som begge var heller vanlege i feltet, var lågare. Mangelen på samsvar mellom frekvens og mengde var elles endå større for åkerstemorsblom som førekom mange stader, men i få eksemplar.

På **Kvithamar** stod tunbalderbrå tettast. Med gjennomsnittleg 45 planter pr m² var plantetalet faktisk over dobbelt så høgt som av dei 2 neste artene, meldestokk og raudtvitann, som begge hadde 18 planter m². Av dei andre vanlege artene på feltet førekom berre tungras og då-artene i nemnande mengder.

Tabell 4. Namn, frekvens¹⁾ og tal frøugras i skifta på KVITHAMAR

Ugrasart\skifte	8.1	8.2	8.3	9.1	9.2	9.3
Balderbrå	.	.	.	.	.	.
Då-arter	44	94	94	71	76	59
Gjetartaske	.	.	.	4	16	19
Høsegras	19	.	6	8	.	7
Jordrøyk	88	69	25	45	52	33
Klengjemaure	.	.	.	.	.	.
Linbendel	88	.	25	46	24	33
Meldestokk	56	69	81	88	76	85
Raudtvitann	38	88	69	13	60	70
Rybs	.	.	6	.	.	15
Stivdylle	.	.	38	8	12	19
Svartsøtvier	.	.	.	.	.	.
Tunbalderbrå	100	56	25	71	20	56
Tungras	75	69	44	29	64	96
Vassarve	56	69	44	42	40	41
Vasspepar	13	.	.	.	.	4
Vindeslirekne	6	.	.	29	36	7
Åkergull	.	.	.	.	.	4
Åkerminneblom	.	100	.	.	32	74
Åkerstemorsblom	.	13	13	13	20	7
Åkersvineblom	.	.	.	13	12	7
Åkervortemjolk	13	13	.	.	.	.
Tal arter i kvart skifte	12	10	12	12	14	18

¹⁾ Talet på observasjonsruter der vedkomande art vart funnen rekna i prosent av det samla talet på observasjonsruter i skiftet

Mengde ugras på kvart skifte og arealtype

Tabellane 6, 7 og 8 gir opplysning om mengda av dei ulike ugrasartene på forsøks- og referansearealet i kvart skifte i dei 3 felta.

I feltet på **Voll** (tab. 6) hadde alle skifta, med unntak av skifte 28 og 29 meir ugras på referansearealet enn på forsøksarealet. Stort sett var det altså litt tettare med ugras i den vestlege enn i den austlege delen av feltet. Dette blir betre illustrert på konturplottet, der det også går fram at nokre stader i feltet hadde større konsentrasjonar av ugras enn andre, jfr. fig. 4. Mellom dei ulike skifta var det likevel ingen påfallande store skilnader. Feltet må difor kunna seiast å vera tolleg einsarta m.o.t. ugras.

Tabell 5. Gjennomsnittleg mengde av kvar art og sum alle frøgras for heile feltet sett under eitt¹⁾

	Voll	Landvik	Kvithamar
Ugras, planter/m²			
Balderbrå	0	.	.
Då-arter	3	0	11
Gjetartaske	0	147	0
Hønsesgras	.	0	0
Jordrøyk	1	.	5
Klengjemaure	1	.	.
Linbendel	0	31	5
Meldestokk	7	82	18
Raudtvitann	9	5	18
Rybs	.	1	0
Stivdylle	.	.	1
Svartsøtvier	.	0	.
Tunbalderbrå	1	1	45
Tungras	.	1	14
Vassarve	1	19	5
Vasspepar	.	.	0
Vindeslirekne	0	0	1
Åkergull	0	.	0
Åkerminneblom	.	.	1
Åkerstemorsblom	30	5	1
Åkersvineblom	0	4	0
Åkervortemjølke	0	.	0
SUM ugras	53	295	127

¹⁾ 0 tyder færre enn 0,5 planter/m², og . at planta manglar

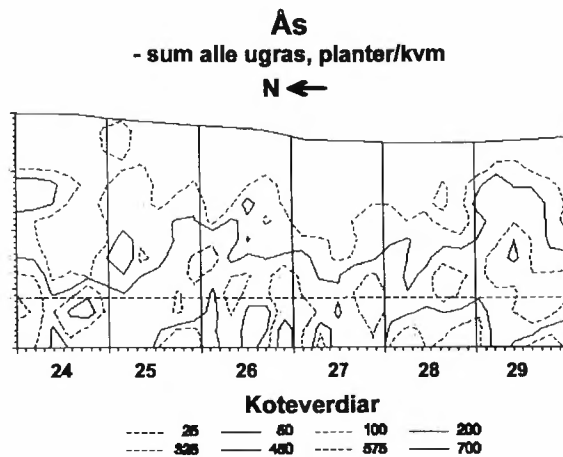


Fig. 4. Konturplott som viser mengde og fordeling av alle ugras samlaa i feltet på Voll, østre

Tabell 6. Gjennomsnittleg mengde av dei ulike ugrasartene og sum alle frøugras på referanse- (Ref.) og forsøksareal (Fors.) innanfor kvart skifte på VOLL¹⁾

	Skifte											
	24		25		26		27		28		29	
	Areal	Areal	Areal	Areal	Areal	Areal	Areal	Areal	Areal	Areal	Areal	
Ref.	Fors	Ref.	Fors	Ref.	Fors	Ref.	Fors	Ref.	Fors	Ref.	Fors	
Ugras, planter/m²												
Balderbrå	.	0	1	.	.	.	.	.	.	.	.	0
Då-arter	0	1	1	1	0	2	1	1	6	11	1	3
Gjetartaske	.	.	.	0	.	.	0	.	.	0	.	.
Jordrøyk	0	1	1	1	1	.	.	.	.	0	4	0
Klengjemaure	2	2	.	1	0	0	.	0	.	0	.	0
Linbendel	.	.	1	.	1	.	2	.	.	.	.	0
Meldestokk	23	10	6	5	10	1	2	0	3	3	5	18
Raudtvitann	73	2	33	3	4	.	4	3	5	4	1	13
Tunbalderbrå	1	.	.	1	.	.	.	1	0	.	2	4
Vassarve	0	3	.	2	1	1	0	1	2	2	1	2
Vindeslirekne	.	0	.	0	.	.	.	0	1	.	0	0
Åkergull	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Åkerstemorsblom	11	7	24	27	65	42	78	24	16	19	57	29
Åkersvineblom	3	.	0	1	.	.	.	0	.	.	.	1
Åkervortenjolk	.	0	.	.	.	.	.	0	0	.	1	0
SUM ugras	114	26	67	42	82	46	88	31	33	40	72	72

¹⁾ Talet 0 tyder færre enn 0,5 planter/m², og . at planta manglar heilt

På **Landvik** (tab. 7) var det store skilnader mellom skifta, særleg mellom skifte 4 og 5 på den eine sida og skifte 6 på den andre. For alle ugras sett under eitt, var forholdet ca 10:1, og for spesielle arter, t.d. meldestokk og linbendel, var forholdet endå mykje større. Mellom referanseareal og forsøksareal på same skifte var skilnadene i ugrasmengde, når ein ser desse areala under eitt, ikkje påfallande stor. Forskjellen var størst i skifte 3 og 5. Konturplottet viser likevel at det innanfor eitt og same skifte kunne vera område med til dels store skilnader i ugrasmengde, jfr, fig. 5.

I feltet på **Kvithamar** (tab. 8) var det små skilnader innanfor alle skifte i samla ugrasmengde på forsøks- og referansearealet, unntatt i skifte 9.1, der forsøksarealet i gjennomsnitt hadde 3,5 gonger meir ugras enn referansearealet. Dette skuldast tunbalderbrå, som det fanst markert meir av i den vestlege delen av feltet. Skifte 9.1 hadde saman med skifte 8.1 mest ugras, og skifte 8.3 minst, men forskjellen mellom dei gjennomsnittlege ugrastala på kvart skifte var ikkje påfallande stor. Konturplottet gir eit meir nyansert bilete av skiftingane i ugrasmengda og viser at variasjonane går på tvers av både areal- og skiftengrensar, jfr. fig. 6.

Tabell 7. Gjennomsnittleg mengde av dei ulike ugrasartene og sum alle frøugras på referanse- (Ref.) og forsøksareal (Fors.) innanfor kvart skifte på LANDVIK¹⁾

	Skifte											
	1		2		3		4		5		6	
	Areal		Areal		Areal		Areal		Areal		Areal	
	Ref.	Fors.	Ref.	Fors.	Ref.	Fors.	Ref.	Fors.	Ref.	Fors.	Ref.	Fors.
Ugras, planter/m²												
Då-arter	.	.	.	.	1	1	.	.	1	.	.	.
Gjetartaske	80	133	48	84	56	264	245	177	248	253	43	45
Hønsesgras	.	.	.	1	.	0	.	.	.	0	.	0
Linbendel	21	9	81	83	16	30	30	56	66	18	.	1
Meldestokk	28	76	34	67	67	19	173	139	308	188	4	4
Raudtvitann	11	9	5	2	.	3	11	14	5	0	1	1
Rybs	1	.	.	.	1	9	.	.	.	.	.	.
Svartsøtvier	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	0
Tunbalderbrå	.	2	.	1	.	2	3	4	1	0	.	.
Tungras	2	1	4	2	.	.	2	.	1	.	1	.
Vassarve	39	16	28	27	12	16	50	43	25	6	3	1
Vindeslirekne	.	.	1	.	.	.	.	.	.	0	.	.
Åkerstemorsblom	7	22	1	1	.	2	4	14	2	1	1	2
Åkersvineblom	2	8	1	1	2	4	7	12	5	5	.	.
SUM ugras	191	274	203	266	155	350	525	456	662	472	51	56

¹⁾ Talet 0 tyder færre enn 0,5 planter/m², og . at planta manglar heilt

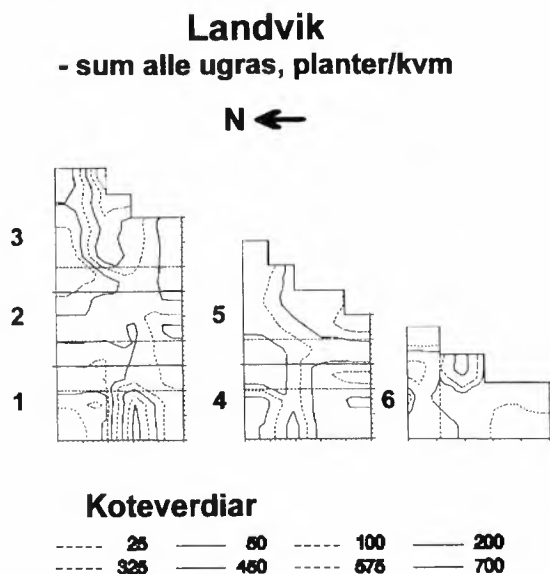


Fig. 5. Konturplott som viser mengde og fordeling av alle ugras samla i feltet på Landvik

Tabell 8. Gjennomsnittleg mengde av dei ulike ugrasartene og sum alle frøugras på referanse- (Ref.) og forsøksareal (Fors.) innanfor kvart skifte på KVITHAMAR¹⁾

	Skifte											
	8.1		8.2		8.3		9.1		9.2		9.3	
	Areal		Areal		Areal		Areal		Areal		Areal	
	Ref.	Fors	Ref.	Fors	Ref.	Fors	Ref.	Fors	Ref.	Fors	Ref.	Fors
Ugras, planter/m²												
Då-arter	4	2	15	16	28	16	15	5	5	19	3	10
Gjetartaske	.	.	.	.	.	.	1	.	0	1	.	1
Høsegras	3	0	.	.	.	0	.	1	.	.	.	0
Jordrøyk	4	19	1	9	1	1	5	4	4	5	1	4
Linbendel	14	10	.	.	1	3	1	10	1	2	0	13
Meldestokk	5	11	8	10	5	16	29	17	10	15	8	43
Raudtvitann	.	4	20	37	20	8	2	1	47	35	10	22
Rybs	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	3
Stivdytle	6	3	1	0	4	4	1	0	.	1	.	2
Tunbalderbrå	92	122	5	14	1	2	5	185	2	2	2	25
Tungras	7	10	6	11	8	5	4	3	40	7	41	23
Vassarve	17	2	10	7	1	5	3	8	6	4	3	5
Vasspepar	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
Vindeslirekne	.	0	.	.	.	.	4	1	.	4	1	.
Åkergull	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
Åkerminneblom	.	.	6	2	.	.	.	.	.	1	2	4
Åkerstemorsblom	.	.	.	1	3	.	1	0	2	1	1	.
Åkersvineblom	.	.	.	.	.	.	.	2	1	0	.	0
Åkervortemjøl	.	0	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
SUM ugras	153	187	73	107	73	60	68	234	119	94	72	157

¹⁾ Talet 0 tyder færre enn 0,5 planter/m², og . at planta manglar heilt

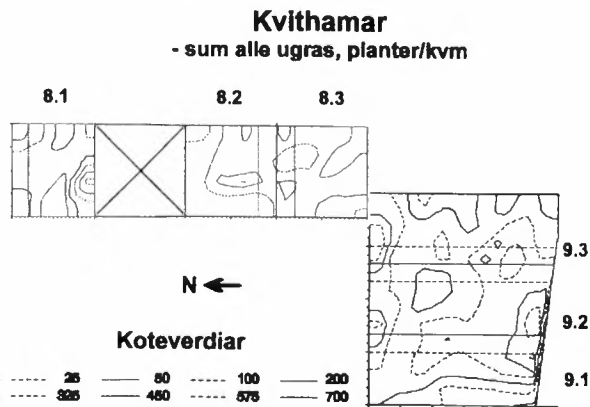


Fig. 6. Konturplott som viser mengde og fordeling av alle ugras samla i feltet på Kvithamar

Rotugas

På **Landvik** var det ikkje noko rotugas å registrera.

På **Voll** vart det påvist både åkertistel, åkerdylle, åkersvinerot, hestehov og kveke. Ingen skifte var heilt reine for rotugas, men på dei fleste skifta voks plantene heller spreidt. Det aller meste og dei største samanhengande områda med rotugas fanst på skifte 29, dessutan i eit belte i sørenden av skifte 25. Berre skifte 29 inneheldt alle 5 artene.

På **Kvithamar** var kveka det dominerande rotugaset, men det fanst også ein god del åkerdylle, dessutan åkertistel, hestehov, krypsoleie, engsyre og høymole. Kveka voks i alle skifte, men mest i skifte 8.3, 9.1 og 9.3. Åkerdylla vart også påvist spreidt på alle skifte - dei fleste plantene likevel på skifte 8.1 og 9.1. Åkertistel og hestehov var stort sett lokalisert til skifte 9.1, medan krypsoleia og engsyra i hovudsak var avgrensa til referanseareala i skifte 9.2 og 9.3, med mindre flekkar i nord og sørvest på skifte 9.1.

Frøbanken i jorda

Resultatet av jordanalysen er for alle felt og arter sett under eitt framstilt i tabell 9. Talet på frø i alt var høgast på Landvik og lågast på Voll og Kvithamar. Kvithamar hadde rett nok litt fleire frø enn Voll, men for alle arter samla var skilnaden mellom desse to felta liten.

Tabell 9. Gjennomsnittleg frømengde pr m² til 20 cm djup i kvart av felta

	Voll	Landvik	Kvithamar
Ugrasart			
Balderbrå	735	588	1213
Då-arter	647	588	588
Gjetartaske	588	4459	588
Groblad	.	.	1176
Høsegras	588	.	.
Jordrøyk	588	.	.
Krypsoleie	.	.	588
LinbendeI	882	1922	882
Meldestokk	1070	1525	637
Raudtvitann	765	588	1176
Rybs	8765	686	588
Stivdylle	.	.	588
Tunbalderbrå	1000	1882	2708
Tungras	588	588	735
Tunrapp	1453	4907	8557
Vassarve	1176	1490	588
Vindeslirekne	588	.	882
Åkergråurt	1264	4656	588
Åkerminneblom	.	.	588
Åkerstemorsblom	1587	735	588
Åkersvineblom	882	1029	.
Åkervortemjolk	1176	.	.
Andre frøgras	980	1029	588
SUM ugras	12616	22500	15889

. tyder at arta ikkje vart påvist i jordprøven

Jamfører ein tala i siste line i tabell 5 med dei som står i siste lina i tabell 9, ser ein at det er eit visst samsvar mellom ugrasmengda i åkeren og talet på frø i jorda. Det same gjeld også for enkeltartene. Nokon rettlinja samanheng er det likevel ikkje. Regresjonsanalyser viste at korrelasjonen mellom tal ugrasplanter og frømengde kunne variera rett mykje frå ugrasart til ugrasart. Korrelasjonane var t.d. tolleg sterk for tunbalderbrå ($R^2=0.64$), men svært dårleg for vassarve ($R^2=0.02$). Samanhengen varierte også frå felt til felt, med $R^2=0.19$, 0.26 og 0.71 for etter tur Voll, Landvik og Kvithamar.

Ei samanlikning av tabellane 5 og 9 viser elles at jordanalysen fann fram til nokre tilleggsarter: Hønsgras, rybs, tungras, tunrapp og åkergråurt på Voll, balderbrå, tunrapp og åkergråurt på Landvik, og balderbrå, tunrapp og åkergråurt på Kvithamar.

Mest påfallande er funna av tunrapp og åkergråurt i jordprøvene frå alle felta. Trass i 398 observasjonsruter i alt vart desse artene ikkje påvist nokon stad ute på åkeren. Den viktigaste årsaka er truleg av klimatisk art. Den første tida etter såing var det heller tørt på alle forsøksstadene. Dette hemma spiringa av desse artene som begge set pris på høg jordråme. Særleg gjeld dette åkergråurt. Tunrappen er elles så liten og tynn på dette tidlege stadiet at han rett og slett kan ha vorte oversett nede i kornåkeren.

Omvendt vart nokre arter som fanst i åkeren, ikkje påvist i jordprøvene: Klengje-maure og åkergull på Voll, hønsgras, svartstøvler og vindeslirekne på Landvik, og hønsgras, jordrøyk, vasspepar og åkergull på Kvithamar. Dette er alle saman arter som fanst berre sporadisk, jfr. tabell 6, 7 og 8. Frø av dei fleste rotugrasa vart heller ikkje påvist i jordprøvene.

Ei nærare spesifisering av frømengda av dei ulike artene på kvart skifte er vist i tabellane 10, 11 og 12.

Det går fram av alle desse tabellane at frømengda av dei ulike artene varierte ein god del over felta. Dette ville ein også ha venta, sett på bakgrunn av variasjonen i talet på ugrasplanter som vart funne i åkeren, jfr. tabellane 6, 7 og 8. Rett nok er det som nemnt, ikkje rettlinja samanheng mellom frømengda i jorda og plantetalet i åkeren, men ein ting er i alle fall sikkert: Skal det bli planter av frøugras, må det også vera frø til stades. Når tabellane 10, 11 og 12 i nokre tilfelle ikkje viser funn av frø i skifte der det er påvist planter i åkeren, kan det ha fleire årsaker, bl. a.:

1. Jordprøvene er tatt ut på berre halvparten av teljerutene, d.v.s. at plantene kan vera funne på den andre halvparten.
2. Jordprøvene er tatt ut **etter** at ugraset har spirt, d.v.s. at talet på gjenlevande frø er redusert i tida fram til prøveuttaket, dels på grunn av sjølve spiringa og dels på grunn av annan biologisk aktivitet.

230 Dyrkingssystemfelt for økologisk landbruk

Tabell 10. Gjennomsnittleg frømengde pr m² til 20 cm djup i kvart skifte på Voll

	Skifte					
	24	25	26	27	28	29
Ugrasart						
Balderbrå	.	.	.	588	.	882
Då-arter	.	882	588	588	588	588
Gjetartaske	588	.	588	.	.	.
Høsegras	588	588	588	588	588	588
Jordrøyk	.	.	588	.	.	.
Linbendel	588	588	.	1765	.	588
Meldestokk	686	735	588	882	1176	2353
Raudtvitann	1471	588	.	588	588	588
Rybs	.	.	.	.	.	8765
Tunbalderbrå	.	1176	588	.	588	1647
Tungras	588	.	.	588	.	588
Tunrapp	2000	1961	1765	1176	706	1111
Vassarve	.	.	1176	588	588	2353
Vindeslirekne	.	588	.	.	588	.
Åkergråurt	1176	1814	1324	1503	706	1059
Åkerstemorsblom	980	1569	2471	1691	1176	1634
Åkersvineblom	1176	588	1176	588	.	.
Åkervortemjolk	.	.	.	.	1176	.
Andre frøugras	.	980	.	.	.	.
SUM ugras	9843	12059	11441	11136	8471	22745

. tyder at arta ikkje er påvist i jordprøven

Tabell 11. Gjennomsnittleg frømengde pr m² til 20 cm djup i kvart skifte på Landvik

	Skifte					
	1	2	3	4	5	6
Ugrasart						
Balderbrå	.	.	.	.	.	588
Då-arter	.	.	588	.	.	.
Gjetartaske	2794	3765	4706	7745	5392	2353
Linbendel	2353	3922	588	1765	980	.
Meldestokk	1176	1471	588	1647	2745	.
Raudtvitann	.	.	.	588	.	.
Rybs	588	588	882	.	.	.
Tunbalderbrå	588	.	784	6275	1176	588
Tungras	588	.	.	.	588	588
Tunrapp	5000	4412	4118	10392	2451	3072
Vassarve	3235	588	1569	1176	882	.
Åkergråurt	6373	5294	5956	7059	1961	1294
Åkerstemorsblom	.	.	1176	588	588	588
Åkersvineblom	882	882	1765	588	.	.
Andre frøugras	.	1176	.	588	1176	1176
SUM ugras	23578	22098	22721	38412	17941	10248

. tyder at arta ikkje er påvist i jordprøven

Tabell 12. Gjennomsnittleg frømengde pr m² til 20 cm djup i kvart skifte på Kvithamar

	Skifte					
	8.1	8.2	8.3	9.1	9.2	9.3
Ugrasart						
Balderbrå	1765	882	.	1618	.	588
Då-arter	.	588	.	.	588	.
Gjetartaske	.	.	.	588	588	.
Groblad	.	.	.	.	.	1176
Krypsoleie	.	.	.	588	588	.
Linbendel	.	.	.	1176	.	588
Meldestokk	588	.	588	686	588	735
Raudtvitann	.	1176	1765	.	.	588
Rybs	.	.	.	588	.	.
Stivdylle	.	.	.	.	.	588
Tunbalderbrå	4412	588	588	8403	1176	1078
Tungras	.	588	.	882	.	.
Tunrapp	6103	7426	5662	7353	11222	13575
Vassarve	.	.	.	588	.	.
Vindeslirekne	.	.	.	588	.	1176
Åkergråurt	588	588	.	588	.	588
Åkerminneblom	.	588	.	588	.	.
Åkerstemorsblom	.	.	.	.	.	588
Andre frøgras	.	.	.	.	588	.
SUM ugras	13456	12426	8603	24237	15339	21271

. tyder at arta ikkje er påvist i jordprøven

DISKUSJON

Ugrasmengda, artssamansetnaden og fordelinga av ugraset i dei 3 felta varierer ein del, ikkje minst mellom felta, men også innan felta. Størst var variasjonane i feltet på Landvik, der også ugrasmengda totalt sett var størst. Årsaka til at ugrasfloraen har blitt som den er, kan vera mange, men det var ikkje noko mål for denne undersøkinga å klarleggja dette spørsmålet. Målet var som nemnt tidlegare, å kartleggja og greia ut ugrassituasjonen på dei tre dyrkingssystemfelta med omsyn til frøgras, rotugras og frøbank, d.v.s. slik den var ved starten av systemfelta. Like fullt kan det vera interessant å jamføra driftsopplegget, spesielt ugraskampen, dei siste åra med den aktuelle ugrassituasjonen på skifta, og sjå om det finst logiske samanhengar.

Feltet på **Voll** hadde heller lite ugras, og for frøgraset sitt vedkomande er skifta bra jamne. Dette skuldast nok for ein stor del at det i alle vekstar gjennom ei årrekke var brukt herbicid som er effektive mot fleire ugras. I perioden 1988 - 1992 vart det i kornåra på skifte 24 - 28 brukt Vegoran/Triagran/Actril 3. Vegoran vart brukt oftast - dei 2 andre berre 1 gong kvar. I potetåra vart det sprøyta med Afalon/Sencor (Skutlaberg, 1993).

Alle midla er som nemnt, effektive mot mange ugras. Åkerstemorsblom er likevel problematisk, særleg for midla som er brukt i kornåkeren, d.v.s. dei fleste åra. Difor er det ikkje så merkeleg at nett den arta er relativt rikeleg representert på feltet. På skifte 29

er det brukt Vegoran (korn) og Afalon (potet), og sprøytinga har ikkje vore like regelmessig som på dei andre skifta. Sprøyteintensiteten ser likevel ut til å ha vore høg nok til å halda frøugraset nede, men har gitt uheldige utslag på rotugraset.

Korkje Vegoran eller Afalon har nemnande verknad mot rotugras, og skifte 29 ber tydeleg preg av det. I den samanhengten er det interessant å leggja merke til at skifte 28, som vart sprøyta med Actril 3 i 1988 og med Triagran i 1991, berre har spreidde eksemplar av rotugras. Einast skifte 26 er like reint, men her vart til vederlag åkeren brakka/harva sommaren 1991 før tilsåing med haustkveite.

På **Landvik** hadde feltet generelt mykje ugras, men variasjonen var stor både mellom og innan skifta. Det tidlegare driftsopplegget på Landvik er også karakterisert av stor variasjon, med mange kulturar på tildels små areal. Ugraskampen har såleis måtta bli svært forskjellig (Havstad 1993).

På skift 1, 2 og 3 har det vore økologisk drift sidan 1990. Kjemiske middel vart sist brukt i 1988 og 1989, men då berre på delar av arealet. Skifte 4 og 5 har vore brukt til ulike vekstar, først og fremst engrapp, men også poteter, vikker, raigras og kløver - i nordvestre hjørnet hadde det dessutan lege ein 'økohage'. I perioden frå og med 1988 er kjemiske middel brukt einast i 1989, og då berre på delar av arealet. Skifte 6 har i heile perioden vore tilsådd med gras, hovudsakleg bladfaks, men også litt engrapp. Engrappen vart sprøyta med Faneron og Actril 3 i 1988, og heile arealet med Triagran i 1992. Dette skiftet merkjer seg ut ved å ha langt mindre ugras enn dei andre skifta, noko graset truleg har mykje av 'æra' for ved i stor mon å ha hindra oppspiring og frøsetjing av frøugraset. Skifta 4, 5 og 6 vart elles sprøyta med Roundup hausten 1992, og dette forklarar nok mykje av mangelen på rotugras, ikkje minst kveke og kulturgrasa sjølve som ein elles kunne ha venta ein del av, etter så mange år med frøeng.

Jorda på Landvik har såleis hatt ei svært skiftande brukshistorie, og både ugrasmengda og fordelinga av ugraset er prega av den.

På **Kvithamar** må ugrasmengda totalt kunna karakteriserast som moderat, men med flekkar med til dels mykje ugras, som vist i konturplotta. Skifta 8.1, 8.2 og 8.3 hadde eng av forskjellig slag frå 1988 til 1991, dels nysådd i 1988. Korn vart sådd på alle 3 skifta i 1992. Bortsett frå stussing av gjenlegget i 1988 vart det ikkje gjort noko mot ugraset i engåra. I 1992 vart kornet sprøyta 2 gonger med MCPA - først mot frøugras og deretter mot rotugras.

I skifte 9.1 og vestre del av 9.2 vart det i 1988 dyrka bygg og sprøyta med ein låg dose av FK-kombi mot frøugras. Frå 1989 til 1990 var det ulike eng- og frøavlsforsøk her utan spesiell ugraskamp. I 1991 vart den sørvestre delen pløyd og tilsådd med bygg på nytt. I nordaustre hjørnet heldt derimot eng- og frøavlsforsøka fram også dette året. Resten av skifte 9.2 og heile 9.3 vart nytta til kløver, som låg fram til 1991. I 1992 vart det dyrka bygg. All kornåker på skifta 9.1, 9.2 og 9.3 vart i 1991 og 1992 sprøyta med MCPA mot frøugras - i 1992 også mot rotugras (Wikmark 1993).

Det går fram av det som er nemnt ovanfor, at jamvel innanfor same skiftet har det i perioden 1988-1992 vore ulike driftsvariantar. Det er difor ikkje rart at klare tendensar i ugrasmengde og -fordeling er vanskelege å finna. Skifte 9.1 og vestre del av 9.2 har likevel hatt meir open åker enn resten av feltet i denne perioden, og med unntak av ein liten flekk i sørenden av skifte 8.1 på grensa mot brakklendet, er det her vi finn mest ugras, særleg tofrøblada rotugras.

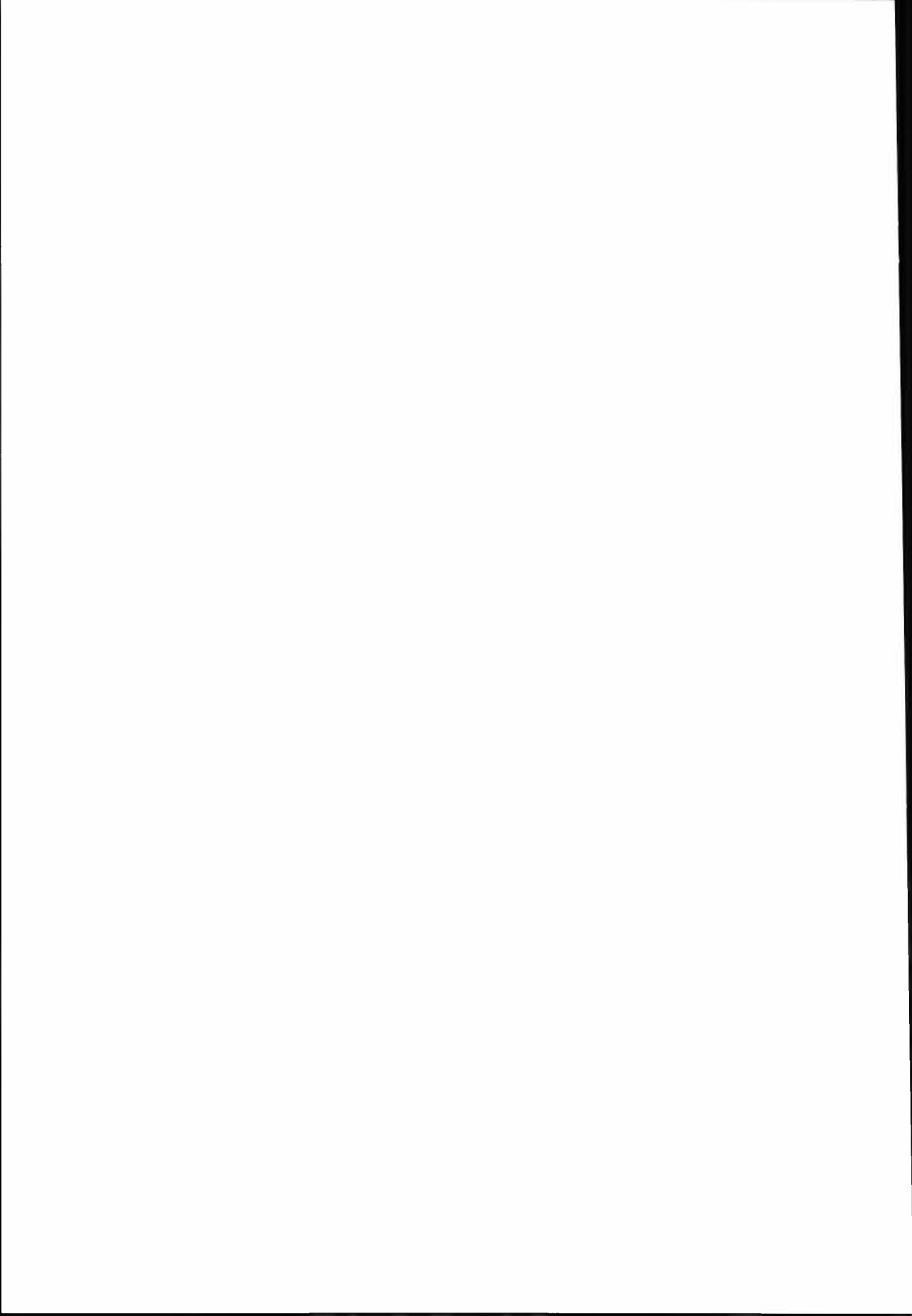
REFERANSAR

Fykse, H. 1993. Dynamics of weeds in long-term experiments in spring cereals. 8th EWRS Symposium "Quantitative approaches in weed and herbicide research and their practical application", 689-696.

Havstad, J. 1993. Bruk av dei ulike skifta og tiltak mot ugras i feltet på Landvik 1988-1992. Pers. opplysningar.

Skutlaberg, A. 1993. Bruk av dei ulike skifta og tiltak mot ugras i feltet på Voll/NLH 1988-1992. Pers. opplysningar.

Wikmark, T. 1993. Bruk av dei ulike skifta og tiltak mot ugras i feltet på Kvithamar 1988-1992. Pers. opplysningar.



Tilpassing til ver og klima hos lignoser i maritime strøk. I. herdigskap

Adaptation of woody plants to weather and climate in a maritime environment. I. hardiness

JOHANNA L.F. ERSTAD

Statens forskingsstasjoner i landbruk, Særheim forskningsstasjon, avd. Fureneset, Fure, Norge
The Norwegian State Agricultural Research Stations, Særheim Research Station, Div. Fureneset, Fure, Norway

Erstad, J.L.F. 1994. Adaptation of woody plants to weather and climate in a maritime environment. I. hardiness. Norsk landbruksforskning 8: 235-248. ISSN 0801-5333.

Woody plants from a maritime environment need to be frost-hardy in temperatures as low as -10°C , and must also be able to tolerate great temperature variations. Adaptation occurs in morphological, anatomical and physiological characters. The protective mechanism varies in different plant parts, so that growth can be resumed as soon as possible after the winter. Heritable differences have been found within and between species. Short days in the autumn induce dormancy and it is during this period that hardiness is developed. After dormancy, early in winter, growth is inhibited in many species by a secondary dormancy or a chilling requirement. In spring, bud burst is regulated by temperature in most species.

Key words: Adaptation, hardiness, woody plants.

Johanna L.F. Erstad, Særheim Research Station, Div. Fureneset, N-6994 Fure, Norway.

Vekstvilkåra i eit maritimt klima er prega av store variasjonar mellom år og ustabile vértilhøve. Tre må kunne overleve gjennom mange sesongar og må difor utvikle mekanismar mot fleire typar påkjenningar. Dei viktigaste karakterane for klimatilpassing må vere herdigskap, vindresistens, saltresistens og vassresistens. Målet med litteraturoversikta var å undersøke trea si tilpassing og utsiktene for tilpassing ved ei eventuell klimaendring.

Etter den siste istida vart Noreg gradvis invadert av nye treslag. Dei kunne tilpasse seg klima og jordsmonn p.g.a. sin arvelege variasjon. For omkring 3000 år sida var klimaet på det varmaste, men også etter at klimaet vart kjølegare igjen har flytting av einskilde treslag nordover halde fram. Ved si vandring nordover måtte trea utvikle daglengde-reaksjonar for å tilpasse veksten til ein kort vekstsesong. Eit døme er grana som framleis er på vandring nordover og vestover i Noreg. Grana kjem sannsynlegvis frå Kviterussland gjennom Finland og Sverige. I heile dette området er det vist at omkring 90% av den arvelege variasjonen framleis er felles for alle "proveniensar", både for molekylære og morfologiske markørar (Lagercrantz & Ryman 1990). Likevel taler vi om proveniensar av

di det finst store skilnader i herdigskap. Også for rips er det funne at det framleis finst mange fellestrekk mellom sørleg og nordleg opphav, sjølv om det også kan skuldast kryssningar med foredla materiale (Erstad in prep.).

Temperaturvariasjonar førekjem naturleg med svingingar på opptil 10°C i årsmiddel frå ei istid til den varmaste interglasiale tida. Ei eventuell temperaturstiging forårsaka av menneskeleg aktivitet kjem i tillegg til den naturlege variasjonen og mykje raskare, 2°C-stigning pr. 100 år mot naturleg ei 2°C-stigning pr. 1000 år (Huntley 1991).

Frå pollenanalysar veit ein likevel at ein art si utbreiing ikkje aukar med varmare klima, men heller forflyttar seg, d.v.s. i det sørlege området vil arten tape konkurransen mot andre artar som også forflyttar seg nordover grunna klimaendringar (Bradshaw & McNeilly 1991). Ei slik flytting er påvist å kunne foregå med maks. fart kring 150-500 m/år. I tillegg må det heile tida vere stor nok genetisk variasjon til at tilpassing til nordlegare område kan skje. For fortsett flytting nordover må det ikkje vere store stengsler i form av fjordar eller fjell, elles kan det vere at eit planteslag forsvinn utan at andre flyttar inn (Houghton & Woodwell 1989).

Middeltemperaturane om vinteren langs kysten er ikkje særleg låge, men nesten kvar vinter er det periodar med streng kulde. Det krev at plantene toler store temperatur-svingingar, særleg på ettervinteren, utan å bryte.

Andre særtrekk ved klimaet i maritime strøk er store nedbørmengder og vind som kan føre med seg salt frå havet. Nedbørmengda kan variere enormt over korte avstander (Børset 1985, s. 198). Ein finn avgrensingar i tilpassingsevne ved at stadig fleire artar må gi tapt jo lengre ein kjem ut i havgapet. Samstundes finst artar som klarer seg både i innlandet og på kysten.

HERDIGSKAP

Herdigskap og kvile

Uttrykka herdigskap, om trea si evne til å overvintre, og kvile vert ofte brukte om kvarandre, men det er to ulike karakterar. Kvileperioden er oftast ein kort periode om hausten då trea ikkje har evne til å vekse, sjølv ved gunstige temperaturar. Kvile kan oppfattast som naudsynt for planta for ikkje å vekse vidare mens herdingsprosessen går føre seg. Vegis (1963) fann at temperaturområdet for vekst er mest innsnevra i kvileperioden; deretter utvidast det igjen. I kvileperioden er bryting av nye knoppar redusert, før utviklinga av den største herdigskapen (Seibel & Fuchigami 1978). Etter at kvilen er opphørt vert bryting likevel hemma i mange treslag, anten av ein sekundær kvile i knoppskjella (Saunders & Barros 1987), eller av ein kuldetrong (chilling requirement) som må oppfyllest (Kozlowski et al. 1991).

Herdigskap utviklast etter induksjon, men gir ikkje vern før etter ei stund; t.d. viser ulike bartre auka herdigskap frå oktober, sjølv om induksjonen skjer i august-september (Roberts et al. 1974; Ryskova & Uhlirva 1983). Også lauvtre viser dette mønsteret: vekstavslutting i august, kvile i september, auka herdigskap frå oktober (Seibel & Fuchigami 1978; Stushnoff & Junttila 1986).

Utvikling av herdigskap er krevjande for plantene og dei utviklar ikkje større grad av herdigskap enn naudsynt (Kaku et al. 1980; Magnesen 1992). T.d. må sembrafuru (*Pinus*

cembra) vere resistent mot vârfrost, medan *Rhododendron ferrugineum* ikkje er det, for den ligg som regel under eit snødekke og vert verna på denne måten (Schwarz 1970). Stushnoff & Junttila (1986) finn det same forholdet mellom *Salix*- og *Betula*-artar som toler -40°C og molte som ikkje toler meir enn -15°C .

Induksjon av herdigskap

Herding og kvile vert begge to induserte av daglengda om hausten. For mange av treslaga i Norden er det funne eit samspel mellom daglengde og temperatur for induksjon av herding: gran og furu (Aronsson 1975), bjørk (Downs & Bevington 1981), *Cornus* (McKenzie et al. 1974), *Salix*-artar (Junttila & Kaurin 1990). Ulike artar og ulike proveniensar har trong for ulike mengder av mørkerault lys. Ved høgare breiddegrader inneheld lyset meir raudt lys og dei nordlegaste typane er mest følsame for dette (Mc Kenzie et al. 1974; Junttila & Kaurin 1990).

Daglengda vert målt av planta med fytokrom som vert aktivisert av raudt lys. Mørkerault lys reverserer aktiviseringa av fytokrom. Det er mørkerault lys som induserer herding hos *Cornus* (McKenzie et al. 1974), men etter induksjon er utvikling av herdigskap styrt av temperaturen. Motverknad med raudt lys som nattavbrot er meir verksam ved høge temperaturar. Dei fleste treslaga frå tempererte klimasoner er svært følsame for tilleggslys, t.d. gatelys. Då vert veksten avslutta seinare (Kozlowski et al. 1991). Eike- og furuartar er unntak frå denne regelen (Cathey & Campbell 1977).

Heide (1974a) fann at gran berre treng 2 veker med lang natt før prosessen ikkje kan stogkast av høg temperatur eller lang dag. Innan den perioden kan høge temperaturar gi danning av lammasskot (Heide 1974b), jfr. verknaden av avblading i vekstsesongen. Daglengda som induserer stogg i lengdeveksten og knoppdanning, er 1-2 timar lengre enn daglengda som induserer stogg i kambiumutvikling i gran (Heide 1974a). Kozlowski et al. (1991) meiner at det generelt er temperaturen som styrer kambiumveksten.

Plantene må vere mottakelege for induksjon: blada må vere "gamle", det må vere eit høgt C/N-forhold i plantene (Trewavas 1985). Steponkus og Lanphear (1967) oppdaga dette i eit forsøk med eføy. Når dei eldste blada vart tildekka, gjekk utviklinga av herdigskap saktare enn når dei yngste blada vart tildekka. Blad som vart lagde i sukroseløysing, utvikla også herdigskap. Også tørke om seinsommaren kan føre til herding. Dette vart undersøkt for fleire furuartar av Calmé et al. (1993), som fann auka herdigskap etter tørke. Det var ikkje stor skilnad i herding med og utan tørke av di tørke og daglengdeinduksjon vart gitt samstundes.

Avblading i vekstsesongen hindrar utvikling av herdigskap hos *Cornus*, av di nye knoppar bryt og dei unge blada er ikkje mottakelege for induksjon. Avblading om hausten induserer herding (Unnsteinson 1965), som ofte ikkje vert vellukka av di herdinga er ein aktiv prosess som krev fotosyntese. Også vanleg skjering av buskar gir dårlegare herding påfølgande haust (Junttila & Kaurin 1990).

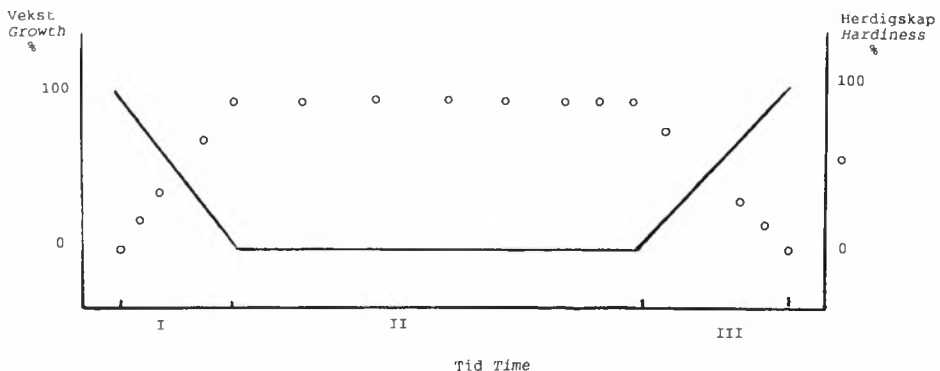
Unnsteinsson (1965) studerte andre faktorar som påverkar herdinga: N-gjødsling hemmar utvikling av herdigskap, P fremmar han. Også K aukar herdigskap gjennom veksthemming og auka differensiering og sukkeropphoping. Herdingsprosessen kan difor forstyrrast av sein gjødsling (Perry 1971). På den andre sida fann Calmé et al. (1993) at gjødsling samstundes med induksjon ikkje hemma herdinga vesentleg, og dei meinte at forholda mellom elementa var avgjerande, ikkje mengd eller tidspunkt. Sur nedbør og

ozonpåverknad hemma herding, det første moglegvis gjennom gjødselverknad, mens ozon hemma P-opptak (Eissenstat et al. 1991).

Sarvas' (1974) ide om ein årleg syklus som vert synkronisert om hausten, kan no utarbeidast slik:

- 1 Daglengda er den klimafaktoren som er fast frå år til år og brukast til synkronisering og induksjon av kvile og herdigskap. Kostnaden for planta er minst ved berre ei synkronisering for året.
- 2 Kvileperioden er truleg den mest variable. Den sikrar at planta har tilstrekkeleg herdigskap gjennom vinteren og at ho kjem i gang med veksten fort og til rett tid.
- 3 Den korte vekstsesongen må nyttast fullt ut, og difor er berre gamle blad mottakelege for induksjon, og induksjon motverkast av vekstfremmande påverknader som gjødsling og skjering.
- 4 Det er ikkje temperatursummen, som i Sarvas' opphavelige idé, som styrer, men daglengda og mogninga av blada.

Figur 1 syner forholdet mellom herdigskap og kvile. Overgangen mellom vernalisering og vekst om våren er uklår, sjå nedanfor.



Figur 1. Utvikling av herdigskap og vekst-kvile hos planter frå eit temperert, maritimt klima

Figure 1. Development of hardiness and growth-dormancy in plants from a temperate, maritime climate

I. Innvintring: ikkje vekst, ikkje induserbar, utvikling herdigskap/Hibernation, no growth, growth cannot be induced, development of hardiness

II. Vernalisering: ikkje vekst, men induserbar, evt. kuldetrong vert gradvis oppfylt, fullt herdig/Vernalization: no growth but inducible, chilling requirement being met gradually, completely hardy

III. Start vekstsesong, tap av herdigskap/Start of the growing season, loss of hardiness

- vekst growth

o herdigskap hardiness

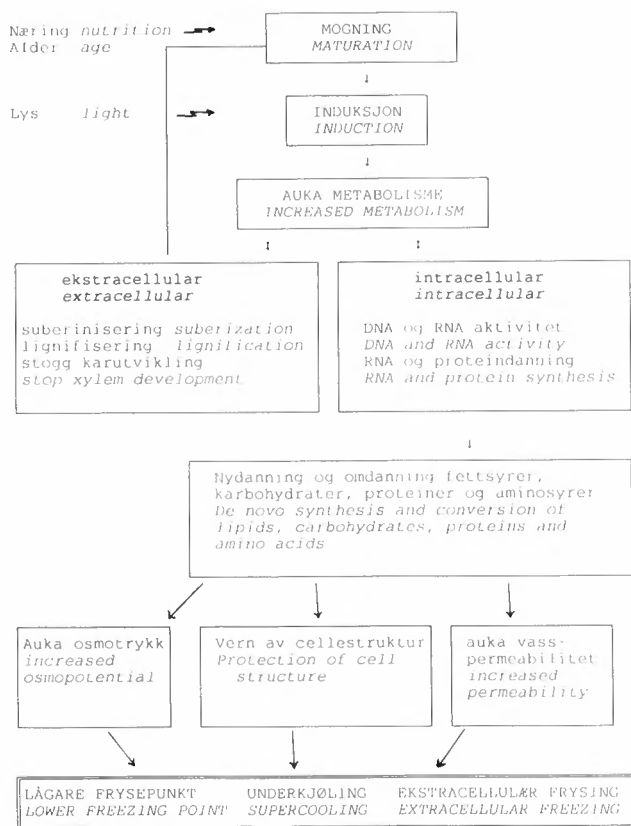
Verknaden av frost på planter

Når vatnet fryr i cytoplasma vert membranane øydelagde og cella dør. Osmotisk tilpassing kan ikkje auke frostresistensen mot temperaturar lågare enn -2°C (Chalker-Scott 1992). Ved

underkjøling og ekstracellulær frysing vert vatn drege ut av cellene utan at dei døyr. Difor finn ein samstundes utvikling av tørkeresistens og herdigskap (Levitt 1980; Parker 1972).

Is som vert danna i intercellulærromma utviklar raskt eit høgt osmopotensial som auker med 0,53 osmol pr. °C temperaturnedgang. I ei plante ved -5°C er osmopotensialet av isen -6 MPa og 80% av vatnet vert drege ut av cellene. Underkjøling (supercooling) er òg ein effektiv måte å hindre frysing. Løysinga i cellene vil ha evne til å kunne kjølast ned til -38 - -44°C (Steponkus 1990). Underkjøling vert funne i knoppar og marg (Levitt 1980).

Figur 2 syner endringane i planta ved herding som gir auka frostresistens.



Figur 2. Sannsynleg utvikling av herdigskap i lignoser i eit temperert klima

Figure 2. Probable development of frost hardiness in woody species in a temperate maritime climate

↓ årsakssammenheng causal relationship

↔ mogleg forstyrring possible disturbance

↕ gjensidig samanheng reciprocal relationship

Anatomiske og fysiologiske endringar hos hardføre planter

Anatomi

Frostresistens utviklar seg ulikt i dei ulike plantedelane. Knoppene vert verna av knopp-skjell, dei tørre skjella dannar eit impermeabelt lag. Det første steget i herdinga er danning av endeknopp (McKenzie et al. 1974). I tillegg kan knoppene verte verna av at kar-utviklinga stoggar. Blomsterknoppene hos bjørnebær er lite utvikla om vinteren og då er dei resistente mot frost gjennom underkjøling (Warmund et al. 1992). Om våren utviklar karstrengane seg og resistens går tapt.

Hos lauvfellande rododendron, azalea, har Chalker-Scott (1992) funne lignifiserte celleglag ved feste av knopp-skjella, under blomsterstanden og under kvar einskild blomsterknopp. Desse cellegaga hindrar spreiding av intracellulær frysing.

Suberinisering i røtene og lignifisering i veden vert funne ved herding (Heide 1974a; Unnsteinsson 1965) og er krav til full herding (Magnesen 1992). Celleveggane vert mindre vasspermeable. Vassopptaket vert lågare grunna suberiniseringa (Levitt 1980).

Røtene utviklar ikkje stor herdigskap av di dei sjeldan vert utsette for dei lågaste temperaturane der det er snødekke. Grønor (*Alnus viridis*) og vanleg rogn er relativt sterke mot teleskade, fordi dei klarer å tilpasse vasspotensialet gjennom heile vinteren og toler meir uttørking (Frey 1983). Coleman et al. (1992) fann ikkje samanheng mellom utbreiing av *Pinus contorta*, *Tsuga mertensiana* og *Abies*-artar og minimumstemperatur for rotvekst. Røter frå herda planter tolte meir frost enn av ikkjeherda planter.

I stammen må kambiet og margstrålecellene vernast, vedrøra er daude, og ekstracellulær isdanning vert funne først og fremst her. Hos *Cornus* er det funne at mogninga av marginen går akropetalt oppover greinene (Mc Kenzie et al. 1974).

Bartre og vintergrøne planter dannar eit vokslag eller andre xeromorfe tilpassingar til vern av blada (Unnsteinsson 1965). Når vokslaget vert øydelagt t.d. ved luftforureining vert kulderesistensen nedsett. (Dueck et al. 1990).

Tilpassing av metabolismen

Under herdingsprosessen vert fotosyntesen og respirasjonen endra. Mange nye stoff vert syntetiserte, det er funne ein auke i RNA under herding (Parker 1972; Eriksen 1977; Guy 1990). Fotosyntese er naudsynt under herding og har høg effektivitet også ved låge temperaturar i planter som er tilpassa eit maritimt temperert klima (Levitt 1980).

Destabilisering av plasmamembranen er hovudårsaken til frostskaade. Det kan vere fleire årsaker til destabilisering: endringar i osmopotensial både ved frysing og tining og skilling av membrankomponentane. Endringar i membranpotensial vert også nemnde (Steponkus 1990).

Difor skjer det ei rekke biokjemiske endringar i membranar og cytoplasma ved herding. Overgangen til meir umetta fettsyrer i membranane held dei flytande (Levitt 1980). Det er funne at det vert danna heilt nye fettsyrer som aukar vasspermeabiliteten. Fraksjonen av fosfolipid aukar, dermed vert herdinga dårlegare ved dårleg P-forsyning, direkte eller som følge av forureining (Eissenstat et al. 1991).

Det er funne opphoping av sukker, gjennom nedbryting av stivelse og *de novo* syntese, som gir eit høgare osmotisk potensial og hindrar uttørking (Levitt 1980). Oligosakkarid med si vasskappe vernar m.a. den kvartære proteinstrukturen og membranstrukturen (Parker 1972).

Dei oligosakkarida som vert funne ved herdigskap er sukrose, raffinose og stachyose. T.d. fann Mitcham-Butler et al. (1986) i edelgran ein auke i raffinose i september og ein nedgang i mars. Hinesley et al. (1992) oppdaga seinare i ulike bartreartar at sukrosedanning vert indusert når minimumstemperaturen kjem under $7,2^{\circ}\text{C}$, og raffinose når minimumstemperaturen kjem under $1,7^{\circ}\text{C}$ uavhengig av art. Mengda av sukrose og raffinose var større i dei nordlege artane enn i dei sørlege. Raffinose hemmar krystallisering av sukrose, slik at sukrose også ved frost kan verne proteinstrukturen.

Santarius (1973) undersøkte isolerte kloroplastar som fekk auka varme-, tørke- og kulderesistens i sukkerløysing. Også andre stoff som liknar sukker, viser opphoping om hausten og gradvis forsvinning om våren. Seybold (1969) fann slike årsvariasjoner for mannitol (ask) og sorbitol (apal). For *Euonymus* fann han tidleg opphoping av dulcitol som om vinteren vert omsett til dulcitol-1-P.

Under stress finst ein auke i frie radikal i cellene. Desse vert uskadeleggjorde av glutatation/askorbinsyre, karotenoid og ulike enzym (Thompson 1988). Biryukova og Kharlamova (1981) fann hos furu at karotenoid vernar klorofyllmembranen mot oksydering om vinteren. Dei fann ein auke i karotenoidinnhald om vinteren, mest i proveniensar frå nord og aust i SUS. Hos ulike bartreartar brukte Ryskova & Uhlirova (1983) askorbinsyre som mål på herdigskap. Dei fann mindre askorbinsyre i frosne skot enn i kontrollskot, når dei ikkje var herdige. I herdige skot fann dei meir askorbinsyre etter frysing enn i ikkjefrosne kontrollskot. CO_2 -konsentrasjonen i cellene påverkar både pH og redokspotensial. Unnsteinsson (1965) fann at eit høgt CO_2 -nivå i cellene hindrar herding hos eple.

Dersom membranstrukturen vert øydelagd, finn ein ein netto effluks av ion (K^+), som er proporsjonal med den synlege skaden (Levitt 1980).

Wolfenden & Mansfield (1990) har undersøkt verknaden av forureining på utvikling av herdigskap. Dei meinte at herdigskap i seg sjølv ikkje vert påverka av ozon eller NO_x , men kan verte forseinka av gjødslingseffekten. Det vart funne redusert akkumulering av raffinose og deira konklusjon var at det etter fleire år med forureiningsstress kan verte fare for varige endringar. SO_2 og NO_2 kan også komme inn i plantevevet mens det er i dvale. Dei dannar svært reaktive ion og frie radikal, som kan gjere mykje skade særleg ved sterk innstråling av di reparasjonsmekanismen ikkje verkar.

Avherding om våren

Mange artar kan bryte knoppar med ein gong etter kvileperioden om hausten. Gran og furu kan vekse vidare etter 6 resp. 11 veker kvile (Aronsson 1975). Lauvtre som *Populus x robusta* og korgpil kan også bryte tidleg på vinteren (Hewett & Wareing 1973; Alvim et al. 1976).

Ulike klonar av *Simmondsia chinensis* har ulik regulering av herdigskap. Anten har dei berre kvilen, som vert avslutta i oktober eller så har dei ein slags kvile som varer heile vinteren, eit døme på gradvis tilpassing av frostresistens (Benzioni et al. 1992). Variasjonar i frostresistens om vinteren vart også funne i gran (Eriksen 1977).

Hos Douglasgran fann Kreuger & Trappe (1967) at sukkeret vert omsett til stivelse igjen om våren. Dette skjer først i rota. Dei fann ein negativ korrelasjon mellom innhald av reduserande sukker og rotaktivitet. Kozlowski et al. (1991) nemnde også at innhaldet av karbohydrat går ned om våren som følge av auka respirasjon. Young (1993) har målt respirasjon i epleskot før og etter at kuldestrømen er oppfylt. Om våren aukar respira-

sjonskvotienten når karbohydrat vert nedbrotne i staden for feittsyrer.

For aminosyrer vert det funne tilsvarande (Wang & Faust 1994). Det vert danna fleire polyamin når vernaliseringa er avslutta, utvikling av blad- og blomsterknoppar vert hemma når danning av polyamin vert hemma.

Heide (1993a) undersøkte faktorar som påverkar bryting om våren i fleire lauvtreslag. Dei fleste treslaga viste seg å ha ein kuldestrong, og bryt dermed lettare dess seinare på vinteren uttak skjer. Dei ulike artane har ulik temperaturtrong for bryting. *Alnus spp.* og *Prunus padus* bryt best ved 9°C, *Betula spp.* og *Populus tremula* ved 21°C. Temperatursummen for bryting minkar ved seinare uttak. Treslaga har ulik strategi: *Alnus* har stor kuldestrong, men krev deretter berre ein låg temperatursum, *Betula* har liten kuldestrong, men krev desto større temperatursum. Reaksjonen hos bøk (*Fagus sylvatica*) er spesiell av di den også krev lang dag for å bryte (Heide 1993b). Ifølge Sarvas' (1974) teori kostar denne strategien meir for plantene.

Transpirasjonen om vinteren er avhengig av temperatur, luftfuktigheit og vind. Ein vanleg mellomeuropeisk art som *Viburnum opulus* viser seg å ha minst transpirasjon. *Cornus mas* har også lite transpirasjon tidleg på vinteren, men p.g.a. tidleg blomstring aukar transpirasjonen raskt om våren. Nokre typar av *Corylopsis spicata* og *Amelanchier lamarckii* er relativt bra tilpassa, og her må ein leite etter tilpassa økotypar. Særleg *Corylopsis* er avhengig av god vassforsyning om hausten. Tørke om hausten fremmar herding, men kan altså skape problem for transpirasjonen gjennom vinteren (Schuster & Dapper 1988).

Nedarving av herdigskap

Av di ulike prosessar bidrar til herding vil ein forvente å finne arveleg variasjon både i type tilpassing og grad av tilpassing. Downs & Bevington (1981) har undersøkt dette med ulike typar og artar av bjørk frå Alaska og sørlegare statar i USA. Det var størst skilnad i type tilpassing mellom sør og nord og mellom artane i Alaska, både morfologisk og fysiologisk, mens det også vart funne skilnad i grad av tilpassing innan arten i Alaska (*B. papyrifera* var. *humilis* og *B. p.* var. *papyrifera*).

Magnesen (1992) viser til skilnad mellom kyst- og innlandsproveniensar av furu, der kystproveniensane ikkje tolerer dei lågaste temperaturane om vinteren.

I *Salix pentandra* fann Junttila og Kaurin (1990) eit lågare vassinnhald i årsskot i dei nordlege proveniensane enn i dei sørlege. Vassinnhaldet var korrelert med herdigskap, men herdigskapen auka raskare enn vassinnhaldet minka.

I eit klassisk forsøk med ulike granproveniensar fann Magnesen (1969) ein klinal gradient for påverknad av daglengda. Utvikling av herdigskap går raskare ved høgare temperatur. I eit seinare studium (Magnesen 1971) viste han at temperaturvariasjon også aukar herding, men først etter induksjon. I tillegg til variasjon med breiddegrad fann Magnesen (1972) i eit forsøk med fleire proveniensar også ein gradient med høgdelag.

I kryssingar mellom ulike proveniensar av *Salix pentandra* viser avkommet ein intermedieær reaksjon på daglengda (Junttila & Kaurin 1990). Det tyder på at nedarvinga er enkel.

Hos hassel er det funne eitt recessivt gen hos planter som ikkje får kvile. Dei misser ikkje blada om hausten og knoppene kan bryte ved høveleg temperatur (Thompson et al. 1985).

Norell et al. (1986) fann mest additive effektar for herdigskap om hausten hos furu. Dei fann også stor variasjon innan populasjonane. Det same fann Nilsson et al. (1991), som studerte samanhengen mellom resistens hos småplanter og vaksne planter av same familie og resistensen til foreldra.

Herdigskap hos ulike roseartar er styrt av få gen med høg arvegrad (heritability). Både morfologiske (krypande) og fysiologiske tilpassingar er funne (Svejda 1979).

Solbær er mest utsett for vårfrost i blomsterknoppene, og herdigskap nedarvast additivt og med få gen (Dale 1987). Brennan (1991) samanliknar ulike kultivarar og finn at dei har ulike reaksjonsmønster. Nordleg opphav gir større toleranse, men dette gjeld ikkje for ein russisk kultivar med same kryssingsforeldre. Det må vere ulike gen for vinter- og vårfrosttoleranse. Det er potensial for å selektare for vårfrosttoleranse, ikkje berre for å selektare for sein blomstring.

Guy (1990) viste også til at hybridene har frosttoleranse som ligg mellom den til foreldra. Han meinte at det tyder på kvantitativ nedarving. I nokre tilfeller har det vist seg at det også finst maternale effektar. Han meinte at det er få gen som styrer hovudprosessen som det er funne ved andre stressituasjonar som varmesjokk og anaerobiosis. I fleire planteslag, frå petunia til sitron, er det funne eit bestemt protein etter induksjon av herding.

KONKLUSJON

Overvintringsevna til treaktige planteslag vert avgjort av deira toleevne mot uttørking.

Tre prosessar bidrar til overvintringa: 1) "kvila" om hausten som er ein aktiv periode der 2) frosttoleransen aukar. I tillegg vert for tidleg bryting hindra av 3) sekundær kvile eller kuldestrøng.

Sjølv om mange gen er involverte i utvikling av herdigskap, verkar det som ein kjedereaksjon der første steg vert styrt av få gen.

SAMANDRAG

Tre frå maritime område må vere herdige mot frost ned til omkring -10°C , samstundes som dei må tole store temperatursvingingar. Adaptasjon skjer både morfologisk, anatomisk og fysiologisk. Vernet mot frost er ulikt i dei ulike plantedelane, og såleis vert normal vekst oppnådd raskast mogleg etter vinteren. Arvelege skilnader er funne både mellom og innan artar.

Korte dagar om hausten induserer kvile. Under kvileperioden vert herdigskap utvikla. Etter kvilen, tidleg på vinteren, vert veksten hos mange artar hemma av ein sekundær kvile eller ein kuldestrøng. Om våren er det temperaturen som styrer knoppbryting hos dei fleste artane.

ETTERORD

Drs. Ole Billing Hansen, Arne Sæbø og Olav Arne Bævre skal ha mange takk for gode faglege råd under skrivinga. Karl-Jan Erstad har vore språkleg rettleiar.

LITTERATUR

Alvim, R., E.W. Hewett & P.F. Saunders 1976. Seasonal variation in the hormone content of Willow I: Changes in abscisic acid content and cytokinin activity in the xylem sap. *Plant Physiol.* 57: 474-476.

Aronsson, A. 1975. Influence of photo- and thermoperiod on the initial stages of frost hardening and dehardening of phytotron-grown seedlings of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). *Studia Forest. Suecica* 128: 1-20.

Benzioni, A., D.A. Palzkill & J.M. Nelson 1992. Flower bud dormancy, ABA concentration, and survival during frost of jojoba genotypes under water stress. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117: 976-980.

Biryukova, S.P. & N.V. Kharlamova 1981. Geographic variation in drought and winter hardiness of common pine. *Sov. J. Ecol.* 12: 223-227.

Bradshaw, A.D. & T. McNeilly 1991. Evolutionary response to global climatic change. *Ann. Bot.* 67 (Suppl. 1): 5-14.

Brennan, R.M. 1991. The effects of simulated frost on black currant (*Ribes nigrum* L.). *J. Hort. Sc.* 66: 607-612.

Børset, O. 1985. Skogskjøtsel. I Skogøkologi. Landbruksforlaget, Oslo, ISBN 82-529-1018-1:494 s.

Calmé, S., H.A. Margolis & F.J. Bigras 1993. Influence of cultural practices on the relationship between frost tolerance and water content of containerized black spruce, white spruce and jack pine seedlings. *Can. J. For. Res.* 23: 503-511.

Cathey, H.M. & L.E. Campbell 1977. Light frequency and color aid plant growth regulation. *Amer. Nurseryman* (15 NOV 1977): 16-18, 108-114.

Chalker-Scott, L. 1992. Disruption of an ice-nucleation barrier in cold hardy Azalea buds by sublethal heat stress. *Ann. Bot.* 70: 409-418.

Coleman, M.D., T.M. Hinckley, G. Mc Naughton & B.A. Smit 1992. Root cold hardiness and native distribution of subalpine conifers. *Can. J. For. Res.* 22: 932-938.

Dale, A. 1987. Some studies in spring frost resistance in black currants (*Ribes nigrum* L.) *Euphytica* 36: 775-782.

Downs, R.J. & J.M. Bevington 1981. Effect of temperature and photoperiod on growth and dormancy of *Betula papyrifera*. *Amer. J. Bot.* 68: 795-800.

- Dueck, Th.A., F.G. Dorel, R. Ter Horst & L.J. van der Eerden 1990. Effect of ammonia, ammonium sulphate and sulphur.dioxide on the frost sensitivity of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *Water Air and Soil pollution* 54: 35-49.
- Eissenstat, D.M., J.P. Syvertsen, T.J. Dean, J.D. Johnson & G. Yelenovsky 1991. Interaction of simulated acid rain with ozone on freeze resistance, growth and mineral nutrition in citrus and avocado. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116: 838-45.
- Eriksen, A.B. 1977. Winter vigour in *Picea abies* (L) Karst. V Biochemical changes in buds of four-year-old spruce plants during the autumn 1972. *Rep. Norw. For. Res. Inst.* 34.1: 21 pp.
- Erstad, J.L.F. Ecotype differentiation in *Ribes rubrum* in Norway. In prep.
- Frey, W. 1983. The influence of snow on growth and survival of planted trees. *Arctic and Alpine research* 15: 241-251.
- Guy, C. 1990. Molecular mechanisms of cold acclimation. In: F.R. Katterman (ed.) *Environmental Injury to Plants*. Acad. Press, San Diego California. Pp. 35-61.
- Heide, O.M. 1974a. Growth and dormancy in Norway spruce ecotypes (*Picea abies*) I: Interaction of photoperiod and temperature. *Physiol. Plant.* 30: 1-12.
- Heide O.M. 1974b. Growth and dormancy in Norway spruce ecotypes. II: After-effects of photoperiod and temperature on growth and development in subsequent years. *Physiol. Plant.* 31: 131-139.
- Heide, O.M. 1993a. Daylength and thermal time responses of budburst during dormancy release in some northern deciduous trees. *Physiol. Plant.* 88: 531-540.
- Heide, O.M. 1993b. Dormancy release in beech buds (*Fagus sylvatica*) requires both chilling and long days. *Physiol. Plant.* 89: 187-191.
- Hewett, E.W. & P.F. Wareing 1973. Cytokinins in *Populus x robusta*: Changes during chilling and bud burst. *Physiol. Plant.* 28: 393-399.
- Hinesley, L.E., D.M. Pharr, L.K. Snelling & S.R. Funderburk 1992. Foliar raffinose and sucrose in four conifer species: relationship to seasonal temperature. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117: 852-855.
- Houghton R.A. & G.M. Woodwell 1989. Global climatic change. *Scient. Amer.* 260: 18-26.
- Huntley, B. 1991. How plants respond to climate change: migration rates, individualism and the consequences for plant communities. *Ann Bot.* 67 (Suppl.): 15-22.

Junttila, O. & Å. Kaurin 1990. Environmental control of cold acclimation in *Salix pentandra*. Scand. J. For. Res. 5: 195-204.

Kaku, S., M. Iwaya & M. Kunishige 1980. Supercooling ability of Rhododendron flower buds in relation to cooling rate and cold hardiness. Plant & Cell Physiol. 21: 1205-1216.

Kozlowski, T.T., P.J. Kramer & S.G. Pallardy 1991. The Physiological Ecology of Woody Plants. Acad. Press, San Diego California. 657 pp.

Kreuger, K.W. & J.M. Trappe 1967. Food reserves and seasonal growth of Douglas-fir seedlings. For. Sci. 13: 192-202.

Lagercrantz, U. & N. Ryman 1990. Genetic structure of Norway spruce (*Picea abies*): concordance of morphological and allozymic variation.. Evolution 44: 38-53.

Levitt, J. 1980. Responses of Plants to Environmental Stresses. Vol. I. Chilling, Freezing and High Temperature Stresses. 2nd. ed. Acad. Press, New York.

Magnesen, S. 1969. Eksperimental-økologiske undersøkelser over vekstavslutningen hos frøplanter av gran (*Picea abies* (L) Karst) 1. Virkning av daglengde og vekstsesongens varmeforhold. Meddel. Vestl. Forst. St. 49. 50 pp.

Magnesen, S. 1971. Eksperimental-økologiske undersøkelser over vekstavslutningen hos frøplanter av gran (*Picea abies* (L) Karst) 2. Virkning av ulike varmeforhold om høsten og perioder med lav natt-temperatur. Meddel. Vestl. Forst. St. 51: 227-69.

Magnesen, S. 1972. Eksperimental-økologiske undersøkelser over vekstavslutningen hos frøplanter av gran (*Picea abies* (L) Karst) 3. Virkning av daglengde. Supplerende forsøk med 53 frøpartier. Meddel. Vestl. Forst. St. 52: 275-317.

Magnesen, S. 1992. Treslagets og proveniensens betydning for skogskader: en litteraturstudie fra en ca. 100-årig epoke i norsk skogbruk. Rapp. Skogforsk 7/92. 46 pp.

McKenzie, J.S., C.J. Weiser & M.J. Burke 1974. The effects of red and far red light on the initiation of cold acclimation in *Cornus stolonifera* Michx. Plant physiol. 53: 783-789.

Mitcham-Butler, E.J., L.E. Hinesley & D.M. Pharr 1986. Soluble carbohydrate concentration of Fraser fir foliage and its relationship to postharvest needle retention. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112: 672-676.

Nilsson, J-E., B. Andersson & E.A. Walfridsson 1991. Progeny freeze testing, progeny field testing and parental phenology of *Pinus sylvestris* (L.) clones in northern Sweden. Scand. J. For. Res. 6: 177-195.

- Norell, L., G. Eriksson, I. Ekberg & I. Dormling 1986. Inheritance of autumn frost hardiness in *Pinus sylvestris* L seedlings. Theor. Appl. Genet. 72: 440-448.
- Parker, J. 1972. Protoplasmic resistance to water deficits. In: T.T. Kozlowski (ed.), Water Deficits and Plant Growth vol. III. Ed. . Acad. Press, New York-London. Pp. 125-176.
- Perry, T.O. 1971. Dormancy of trees in winter. Science 171: 29-36.
- Roberts, A.N., B.J. Tomasovic & L.H. Fuchigami 1974. Intensity of dormancy in Douglas fir and its relation to scale removal and rooting ability. Physiol. Plant. 21: 211-216.
- Ryskova, L. & H. Uhlirova 1983. Frost resistance of some forest tree species. Comm. Inst. Forest. Czechosloveniae 13: 193-208.
- Santarius, K.A. 1973. The protective effect of sugars on chloroplast membranes during temperature and water stress and its relation to frost, desiccation and heat resistance. Planta 113: 105-114.
- Sarvas, R. 1974. Investigations on the annual cycle of development of forest trees. II Autumn dormancy and winter dormancy. Comm. Inst. Forest Fenn. 84.1 Helsinki. ISBN 951-40-0115-x
- Saunders, P.F. & R.S. Barros 1987. Periodicity of bud bursting in willow (*Salix viminalis*) as affected by growth regulators. Physiol. Plant. 69: 535-540.
- Schuster, H. & H. Dapper 1988. Transpiration laubabwerfender Gehölze im Winter. Baumschulepraxis 18: 462, 475-476.
- Schwarz, W. 1970. Der Einfluss der Photoperiode auf das Austreiben, die Frosthärte und die Hitzeresistenz von Zirben und Alpenrosen. Flora 159: 258-285.
- Seibel, J.R. & L.H. Fuchigami 1978. The relationship between vegetative maturity and the onset of winter dormancy in red osier dogwood. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103: 737-739.
- Seybold, S. 1969. Zum jahres- und tagesperiodischen Verhalten von Zuckeralkoholen in vegetativen Pflanzenteilen Flora A 160: 561-575.
- Steponkus, P.L. 1990. Cold acclimation and freezing injury from a perspective of the plasma membrane. In: F.R. Katterman (ed.), Environmental Injury to Plants. Acad. Press, San Diego California. Pp. 1-16.
- Steponkus, P.L. & F.O. Lanphear 1967. Light stimulation of cold acclimation: production of a translocatable promotor. Plant Physiol. 42: 1673-1679.

Stushnoff, C. & O. Junttila 1986. Seasonal development of cold stress resistance in several plant species at a coastal and a continental location in North Norway. *Polar Biol.* 5: 129-133.

Svejda, F. 1979. Inheritance of winterhardiness in roses. *Euphytica* 28: 309-314.

Thompson, J.E. 1988. The molecular basis for membrane deterioration during senescence. In: L.D. Noodén & A.C. Leopold. (eds.). *Senescence and Aging in Plants*. Acad. Press, New York: pp. 51-83.

Thompson, M.M., D.C. Smith & J.E. Burgess 1985. Nondormant mutants in a temperate tree species *Corylus avellana* L. *Theor. Appl. Genet.* 70: 687-692.

Trewavas, A. 1985. A pivotal role for nitrate and leaf growth in plant development. In: N.R. Baker, W.J. Davis & C.K. Ong (eds.), *Cambridge Control of Leaf Growth*. Cambridge Univ. Press. Pp. 77-91.

Unnsteinsson, G.J. 1965. Frosthårdførhed og frostbeskyttelse hos træer og buske. *State Hort. College Reykjum, Iceland.* 83 pp.

Vegis, A. 1963. Climatic control of germination, bud break and dormancy. In: *Environmental control of plant growth*: 265-287.

Wang, S.Y. & M. Faust 1994. Changes in polyamine content during dormancy in flower buds of 'Anna' apple. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119: 70-73.

Warmund, M.R., F. Takeda & G.A. Davis 1992. Supercooling and extracellular ice formation in differentiating buds of eastern thornless blackberry. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117: 941-945

Wolfenden, J. & T.A. Mansfield 1990. Physiological disturbances in plants caused by air pollutants. *Proc. Roy. Soc. Edinburgh Section B Biol. Sci.* 97: 117-138.

Young, E. 1993. Respiratory oxygen response and respiratory quotient of apple stem sections during chilling. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118: 509-512.

Tilpassing hos lignoser til ver og klima i maritime strøk. II salt- og vasstress

Adaptation of woody plants to weather and climate in a maritime environment

II Salt and water stress

JOHANNA L.F. ERSTAD

Statens Forskingsstasjoner i landbruk, Særheim forskingsstasjon avd. Fureneset, Fure, Norge

The Norwegian State Agricultural Research Stations, Særheim Research Station, div. Fureneset, Fure, Norway

Erstad, J.L.F. 1994. Adaptation of woody plants to weather and climate in a maritime environment. II Salt and water stress. Norsk landbruksforskning 8: 249-270. ISSN 0801-5333.

Woody plant species growing in a maritime climate are constantly exposed to wind, salt and water stress. All of these physical and chemical stresses impair the water balance of the plant. In this review of the literature it is shown that woody plant species have managed to adapt to a shifting climate because they have developed a common defence mechanism against all stress factors. This adaptation includes morphological/anatomical and physiological changes. The defence is built up differently in different plant parts, enabling the trees to resume normal growth as soon as possible after exposure to stress. Heritable differences in resistance have been found between and within species, the resistance mechanism being governed by a few gene switches, which start the whole process. The different stages in the development of resistance are governed by many genes, in order to obtain flexibility.

Key words: Adaptation, gene switch, salt stress, water stress, woody plants.

Johanna L.F. Erstad, Særheim Research Station, div. Fureneset, N-6994 Fure, Norway.

I denne delen vert andre klimafaktorar enn temperaturen som verkar på veksten i maritime strøk, omtalte. Sæbø og Taksdal (1994) har nyleg skrive ei oversikt over verknaden av vind. Til slutt prøver eg å påvise at adaptasjon til eit omskifteleg vêr og klima viser fellestrekk for dei ulike stressfaktorane. Strategien for utval for klima-adaptasjon vert også drøfta.

STRESSFAKTORAR OG SYMPTOM

Saltsprut

I maritime strøk er verknaden av vinden ikkje berre uttørking og mekanisk skade på blada (Kozlowski et al. 1991; Sæbø & Taksdal 1994). Vinden vil også kunne føre med seg store mengder med salt frå havet. Her vert skade som følgje av saltsprut frå hav eller vegsalt omtalt.

Symptom på saltskade er brune bladspissar (bartre, einfrøblada artar), brune bladkantar (tofrøblada), eller sukkulens. I alvorlege tilfelle vert det sprenging over heile bladet, bladfall og bryting av sekundære knoppar som gir heksekost-liknande vekst.

Fysiske faktorar som saltmengd, vindretning og vindstyrke avgjer kor mykje plantene vert stressa. Av di det finst ei kjelde, er avstanden frå kjelda og vindretninga svært viktige. Dessutan er det store skilnader mellom artar i mengdene av salt dei toler.

Boyce (1954) har sett opp ein tabell som syner saltmengd i høve til vindstyrken (Tabell 1). Saltavsetjing aukar sterkt når vinden vert sterkare enn 5,5-7,9 m/s (Beaufort 4). Med aukande vindstyrke vert skilnaden mellom vind- og léside mindre. Skilnaden viser seg også i oppsvelling av blada, meir på vindsida enn på léside. Regn samtidig med eller like etter stormen reduserer skaden monaleg.

Tabell 1 Saltmengd avsett på blad ($\text{mg}/\text{cm}^2\cdot\text{t}$) i høve til vindstyrke (m/s) på vindsida og léside (frå Boyce 1954)

Table 1. Salt deposition on leaves ($\text{mg}/\text{cm}^2\cdot\text{hr}$) in relation to wind force (m/s) on the windward and leeward side (from Boyce 1954)

Vindstyrke <i>Wind force</i>	Saltmengde <i>Salt deposition</i>	
	vindsida <i>windward</i>	léside <i>leeward</i>
7- 8	0,29	0,15
8- 9	0,31	0,21
11-12	1,40	1,25
12-13 (storm)	1,67	1,65

Skadeomfanget er avhengig av årstida for saltingsepisoden og av saltkonsentrasjonen. Den studeigne vegetasjonen er mest utsett ved episodar med høg saltkonsentrasjon, sjølv om han til vanleg toler ein høg gjennomsnittskonsentrasjon. For vegetasjonen på stader som sjeldan vert utsett for salt, er jamvel ein låg konsentrasjon skadeleg (Moser 1975).

Skaden av vindslit på blada aukar med vindstyrken. Såra dannar inngangsportar for salt, slik at verknaden av salt aukar mykje med vindstyrkar over 6-7 m/s. Sitjande blad slår ikkje mot kvarandre, og skaden er vesentleg mindre på planter med sitjande blad enn med stilka blad (Boyce 1954).

Ei klimaendring vil truleg medføre fleire stormar. Med fleire stormar vert også faren for saltskade større. Sjølv i gamle léplantingar vart det funne saltskade etter "nyttårsorkanen" på Nordvestlandet i 1992. I amerikansk litteratur er dette nemnt alt i 1937. Ei vesentleg høgare saltmengd enn den vanlege ga skade både på tre vanlegvis utsett for saltsprut og tre som elles ikkje var utsette for salt (Wells & Shunk 1937).

Etter ein orkan i september var den direkte reaksjonen at lauvtree mista blada, bartree vart raudbrune på vindsida og mista nålene etter kort tid (Moss 1940). Mens saltpåverknad vanlegvis ikkje finst meir enn 100 m frå kjelda, fann Moss (1940) skade opptil 70 km inn i landet. Dei plantene som var minst skadde, braut som vanleg neste vår, men likevel 2 veker seinare på vindsida enn på léside. Nær kysten vart lauvsprett generelt forseinka. Det vart funne mange daude kvistar.

På Fureneset forskingsstasjon observerte eg stor skilnad mellom vinteren 1992 og 1993. I orkanen i 1992 velta eit belte med sitkagran og nokre enkelttre av sitkagran og plumme, men det vart ikkje observert saltskade. Stormane vinteren 1993 ga mindre direkte skade, men om våren vart saltpåverknaden svært synleg. Sitkagrantrane hadde mista nåler på årsskotet og braut dårleg. Også buskar av *Cotoneaster*, *Cornus* og *Potentilla* braut seinare på vindutsette stader og knoppene på vindsida var for det meste daude.

Klima og vêrforhold som avgjer graden av skade, kan vere daglengd, temperatur, nedbør, dogg og luftråme. Når planter i vekst vert utsette for saltsprut, vert skadane mindre ved aukande temperatur og daglengd fordi saltet ikkje hopar seg opp i blada. Derimot aukar skaden ved høg luftråme med stigande temperatur (Repp et al. 1959; Simini & Leone 1982). Også ved dogg gjer saltavsetning større skade enn på tørre blad. Regn derimot vil vaske vekk saltet (Grattan et al. 1981).

Som regel er Cl^- meir skadeleg enn Na^+ , og CaCl_2 meir skadeleg enn NaCl (Boyce 1954; Walton 1969). CaCl_2 vert mykje brukt for å binde støv om sommaren. NaCl vert brukt til vegsalting.

Tørke og flaum

Ved uttørking vil vasspotensialet i vedrøra auke og cytoplasma står i fare for å miste vatn. Også ved flaum vert det utvikla vassmangel. Røtene får oksygenmangel og sluttar å fungere, dermed får dei overjordiske plantedelane vassmangel.

Fordelinga av nedbør gjennom sesongen er viktig for tørkefaren, og det er funne at nokre artar kan ha 80% spiring, men likevel berre 1% etablering grunna forsommartørke (Kozlowski 1982a).

Også konkurransen med andre artar kan gi raskare uttørking av jorda. Til dømes er douglasgran nokså nøysam med vatn, men ein undervekst av *Gaultheria shallon* (klaseberglyng, salal) står for 40-70% av vassforbruket i skogen (Tan et al. 1978).

Levitt (1980) delte planteslag i to grupper m.o.t. stress: dei som unngår stress (avoidance) og dei som utvikler toleranse. Ved uttørking vil ein rask reaksjon i spalteopningane vere medverkande for å unngå stress. Planta vil forsøke å ta opp mest mogleg vatn og bruke minst mogleg, mens ei tolerant plante vil auke osmopotensialet for å kunne halde funksjonane i gang. Chapman & Augé (1994) samanlikna planteslag frå tørre og våtare miljø og fann at miljøet ikkje avgjorde om eit planteslag var unngåande eller tolerant.

Gill (1970) har ei lang opplisting av problem knytt til flaum. Veksten vert redusert både i rot og skot, og fruktsetting kan verte hindra. Redusert vekst fører til redusert ringbreidde, men det vert også funne doble årringar hos enkelte artar, som følge av fornyta vekst etter flaumen. Blada viser først klorose og epinasti, seinare mistar nokre artar blada for å unngå uttørking. Transpirasjonen vert redusert. Røtene døyr på grunn av oksygenmangel, men ei opphopping av assimilant kan gi hypertrofi i stammen. Svakare vekst vil auke

følsemda for skadedyr og sjukdommar. I verste fall døyrr heile planta. Mangel på oksygen (anaerobiosis) er hovudfaktoren, sjølv om reduserande forhold i jorda kan medvirke, t.d. jernforgifting (Fe^{2+}). For mange av symptoma er også tidspunkt og eksponeringstid avgjerande. Dei fysiologiske endringane er mange, danning eller opphoping av etanol eller andre anaerobe åndingsprodukt og opphoping av prolin og abscisinsyre (ABA) vert brukte som stressindikatorar.

I nokre planteslag fører overfløyning til lukking av spalteopningane, dermed vert visning unngått, men fotosyntesen vert redusert (Drew 1983). Etter nokre dagar kan vasspotensialet auke igjen og til og med verte høgare enn før, sannsynlegvis når rota døyrr og vasstransporten ikkje vert hemma lengre.

Overfløyning er mindre skadeleg om vinteren p.g.a. redusert oksygenforbruk (Levitt 1980) og større oppløysning av oksygen i vatn ved låg temperatur (Gill 1970).

I vassmetta jord vert gassdiffusjonen sterkt nedsett, og ein får opphoping av CO_2 , som i første omgang kan redusere pH-verdien (Rowe & Beardsell 1973). Det oppstår reduserande forhold, der nitrat vert redusert først, deretter mangan og jern og til slutt sulfat. Ved reduksjon av nitrat og sulfat kan pH også stige. Reduksjonsprodukta er giftige i seg sjølve, og det er ikkje sikkert om redokspotensialet som faktor er avgjerande. Det vert ofte funne ei svart hinne av redoksprodukt på røtene (Levitt 1980). Eit høgt CO_2 -nivå fører også til redusert opptak av vatn og næring (Kozlowski 1982b).

Også etter at vassstresset er over er det funne lågt redokspotensial i jorda (Harrington 1987), og mangel på nitrat. Raudor (*Alnus rubra*) var ikkje særleg lenge utsett for nitrogenmangel, og 3 veker etter overfløyning var det ikkje skilnad andsynes ikkje-stressa planter. For amerikansk kjempepoppe (*Populus trichocarpa*) varte mangelen lengre.

Overfløyning gir større skade i leirjord enn i sandjord.

Huikari (1954) samanlikna torvekstrakt frå myrar utan tre, med myrar med furu eller med gran. Desse jordtypane viste ein gradient i reduserande evne, der myr utan tre var mest reduserande. Veksten av bjørk vart undersøkt i desse ekstraktane. Resultatet var at etablering av bjørka vart vanskelegare der forholda var meir reduserande, trass i at bjørka klarer å halde på oksyderande forhold rundt røtene.

ANATOMISKE TILPASSINGAR

Saltsprut

Mange planter som veks langs kysten, er førebudde på saltpåverknaden, og har ofte varige anatomiske tilpassingar. Mange lauvtreartar vernar seg med eit vokslag på blada. Vokslaget aukar med lengre dagar og stigande temperatur (Simini & Leone 1982). Dei fann likevel at vokslaget på barnåler ikkje auka, med unntak for gran der vokslaget auka med daglengda. Dei artane med tjukkast vokslag, t.d. buskfuru (*Pinus mugo*), er også best eigna til planting langs vegar (Hofstra & Hall 1971).

Skeiv vekst vert ofte oppfatta som vindslit på vegetasjonen, men skuldast like mykje saltpåverknaden, fordi toppane døyrr og kvilande knoppar bryt (Wells & Shunk 1937; Moser 1975; Dirr 1976). Skeiv vekst vert også funne langs vegar. Hos *Pinus strobus* fann Hall et al. (1972) berre årnsåler på veggside, og desse stod tettare enn vanleg. Dermed vart også årringsbreidda forskjellig på vegg- og lésida.

Hos lauvtrea er dei generative knoppene meir følsame for saltskade enn dei vegetative, og ein kan få einsidig blomstring på léside (Lumis et al. 1973). Plassering av knoppene avgjer følsemda for salt, og denne er lågare når knoppene ligg inntil skotet, som hos *Robinia pseudoacacia*. *Aesculus spp.* har høg saltresistens p.g.a. kvae i knoppene. Når knoppene er skadde, bryt kvilande knoppar frå andreårsskota (Lumis et al. 1973).

Planter utsett for stress har eit høgt spesifikt bladareal. Fordi håra blad held meir på salt og fukt, kan desse blada samle meir salt enn glatte blad. Cassidy (1968) fann at blad som har åtak av insekt, har høge saltkonsentrasjonar av di vokslaget er øydelagt og saltet kan trenge inn.

Vasstress

Svartor reagerer på tørke med eit tjukkare vokslag på blada, og blada vert mindre og færre. Skot/rot-forholdet minkar. Suberinisering av røtene held fram, slik at det tek lengre tid etter at stresset er over før transpirasjonen tek seg opp att (Seiler 1985). Også for ulike furuarartar vert det nemnt at vokslaget aukar som følge av vasstress, mest for dei resistente artane (Newton et al. 1991).

Skoss (1955) fann at kutikula er tjukkare på solsida. Abrams (1994) ga ei oversikt over samanlikningar gruppa hans har gjort mellom sol- og skuggeblad, og artar av *Cercis*, *Fraxinus*, *Acer*, *Prunus*, *Quercus* og andre frå solrike og skugga vekseplassar. Som regel er soleksponerte artar og proveniensar meir tørkeresistente. Solblad er tjukkare og har større masse pr. arealeining.

Veksten vert redusert både ved tørke (Röber & Horn 1993) og flaum (Kozłowski et al. 1991). Sivakumaran & Hall (1978) utsette individ av *Euphorbia lathyris* for både tørke og overfløyning. I begge tilfella reagerte planta med raskare aldring av yngre blad og felling av eldre. Ved tørke vert som regel bladarealet redusert, og dermed aukar spesifikt bladareal (Kozłowski et al. 1991).

Dei generelle tilpassingane som vert funne ved overfløyning, er anatomiske endringar for å auke oksygentransporten i planta, som t.d. danning av lenticeller og aerenkym (Gill 1970; Kozłowski et al. 1991). Røtene døyr ved langvarig flaum, men ofte vert adventivrøter danna ved vassflata (Gill 1970; Hook & Scholtens 1978; Kozłowski et al. 1991). Hos nokre planteslag er det funne jern(III)oksyd i rotsona, og der må det vere rota som klarer å halde på oksyderande forhold i rotsona. Dei planteslaga som klarer å oksydere rotsona og som også er tolerante for giftstoff, er dei som klarer overfløyning best (Hook & Scholtens 1978).

Coutts & Philipson (1978) samanlikna sitkagran og furu i vassmetta torv. Aktive røter vert brunfarga og døyr ved lengre eksponering. Nye siderøter og adventivrøter vert danna, men det kan ta opptil 6 veker før rotsystemet er like stort igjen. Furu vert mindre skadd enn sitkagran, og ved kortvarig vassmetting av torva døyr ikkje fururøtene. Crawford (1978) påpeika at fururøter klarer å oksydere rotsona i større grad enn granrøter. I eit seinare forsøk fann Coutts og Nicoll (1990) at det er stor skilnad om sitkagran vert utsett for vasstress i oktober eller november. Det kan vere av di røtene framleis er i vekst i oktober. Særleg dei yngre røtene døyr, og dei fann at dei yngste røtene som overlever, er vel ein månad gamle og at dei dermed har sekundær rotvekst.

Røtene held fram med suberinisering, og dei kan også krympe ved tørke, slik at motstanden for vasstransport mellom jorda og rota vert endå større. På den andre sida vert tap av vatn til jorda hindra (Kozłowski 1982a; Nobel & Cui 1992).

FYSIOLOGISKE TILPASSINGAR

Vasspotensial

Ei saltløysing på eit blad vil kunne trenge inn i bladvevet gjennom spalteopningane eller vokslaget. I cella vert saltet fortrinnsvis lagra i vakuolen. Ei viss saltopphoping er ikkje til å unngå, og gir dei nemnde symptoma med daude celler og sukkulens. Mange har funne store skilnader i saltkonsentrasjon mellom dautt og levande vev (Hofstra & Hall 1971). Moss (1940) fann opptil ti gonger høgare saltkonsentrasjon i daude nåler enn i levande. Denne opphopinga vart ikkje funne hos *Pinus strobus*, som er svært følsam for salt (Hofstra & Hall 1971). Dei forklarar dette med at membranen må vere øydelagd og at saltet har runne ut.

Oppsvelling av blada vert funne p.g.a. osmotisk tilpassing. Denne oppsvellinga skjer berre i parenkymet, og planter med mykje sklerenkym har ikkje slik tilpassing (Boyce 1954).

Planter klarer i stor grad å halde saltkonsentrasjonen i cytoplasma låg. I salttolerante planteslag er det funne opphoping av NaCl i vakuolen på opptil 800mM, mens konsentrasjonen i cytoplasma då var 100mM. I celler som ikkje har tilvenning til eit høgt saltnivå, er konsentrasjonen 25mM (Cushman et al. 1990).

Planta vil oppfatte den høge saltkonsentrasjonen som ei uttørking. Bressan et al. (1990) meinte at turgortrykket vert redusert mellombels, men cellene i vekstpunktet får ikkje redusert dette trykket. Dei meinte at både cellestrekkning og -deling går saktare når planta er utsett for saltstress. Ein reversibel reaksjon hos nokre artar var at cellene vart mindre. Når talet hos andre derimot vart redusert, men cellene fekk vanleg storleik, vart ikkje celledelingsfarta større når stresset vart borte, og reaksjonen var irreversibel.

Når lauvtre stadig er utsette for saltsprut, greier dei å halde saltkonsentrasjonen låg om sommaren. Om hausten aukar saltmengda i cellene, dette heng sannsynlegvis saman med aldring av blada. Også i bartrenåler finst det ein viss auke om hausten (Curtis et al. 1977).

Ved tørke og flaum reagerer både tolerante og ikkje-tolerante planteslag ved å lukke spalteopningane. Etter nokre dagar har tolerante planteslag tilpassa seg. Då kan spalteopningane opne seg igjen, eller planta har eit normalt vasspotensial i blada, men lukka spalteopningar (Kozlowski 1982b; Matsuda & Ryan 1990; Jones & Corlett 1992).

Stress gir først ei endring i xylemvasspotensialet, og endringa breier seg seinare ut til bladvevet (mesofyl) (Matsuda & Ryan 1990). Det osmotiske potensialet vert auka for å halde turgortrykket oppe. Turgortrykket er viktigare enn vass- eller osmopotensialet for å halde fotosyntesen i gang (Hinckley et al. 1980; Seiler 1985; Osonubi & Davies 1978; Kozlowski et al. 1991). Også jordvasspotensialet er med på å regulere spalteopningane (Chapman & Augé 1994).

Lauvfellande treslag med avgrensa lengdevekst viser ein rask auke i osmotisk potensial. Deretter er denne konstant, t.d. hos *Acer*. Artar med uavgrensa lengdevekst, t.d. *Populus*, aukar osmopotensialet i eksisterande blad, mens nye blad vert mindre. Vintergrøne artar har høgast osmopotensial om vinteren (Tyree et al. 1978). Auken i osmopotensial er som regel ikkje større enn 0,5-1,0 MPa (Kozlowski et al. 1991).

I vanleg gran vart det funne lågare vasspotensial i heile treet ved tørke (Dambrine et al. 1993). Derimot fann Townend (1993) at sitkagran dyrka ved eit høgt CO₂-nivå ikkje

endra vasspotensial ved tørke.

Det skjer ei endring i vasspermeabilitet, og når parenkymceller vert øydelagde, kan dei stoppe til leidningsvevet (Kramer 1951; Jones & Corlett 1992). Dette er som regel forbigåande, men kan vere årsak til visning (Drew 1983; Kozlowski 1982). Overfløyming reduserer vassopptaket direkte gjennom lågare vasspermeabilitet i røtene, indirekte ved at rotsystemet vert redusert. Også opptak av mineral vert redusert (Meek & Stolzy 1978). Likeins som ved tørke vert næringsopptaket redusert (Dambrine et al. 1993).

Brown et al. (1976) utsette ei gruppe planter for kortvarig tørke ei rekke gonger før ein langvarig tørke. Desse plantene hadde mindre blad enn kontrollgruppa, men spalteopningane var opne til eit mykje lågare vasspotensial.

Eik er nokså tørkeresistent, og kan halde veksten i gong over fleire korte tørkeperiodar. Det skjer ei endring i rotmorfologien; røtene vert lange og tynne, med få forgreiningar (Osonubi & Davies 1978).

Fotosyntese og respirasjon

Heile stoffskiftet kan verte endra som følge av saltstress. Dei fleste forsøka er gjort med opptak av salt gjennom røtene. Desse resultata kan likevel brukast for å sjå på dei fysiologiske tilpassingane som må skje i cytoplasma. Men dei artane som er tolerante for å vekse i salt jord, treng ikkje vere dei som toler saltsprut best. Dei fysiologiske endringane liknar dei for aldring.

Sjølve fotosyntesen vert lite påverka av saltstress, men respirasjonen aukar, og dermed vert nettofotosyntesen mindre (McCune 1991). Hähn & Lüdders (1993) fann at rotrespirasjonen ikkje auka i *Simmondsia chinensis* utsett for saltstress. I skotet auka fotorespirasjonen, respirasjonen om natta var lik den i ikkje-stressa planter. Ein auke i fotorespirasjon vert som regel også funne når planta er utsett for uttørking. Det vert danna fleire oksygenradikal som må uskadeleggjerast gjennom fotorespirasjon (Aarnes 1994).

Endring i vasspotensial og lukking av spalteopningane fører til endringar i respirasjonskjeda. Under anaerobe forhold vert etanol danna som sluttprodukt for respirasjonen. Nokre planteslag som toler overfløyming, toler meir etanol, mens andre koplar om heile metabolismen slik at andre sluttprodukt vert danna, som t.d. malat, laktat, sukkinat (Gill 1970; Kozlowski 1982b; Pradet & Bomsell 1978; Zemlianukhin & Ivanov 1978; Hook & Scholtens 1978). Crawford (1978) nemnde glyserol som sluttprodukt i røter av *Alnus incana*, pyrodruesyre og glykolsyre i *Salix spp.*, og malat i *Betula pubescens*.

Røter av *Pinus contorta* (vriefuru) som er meir tolerant for overfløyming enn *Picea sitchensis* (Sitkagran), danner mindre etanol ved anaerobi, og Crawford (1976) meinte det er av di *P. contorta* har kontroll med nedbrytinga av stivelse. I resistente artar er opphopinga av etanol sjølvregulert. Etter nokre dagar auka etanolinnhaldet ikkje meir hos pære (Rowe & Beardsell 1973), som også kan bryte etanol ned igjen når stresset er over.

Ein relativ auke i respirasjonen vart funnen hos *Populus deltoides* både ved tørke og overfløyming (Regehr et al. 1975). Under flaum vert fotosyntese og transpirasjon meir reduserte, slik at kompensasjonspunktet for fotosyntesen vert høgare. Ved tørke går respirasjonen raskare ned, men stoggar på eit relativt høgt nivå. Også for ask, furu og Douglasgran vert det funne ein reduksjon i fotosyntesen (Ogigirigi et al. 1970; Dosskey et al. 1993).

pH og redokspotensial

Saltopphoping skjer i vakuolen, men av di opptaket av anion og kation kan vere ulikt, må planta kompensere med organiske sameiningar, som oftast organiske syrer (Rains 1972). Ved høg saltkonsentrasjon skjer transport av kation og anion samtidig. Det forklarar pH-senkinga som vert observert ved saltopphoping (Rains 1972).

Danning av organiske syrer fører til senking av pH og auke i det bioelektriske potensialet. Syntese av syrene er avhenging av bikarbonat-konsentrasjonen i cytoplasma. Reaksjonen kan samanliknast med den ein har under anaerobiosis. Difor finn ein auke i respirasjonen, også kalla saltrespirasjonen. I saltrespirasjonen vert ATP-produksjonen fråkopla elektrontransporten. Det oppstår ein fysiologisk tørke på grunn av energimangel (Rains 1972).

Også redokspotensialet over membranane endrar seg ved uttørking. Det vert danna mange frie radikal, som vert gjorde uskadelege ved auka aktivitet i glutation/askorbatsyklus (Pastori & Trippi 1993).

Eit lågt redokspotensial i vassmetta jord kan gi opphoping av giftig Mn^{2+} og Fe^{2+} . For å oppretthalde redoksbalansen vert alternative sluttprodukt laga, som t.d. aminosyrer og organiske syrer (Zemlianukhin & Ivanov 1978)

CO₂

Inne i treet er gassamansettinga ulik den i lufta. I dei fleste treslaga er kambiet nesten lufttett av di det finst få intercellulærrom. I veden vert det difor eit høgt CO₂-nivå og eit lågt O₂-nivå (Hook & Scholtens 1978).

I nokre høve er det funne mindre stress ved anaerobiosis berre som følge av mangel på oksygen enn ved anaerobiosis som følge av eit endra forhold mellom karbondioksyd og oksygen (Erstad & Gislerød 1994).

Ved anaerobi går pH ned. pH påverkar karboxylase/-dekarboxylaseforholdet for alle organiske syrer (Pradet & Bomsell 1978).

Eplegrunnstammar som toler eit høgt CO₂-nivå, bind CO₂ på nytt via PEPkarboxylase til malat, slik at det vert funne ei opphoping av malat (Ebert et al. 1986). Hos andre resistente treartar finst det andre organiske syrer som bind CO₂ (Crawford 1976). I hans forsøk var gråor og vrifuru svært resistente mot CO₂-opphoping.

Auka vasspermeabilitet skuldast karbondioksydopphoping. I forsøk vart nye enzym funne (*Salix*, *Populus*), og membransamansetnaden vart påvist endra hos tolerante artar (Levitt 1980). Oppdeling i fleire rom i cytoplasma og mellom cytoplasma og vakuole krevst for vanleg funksjon i cellene. Ein hypotese går ut på at denne rominndelinga vert øydelagd ved anaerobi. Den totale mengda CO₂ vert ikkje endra, men mindre CO₂ går ut til lufta. CO₂-opphoping og pH-senking sørger for å oppretthalde redokspotensialet (Zemlianukhin & Ivanov 1978)

Hormon

ABA (abscisinsyre) er eit plantehormon som vanlegvis vert funne ved stress. ABA regulerer opninga av stomata og påverkar dermed forholdet mellom assimilasjon og transpirasjon (Cornish & Radin 1990). Ved overfløyning er det funne ein auke i ABA som fører til at spalteopningane lukkar seg. Etter nokre dagar, når planta er akklimatisert og spalteopningane opnar seg igjen, forsvinn ABA (Kozlowski 1982b). ABA stimulerer også

produksjonen av stressproteinet osmotin, som vert lagra i vakuolen. Også nydanning av andre protein vert funne ved saltstress, og det er funne likskap mellom desse proteina i ulike planteslag (Cushman et al. 1990).

Gibberellin og cytokinin vert produserte i røtene, men denne produksjonen vert redusert ved overfløyming (Kozlowski 1982b). Ved flaum held transporten av cytokinin i transpirasjonsstraumen opp. Det er signalet som lukkar spalteopningane (Cornish & Radin 1990).

Ein meiner at transport av auxin frå toppen til røtene vert hemma ved flaum og at ein får opphoping ved vassflata. Difor kan ein observere hypertrofi av stammen ved vassflata, og adventiv rotdanning kan verte indusert (Kozlowski 1982b). Verknadene av etylen og auxin er vanskelege å skille frå kvarandre. Epinasti og bladfall vert likevel rekna som etylenverknad (Kozlowski 1982b).

Regulering

Det finst nokre få nøkkelenzym som sørger for omkopling av metabolismen ved stress. Desse enzyma er svært følsame for konsentrasjonsendringar og reagerer difor raskt (Pradet & Bomsell 1978). Den raske reaksjonen er sannsynlegvis eit samspel mellom enzym, substrat og ein hemmar. Ein vanleg stressreaksjon er opphoping av prolin i vakuolen. Prolin vart funne som umiddelbar stressreaksjon og forsvann igjen etter endt stress (Röber & Horn 1993; Thomas & James 1993). Prolin kan også verte bygd inn i hydroxyprolinrike glykoprotein som dannar ein strukturell barriere i celleveggane (Edreva 1992). Det finst også ein seintverkande reaksjon som krev nysyntese av enzym (Pradet & Bomsell 1978).

Rabe (1990) meinte at den reduserte veksten som følge av stress fører til nitrogenoppopping i planta. Til vanleg har ikkje planter for mykje nitrogen og har difor ingen mekanisme for å hemme opptak av nitrogen. Dei mange aminosyrene som vert funne ved fleire typar stress, kan vere ein verkemåte for å nøytralisere nitrogenet i planta. Glutamin, den første aminosyra i kjeda vert funne alt 8 timer etter påkjenninga, mens dei følgande ledda vert danna etter nokre dagar eller veker.

Produksjon av aminosyrer krev fleire oksydasjonar, dermed vert det produsert mange H^+ -ion, som dels fører til lågare pH, og dels vert brukt i nitratreduksjon. Nitrat kan også verte brukt som alternativ elektronakseptor ved oksygenmangel (Pradet & Bomsel 1978). Det er sannsynleg at ammonium som vert danna i nitratreduksjonen, vert bygd inn i aminosyrer for å nøytralisere det. Fleire ulike aminosyrer vert danna og variasjon i sluttproduktet vil kunne hindre giftige konsentrasjonar.

Membranar

Drew (1983) meinte at vasstransport til stammen og blada vert redusert ved flaum grunna redusert vasspermeabilitet i membranane i rota under oksygenmangel.

Cellemembranane gjennomgår dei same endringane som ved aldring (Henckel 1964). Etter endt stress går dei tilbake til den opphavelige tilstanden sin hos nokre artar, men er varig endra hos andre artar.

Whitlow et al. (1992) målte ioneleiingsevna i tørka og utørka blad. Når planta har hatt ei tilvenning gjennom korte tørkeepisodar, toler ho uttørking betre. Leiingsevna viser at ho har fått tettare membranar. Aldrande blad derimot lek meir.

Transporten ved hjelp av Na/H-ATPase krev energi, p.g.a. forbruk av ATP. Det er

funne *de novo* enzymsyntese for transport gjennom tonoplast (Cushman et al. 1990). Gjødsling kan motverke skadeleg opphoping av eller mangel på enkelte element (Bernstein 1975). Spesielt kalsium vil kunne stabilisere membranane og auke opptak av andre ion (Rains 1972).

Forholdet mellom sukker og nitrogen aukar, som ved aldring, og for aminosyrer vart det funne ein mellombels auke (McCune 1991).

Ei tilvenning til vasstress er funne av fleire forskarar (Matthews & Boyer 1984; Henckel 1964). Dei endringane som skjer i vasspermeabilitet, er varige og vernar plantene ved seinare tørkeepisodar. Dei kan då halde fram med dei vanlege funksjonane ved større grad av tørke. Matthews og Boyer (1984) fann at kloroplastmembranane vert varig endra og denne endringa gir resistens ved ny tørke.

NEDARVING AV STRESSTOLERANSE

Dei anatomiske, morfologiske og fysiologiske endringane som er omtalte, er moglege for artar med stor fleksibilitet. Flexibilitet er evna til tilpassing til skiftande miljøforhold. For det enkelte individet er fleksibiliteten fenotypisk. Ein familie eller proveniens kan i tillegg vise genotypisk fleksibilitet.

Dei fleste artane med saltresistens er tolerante alt som frøplanter, og utval kan skje på eit tidleg stadium (Tinus 1983).

Det finst mange motstridande resultat når det gjeld følsemd for salt hos ulike artar. T.d. nemnde Semoradova og Materna (1982) spisslønn og rogn som dei mest følsame artane, mens dei er vanlege på Vestlandet, også heilt ytst mot kysten. Det tyder på at det må vere arvelege skilnader mellom innlands- og kysttypar.

Sitkagran og kryssingsgran (*P. x lutzii*) toler meir saltsprut enn norsk gran og furu (Magnesen 1992).

I ein oversiktsartikkel nemnde Allen et al. (1994) at det er funne arvelege skilnader i saltresistens mellom proveniensar av *Acer*, og familiar av *Pinus*- og *Quercus*-artar.

I indisk sennep (*Brassica juncea*) er det funne nye protein som følge av saltstress. Ulike liner danna protein ved ulike saltkonsentrasjonar. Nokre tolerante liner danna stressprotein også utan saltstress (Jain et al. 1993).

Harrington (1987) samanlikna raudor (*Alnus rubra*) og amerikansk kjempepoppel (*Populus trichocarpa*) av di dei begge veks i område utsett for overfløyning, men raudor klarer seg også i område med stillestående vatn, der kjempepoppel ikkje finst. Begge artar er tolerante, og dei lukkar ikkje spalteopningane. Raudor veks mindre under flaum enn kjempepoppel, men betre 3 veker etterpå.

Newton et al. (1991) ga eit oversyn over arveleg tørkeresistens. Det vert funne mange nye protein ved vasstress, og nokre av dei må nedarvast monogent. Dei fleste skilnadene er funne mellom artar. Innan artane er dei største skilnadene mellom proveniensar. Dei proveniensane som syner stor osmotisk tilpassing, syner som regel også stor tilpassingsevne for dei andre karakterane.

Larsen (1981) fann arvelege skilnader i tørketoleranse hos Douglasgrana, mellom sørlege og nordlege typar, og mellom kyst og innlandstypar. I Skandinavia vert kysttypane dei mest aktuelle. Også Pharis & Ferrell (1966) fann ulike økotypar hos Douglasgran.

Klonar av utvalde tre av furu viser store skilnader i vassforbruk gjennom døgnet og gjennom året. Skilnadene mellom klonane er konstante, slik at nokre klonar utan vidare omsyn krev meir vatn (Hellkvist & Parsby 1976). Cregg (1994) samanlikna genotypar av *Pinus ponderosa* som hadde ulik tørkeresistens. Ei tilvenning med fleire korte tørkeperiodar ga auka tørketoleranse ved langvarig tørke i forhold til kontrollplanter utan tilvenning. For nokre proveniensar vart det funne store skilnader mellom genotypar. Faren for tørke på opphavsstaden avgjorde i stor grad toleransen. Han viste seg å henge saman med fordeling av tørrstoff mellom rot, skot og nålene.

Davies & Kozlowski (1977) såg på artsskilnader innan *Acer*, *Alnus*, *Cornus*, *Fraxinus* og *Juglans*. Tilpassing skjer gjennom ein auke av vasspotensialet i planta. Lukking av spalteopningane hemmar fotosyntese og vekst. Dei artane som veks i vassrike område, vert minst reduserte i vekst og tek seg raskast opp att etter vassstress.

Økotypar av *Quercus rubra* frå eit vått og eit tørt område sentralt i Pennsylvania vart utsette for tørkestress. Ungplanter frå det tørre området tolte uttørking betre enn dei frå det våtare området. I det våte området var det større variasjon mellom plantene, anten av di trea også var befrukta av pollen frå det tørre området i nærleiken, eller av di seleksjonstrykket var mindre (Kubiske & Abrams 1992).

Følsemda for eit høgt CO₂-nivå varierer mellom artar med opphavsstad og også innan arten (Lyr & Hoffmann 1967). *Prunus*-grunnstammer av artar som toler høg vasstand, bruker meir energi på rotsystemet. Difor vert avlinga redusert i forhold til artar som ikkje toler eit høgt vassnivå (Alvino et al. 1994).

Crawford (1978) refererte til kløver- og lupinartar der ein har funne ulik toleranse for overfløyning hos ulike genotypar. Forskjellen ligg i samansetnaden av enzymet som vert aktivisert ved overfløyning, d.v.s at dei ulike allela eller gena som koder for enzymet, har ulik fysiologisk vekt. Etter Thoday sin definisjon (Rieger et al. 1991, flexibility) er dette eit døme på genetisk fleksibilitet.

ADAPTASJON AV TRE TIL FYSISKE OG KJEMISKE STRESSFAKTORAR

Likskap i reaksjonane

Tabell 2 syner at det finst mange likskapstrekk mellom reaksjonane. Alle former for stress kan sjåast på som forstyrringar av vassbalansen.

Stressresistens vert påverka av andre vekstfaktorar. N-gjødsling motverkar aldring av blada, og difor vert også herdinga forseinka. Ved kraftig N-gjødsling toler planta salt- og vassstress betre. P-gjødsling aukar resistens mot alle stressfaktorane, truleg fordi syntesen av fosfolipid til membranane vert fremma.

Om vinteren toler plantene både salt- og vassstress betre. Dette har sannsynlegvis ikkje berre med redusert aktivitet om vinteren å gjere, men også med herdigskap. Magnesen (1992) oppsummerer stresstoleranse hos barte slik: dei fleste stressfaktorane for barte på Vestlandet utløyer tørkestress i plantene:

- om hausten er vassinnhaldet i nålene eit godt mål for resistens og herdigskap,
- frostskaade oppstått om vinteren kan ikkje skiljast frå tørkeskaade,
- vindslit er ei form for tørkeskaade. Den mekaniske skaden fører til uttørking.

260 Tilpassing hos lignoser til ver og klima i maritime strøk

Tabell 2. Likskap mellom reaksjonar hos resistente planter ved ulike typar av stress
 Table 2. Similarities in reactions of resistant plants to different kinds of stress

Reaksjon <i>Reaction</i>	Herdigskap <i>Hardiness</i>	Salt/vindstress <i>Salt/windstress</i>	Vassstress <i>Water stress</i>
Lukking spal- teopninger <i>Stomatal closure</i>		----- Mellombels -----*	
		----- Temporary -----	
Bladmorfologi <i>Leaf morphology</i>	Xeromorf <i>Xeromorph</i>	Større spesifikk bladareal, mindre blad, tjukkare vokslag** <i>Greater specific leaf area, smaller leaves, thicker cuticula</i>	
Celleveggar <i>Cell walls</i>	Mindre vasspermeabel, lignifisering av veden, suberinisering av røtene <i>Less water-permeable, lignification of the wood, suberization of the roots</i>		
Cellemembran <i>Cell membrane</i>	Meir vasspermeabel, auke i fosfolipid og fleirumetta lipid <i>More water-permeable, increase in phospholipids and polyunsaturated lipids</i>		
Fotosyntese <i>Photosynthesis</i>	Naudsynt <i>Necessary</i>	Relativt mindre, redusert sukkeropphoping <i>Relatively less, reduced accumulation oligosaccharides</i>	
Respirasjon: <i>Respiration:</i>		Relativt mindre, auke i CO ₂ -effluks <i>Relatively less, increase in CO₂-efflux</i>	
CO ₂ -binding <i>CO₂-binding</i>	Naudsynt <i>Necessary</i>	----- organiske syrer ----- <i>----- organic acids -----</i>	
etanolopphoping <i>accumulation of ethanol</i>		Relativt mindre, kan nedbrytast igjen <i>Relatively less, can be metabolized again</i>	
C/N-forholdet	Må vere høgt for induksjon Gamle blad <i>Must be high for induction Old leaves</i>	Vert høgare som følge av stress ----- bladaldring ----- bladfall ---- <i>Increases because of stress</i> ----- leaf senescence -----abscission --	
C/N ratio			
Osmopotensial <i>Osmotic potential</i>		----- Aukar ----- Lekkasje av ion vert ikkje funne hos resistente planter ----- Increasing ----- <i>Ion leakage not found in resistant plants</i>	
Synteser <i>Syntheses</i>	Nye enzym vert funne av di nye gen vert aktiviserte, også de novo DNA og RNA-syntese <i>New enzymes occur because of activation of new genes, also de novo DNA and RNA-synthesis</i>		
Nedarving <i>Inheritance</i>	Få nøkkelgen som startar prosessen, mange gen må til for regulering av dei ulike produkta. <i>Few key genes to start the process, many genes to regulate the different products</i>		

* Reaksjonen gjeld alle typar stress som er understreka
The reaction is found for all stresses covered by the line

** Skrift over fleire kolonner gjeld fleire typar stress
Writing across columns covers several types of stress

For bartreartar kan proveniensforskjellar i tørkeresistens i stor grad verte forklart med skilnader i anatomiske eigenskapar ved nålene (Magnesen 1992).

Til no har ein berre funne tilvenning ved å utsette plantene for den same typen stress fleire gonger. Det er også funne at utvikling av toleevne mot den eine faktoren kan auke toleevna mot dei andre faktorane (Edreva 1992; Thomas & James 1993). Ranney og Bir (1994) fann at tørkeresistens i blada var ein viktig karakter for artar som var sterke mot overfløyning.

Nye protein vert funne ved fleire typar stress. Så langt er det berre unntaksvis funne likskap mellom protein ved ulike stresstypar. Dette kan også ha samband med at ulike planteslag og ulike plantedelar vert brukte. Det er funne at dei same enzymgruppene vert aktiviserte, t.d. peroksydase og glykosidase (Edreva 1992). Edreva (1992) meinte at ein må leite etter spesifikke stressmarkørar.

Chen et al. (1977) utsette kornellplanter samstundes for tørke og herding. Med tørke utviklast ein viss herdigskap også ved lang dag, tørke og kort dag saman gir større herdigskap. Det finst ein auke i sukkerkonsentrasjonen i tørkeresistente planter.

Endringane i metabolismen gir eit høgare C/N-forhold i plantene, noko som elles finst ved aldring. Mange forskarar har samanlikna stressreaksjonar med aldringssymptom. Det ser ut til at dette ikkje berre er ein framstillingsmåte, men at det bygger på like fysiologiske reaksjonar. McKersie et al. (1988) samanlikna stress og aldring og fann dei same symptoma: fosfolipid vert øydelagte, det finst mange frie radikal og ei redusert evne til å uskadeleggjere dei. Derimot vert aldring av blada forhindra av sprøyting med urea, og planter dyrka ved eit høgt N-nivå toler meir vasstress (Drew 1983; Dambrine et al. 1993).

Nedarving av resistens, kriterium for utval

Mange nye enzym vert funne etter at forsvarmekanismen er aktivisert, d.v.s. at mange gen er involverte i reaksjonen. Samstundes finn mange vitskapsmenn at resistens vert styrt av få gen, t.d. eit gen for kvile/ikkje-kvile i hassel (Thompson et al. 1985).

Hos *Arabidopsis* er det nyleg funne eitt einskild gen som gir blomstring i frøplanta (Sung et al. 1992). I normale planter vert dette genet først aktivisert etter langdagspåverknad. Dette eine genet kan ikkje styre alle dei morfologiske og fysiologiske endringane som skjer ved blomstring. Det kan kallast eit *brytargen*, som opnar for ei heil rekke andre gen. Guy (1990) meiner denne typen regulering er funne både for herdigskap, varmesjokk og anaerobi.

Ein liknande situasjon finst sannsynlegvis for resistens mot fysiske og kjemiske stressfaktorar. Evna til resistens vert styrt av få gen, graden av resistens etter induksjon kan styrast av mange gen.

I visse tilfelle er det funne samband mellom herdigskap og saltresistens (Hofstra & Hall 1971; Dirr 1976).

Regulering kan også skje på RNA og proteinnivå. I den normale utviklinga av ei plante vert RNA stadig brukt og nydanna. T.d. hormon kan aktivisere andre RNA eller protein som alt finst. Det gir planta høve til å reagere raskt og sterkt nok på ei påkjenning. For fleire typar stress er det funne at både RNA og protein som ligg klare, vert aktiviserte (Gallie 1993, Edreva 1992).

Dickinson et al. (1992) peikar på at også fenotypisk fleksibilitet kan gi tilpassing til stress. Nokre cellelinjer av platanlønn klarte å tilpasse seg eit forureina miljø. Dei meinte

at det sannsynlegvis var eit latent gen som vart kopla inn grunna stress. Når stresset var over, vart dette genet ikkje slått av, d.v.s ein tilsvarande situasjon som ved tilvenning til tørke. Nokre genotypar hadde ikkje riktig form på det latente genet eller klarte ikkje omkoplinga. Ein kan også samanlikne dette med indusert resistens mot skadedyr.

Fenotypisk og genotypisk fleksibilitet er planta si evne til å kunne tilpasse seg ulike miljø eller endringar i miljøet. Thompson (1991) meinte at fleksibilitet har spilt ei viktig rolle i evolusjonen. Naturleg seleksjon i eit stadig skiftande miljø treng difor ikkje å avgrense fleksibiliteten. Bradshaw (1991) meinte derimot at dei fleste gena er fikserte, og at dei gena som viser variasjon, ikkje kan vere under sterkt seleksjonspress.

I ei ny oversikt vert situasjonen for mange treslag skildra. Det finst stor arveleg variasjon og utveksling mellom ulike populasjonar. Ved utval må det leggest vekt på indirekte og tidleg utval (Kanowski 1993). Når det er funne prov for at resistens vert framkalla av den same mekanismen utan omsyn til påkjenning, kan testing av ein karakter vere nok for å gjere utval. Ein kan velje ein karakter som er lett å teste på småplanter eller i laboratoriet for å gjere eit grovutval.

Allen et al. (1994) fremma ein strategi for utval for saltresistens: ein må finne dei viktigaste karakterane og det må finnast stor nok variasjon for desse. I det beste tilfellet ville ein kunne velge ut ulike avkom som har auka tilpassing for ulike karakterar knytte til salttoleranse og til slutt samle desse i eitt utval.

For mange molekylære markørar er det funne vanleg nedarving etter Mendellova (Aravanopoulos et al. 1993; Gallo & Geburek 1991). Det ville vere ønskeleg med studie av enzym som vert syntetiserte som følge av stress og nedarving av desse i kontrollerte kryssingar mellom planter som har ulik toleevne for stresset.

Vasstress påverkar t.d. eit avgrensa tal gen. 13 nye polypeptid vart funne i *Brassica napus*. Desse hadde stor verknad på rotvekst, rotmorfologi og -fysiologi. Også i andre vekstslag har ein funne nye enzym og RNA i samanheng med opphoping av ABA. Ein er nær ved ei meir fullstendig forståing av stress, verknad på vekststoffbalansen og endringar i heile stoffskiftet (Cornish & Radin 1992).

KONKLUSJON

Frost, vind, salt, flaum og tørke forårsakar alle uttørking i heile eller delar av planta. Vern mot stressfaktorane kan difor vere basert på same mekanisme. Vern mot éin stressfaktor vil også kunne gi eit visst vern mot andre.

Det er nausynt for plantene å kunne styre reaksjonane, dei må utnytte vekstsesongen best mogleg og kunne ta seg opp att fortast mogleg. Tilpassinga krev energi som elles kunne nyttast til vekst. Ein rask og avmålt reaksjon vert oppnådd enklast med eit trinnvis forsvar som er likt for ulike stressfaktorar:

- steg 1 reduksjon av vasstap
- steg 2 osmotisk forsvar
- steg 3 strukturendringar, spesielt i membranane

Steg 2 og 3 vert ikkje realiserte dersom ikkje stresset varer ved. I eit maritimt klima vil eit slikt system vere særleg velegna, av di veret skiftar så mykje og så fort.

Fleksibilitet gir trea evne til tilpassing, både genotypisk og fenotypisk. I utval for langlevande organismar som tre, bør ein difor leggje vekt på å ta vare på tilpassingsevna (fleksibilitet), ikkje berre finne tilpassing (adaptasjon) til noverande miljø.

SAMANDRAG

Tre frå eit maritimt klima har alltid vore utsette for både vind-, salt- og vasstress. Desse fysiske og kjemiske stressfaktorane påverkar alle vassbalansen i planta. Denne litteratur-oversikta syner at trea har klart klimatilpassinga av di dei har utvikla ein felles forsvarsmekanisme mot alle stressfaktorane. Adaptasjon skjer både morfologisk/anatomisk og fysiologisk. Forsvaret er ulikt i dei ulike plantedelane, såleis vert normal vekst oppnådd raskast mogleg etter stress.

Arvelege skilnader er funne både mellom og innan artar. Resistensen vert styrt av få utløysar-/brytargen som set heile prosessen i gong. Dei ulike trinna i prosessen vert styrte av mange gen. På det viset vert størst fleksibilitet oppnådd.

ETTERORD

Drs. Per Anker Pedersen, Arne Sæbø og Olav Arne Bævre skal ha mange takk for gode faglege råd under skrivinga. Karl-Jan Erstad har vore språkleg rettleiar.

LITTERATUR

Aarnes, H. 1994. Oksygen - svøpe og gode. *Naturen* 118: 177-184.

Abrams, M.D. 1994. Genotypic and phenotypic variation as stress adaptations in temperate tree species: a review of several case studies. *Tree Physiol.* 14: 833-842 .

Allen, J.A., J.L. Chambers & M. Stine 1994. Prospects for increasing the salt tolerance of forest trees: a review. *Tree Physiol.* 14: 843-853.

Alvino A., M. Amato & F. Boccia 1994. Root dynamics of peach as a function of winter water table level and rootstock. *Scientia Hort.* 56: 275-290.

Aravanopoulos, F.A., L. Zsuffa & K.X. Chong 1993. The genetic basis of enzymatic variation in *Salix exigua*. *Hereditas* 119: 77-88.

Bernstein, L. 1975. Effects of salinity and sodicity on plant growth. *Ann. Rev. Phytopathology* 13: 295-312.

Boyce, S.G. 1954. The salt spray community. *Ecological Monographs* 24: 29-67.

- Bradshaw, A.D. 1991. The Croonian lecture: genostasis and the limits to evolution. *Philosophical transactions Roy. Soc. London, Series B* 333: 289-305.
- Bressan, R.A., D.E. Nelson, N.M. Iraki, P.C. LaRosa, N.K. Singh, P.M. Hasegawa & N.C. Carpita 1990. Reduced cell expansion and changes in cell walls of plant cells adapted to NaCl. In: F.R. Katterman (ed.), *Environmental Injury to Plants*. Academic Press, San Diego California. Pp. 137-171.
- Brown, K.W., W.R. Jordan & J.C. Thomas 1976. Water stress induced alteration of the stomatal response to decreases in leaf water potential. *Physiol. Plant.* 37: 1-5.
- Cassidy, N.G. 1968. The effect of cyclic salt in a maritime environment II: The absorption by plants of colloidal atmospheric salt. *Plant and Soil* 28: 390-405.
- Chapman, D.S. & R.M. Augé 1994. Physiological mechanisms of drought resistance in four native ornamental perennials. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119: 299-306.
- Chen, P.M., P.H. Li & M.J. Burke 1977. Induction of frost hardiness in stem cortical tissues of *Cornus stolonifera* Michx. by water stress. I. Unfrozen water in cortical tissues and water status in plant and soil. *Plant Physiol.* 59: 236-239 .
- Cornish, K. & J.W. Radin 1990. From metabolism to organism: an integrative view of water stress emphasizing abscisic acid. In: F.R. Katterman (ed.), *Environmental Injury to Plants*. Academic Press, San Diego, California. Pp. 89-112.
- Coutts, M.P. & J.J. Philipson 1978. Tolerance of tree roots to waterlogging. I. Survival of Sitka spruce and lodgepole pine. *New Phytol.* 80: 63-69.
- Coutts, M.P. & B.C. Nicoll 1990. Waterlogging tolerance of roots of Sitka spruce clones and of strands from *Thelephora terrestris* mycorrhizas. *Can. J. For. Res.* 20: 1894-1899.
- Crawford, R.M.M. 1976. Tolerance of anoxia and the regulation of glycolysis in tree roots. In: M.G.R. Cannell & F.T. Last (eds.), *Tree Physiology and Yield Improvement*. Academic Press, London. Pp. 387-401.
- Crawford, R.M.M. 1978. Metabolic adaptations to anoxia. In: D.D. Hook & R.M.M. Crawford (eds.), *Plant Life in Anaerobic Environments*. Ann Arbor Science Publ., Ann Arbor Michigan. Pp. 119-133.
- Cregg, B.M. 1994. Carbon allocation, gas exchange, and needle morphology of *Pinus ponderosa* genotypes known to differ in growth and survival under imposed drought. *Tree Physiol.* 14: 883-898.
- Curtis, C.R., T.L. Lauer & B.A. Francis 1977. Foliar sodium and chloride in trees: seasonal variations. *Environ. Poll* 14: 69-80.

- Cushman, J.C., E.J. DeRocher & H.J. Bohnert 1990. Gene expression during adaptation to salt stress. In F.R. Katterman (ed.), *Environmental Injury to Plants*. Academic Press, San Diego, California. Pp. 173-203.
- Dambrine, E., N. Carisey, B. Pollier & A. Granier 1993. Effects of drought on the yellowing status and the dynamics of mineral elements in the xylem sap of declining spruce (*Picea abies* L.). *Plant and Soil* 150: 303-306.
- Davies, W.J. & T.T. Kozlowski 1977. Variations among woody plants in stomatal conductance and photosynthesis during and after drought. *Plant and Soil* 46: 435-444.
- Dickinson, N.M., A.P. Turner, S.A. Watmough & N.W. Lepp 1992. Acclimation of trees to pollution stress: cellular metal tolerance traits. *Ann. Bot.* 70: 569-572.
- Dirr, M.A. 1976. Selection of trees for tolerance to salt injury. *J. Arboric.* 2: 209-216.
- Doskey, M.G., L. Boersma & R.G. Linderman 1993. Effect of phosphorus fertilization on water stress in Douglas-fir seedlings during soil drying. *Plant and Soil* 150: 33-39.
- Drew, M.C. 1983. Plant injury and adaptation to oxygen deficiency in the root environment: a review. *Plant and Soil* 75: 179-199.
- Ebert, G. 1986. Kontinuierliche Messung von Gasaustauschen von Wurzeln. *Gartenbauwissenschaft* 51 (5): 212-216.
- Edreva, A. 1992. Stress in plants: molecular aspects. *Genetics and breeding* 25(3): 261-267.
- Erstad, J.L.F. & H.R. Gislerød 1994. Water uptake of cuttings and stem pieces as affected by different anaerobic conditions in the rooting medium. *Scientia Hort.* 58: 151-160.
- Gallie, D.R. 1993. Posttranscriptional regulation of gene expression in plants. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 44: 77-105.
- Gallo, L.A. & Th. Geburek 1991. Genetics of isozyme variants in *Populus tremula*, *P. tremuloides* and their hybrids. *Euphytica* 53: 225-234. Erratum 54: 298.
- Gill, C.J. 1970. The flooding tolerance of woody species - a review. *Forest Abstr.* 31: 671-688.
- Grattan, S.R., E.V. Maas & G. Ogata 1981. Foliar uptake and injury from saline aerosol. *J. Environm. Qual.* 10(3): 406-409.
- Guy, C. 1990. Molecular mechanisms of cold acclimation. In: F.R. Katterman (ed.), *Environmental Injury to Plants*. Academic Press, San Diego, California. Pp. 35-61.

- Haehn, K. & P. Lüdders 1993. Mikrocomputergesteuerte Anlage zur gleichzeitigen, separaten Messung des CO₂-Gaswechsels der Wurzel- und Sprosssysteme von sechs Pflanzen. *Gartenbauwissenschaft* 58: 32-35.
- Hall, R., G. Hofstra & G.P. Lumis 1972. Effects of de-icing salt on eastern white pine: foliar injury, growth suppression and seasonal changes in foliar concentrations of sodium and chloride. *Can. J. Forest Res.* 2: 244-249.
- Harrington, C.C. 1987. Responses of red alder and black cottonwood seedlings to flooding. *Physiol. plant.* 69: 35-48.
- Hellkvist J.W. & J. Parsby 1976 The water relations of *Pinus sylvestris*. III Diurnal and seasonal patterns of water potential. *Physiol. Plant.* 38: 61-68.
- Henckel, P.A. 1964. Physiology of plants under drought. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 15: 363-386.
- Hinckley, T.M., F. Duhme, A.R. Hinckley & H. Richter 1980. Water relations of drought hardy shrubs: osmotic potential and stomatal reactivity. *Plant Cell and Environment* 3: 131-140.
- Hofstra, G. & R. Hall 1971. Injury to roadside trees: leaf injury on pine and white cedar in relation to foliar levels of sodium and chloride. *Can. J. Bot.* 49: 613-622.
- Hook, D.D. & J.R. Scholtens 1978. Adaptations and flood tolerance of tree species. In: D.D. Hook & R.M.M. Crawford (eds.), *Plant Life in Anaerobic Environments*. Ann Arbor Science Publ., Ann Arbor, Michigan. Pp. 299-331.
- Huikari, O. 1954. Experiments on the effect of anaerobic media upon birch, pine and spruce seedlings. *Comm. Inst. Forest. Fenniae* 42(5): 13 pp.
- Jain, S., H.S. Nainawatee, R.K. Jain & J.B. Chowdhury 1993. Salt-tolerance in *Brassica juncea* L. II. Salt-stress induced changes in polypeptide pattern of *in vitro* selected NaCl-tolerant plants. *Euphytica* 65: 107-112.
- Jones, H.G. & J.E. Corlett 1992. Review current topics in drought physiology. *J. Agric. Sci.* 119: 291-296.
- Kanowski, P.J. 1993. Forest genetics and tree breeding. *Plant breeding Abstracts* 63: 717-726.
- Kozlowski, T.T. 1982a. Water supply and tree growth I. Water deficits. *Forest Abstr.* 43: 57-95.

- Kozlowski, T.T. 1982b. Water supply and tree growth 2. Flooding. *Forest Abstracts* 43: 145-161.
- Kozlowski, T.T., P.J. Kramer & S.G. Pallardy 1991. *The Physiological Ecology of Woody Plants*. Academic Press, San Diego, California. 657 pp.
- Kramer, P.J. 1951. Causes of injury to plants resulting from flooding of the soil. *Plant Physiol.* 26: 722-736.
- Kubiske, M.E. & M.D. Abrams 1992. Photosynthesis, water relations, and leaf morphology of xeric versus mesic *Quercus rubra* ecotypes in central Pennsylvania in relation to moisture stress. *Can. J. For. Res.* 22: 1402-1407.
- Larsen, J.B. 1981. Geographic variation in winter drought resistance of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* Mirb. Franc.) *Silvae Genet.* 30: 109-114.
- Levitt, J. 1980. *Responses of Plants to Environmental Stresses*. Vol. II. Water, Radiation, Salt and Other Stresses. 2nd. ed. Acad. Press, New York. 606 pp.
- Lumis, G.P., G. Hofstra & R. Hall 1973. Sensitivity of road-side trees and shrubs to aerial drift of de-icing salt. *HortSci.* 8: 475-477.
- Lyr, H. & G. Hoffmann 1967. Growth rates and growth periodicity of tree roots. *Int. Rev. For. Res.* 2: 181-236.
- Magnesen, S. 1992. Treslagets og proveniensens betydning for skogskader: en litteraturstudie fra en ca. 100-årig epoke i norsk skogbruk. *Rapp. Skogforsk* 7/92: 46 pp.
- Matsuda, K. & A. Rayan 1990. Anatomy: a key factor regulating plant tissue response to water stress. In: F.R. Katterman (ed.), *Environmental Injury to Plants*. Academic Press, San Diego, California. Pp. 63-88.
- Matthews, M.A. & J.S. Boyer 1984. Acclimation of photosynthesis to low leaf water potentials. *Plant Physiol.* 74: 161-166.
- McCune, D.C. 1991. Effects of airborne saline particles on vegetation in relation to variables of exposure and other factors. *Environm. Poll.* 74: 176-203.
- McKersie, B.D., T. Senaratna, M.A. Walker, E.J. Kendall & P.R. Hetherington 1988. Deterioration of membranes during aging in plants: evidence for free radical mediation. In: L.D. Noodén (ed.), *Senescence and Aging in Plants*. Pp. 441-464.
- Meek, B.D. & L.H. Stolzy 1978. Short-term flooding. In: D.D. Hook & R.M.M. Crawford (eds.), *Plant Life in Anaerobic Environments*. Ann Arbor Science Publ., Ann Arbor, Michigan, Pp. 351-373.

- Moser, B.C. 1975. Airborne sea salt: techniques for experimentation and effects on vegetation. ERDA Symp. series 35: 353-369.
- Moss, A.E. 1940. Effect on trees of wind-driven salt water. J. Forestry 38: 421-425.
- Newton, R.J., E.A. Funkhouser, F. Fong & C.G. Tauer 1991. Molecular and physiological genetics of drought tolerance in forest species. For. Ecol. Management 43: 225-250.
- Nobel, P.S. & M. Cui 1992. Shrinkage of attached roots of *Opuntia ficus-indica* in response to lowered water potentials - predicted consequences for water uptake or loss to soil. Ann. Bot. 70: 485-491.
- Ogigirigi, M.A., T.T. Kozlowski & S. Sasaki 1970. Effect of soil drying on stem shrinkage and photosynthesis of tree seedlings. Plant and Soil 32: 33-49.
- Osonubi, O. & W.J. Davies 1978. Solute accumulation in the leaves and roots of woody plants subject to water stress. Oecologia 32: 323-332.
- Pastori, G.M. & V.S. Trippi 1993. Cross resistance between water and oxidative stresses in wheat leaves. J. Agric. Sci. 120: 289-294.
- Pharis, R.P. & W.K. Ferrell 1966. Differences in drought resistance between coastal and inland sources of Douglas fir. Can. J. Bot. 44: 1651-1659.
- Pradet A. & J.L. Bomsel 1978. Energy metabolism in plants under hypoxia and anoxia. In: D.D. Hook & R.M.M. Crawford (eds.), Plant Life in Anaerobic Environments. Ann Arbor Science Publ., Ann Arbor, Michigan, Pp. 89-117.
- Rabe, E. 1990. Stress physiology: the functional significance of the accumulation of nitrogen-containing compounds. J. Hort. Sci. 65: 231-243.
- Rains, D.W. 1972. Salt transport by plants in relation to salinity. Ann. Rev. Plant Physiol. 23: 367-388.
- Ranney, T.G. & R.E. Bir 1994. Comparative flood tolerance of birch rootstocks. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119: 43-48.
- Regehr, D.L., F.A. Bazzaz & W.R. Bogess 1975. Photosynthesis, transpiration and leaf conductance of *Populus deltoides* in relation to flooding and drought. Photosynthetica 9: 52-61.
- Repp, G.I., D.R. McAllister & H.H. Wiebe 1959. Salt resistance as a test for the salt tolerance of agricultural plants. Agron. J. 51: 311-314.

- Rieger, R., A. Michaelis & M.M. Green 1991. Glossary of genetics Classical and molecular. Fifth edition. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- Röber, R. & W. Horn 1993. Wirkung unterschiedlicher Wassergaben auf Wachstum, Qualität und prolingealt von *Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch. Gartenbauwissenschaft 58: 15-20.
- Rowe, R.N. & D.V. Beardsell 1973. Water logging of fruit trees. Hort. Abstr. 43: 533-548.
- Seiler, J.R. 1985. Morphological and physiological changes in black alder induced by water stress. Plant Cell Environ 8: 219-222.
- Semoradova, E. & J. Materna 1982. Salt treatment of roads in winter: the response of trees and the content of chlorine in their assimilation organs. Sci. Agric. Bohemoslovaca 14(4): 241-260.
- Simini, M. & I.A. Leone 1982. Effect of photoperiod, temperature and relative humidity on chloride uptake of plants exposed to salt spray. Phytopath. 72: 1163-1166.
- Sivakumaran, S. & M.A. Hall 1978. Effects of age and water stress on endogenous levels of plant growth regulators in *Euphorbia lathyris*. J. Exper. Bot. 29(108): 195-205.
- Skoss, J. 1955. Structure and composition of plant cuticle in relation to environmental factors and permeability. Bot. Gaz. 117: 55-72.
- Sung, Z.R., A. Belachew, B. Shunong & R. Bertrand-Garcia 1992. EMF, an *Arabidopsis* gene required for vegetative shoot development. Science 258: 1645-1647.
- Sæbø, A. & G. Taksdal 1994. The influence of wind on the physiology of plants. Norw. J Agric Sci 8: 25-35.
- Tan, C.S., T.A. Black & J.U. Nnyamah 1978. A simple diffusion model of transpiration applied to a thinned Douglas-fir stand Ecology 59: 1221-1229.
- Thomas, H. & A.R. James 1993. Freezing tolerance and solute changes in contrasting genotypes of *Lolium perenne* L. acclimated to cold and drought. Ann. Bot. 72: 249-254.
- Thompson, J.D. 1991. Phenotypic plasticity as a component of evolutionary change. Trends in Ecology and Evolution 6: 246-249.
- Thompson, M.M., D.C. Smith & J.E. Burgess 1985. Nondormant mutants in a temperate tree species *Corylus avellana* L. Theor. Appl. Genet. 70: 687-692.

Tinus, R.W. 1983. Salt tolerance of 10 deciduous shrub and tree species. In: P.M. Murphy (ed.), *The Challenge of Producing Native Plants for the Intermountain Area*. Proc Intermountain Nurseryman's Association, Las Vegas 1983. Pp. 44-49.

Townend, J. 1993. Effects of elevated carbon dioxide and drought on the growth and physiology of clonal sitka spruce plants (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.) *Tree Physiol.* 13: 389-399.

Tyree, M.T., Y.N.S. Cheung, M.E. Macgregor & A.J.B. Talbot 1978. The characteristics of seasonal and ontogenetic changes in the tissue water relations of *Acer*, *Populus*, *Tsuga* and *Picea*. *Can. J. Bot.* 56: 635-647.

Walton, G.S. 1966. Phytotoxicity of NaCl and CaCl₂ to Norway maples. *Phytopathology* 59: 1412-1415.

Wells, B.W. & I.V. Shunk 1937. Seaside shrubs: wind vs. spray forms. *Science* 85: 499.

Whitlow, T.H., N.L. Bassuk, T.G. Ranney & D.L. Reichert 1992. An improved method for using electrolyte leakage to assess membrane competence in plant tissues. *Plant Physiol.* 98: 198-205.

Zemlianukhin, A.A. & B.F. Ivanov 1978. Metabolism of organic acids of plants in the condition of hypoxia. In: D.D. Hook & R.M.M. Crawford (eds.), *Plant Life in Anaerobic Environments*. Ann Arbor Science Publ., Ann Arbor Michigan, Pp. 203-255.

Innhold av mineral-N i jorda etter dyrking av kålvekster og poteter under praktiske forhold på Østlandet

The content of mineral nitrogen in the soil after growing cabbages and potatoes under existing conditions in southeast Norway

SVEIN ØIVIND SOLBERG

FØKO (Fagseksjon i økologisk jordbruk for Indre Østland) Sør Østerdal forsøksring, Elverum.

FØKO (The extension service for ecological agriculture of South East Norway), Sør Østerdal Forsøksring, Elverum, Norway.

Planteforsk (Norsk institutt for planteforskning), Apelsvoll avd. Kise, Nes på Hedmark, Norge.

Planteforsk (The Norwegian Crop Research Institute), Apelsvoll dep. Kise, Nes på Hedmark, Norway.

Solberg, S.Ø. 1994. The content of mineral nitrogen in the soil after growing cabbages and potatoes under existing conditions in southeast Norway. Norsk landbruksforskning 8: 271-276. ISSN 0801-5333.

The mineral nitrogen (NO_3^- and NH_4^+) content in the soil was investigated after having growing swede (*Brassica napus L. var. napobrassica Reichb.*), common cabbage (*Brassica oleracea L. capitata L.*) and potatoes (*Solanum tuberosum L.*) on farms in the Mjøsa district of southeast Norway, which are run by ecological farming methods. It was found that the content of mineral nitrogen in the soil was low (25-70 kg ha⁻¹) after harvest, and because of low temperatures and frost the decomposition of plant residues was low in the first 5-6 months after harvest. Most of the mineral nitrogen was released early in the following spring (between April and May). Other investigations, carried out further south in Norway, Denmark and Germany, indicate a higher rate of decomposition in the autumn and the winter, than the results from the Mjøsa district.

Key words: Crop rotation, decomposition, ecological agriculture, nitrogen, plant residues.

Svein Ø. Solberg, Agricultural University of Norway, Department of Crop Science, P.O. Boks 5022, 1432 Ås, Norway.

At poteter og kålvekster er gode forgrøder for korn og andre vekster er kjent fra praktisk jordbruk. Den positive forgrødseffekten kan tilskrives forhold som 1) mindre ugras- og

sykdomspress, 2) bedre jordstruktur og 3) en positiv gjødselvirkning av planterestene. Etter hodekål, blomkål og rosenkål er det ikke uvanlig med 100-150 kg N ha⁻¹ i planterestene på høsten (Alt & Wiemann 1990, Dragland 1991, Fritz 1988). Dette er nitrogen som kan bli frigjort relativt raskt dersom forholdene ligger til rette for det. Gjødselvirkning av plantemateriale er ofte knyttet til en nitrogeneffekt, selv om også kalium og andre plantenæringsstoff kan ha betydning. Jeg vil i det følgende vise noen eksempler etter dyrking av hodekål, kålrot og poteter i økologisk jordbruk på Østlandet. Jeg vil spesielt se på innholdet av mineral-N i jorda etter dyrking av slike vekster. Eksempelene er ment å gi en illustrasjon av hvordan mineral-N kan bli frigjort under gitte forhold. Jeg vil understreke at det er snakk om eksempler.

METODIKK

I perioden 1990-92 gjennomførte FØKO (Fagseksjon i økologisk jordbruk i Sør Østerdal forsøksring) et STIL-finansiert prosjekt på nitrogendynamikken i økologisk jordbruk. Prosjektet tok bl.a. for seg et kartleggingsarbeid av frigjøring, opptak og tap av nitrogen under praktiske forhold på Østlandet (Kerner og Solberg 1993). Jeg vil i denne artikkelen presentere 4 skifter fra Mjøsområdet (2 med kålvekster og 2 med poteter). Klimadata framgår av tabell 1 og opplysninger om prøvestedene er gitt i tabell 2. De 2 skiftene med kålvekster var de eneste jeg hadde med slike vekster i prosjektet. For potetene hadde jeg flere skifter å velge i, men de 2 som ble plukket ut ble ansett som representative i avling og gjødsling.

Tabell 1. Mekanisk sammensetning, innhold av organisk N og C (i % i matjorda), pH og innhold av fosfor (P-AL) og kalium (K-AL) fra jorda, samt høyde over havet (h.o.h.) på de undersøkte skiftene. Felt B og C ligger i nærheten av hverandre på samme gården

Table 1. Soil texture, content of soil organic N and C (as a percentage of the upper 20 cm), soil pH and content of exchangeable phosphorus (P-AL) and potassium (K-AL) in the soil, and the height above sea level (h.o.h.) of the investigated fields. Fields B and C are situated on the same farm

	Felt A <i>Field A</i>	Felt B og C <i>Field B and C</i>	Felt D <i>Field D</i>
Jordart <i>Type of soil</i>	Mellomleire <i>Clay loam</i>	Siltig sand <i>Loamy sand</i>	Lettleire <i>sandy loam</i>
Tot C	5.6 %	3.7 %	2.3 %
Tot N	0.44 %	0.22 %	0.17 %
pH	6.3	7.3	5.8
P-AL	5.7	34.0	10.0
K-AL	6.9	19.0	25.0
h.o.h.	200	350	400

Tabell 2. Nedbør (mm) og temperatur (for måneden i °C) og nedbørs- og temperaturavvik fra normalen i forsøksområdet (DNMI 1992)

Table 2. Rainfall (mm) and temperature (monthly mean temperature °C) and deviation from the normal in the area of the investigation (DNMI 1992)

Måned <i>Month</i>	Nedbør (mm) <i>Rainfall (mm)</i>	Avvik i % fra nedbørsnormal <i>Deviation in % from normal rainfall</i>	Temperatur (°C månedsmiddel) <i>Monthly mean temperature (°C)</i>	Avvik (°C) fra normalen. <i>Deviation from normal temp. (°C)</i>
Sep 91	53.0	65	9.9	- 0.3
Okt 91	65.4	98	4.4	0.1
Nov 91	62.8	98	- 0.4	1.2
Des 91	9.7	18	- 1.6	2.3
Jan 92	16.6	38	- 1.6	4.6
Feb 92	17.8	56	- 1.9	4.3
Mar 92	51.4	196	1.2	3.7
Apr 92	66.9	172	2.1	- 0.4
Mai 92	30.8	67	12.7	3.2
Jun 92	12.2	15	16.2	3.2
Jul 92	110.7	111	15.4	- 0.6
Aug 92	90.8	95	12.0	- 1.7
Sep 92	60.2	73	9.4	- 0.6
Okt 92	70.1	106	1.0	- 3.2

Det ble tatt ut jordprøver fra 3 dyp. På hvert skifte ble en prøve tatt som samleprøve med 20 stikk langs en linje. Prøven ble frosset ned. Jeg tok ut prøver 4-6 ganger i sesongen og de ble analysert for nitrat og ammonium etter metode beskrevet av Lindèn (1981). Avlingsregistreringer ble tatt rett før bonden skulle høste feltene og gjødselmengder ble notert av bonden: Felt A fikk fastgjødsel (ca. 10 tonn ha⁻¹) i slutten av september 1991. Feltet ble pløyd tidlig i november 1991. Felt B fikk fastgjødsel (ca. 30 tonn ha⁻¹) midt i mai 1992 og feltet ble frest etterpå. Felt C fikk ikke noe gjødsel i forsøksperioden. Feltet ble frest i midten av mai 1992. Felt D fikk fastgjødsel tidlig i mai 1992 (ca 20 tonn ha⁻¹) som ble frest inn før såing av grønnfôr (bygg, erter, vikker, raigras).

RESULTATER

Mineral-N i jorda etter kålvekster

Resultatene er gjengitt i tabell 3 og viser at kålvekstene etterlater relativt lite mineral-N i jorda ved høsting. Avlingene var på 75 tonn kålrot ha⁻¹ og 50 tonn kål ha⁻¹. Avlingen ble høstet og bladrestene lå igjen på jordet. Gjennom senhøsten og vinteren kunne det påvises en økning på 25 og 50 kg mineral-N per hektar i jorda på de 2 undersøkte skiftene. I samme periode kunne det påvises en viss nedtransport av mineral-N. Først tidlig neste ble det påvist en kraftig økningen i jordas innhold av mineral-N. På det ene feltet var økningen på over 100 kg N ha⁻¹ bare i løpet av en måned.

274 Mineral-N i jorda etter kålvekster og potet

Tabell 3. Innhold av mineral-N (kg ha⁻¹) i jorda (0-60 cm og 40-60 cm) til ulike tidspunkt på året på 4 skifter (felt A-D) i Mjøsområdet

Table 3. The content of soil mineral N (kg ha⁻¹) in 0-60 cm and 40-60 cm) at different times of the year in four fields (fields A-D) in the Mjøsa district of southeast Norway

	Sep 91	Okt 91	Apr 92	Mai 92	Sep 92	Okt 92
Felt A Vekst Crop	Kålrot <i>Swede</i>			Vårhvete <i>S.wheat</i>		
N _{min} 0-60	18.1	27.2	71.5	252.7	20.4	20.2
N _{min} 40-60	2.9	3.5	25.9	109.0	5.9	5.8
Felt B Vekst Crop	Hodekål <i>Common cabbage</i>			Potet <i>Potatoes</i>		
N _{min} 0-60		75.5	100.4	156.7	-	118.6
N _{min} 40-60	-	23.7	41.6	23.3	-	17.6
Felt C Vekst Crop	Potet <i>Potatoes</i>			Gulrot <i>Carrot</i>		
N _{min} 0-60	-	28.1	25.5	148.0	-	35.7
N _{min} 40-60	-	3.9	6.6	17.5	-	4.7
Felt D Vekst Crop	Potet <i>Potatoes</i>			Grønnfôr <i>Green fodder</i>		
N _{min} 0-60	53.5	45.0	66.8	105.7	24.6	20.4
N _{min} 40-60	13.6	10.7	16.7	16.7	8.6	6.5

Det er verd å merke seg at valg av vekst året etter kålvekstene kan påvirke utnyttelsen av nitrogenet. På felt A ga hvete med gjenlegg svært små restmengder av mineral-N i jorda følgende høst. På felt B ga poteter etter kål betydelige restmengder av mineral-N i jorda følgende høst. De høye verdiene i dette eksempelet tyder på at frigjøringen av nitrogen etter kålrestene har vært større enn behovet hos potetene.

Mineral-N i jorda etter poteter

Resultatene er gjengitt i tabell 3 og viser forholdsvis likt mønster som for kålvekstene. Brutto potetavling lå på 31 og 25 tonn ha⁻¹ på de to feltene. Restmengdene av mineral-N i jorda ved høsting er forholdsvis små. I løpet av senhøsten og vinteren kan det påvises en økning på 0 og 20 kg N ha⁻¹ i de to eksemplene, mens økningen er betydelig tidlig neste vår. Etterfølgende kultur (som er gulrot i felt C, og grønnfôr med gjenlegg i felt D), etterlater seg lite mineral-N i jorda.

DISKUSJON

Kartleggingsarbeid fra Tyskland (Schrage & Scharpf 1987), Sveits (Gysi & Roth 1988), Danmark (Østergaard & Mamsen 1990) og Sørlandet (Guttormsen 1991) viser betydelig større restmengder av mineral-N i jorda på høsten etter grønn saker og poteter enn etter korn og andre jordbruksvekster. En undersøkelse av 22 blomkålfelt i Tyskland viste restmengder på 100-700 kg mineral-N/daa (med et middel på rundt 300 kg ha⁻¹) i 0-90 cm jorddyb (Schrage & Scarpf 1987). Utvaskingen av nitrogen gjennom vinteren var betydelig. Guttormsen (1991) sine undersøkelser på SFL Landvik i Aust-Agder viser også en betydelig variasjon mellom ulike grønnsaksfelt med et gjennomsnitt på 97 kg N ha⁻¹ i september. Gjennom vinteren ble innholdet redusert til 24 kg N ha⁻¹ i gjennomsnitt, altså en betydelig utvasking også der. En av årsakene til de høye verdiene av mineral-N i jorda på høsten kan være en betydelig nedbrytning av plantrestene kort tid etter høsting. Resultatene mine fra Mjøsområdet kan tyde på at frigjøringen av mineral-N fra planterestene for alvor kommer i gang tidlig på våren, og ikke på senhøsten, slik som lenger sør. Mjøsområdet har relativt kalde og stabile vintre. Slike vinterforhold er gunstig med hensyn på å unngå utvasking av næringsstoffer.

For bonden vil sortsvalg og høstetidspunkt være de mest nærliggende måtene å styre nedbrytningen av planterestene på. I eksemplene fra Mjøsområdet ble det brukt halvsene potetsorter som Beate og Troll. Innhøstingen foregikk i siste halvdel av september. Kålvkstene ble også høstet sent på høsten (i begynnelsen av oktober). Ikke så lenge etterpå ble det kuldegrader og vinterlige forhold. Det er grunn til å anta at tidligere høsting vil gi raskere nedbrytning av planterestene og høyere innhold av mineral-N i jorda på senhøsten.

Resultatene viste forholdsvis like mønstre og like verdier for kålvekster og poteter. Dette er noe overraskende. Planterestene av kål og kålrot (hvor bladene ikke blir fjernet) inneholder vanligvis langt mer nitrogen enn planterestene av poteter. De store verdiene i mai etter poteter (i felt C) kan være resultat av tilfeldig variasjon. Øvrige potetfelt som ble undersøkt viste verdier mer likt felt D.

Poteter har et moderat nitrogenbehov. På feltet der poteter ble dyrket etter kål fant jeg store restmengder av mineral-N i jorda på høsten. Potetene greide ikke å utnytte de store mengdene mineral-N som ble frigjort fra kålrestene. Tilsvarende resultater har jeg også funnet ved å dyrke poteter etter ompløyd kløvereng (Kerner & Solberg 1993), og det er funnet ved dyrking av erter etter kål (Mikkelsen 1993).

PRAKTISKE KONSEKVENSER

For bonden vil det jeg har presentert i denne artikkelen ha følgende konsekvens: (1) Planter med et lite nitrogenbehov ikke bør plasseres etter vekster med stor nitrogenfrigjøring (som f.eks. kål). (2) Gjødslingen kan reduseres betydelig etter vekster med stor nitrogenfrigjøring. Forhold som høstetidspunkt, klima og jordart vil bære avgjørende for hvor mye gjødslingen kan reduseres med året etter.

LITTERATUR

Alt, V.D. & F. Wiemann 1990. Stickstoff im Erntegut und in den Ernterückständen von Gemüse. *Gemüse* 26: 352-356.

DNMI, 1992. Nedbør- og temperaturdata, datautskrifter. Det norske meteorologiske institutt, Oslo.

Dragland, S. 1991. Planterester som gjødselreserve. SFFL (Statens fagtjeneste for landbruket), Faginfo nr. 1: 42-47.

Fritz, D. 1988. Einfluss der Mineralisierung auf die Qualität von Gemüse. *Fachverband Stickstoffindustrie* 12: 14-21.

Guttormsen, G. 1991. Miljøproblem ved dyrking av grønnsaker. SFFL (Statens fagtjeneste for landbruket), Faginfo nr. 1: 38-41.

Gysi, C. & K. Roth 1988. Nitrogen dynamics in vegetable fields in Switzerland. *Acta Horticulturae* 222: 79-92.

Kerner, K.N. & S.Ø. Solberg 1993. Næringshusholdning i økologisk jordbruk. SFFL (Statens fagtjeneste for landbruket), Faginfo nr. 20, 97s.

Lindèn, B. 1981. Ammonium och nitratkvävetts rörelser och fördelning i marken. II. Metoder for mineralkväveprövtagning och analys. Sveriges lantbruksuniversitet, Avdelingen för växtnäringslära rapport nr. 137, 79 s.

Mikkelsen, G. 1993. Utilization of liquid manure and crop residues in different fodder crop production systems. Presentation at FAO-workshop; Nitrogen leaching in ecological agriculture, Copenhagen 11-15 october.

Schrage, V.R. & H.C. Scharpf 1987. Enterrückstände - einer der Gründe für hohe N_{min} -Reste. *Gemüse* 23: 412-414.

Østergaard, H.S. & P. Mamsen 1990. Kvadratnet for nitratundersøgelser i Danmark. Landbrugets Rådgivningscenter, Landskontoret for Planteavl, Århus. 75 s.

Geomedisinsk interessante husdyrsykdommer i Odda

Geomedically interesting diseases in domestic animals in Odda, Norway

J. LÅG

Norges landbrukshøgskole, Institutt for jord- og vannfag, Ås, Norge

Agricultural University of Norway, Department of Soil and Water Sciences, Ås, Norway

Låg, J. 1994. Geomedically interesting diseases in domestic animals in Odda, Norway. *Norsk landbruksforskning* 8: 277-281. ISSN 0801-5333.

In Odda, western Norway, chemical industry was started a long time ago owing to an abundant supply of electricity. Over the years two factories have caused geomedical problems in animal husbandry. The activities of one of these, an aluminium factory, have resulted in fluorine poisoning. Pollution of this kind is well known in the environs of many aluminium plants in Norway. It has, however, been more difficult to find detailed causes of damage attributable to the zinc factory which was established in 1929, although the factory has acknowledged injuries and paid compensation in many cases. Unfortunately, many of the reports written by veterinarians seem to have disappeared. Zinc and lead poisoning have been mentioned by many people as a cause of death or emergency slaughtering of cattle and horses, while descriptions of the suffering of horses seem to indicate cadmium poisoning, probably in combination with other elements. Collapse of horses at work has frequently been reported and it is claimed that insurance companies refuse to include horses in the insurance of animals.

Key words: Cadmium, geomedical problems, other heavy metals, pollution.

J. Låg, Agricultural University of Norway, Dept. of Soil and Water Sciences, P.O. Box 5028, N-1432 Ås, Norway

NOEN INDUSTRIHISTORISKE OPPLYSNINGER

Produksjon av elektrisk kraft på grunnlag av vannfall gjorde at det ble etablert industribedrifter i Odda for relativt lang tid tilbake. Framstilling av karbid og cyanamid ble startet i 1908. Det var driftstans i 1921-1924, men fabrikkasjonen ble tatt opp igjen av Odda Smelteverk i 1924. Den viktigste forurensningen til atmosfæren oppgis å være kalsiumoksid.

Aluminiumproduksjon ble satt i gang i Tyssedal i 1916. Det var driftstans et par korte perioder, og produksjonen ble innstilt i 1981. Seinere ble anlegget ombygd til titanproduksjon.

Sinkframstilling tok til på Eitrheim i 1929. Det hadde tidligere vært en prøveperiode ved fabrikken i Tyssedal. I tillegg til sinkproduksjonen har det vært i gang fabrikasjon av svovelsyre, fosforsyre, kadmium og aluminiumfluorid. I perioden 1949-1969 ble det dessuten laget fosforgjødsel.

Det var kommet mange klager om forurensninger i omgivelsene. I noen tilfeller tok industrien på seg ansvar for skader og betalte erstatninger.

I 1970 ble det etablert en komite som skulle ta seg av spesielle miljøproblemer industribedriftene var årsak til. Som medlemmer av komiteen var oppnevnt representanter for Staten (Røykskaderådet og Vassdragsvesenet), kommunen og industribedriftene i Odda. I 1971 fikk jeg spørsmål om å hjelpe denne miljøkomiteen i dens arbeid, og jeg lovet å delta i noen grad i virksomheten. Tidligere hadde jeg flere ganger avslått å være sakskyndig i forbindelse med rettssaker. Fordi det nå var enighet om å forsøke å løse vanskelige stridsspørsmål, syntes det å være andre muligheter for praktisk utnytting av eventuelle forskningsresultater. Høsten 1971 besøkte jeg Odda og tok noen jordprøver. I de følgende årene ble arbeidet fortsatt med undersøkelse av jord- og planteprøver (Låg 1972, 1974, 1975; Singh & Låg 1976; Singh & Steinnes 1976).

Forurensninger fra industribedriftene er i de seinere årene blitt sterkt redusert.

SYKDOMMER HOS HUSDYR

Det ble i Odda fortalt mange historier om husdyrsykdommer som måtte ha sammenheng med industriforurensning.

Fluorskader inntil norske aluminiumfabrikker er blitt forholdsvis grundig utredet. I denne sammenhengen kan det f.eks. vises til boka av den norske veterinæren Årflot (1981). Det har vært vanskeligere å bli klar over virkninger av forurensninger fra sinkfabrikken. Alvorlige skader er blitt registrert på planter og dyr.

Dessverre ser det ut til at arkivene til distriktsveterinærene i Odda er blitt borte. Det antas at arkivstoffet er gått tapt under kontorflytting. Men noen dokumentkopier har det vært mulig å oppspore. Ellers har eldre personer kunnet gi detaljerte skildringer av sykdomstilfeller.

Noen kuer var plaget med diare. Enkelte kreperte eller måtte nødslaktes. Hester på gårder i nærheten av fabrikken kreperte. Om noen syke hester ble det sagt at de hadde mørkfarget urin. Det fortelles at arbeidshester i mange tilfeller har falt sammen under kjøring. En bonde forklarer at "Hesten vår, Goliat, var så heldig at han seig ned framfor vogna i Kleivavika, rett ute for slaktehuset ... slik at for han vart pina kort." Det blir forklart at sauen greide seg bedre enn storfe og hest.

Industribedriften erkjente som nevnt at noen skader i husdyrbruket skyldtes forurensninger fra fabrikken, og erstattet endel tapte dyr. Det ble også skaffet midler til innkjøp av fôr fra andre distrikter. Nyinnkjøpte hester måtte utrangeres etter forholdsvis kort tid.

Det blir fortalt at assuranceselskaper skal ha avslått å inkludere hester ved assurance av husdyr i dette området.

KJEMISKE ANALYSER AV JORD- OG PLANTEPRØVER

Et meget viktig råstoff for sinkframstilling er sinkblende (ZnS). I dette sinksulfidet er det som regel litt kadmium og ofte også litt kvikksølv. Ionene til disse tre elementene ligner sterkt på hverandre. Sammen med sinkblende finnes ofte andre sulfider, f.eks. av bly og kopper.

Alt ved de orienterende undersøkelsene med prøveinnsamling 1971 ble det fastslått at det var jordforurensning med sink, kadmium, bly, kvikksølv og kopper nær sinkfabrikken. Denne konklusjonen ble bekreftet ved seinere, mer omfattende undersøkelser. (Dessverre ser det ut til at tallene for bly offentliggjort i 1975, er for høye på grunn av en eller annen form for kontaminering ved behandlingen.) I matjordprøver fra kulturjord ble det funnet opp til 1400 ppm (mg pr. kg) Zn, 9,4 ppm Cd, 0,38 ppm Hg og 76 ppm Cu. Humusprøver fra naturlig jordsmonn viste i enkelte tilfeller tall høyere enn 2% for Zn, 100 ppm Cd, 6 ppm Hg, 1000 ppm Cu og 40 ppm As. Blant de først bestemte blyverdier finnes det tall opp til 1460 ppm i humusprøver. Til jmføring kan, etter Goldschmidt (1954), nevnes følgende gjennomsnittstall for bergarter: Zn 80 ppm, Cd 0,18 ppm, Hg 0,5 ppm i sedimenter, Cu 70 ppm, Pb 16 ppm og As 5 ppm.

Med tanke på kostholdsspørsmål ble det utført bestemmelse av tilsvarende elementer i endel planteprøver. Følgende plantearter ble undersøkt: Potet, gulrot, hodekål, kruspersille, salat, dill og byggkorn. Det er konkludert med en advarsel mot å leve ensidig på planteprodukter dyrket nær industribedriftene. Advarslen har i første rekke adresse til vegetarianere som selv vil produsere sin mat.

Analysetallene for mange sporstoffer i jord og planter fra enkelte steder i Odda er meget høye jmført med grenseverdier oppstilt med tanke på matproduksjon (se f.eks. Underwood 1977, Singh & Steinnes 1994).

Det ble ikke gjennomført analyser av prøver av husdyrfôr. Men tallene for matplantene kan i noen grad være retningsgivende også for førsammensetningen.

HVILKE KONKLUSJONER KAN DET NÅ TREKKES OM DE MERKVERDIGE SYKLIGHETENE HOS HUSDYR INNTIL SINKFABRIKKEN I ODDA?

Forurensninger av luft, vann og jord er etter hvert kommet sterkt i søkelyset. Mange av disse spørsmålene hører inn under det geomedisinske fagfeltet. Geomedisin er vitenskapen som behandler innvirkning av alminnelige ytre miljøfaktorer på geografisk utbredelse av helseproblemer for mennesker og dyr (Låg 1990).

Veterinærmedisinske problemer i tilknytning til aluminiumframstillingen i Tyssedal må antas å være av noenlunde samme karakter som ved andre norske aluminiumfabrikker. Med hensyn til utredning av årsakssammenhenger kan det vises til oversiktslitteratur (se f.eks. Flatla 1972; Årflot 1981).

Som nevnt har det ikke vært mulig å finne endel veterinærnotater som må antas å ha rommet verdifulle opplysninger om tungmetallforgiftninger. Men fordi dette spørsmålet er så aktuelt, kan det likevel være interessant å se litt på hva et sparsomt materiale muligens kan vise.

Fra sinkfabrikken på Eitheim er det spredt mange forskjellige forurensningsstoffer. Det er ikke tvil om at mange tilfeller av husdyrsykdommer har sammenheng med disse

industriforurensningene. Men det er ikke enkelt å finne ut hvilket stoff eller hvilke kombinasjoner av stoffer som er årsak til skadene. Analysene viser for mange jord- og planteprøver meget høye verdier for sink, men dette elementet er forholdsvis lite giftig. Innhold av kadmium og bly er så stort at det gir sterk mistanke om forgiftningsfarer. Tall for kvikksølv, kopper og arsen er også i noen tilfeller høyere enn normalt. I tillegg til elementene som er bestemt analytisk, kan det tenkes å være skadevirkninger av andre sporstoffer.

I 1930-årene var det ofte tale om at sink og bly var årsak til husdyrforgiftningene i Odda. Mulig giftvirkning av kopper er nevnt i et tilfelle. At kadmium kan være farlig, ble først klarlagt i 1957 (Underwood 1977).

Redegjørelsene for sykdomstilfeller hos hest i Odda gir grunnlag for mistanke om at kadmium, sannsynligvis sammen med andre stoffer som f.eks. bly, er årsak til forgiftning. Det er nå velkjent at nyrene hos hest lett blir skadet av kadmium. Fordi kadmiuminnholdet i jorda har steget forholdsvis sterkt i den sørligste delen av Norge i det siste (Steinnes 1991), er det spesiell grunn til å skaffe mest mulig kunnskaper om risiko for forgiftninger av dette elementet.

Da det for 20 år siden ble advart mot å leve ensidig på planter dyrket nær fabrikken, var det tatt hensyn til stort kadmium- og blyinnhold.

Forurensningssituasjoner som skyldes industri i Odda, har altså skapt interessante og farlige geomedisinske problemer. Med tanke på løsning av lignende spørsmål i husdyrbruket andre steder kan det være viktig å foreta grundigere undersøkelser i Odda-området. Det ville bl.a. være interessant å skaffe bedre rede på endringer over tid av innhold av forurensningsstoffene i jorda. Slike undersøkelser kan også gi resultater av verdi for oppklaring av vanskelige spørsmål i humanernæringen. At virkninger av jordforurensning kan være meget langvarige er velkjent. Men det er meget ønskelig å få skaffet mer av eksakte data om varighet.

SAMMENDRAG

God tilgang på elektrisk kraft gjorde at det i Odda tidlig ble startet kjemisk industri. To av fabrikkene har medført vanskeligheter av geomedisinsk karakter i husdyrbruket.

Aluminiumfabrikken førte til fluorskader. Slike skader er klarlagt inntil mange aluminiumfabrikker i Norge.

Det har vært vanskeligere å finne detalj-årsaker til skader fra sinkfabrikken som ble opprettet i 1929. Men denne fabrikken har i mange tilfeller erkjent årsakssammenhenger og betalt erstatninger. Dessverre synes mye av veterinærenes arkivmateriale å ha forsvunnet. Sink- og blyforgiftning ble ofte av befolkningen omtalt som årsak til død eller nødslaktning av storfe og hest. Noen detaljbeskrivelser av lidelser hos hest kan tyde på kadmiumforgiftning, sannsynligvis kombinert med giftvirkninger av andre stoffer.

ETTERORD

Under utarbeiding av manuskriptet har jeg fått verdifull hjelp fra jordbrukssjef Olav Fagerbakke og professorene Olav Sandvik og Arne Frøslie.

LITTERATURHENVISNINGER

Flatla, J.L. 1972. The fluorine problem in practice - poisoning in ruminants. Festskrift til Knut Breirem, s. 37-50. Gjøvik.

Goldschmidt, V.M. 1954. Geochemistry. Clarendon press, Oxford. 730 s.

Låg, J. 1972. Norsk jordbunnsforskning i relasjon til problemer om naturforurensning med tungmetaller. Symposium om tungmetallforurensning, s. 52-58. NAVF, NLVF, NTNF. [Oslo].

Låg, J. 1974. Jordforurensning fra industri i Odda. (English summary). Ny Jord 61: 93-107.

Låg, J. 1975. Innhold av tungmetaller og enkelte andre stoffer i noen prøver av kulturjord og matvekster fra Odda-området. (English summary). Ny Jord 62: 47-59.

Låg, J. (ed.) 1990. Geomedicine. CRC Press, Boca Raton. 278 s.

Singh, B.R. & J. Låg 1976. Uptake of trace elements by barley in zinc-polluted soils: 1. Availability of zinc to barley from indigenous and applied zinc and effect of excessive zinc on the growth and chemical composition of barley. Soil Science 121: 32-37

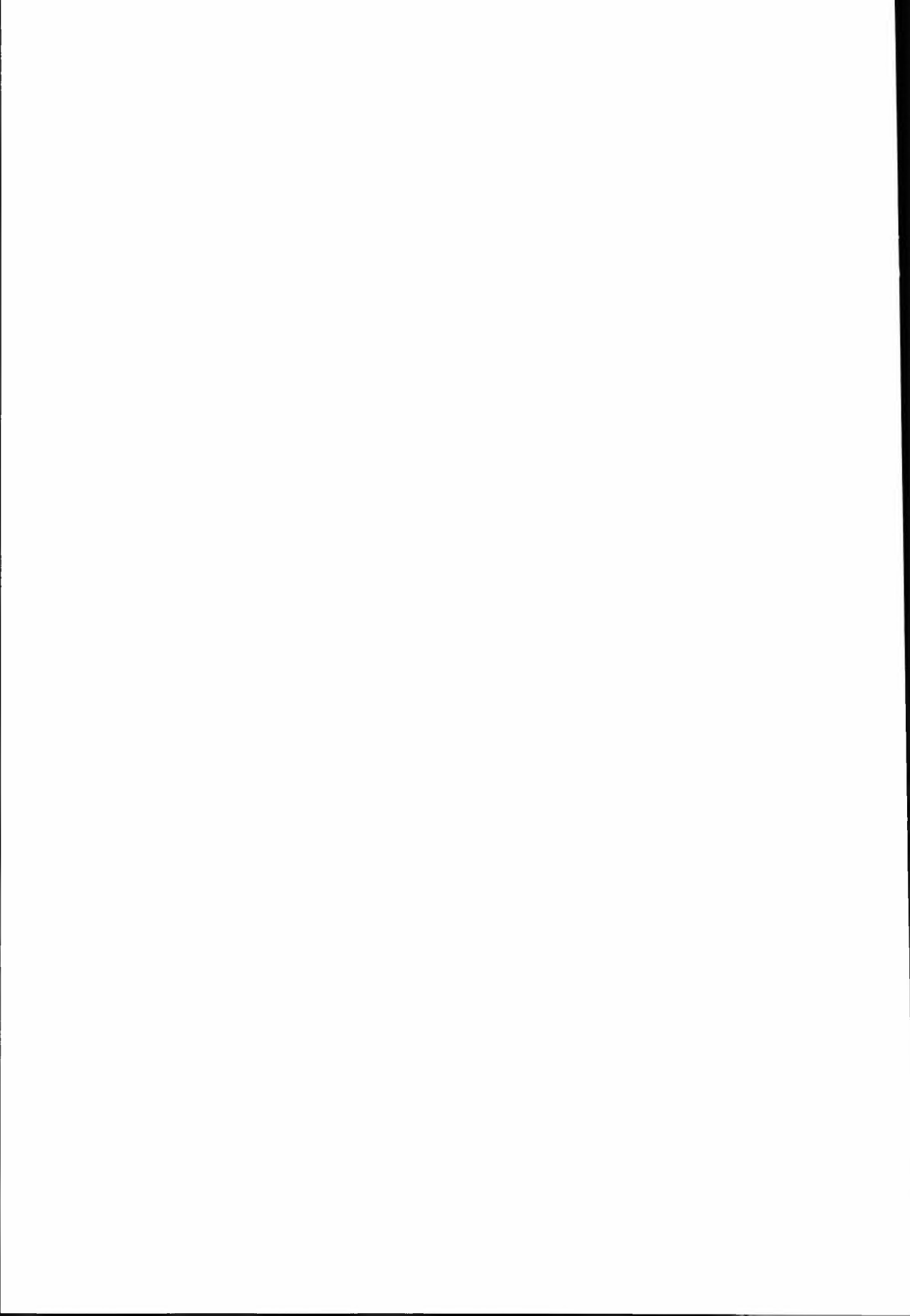
Singh, B.R. & E. Steinnes 1976. Uptake of trace elements by barley in zinc-polluted soils: 2. Lead, cadmium, mercury, selenium, arsenic, chromium, and vanadium in barley. Soil Science 121: 38-43.

Singh, B.R. & E. Steinnes 1994. Soil and water contamination by heavy metals. In R. Lal & B.A. Stewart (eds.) Advances in Soil Science. Soil Processes and Water Quality. Lewis Publ., Boca Raton. S. 233-272.

Steinnes, E. 1991. Influence of atmospheric deposition on supply and mobility of selenium and cadmium in the natural environment. In J. Låg (ed.). Human and Animal Health in Relation to Circulation Processes of Selenium and Cadmium. The Norwegian Academy of Science and Letters, Oslo. S. 137-152.

Underwood, E.J. 1977. Trace Elements in Human and Animal Nutrition. Academic Press, New York. 545 s.

Årflot, O. 1981. Fluor og fluorider hos mennesker, dyr og planter. Landbruksforlaget, Oslo. 198 s.



Færdigfodring af "blålam" om efteråret

Concentrate feeding to lambs for compensatory growth in the autumn

HANNE H. HANSEN* & SIGRID BJØRGUM FORØY**

*Statens Forskningsstasjoner i Landbruk, Tjøtta forskingsstasjon, Tjøtta, Norge
The Norwegian State Agricultural Research Stations, Tjøtta Research Station, Tjøtta, Norway

**Bykle Kommune, Nærings- og Opplæringsetaten, Bykle, Norge
County of Bykle, Department of Commerce and Vocational Education, Bykle, Norway

Hansen, H.H. & S.B. Forøy 1994. Concentrate feeding to lambs for compensatory growth in the autumn. *Norsk landbruksforskning* 8: 283-291. ISSN 0801-5333.

Six local sheep farmers and Tjøtta Research Station fed different levels of concentrates to groups of underweight ewe or ram lambs in order to investigate the economic consequences of using concentrates for compensatory growth. The final weight of the lambs receiving unlimited concentrates was 4.3 kg more than the groups on limited concentrates. The weight gain of the unlimited groups was an average of 118 g/lamb/day more than the groups receiving limited concentrates. The average increase in value of the carcasses after unlimited feeding was NOK 155.77 more than the average increase in value of the carcasses after feeding limited concentrates, and NOK 302.58 more than the average value of feeding only roughage. These differences increased after adding the governmental subsidy and an interest rate. However, when the time needed to gain this weight was taken into consideration as a factor and the costs of concentrate and roughage fed were deducted, the profit for unlimited feeding was NOK 3.40 lamb/day, NOK 1.71 lamb/day for lambs fed limited concentrates and NOK 0.11 lamb/day for lambs fed only roughage. Labour costs, alternative possibilities of income, optimal use of barn space and optimal use of available roughage are factors that must be taken into account when considering finishing lambs after normal slaughter time.

Key words: Economy, feeding level, lambs, weight gains.

Hanne H. Hansen, Tjøtta Research Station, P.O. Box 131, N-8860 Tjøtta, Norway.

BAGGRUND OG FORMÅL

I 1991 blev 21.6% af alle lam slagtet af Nord-Norges Salgslag (NNS) klassificeret i den dårligste klasse (klasse 2). Dette fandt NNS uacceptabelt, og en oplysningskampagne med henblik på at forbedre kvaliteten af små lam iværksattes. Samtidig har Norsk Kjøtt været interesseret i en forlængelse af slagtesæsonen, så de kan levere "fersk kjøtt hele året"; et ønske som stammer dels fra forbrugerne i og omkring de store byer, dels fra slagterierne

selv, som må bruge penge til nedfrysning.

Lam, født i maj, som vejer under 35 kg ved normal slagtetid, er vækstretarderede og oftest bliver disse klassificeret som klasse 2 lam. De kaldes "blålam", fordi huden ofte har et blåligt skær på grund af underernæring.

Blålam er oftest lam som har fået en dårlig start på livet. Kvaliteten af forårets græsningsareal er af afgørende betydning for lammets senere tilvækst. Flaskelam, fosterlam, trillinger og firlinger har en øget risiko for ikke at opnå en normal tilvækst. Fødselsvanskeligheder, nedsat immunforsvar, infektioner, parasitter, og nedsat mælkeproduktion hos fåret kan naturligvis også være medvirkende til en dårlig start. Uanset forårets oplæg kan der forekomme en dårlig tilvækst hos enkelte dyr på fjeldet om sommeren. Hvis disse lam skal optage dyrt kraftfoder for at opnå en kompensatorisk vækst om efteråret, frem for at blive slagtet, må det være lønsomt.

Derfor foretog Tjøtta Forskingsstasjon en undersøgelse i samarbejde med en række fåreavlere m.h.p. at belyse lønsomheden ved færdigfodring med kraftfoder af blålam, som vejer under 35 kg ved normal slagtetid.

MATERIALE OG METODER

Seks lokale landmænd og Tjøtta Forskingsstasjon deltog med ialt 162 dyr. Forsøgsplanen var sammensat m.h.p. at vurdere tilvækst af grupper af lam, med forskellige kraftfoderstyrker, for gårde, som havde mindst 5 lam i hver gruppe. Der var ialt 21 grupper, 13 gimmer og 9 vædder grupper. Lammene blev grupperet efter køn og foderstyrke. Grovfoder blev givet ad libitum. Tjøtta Forskingsstasjon havde to kontrolgrupper, som ikke fik kraftfoder. En kraftfoderstyrke på 0,5 kg/dag/dyr til dyr, som skulle på begrænset fodring blev valgt ud fra en litteraturgennemgang (Våbenø & Barvik 1990; Black & Chestnutt 1992; Rajic et al. 1989) og fra tidligere iagttagelser om, at dyr på fri tilgang åd lidt over et kg per dag. Kraftfoderet var Formel 97. En grovfoderprøve blev taget og vurderet på Hellerud Forsøgsgårds Grovforlaboratorium for AAT og PBV niveau. Kraftfoderet blev tilpasset grovfoder med køb af kommercielt blandet kraftfoder af 0, +20 eller -20 PBV. Fri tilgang gennemførtes ved brug af hjemmelavede foderautomater, som var store nok til, at alle dyr kunne få fri tilgang samtidig.

Gårdenes størrelse varierede fra 50 til 350 vinterfodrede får. Alle gårdene havde mindst 2 grupper. Ensilage fra rundballer eller plansilo ensilage blev brugt på 5 af gårdene. En gård brugte hør som eneste grovfoder, og en anden gård brugte blandet hør og ensilage. Næringsværdien af grovfoder var fra 1,3-1,6 kg/FEM for hør og fra 4,3-6,4 kg/FEM for ensilage.

Dyrene blev slagtet ved slagtemodenhed, skønnet af landmændene. Alle dyr blev vejte lige før forsøgsstart og ved slagtning. Færdigfodring varede fra 30 til 78 dage. Alle dyr var af blandet steigar race, født i maj 1992. En nærmere beskrivelse af forsøgsopstillingen findes i Hansen, H.H. 1993.

Fodring med grovfoder blev foretaget gruppevis to gange dagligt, og det daglige forbrug af grovfoder blev noteret i lommebøger, hvor ejeren skrev vægt af tildelt foder og foderrest. Slagteresultater (klassificering, slagtevægt, fedtprocent, pris per kg, total pris og distriktstilskud) blev sendt til stationen, og blev noteret for hvert enkelt dyr.

DATABASEHANDLING OG ØKONOMISKE BEREGNINGER

Da hver gård havde forskellige grupper er alle dyrenes vægt- og tilvækst, slagtedata og foderforbrug blevet samlet og analyseret statistisk for forskel mellem køn og foderstyrke ved brug af SAS statistik procedure for ubalancerede data, proc GLM eller proc FREQ/-chisq for kategoriske klassifikationsdata. Data fra forsøgsgrupperne på de forskellige gårde blev samlet efter foderstyrke i tre grupper. Syv gimmerlam grupper og 5 vædderlam grupper fik ubegrænset adgang til kraftfoder (FRI), 3 gimmerlam grupper og 3 vædderlam grupper fik 0,5 kg kraftfoder per dyr per dag (-BEGR), og en vædderlam gruppe og en gimmerlam gruppe fik intet kraftfoder (NULL). På to af gårdene blev to grupper fodret med 0,6 kg kraftfoder/lam/dag.

Slagtepris for hvert dyr og gruppe samt foderforbrug for hver gruppe danner basis for de økonomiske vurderinger. Slagte kvalitet vurderes ud fra slagtevægt, kødklassifikation og fedtprocentklasse. Denne pris, som producenten kan opnå, er herefter betegnet som "kvalitetsprisen", da den er afhængig af dyrenes slagte kvalitet.

Kvalitetsprisen er beregnet både ved starten og afslutningen af forsøget, og merværdien af den tilvækst, som er sket under forsøget, blev beregnet. Dyrenes startværdi er værdien af slagtekroppen før forsøgets begyndelse beregnet fra dyrenes levende vægt og en forventet slagteprocent på 39. Dette slagteprocent er gennemsnittet af 52 blålam, som blev slagtet året før forsøget. De anvendte priser, er de priser, som gjaldt i uge 34 1992. En rentegevinst på 15% p.a. er lagt på dyrenes startværdi.

Distriktstilskud er en tilskudsordning som udbetales direkte fra slagteriet til producenten. Dette var 12,9 kr per kg og er afhængig af slagtekroppens vægt men ikke af slagtekroppens kvalitet.

RESULTATER

Signifikante forskelle fandtes mellem foderstyrke grupper men ikke mellem køn for startvægt, vægt før slagtning, slagtevægt og daglig tilvækst. Signifikant forskel mellem FRI og BEGR grupperne er vist i tabel 1. Ingen signifikante interaktioner fandtes mellem køn og foderstyrke ved sammenligning af disse grupper.

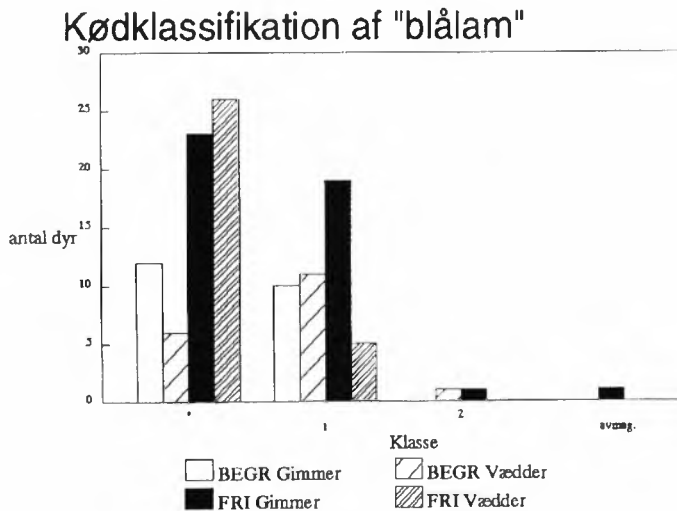
Tabel 1. Vægt og tilvækst af blålam. (Værdier i kolonner med forskellige bogstaver er signifikant forskellige ($p \leq 0,05$))

Table 1. Weight and weight gains of lambs. (The values in the columns followed by different letters are significantly different ($p \leq 0.05$))

Gruppe	Startvægt (kg)	Slutvægt (kg)	Tilvækst (kg)	Slagtevægt (kg)	Tilvækst (gram/dag)
FRI	28,8 ^a	46,0 ^a	17,2 ^a	20,2 ^a	281,5 ^a
BEGR	31,4 ^a	41,7 ^b	10,3 ^b	17,0 ^b	163,4 ^b
NULL	35,3	42,0	6,7	15,5	95,5

Der fandtes en signifikant forskel på 2,6 kg mellem startvægten af BEGR og FRI. Gennemsnitsslutvægten af FRI var 4,3 kg højere end BEGR. Derfor har FRI, i gennemsnit, taget i alt 6,9 kg på per dyr. Tilvæksten per dag var 118 gram/lam højere i FRI gruppen end i BEGR gruppen.

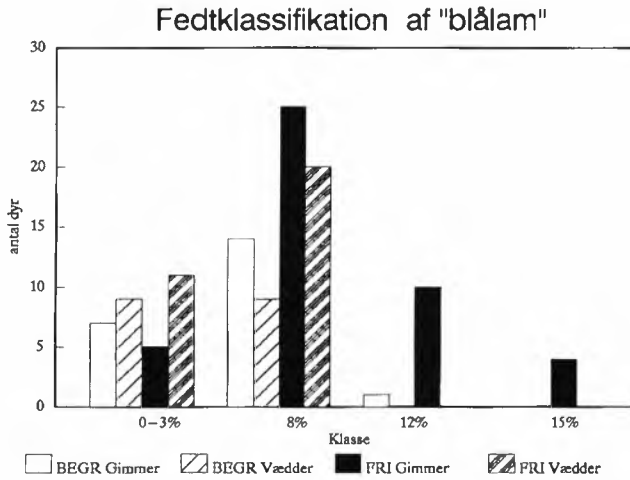
Kød klassificeringsresultater af BEGR og FRI grupper er vist i figur 1. Kødklassificering var uafhængig (χ^2 ; $p=0.795$) af foderstyrke for gimmerlam. Signifikant forskel i fordeling af kødklasse fandtes kun mellem foderstyrkegrupper af vædderlam ($p \leq 0,001$). Flere vædderlam end forventet (26 mod 20) fra gruppen FRI blev klassificeret som stjerne-lam, og flere vædderlam end forventet (11 mod 6) fra BEGR blev klassificeret klasse 1, hvis foderstyrke var uafhængige af klasse.



Figur 1. Kødklassifikation av "blålam"

Figure 1. Carcass classification of ewe and ram lambs fed ad libitum concentrates or 0.5 kg concentrates/day

Klassificering af fedtprocent af BEGR og FRI grupperne er vist i figur 2. Fedtprocentklasserne 0, 1 og 3 er slået sammen, da de ikke udløser træk i slagteprisen. Fedtprocentklasse var signifikant afhængig af køn (χ^2 ; $p=0,001$). Flere gimmerlam blev klassificeret som 12 og 15% fedt (15 mod 8), og flere vædderlam som 0, 1 eller 3% fedt (20 mod 14) end forventet hvis køn og fedt klassificering var uafhængig. For gimmerlam var foderstyrke og fedtklasse signifikant afhængige af hinanden ($p = 0.036$) med flere lam end forventet fra FRI gruppen klassificeret som 12-15% fedt (14 mod 10), og flere lam fra BEGR gruppen klassificeret som 0, 1, 3 eller 8% fedt (21 mod 17). Da ingen vædderlam blev klassificeret som 12 eller 15% fedt, fandtes der flere end forventet som 0, 1, 3 og 8% fedt (49 mod 43).



Figur 2. Fedtklassifikation af "blålam"

Figure 2. Carcass fat classification of ewe and ram lambs fed ad libitum concentrates or 0.5 kg concentrates/day

Indtægtsværdier af alle grupper blålam og signifikant forskel mellem FRI og BEGR grupperne er vist i tabel 2. Startværdien af kvalitetsprisen per dyr var 34,91 kr højere for BEGR gruppen på grund af deres højere start vægt, men slutværdien af kvalitetsprisen per dyr for FRI foderstyrke var 119,33 kr mere end BEGR gruppen. Gennemsnits-kvalitetsprisen af forsøgstilvæksten på 6,9 kg er derfor 17,29 kr/kg og kan sammelignes med en klasse 1 kilopris i oktober på ca 35,00 kr.

Tabel 2. Værdiforøgelse af blålam. (Værdier i kolonner med forskellige bogstaver er signifikant forskellige ($p \leq 0,05$)).

Table 2. Value increase of lambs. (Values in columns followed by different letters are significantly different ($p \leq 0.05$))

Gruppe	Startværdi kr/dyr "kvalitetsværdi"	Slutværdi kr/dyr	Merværdi kr/dyr inkl. tilskud og renter ¹	Merværdi kr/dyr	Indtjening kr/dyr/dag
FRI	196,49 ^a	667,01 ^a	472,05 ^a	576,74 ^a	9,55 ^a
BEGR	231,40 ^a	547,68 ^b	316,28 ^b	366,83 ^b	5,36 ^b
NULL	313,06	482,53	169,47	176,99	2,53

¹Distriktstilskud og 15% p.a. rente af startværdien

Med distriktstilskud og renter er værdien af tilvækst lagt på under forsøget i alt kr 366,83 og 576,74 kr per dyr for henholdsvis BEGR og FRI grupperne, og dette svarer til 5,36 og 9,55 kr per dyr per dag.

Foderforbrug er defineret som tildelt foder minus det foderspild, der kunne registreres på foderbrættet. Der var ingen kønsforskel i FEM kraftfoderforbrug mellem de 12 FRI grupper, og gennemsnittet var 1,2 kg/dyr/dag (0,9-1,5). Tabel 3 viser foderforbrug (tildelt ÷ rest) for grupperne. Gennemsnitligt kraftfoderforbrug i procent af total tørstofoptagelse var 79% for FRI grupperne og 40% for BEGR grupperne. Gennemsnits grovfoder tørstofsforbrug for de 12 FRI grupper var 50% lavere end de 6 BEGR grupper. Dette er næsten en dobbelt nedgang i ensilage tørstof end Våbenø og Barvik (1990) fandt i gimmerlam fordret med 0,2 og 0,4 kg kraftfoder.

Tabel 3. Foderforbrug (per lam per dag)

Table 3. Feed use (per lamb per day)

Forsøgs- gruppe (antal grupper)	tildelt grovfoder (kg)	grovfoder forbrug (kg)	kraftfoder forbrug (kg)	Total tørstof forbrug	FEM kraftfoder forbrug	FEM grovfoder
SF (7)	1,97	1,21	1,30	1,54	1,21	0,28
VF (5)	1,98	1,35	1,27	1,56	1,18	0,33
SB (3)	2,70	2,05	0,49	1,21	0,46	0,52
VB (3)	4,01	3,28	0,49	1,27	0,46	0,58
SK/VK	2,74	2,47	0	2,59	0	0,39

I gennemsnit brugte de 12 grupper, som fik FRI tilgang, 1,55 kg tørstof/dyr/dag. Dette var signifikant mere tørstof (0,3 kg) end de 6 BEGR grupper, som kun brugte 1,24 kg/dyr/dag. FRI grupperne brugte gennemsnitligt 0,79 kg kraftfoder mere end de 6 BEG grupper på 0,5 kg kraftfoder.

Tabel 4 viser de statistiske forskelle i foderforbrug for foderstyrkerne. Der fandtes signifikante forskelle mellem foderstyrkegruppene, ingen signifikant kønsforskel, og ingen signifikant sammenspil mellem køn og foderstyrke. Lam, som fik 0,5 kg kraftfoder/dag, brugte signifikant flere grovfoder FEM per dag end lam, som havde fri tilgang til kraftfoder (0,30 FEM vs. 0,55).

En svag men meget signifikant ($r^2=0,4136$; $p=0,0013$) negativ linearregression fandtes mellem FEM kraftfoder forbrug og FEM grovfoder forbrug for de 12 grupper på FRI fodring, for de 6 grupper på 0,5 og for 2 grupper som fik 0,6 kraftfoder per dag. Grovfoder FEM forbrug faldt med 0,275 for hver stigende enhed FEM kraftfoder forbrug (0.636 FEM grovfoder forbrug når kraftfor forbrug=0).

Gennemsnitlig indtægt per dyr per dag for hver gruppe regnes ud for hvert dyr direkte fra slagteriets opgørelse. Udgifter til foder er 4 kr per kg kraftfoder, og en erstatningspris på grovfoder er sat til 3,00 kr/FEM. Fra tabel 5 kan det ses, at enkelte dyr i FRI og BEGR grupperne opnåede en negativ værdi endnu før udgifter til foder er trukket fra. Dette skyldes, at deres tilvækst under forsøgsperioden var negativ, eller at tilvæksten var mindre værd end tabte renter.

Tabel 4. Grovfoderforbrug og energi indhold i foderet. (FEM i tørstof/dyr/dag). (Værdier i rækkerne med forskellige bogstaver er signifikant forskellige ($p \leq 0,05$))

Table 4. Roughage use and energy content in the total ration (Scandinavian Milk Feed Units (FEM) in the dry matter/lamb/day)). Values in rows followed by different letters are significantly different ($p \leq 0.05$)

Foderstyrke	Begrænset (0,5 kg kraftfoder /dyr/dag)	Fri tilgang til kraftfoder
Total tørstof	1,24 ^b	1,55 ^a
FEM grovfoder	0,55 ^a	0,30 ^b
FEM kraftfoder	0,46 ^b	1,20 ^a
Total FEM	1,01 ^b	1,50 ^a

Tabel 5. Gennemsnitlig (min. - maks.) indtægt og udgifter for fodergrupper af blålam (kr per dyr per dag)

Table 5. Average income (min.-max.) and costs of feed for groups of lambs (NOK/lamb/day)

Foderstyrke	Indtægt fra slagteværdi, distrikts-tilskud og tabt renter. ¹	Udgifter til kraftfoder ²	Grovfoder værdi ²	Overskud
FRI	9,55 (-1,42-21,66)	5,16 (3,83-6,30)	0,91 (0,37-1,35)	3,40
BEGR	5,36 (-0,03-8,34)	2,00 (1,94-2,00)	1,65 (1,06-2,37)	1,71
NULL	2,53 (0,87-6,67)	0,00	2,42	0,11

¹ Min.- maks. for enkelte dyr

² Min.- maks. for forsøgsgrupper

DISKUSSION OG KONKLUSION

Ad libitum fodring med kraftfoder gav en slagte kvalitets-øgning som resulterede i 1,69 kr per dyr per dag, mere end fodring med 0,5 kg kraftfoder per dyr per dag. Hvis en gård havde 10 blålam og fodrede i 60 dage ville dette betyde et overskud på 1014 kr. Fodertilgængelighed, udlæg til kraftfoder, staldkapacitet, og alternative indtægter for arbejdsindsats i denne periode er alle faktorer, som må vurderes af den enkelte fåreproducent før ad libitum fodring med kraftfoder kan anbefales.

Der er klare fysiologiske fordele med både begrænset og ad libitum kraftfodring af underudviklede lam (Turgeon, et al. 1986, Fitzgerald 1986, Arnold & Meyer 1988, Pinkas et al. 1982). Økonomien i sådanne oplæg må kunne give målebare fordele, for at kraftfodring bliver accepteret af fåreproducenten (Weiss 1985, Nordmark 1993). Medmindre større økonomiske fordele ved øgning af slagte kvalitet kan opnås, vil ad libitum fodring i længere tid efter normal slagtesæson ikke være særlig økonomisk. Systemet med tilskuds-

ordninger som er uafhængige af slagte kvalitet opfordrer alligevel til en vis tilbageholdelse af små lam med fodring efter tilgængelighed for at sikre en vis tilvækst. Slagteklassificering bidrager kun i begrænset omfang til overskuddet. Økonomiske fordele ved øgning af slagte kvalitet drukner i fordelene ved tilskudsordninger, og det bliver besværligt at optimere slagte kvaliteten.

SAMMENDRAG

Det er et mål for de Norske Slagterier at kunne levere kød af høj kvalitet hele året rundt. Lam i klasse 2 eller magre lam er uønskede, og forskellige tiltag for nedsætte antallet af disse slagtekroppe har været diskuteret. Fodring med kraftfoder er tidskrævende og dyrt. Derfor blev de økonomiske konsekvenser ved brug af kraftfoder for at opnå en kompensatorisk tilvækst i lam undersøgt af Tjøtta Forskingsstasjon.

Seks lokale fåreavlere og Tjøtta Forskingsstasjon fodrede grupper af undervægtige lam med forskellige kraftfoderstyrker.

Slutvægten af lammene, som fik kraftfoder ad libitum, var 4,3 kg mere end de lam, som kun fik 0,5 kg kraftfoder per lam per dag. Den daglige tilvækst for grupperne på ad libitum fodring var gennemsnitligt 118 gram/lam mere end grupperne, som fik 0,5 kg/lam/dag.

Signifikant flere vædderlam, som fik ad libitum fodring, blev klassificeret i en højere værdiklasse end vædderlam, som fik 0,5 kg kraftfoder/lam/dag. Gimmerlam blev klassificeret signifikant flere gange i 12 og 15% fedt klasser end vædderlam. Der fandtes en signifikant korrelation mellem foderstyrke og fedtklassificering for gimmerlam, men ikke vædderlam. Gimmerlam med ad libitum fodring var federe end dem, som fik 0,5 kg kraftfoder.

Grovfoderoptagelsen i de 12 grupper, som fik ad libitum kraftfoder, var 50% mindre end de 6 grupper, som fik begrænset kraftfoder.

Slagtekroppens gennemsnitlige værdiforøgelse var i ad libitum grupperne 155,77 kr mere end grupperne med 0,5 kg kraftfoder og 302,58 kr mere end grupperne, som kun fik grovfoder. Forskellene i værdiforøgelse blev henholdsvis 209,91 kr/lam og 399,75 kr/lam efter medregning af tilskud på 12,9 kr/kg slagtekrop og en rente på 15% p.a. Ved at medregne den tid til opfedning blev slagtekroppens merværdi beregnet til 9,55 kr/lam/dag for ad libitum fodring med kraftfoder, 5,36 kr/lam/dag for fodring med 0,5 kg kraftfoder/lam/dag og 2,53 kr/lam/dag for fodring med kraftfoder alene. Udgifter til kraftfoder og grovfoder reducerede merværdien til 3,40 kr/lam/dag for ad libitum fodring, 1,71 kr/lam/dag for begrænset fodring med kraftfoder og 0,11 kr/lam/dag for fodring med kraftfoder alene.

Udgifter til arbejdskraft, muligheder for biindtægter, lagerkapacitet og optimal udnyttelse af tilgængeligt grovfoder er faktorer, der også må tages i betragtning, når det overvejes at opfede lam udover normalt slagtetidspunkt.

TAK

Mange tak til A. Meisfjordskar, G. Igeland, O.A. Breimo, K.A. Grimsø, I. Toresen, og B. Pettersen for deres deltagelse i projektet og trofast datanotering. En varm tak rettes til Arne Våbenø, som var med i opstart af projektet, og som har bidraget med data om tilskudsordninger.

REFERENCER

Arnold, A.M. & H.H. Meyer 1988. Effects of gender, time of castration, genotype and feeding regimen on lamb growth and carcass fatness. *Journal of Animal Science* 66: 2468-2475.

Black, H.J. & D.M.B. Chestnutt 1992. Effect of shearing and level of concentrate feeding on the performance of finishing lambs. *Animal production* 54: 221-228.

Fitzgerald, J.J. 1986. Finishing of store lambs on silage-based diets. Influence of breed-type, lamb weight and length of the finishing period on feed intake and lamb performance. *Irish Journal of Agricultural Research* 25: 347- 361.

Nordmark, O.M. 1993. Blålam og tilskot. *Bonde Vennen* 93 (9): 3.

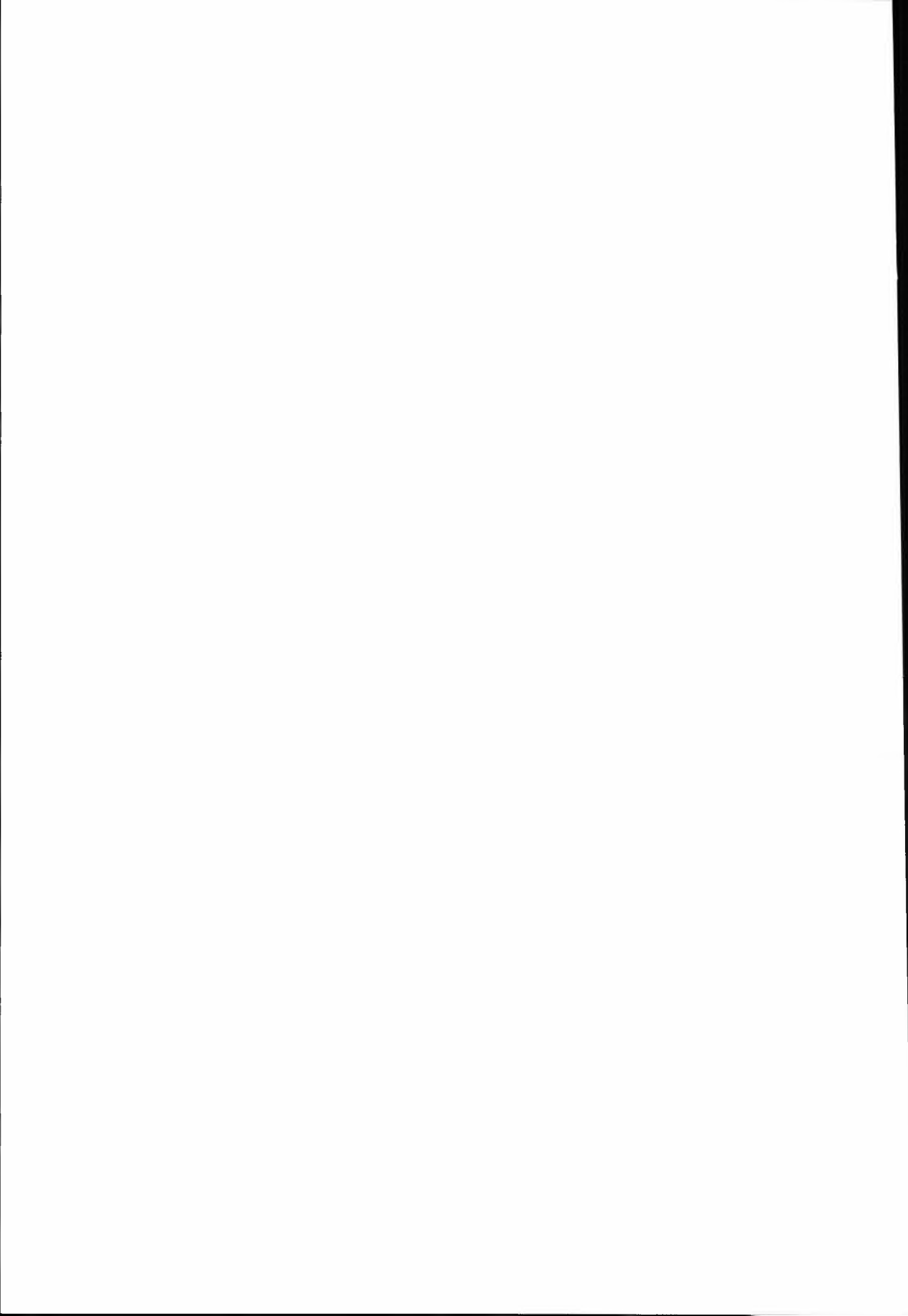
Pinkas, A., P. Marinova, I. Tomov & G. Monin 1982. Influence of age at slaughter, rearing technique and pre-slaughter treatment on some quality traits of lamb meat. *Meat science* 6: 245-255.

Rajic, I., D. Ninkov & A. Nikolic 1989. Performance of older lambs fed diets containing different amounts of concentrate and alfalfa hay. *Acta veterinaria (Beograd)*. 39: 25-30.

Turgeon, O.A., Jr., D.R. Brink, S.J. Bartle, T.J. Klopfenstein & C.L. Ferrell 1986. Effects of growth rate and compensatory growth on body composition in lambs. *Journal of Animal Science* 63: 770-780.

Våbenø, A. & K. Barvik 1990. Different feeding levels for ewe lambs [Ulik fôrstyrke til livsaulam]. *Norsk landbruksforskning* 4: 15-29.

Weiss, J. 1985 Aspekte zur Wirtschaftlichkeit der Laemmermast [Aspects of profitability of lamb fattening]. *Deutsche schafzucht* 77: 46-49.



Delt nitrogen gjødsling til ulike byggsorter

Split application of N fertilizer in some barley varieties

MAURITZ ÅSSVEEN

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

Åssveen, M. 1994. Split application of N fertilizer in some barley varieties. *Norsk landbruksforskning* 8: 293-304. ISSN 0801-5333.

Split application of N fertilizer in some barley varieties was investigated in two different sets of trials in the years 1989-93. For all varieties it was found that split application reduced grain yield as well as the economic outcome compared with applying all the nitrogen at an earlier stage. Split application increased grain moisture at harvest, and the grain protein content. This, however, will be a very expensive protein to produce, compared with imported soya protein. Furthermore, an increased protein content will give a less favourable amino acid composition. In particular, the content of the essential amino acid lysine will be inadequate. It was found that split application of N fertilizer had very little effect on diseases, lodging, test weight and 1000 grain weight. There were no significant interactions between N fertilization and the barley varieties, which means that all the varieties reacted in a similar way to the N fertilization. Split application of N fertilizer in barley does not seem to be a realistic practice as long as the farmers are not paid for increased protein content.

Key words: Barley varieties, grain yield, nitrogen fertilizing, protein content, split application.

Mauritz Åssveen, Apelsvoll Research Station, N-2858 Kapp, Norway.

Med delt nitrogen gjødsling til korn forstår vi en oppsplitting av den totale nitrogenmengden i to eller flere tildelinger i løpet av vekstsesongen. Grunnlaget for en slik gjødslingspraksis legges vanligvis gjennom en redusert nitrogentildeling om våren. Antall delgjødslinger, mengde nitrogen og tidspunkt for disse tildelingene avgjøres så ut fra klimatiske forhold og dyrkingsbetingelser forøvrig på den enkelte gård det aktuelle året.

Det foreligger en relativt god dokumentasjon på effekten av delt N-gjødsling i vår- og høstvetete (Skorge & Sogn 1988, Stabbetorp 1988, Sogn & Skorge 1991, Stabbetorp 1991, Åssveen 1991). I en del av disse forsøkene er det registrert flere positive effekter av delt gjødsling, m.a. økt kornavling, mindre legde, tidligere modning, økt hektolitervekt og 1000-kornvekt, økt proteininnhold og proteinavling.

Utover de nevnte effektene på kulturen, blir delt nitrogen gjødsling også motivert utfra

et ønske om å stimulere til en gjødslingspraksis som i minst mulig grad belaster miljøet ved tap av uutnyttet nitrogen til omgivelsene.

Når det gjelder bygg har det vært utført forholdsvis få forsøk med delt gjødsling, og lite er publisert (Lund 1991, Paulsen 1991, Åssveen 1992). Bakgrunnen for å starte forsøk i bygg var å undersøke om de positive effektene som ble funnet for hvete, også var tilstede for bygg. I tillegg ville det være av interesse å kartlegge om det eksisterte sikre sort x gjødslingssamspill.

MATERIALE OG METODER

Undersøkelsene ble gjennomført som split-plot forsøk med gjødslingsledd på storruter og sorter på småruter. Forsøkene ble anlagt med 2 gjentak etter følgende gjødslingsplan:

1. Redusert grunnjødsling ved såing; 3 kg N mindre enn normal vårgjødsling på bruket
Reduced N fertilization at sowing time; 30 kg N/ha less than normal N fertilization on the farm
2. Normal vårgjødsling; alt nitrogenet ved såing
Normal N fertilization at sowing time. All the nitrogen is given at this stage
3. Vanlig delgjødsling; grunnjødsling + 3 kg N før skyting
Split application of N fertilizer; reduced N fertilization at sowing time + 30 kg/ha before heading
4. Sterk delgjødsling; grunnjødsling + 6 kg N før skyting
Split application of N fertilizer; reduced N fertilization at sowing time + 60 kg/ha before heading

I tidlig bygg ble det i årene 1989-93 gjennomført 28 forsøk i sortene 'Bamse', 'Gunilla', 'Arve' og 'Thule'. I seint bygg ble det i perioden 1991-93 gjennomført 18 forsøk i sortene 'Tyra', 'Tore', 'Flare', 'Tea' og 'Sunnita'. For den tidlige byggserien tilsvarte den reduserte grunnjødslingen i middel 7,8 kg N pr. dekar, og for den seine serien 8,4 kg N pr. dekar. Grunnjødslingen ble stort sett gjennomført som djupgjødsling i form av fullgjødsel, mens delgjødslingen ble tilført på jordoverflata som kalksalpeter.

Alle forsøksfeltene lå på Østlandet og for det store flertall av forsøkene var det forsøksringene som gjennomførte arbeidet med anlegg, registreringer i veksttiden og høsting av feltene. De notatene som ble foretatt i veksttiden var stort sett registrering av legde og sjukdomsangrep. I tillegg ble det på Apelsvoll forskingsstasjon tatt ut prøver for registrering av kornets vanninnhold, hektolitervekt, 1000-kornvekt og proteininnhold.

For alle forsøksledd er det beregnet en netto avlingsverdi i kroner pr. dekar, som framkommer ved at avlingstallene er multiplisert med grunnprisen for bygg som for 1993/94 lå på 219 øre pr. kg korn. Deretter er utgiftene til handelsgjødsel og nedkjørt kornavling trukket fra. Nedkjørt avling som følge av delgjødslingen er satt til 15 kg korn pr. dekar. Maskinkostnader, arbeidskostnader og utgifter til drivstoff er holdt utenom dette regnestykket. Prisene er heller ikke regulert etter hektolitervekt.

I den statistiske behandlingen av materialet er hovedeffekten av N-gjødsling testet mot samspillet år x N-gjødsling. Hovedeffekten av sorter og samspillet sort x N-gjødsling er

testet mot restvariansen. For alle tester er signifikansnivå angitt på følgende måte:

*** = $P < 0,001$

** = $P < 0,01$

* = $P < 0,05$

N.s. = $P > 0,05$ (ikke signifikant/*not significant*)

RESULTATER

Først presenteres resultatene fra forsøksserien med tidlige byggsorter.

Hovedeffekt av N-gjødsling, tidlige byggsorter

Tabell 1 viser hovedeffekten av N-gjødslingsleddene 1-4 i middel av 4 sorter for avling og ulike agronomiske egenskaper. Vanlig delgjødning (3) har gitt en liten avlingsreduksjon i forhold til normal vårgjødsling (2), og sterk delgjødning (4) har redusert avlingen ytterligere. Den reduserte grunnjødslingen (1) har helt klart vært for svak til å gi optimal kornavling. Beregnet avlingsverdi viser at det har vært mest lønnsomt å gi all gjødsla samtidig med såing. Den sterke delgjødningen har vært minst lønnsom.

Vannprosent i kornet gir et brukbart bilde av hvor langt kornet er kommet i modning ved høstetidspunktet. Både vanlig og spesielt sterk delgjødning har ført til høyere vanninnhold og forsinket modning.

Delt gjødning har redusert legdetallene fra 14 til 9 prosent legde ved høsting. Legderegistreringene er imidlertid få og usikre.

Tabell 1. Virkning av N-gjødsling på ulike agronomiske egenskaper. Middel av 4 tidlige byggsorter i 28 forsøk i årene 1989-93

Table 1. The effect of N-fertilization on some agricultural characteristics. Mean values of four early barley varieties in 28 trials during the years 1989-93

Nitrogen- gjødning <i>Nitrogen fertilization</i>	Vann% v/høst. <i>Grain moisture at harvest</i>	Avl. kg/daa 15% vann <i>Grain yield 15% moisture</i>	Strålengthe cm <i>Straw length cm</i>	Legde % <i>Lodging %</i>	Avl.verdi kr/daa <i>Yield value kr/0.1 ha</i>
1	21,3	460	72	7	934
2	21,6	490	68	14	979
3	22,5	486	70	9	937
4	23,8	478	69	9	898
LSD 5%	0,9	15	3		
Sign.	***	**	**	n.s.	
Ant. felt <i>No. of trials</i>	24	28	16	5	28

Tabell 2 viser hovedeffekten av N-gjødning på mjøldoggangrep og ulike kvalitetsparametre.

Delt gjødning har ikke hatt noen sikker effekt på utviklingen av mjøldogg. Det samme kan sies om hektolitervekten. For 1000-kornvekt er det heller ingen sikre forskjeller, men det er en tendens til at delt gjødning, og særlig den sterke delgjødninga, har redusert kornstørrelsen. Vanlig delgjødning har økt kornets proteininnhold med 0,5 prosentenheter i forhold til normal vårgjødning, og sterkt delgjødning har økt proteininnholdet med 1,3 prosentenheter. Dette gir også en økning i proteinavling pr. dekar for delt gjødning, selv om kornavlingen er redusert. Vanlig delgjødning har gitt 1,6 kg større proteinavling pr. dekar enn normal vårgjødning, og sterk delgjødning har økt proteinavlingen med 4,0 kg pr. dekar. Den reduserte grunn gjødningen har gitt klart lavest proteinavling.

Økt proteinavling ved delt N-gjødning betyr at det føres bort mer nitrogen med kornavlingene, og at mengde nitrogen som er tilgjengelig for utvasking reduseres. Vanlig delgjødning har økt N-mengden i kornavlingen med 0,3 kg pr. dekar i forhold til å gi alt nitrogenet ved såing.

Tabell 2. Virkning av N-gjødning på sjukdomsangrep og ulike kvalitetsegenskaper. Middeler av 4 tidlige byggsorter i årene 1989-93

Table 2. The effect of N-fertilization on disease attack and different quality characteristics. Mean values of four early barley varieties during the years 1989-93

Nitrogen- gjødning Nitrogen fertilization	Mjøldogg % Mildew %	HI-vekt kg Test wt. kg	1000-k.vekt g 1000 grain wt. g	Protein % Protein %	Proteinavling kg/daa Protein yield kg/0.1 ha
1	3	66,2	37,2	11,2	43,5
2	4	66,3	37,4	12,0	49,6
3	3	66,3	37,2	12,5	51,2
4	4	66,0	36,7	13,3	53,6
LSD 5%				0,3	1,8
Sign.	n.s.	n.s.	n.s.	***	***
Ant. felt No. of trials	9	23	23	22	28

Tabell 3 viser hovedeffekten av sorter i middel av alle gjødslingsledd for avling og andre karakterer. Det ble avdekket signifikante sortsforskjeller for vannprosent i kornet ved høsting, kornavling, legdeprosent, mjøldoggangrep, hektolitervekt, 1000-kornvekt og proteininnhold i kornet. 2-radssorten 'Gunilla' er klart seinere moden enn 6-radssortene 'Bamse', 'Arve' og 'Thule'. Sorten utmerker seg også med best mjøldoggresistens, og høyest hektolitervekt, 1000-kornvekt og proteininnhold av de fire byggsortene. Samtidig har 'Gunilla' lavest avling av disse sortene. 'Arve' og 'Thule' utmerker seg som svært yterike sorter med 50 kg høyere kornavling pr. dekar enn 'Gunilla', og også klart høyere avling enn 'Bamse'. 'Arve' er den tidligste sorten, men har relativt dårlig stråstyrke og lavt proteininnhold. 'Bamse' som lenge har vært norsk hovedsort i tidlig bygg, blir lett angrepet av mjøldogg og har relativt lav 1000-kornvekt. 'Thule' er noe seinere enn 'Arve' og

'Bamse', men er en yterik sort med god stråstyrke og bra mjøldoggresistens. 'Thule' har relativt lav hektoliter- og 1000-kornvekt.

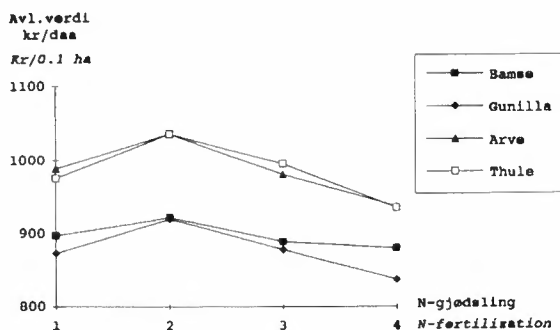
Tabell 3. Hovedeffekt av tidlige byggsorter for ulike karakterer. Middeltall av alle gjødslingsledd
Table 3. Main effect of early barley varieties for some characteristics. Mean values of all fertilizer treatments

Sorter	Vann% v/høst.	Avl. kg/daa 15% vann	Legde %	Mjøldogg %	Hl- vekt kg	1000- k.vekt g	Protein %
Varie- ties	Grain moisture at harvest	Grain yield 15% moisture	Lod- ging %	Mildew %	Test wt. kg	1000 grain wt. g	Protein %
Bamse	21,0	460	10	8	66,0	36,4	12,0
Gunilla	25,4	451	7	1	68,1	39,6	13,2
Arve	20,0	501	17	2	65,4	37,3	11,7
Thule	22,8	501	4	3	65,2	35,1	12,1
LSD 5%	0,8	14	6	3	0,6	0,8	0,3
Sign.	***	***	**	***	***	***	***
Ant.felt No. of trials	24	28	5	9	23	23	22

Samspilleffekter, tidlige byggsorter

Det ble ikke funnet signifikante sort x gjødslingssamspill i dette materialet. Det vil si at sortene i store trekk reagerte likt i forhold til hverandre på de ulike gjødslingsleddene. Av den grunn vises ikke disse resultatene i detalj i tabellform.

I figur 1 vises den beregnede avlingsverdien for ulike sorter og N-gjødslinger.



Figur 1. Avlingsverdi (kr/daa) for tidlige byggsorter ved ulike N-gjødslingsledd. Middeltall for 28 forsøk i årene 1989-93

Figure 1. Yield value (kr/0.1 ha) of four early barley varieties with different nitrogen fertilization. Mean values of 28 trials during the years 1989-93

Med små avvik følger kurvene samme forløp for alle sorter. Felles for alle sortene er at normal vårgjødsling (2) har gitt klart best økonomisk resultat, mens vanlig delgjødsling (3) og redusert grunnjødsling (1) kommer noenlunde likt ut. Sterk delgjødsling (4) har gitt klart dårligst resultat.

Hovedeffekt av N-gjødsling, seine byggsorter

Tabell 4 viser hovedeffekten av N-gjødslingsleddene 1-4 i middel av 5 sorter for avling og ulike agronomiske egenskaper. Vanlig delgjødsling (3) har gitt en avlingsreduksjon på 18 kg pr. dekar i forhold til normal vårgjødsling (2), og sterk delgjødsling (4) har redusert avlingen med 17 kg pr. dekar. Den reduserte grunnjødslingen (1) har gitt det klart svakeste avlingsresultatet med 48 kg lavere avling enn normal vårgjødsling. Beregnet avlingsverdi i kr pr. dekar viser at det har vært mest lønnsomt å gi alt nitrogenet samtidig med såing. Vanlig delgjødsling har gitt 73 kr mindre pr. dekar enn normal vårgjødsling, og sterk delgjødsling har vært minst lønnsomt med 93 kr lavere avlingsverdi.

Vannprosenten i kornet ved høsting viser at både vanlig og sterk delgjødsling fører til utsatt modning. Økningen i vannprosent har vært på henholdsvis 1,6 og 2,6 prosentenheter i forhold til normal vårgjødsling. Dette tilsvarer 1,5 - 2,5 dager utsatt modning om høsten.

Legdetallene viser en tendens til å øke ved delt N-gjødsling, særlig ved den sterke delgjødslingen. Legdeobservasjonene er imidlertid få, og utslagene usikre.

Tabell 4 Virkning av N-gjødsling på ulike agronomiske egenskaper. Middel av 5 seine byggsorter i 18 forsøk i årene 1991-93

Table 4. The effect of N-fertilization on some agricultural characteristics. Mean values of five late maturing barley varieties in 18 trials during the years 1991-93

Nitrogen- gjødsling Nitrogen fertilization	Vann% v/høst. Grain moisture at harvest	Avl. kg/daa 15% vann Grain yield 15% moisture	Strålengde cm Straw length cm	Legde % Lodging %	Avl. verdi kr/daa Yield value kr/0.1 ha
1	20,6	466	57	3	948
2	21,0	514	60	4	1032
3	22,6	496	60	6	959
4	23,6	497	59	16	939
LSD 5%	1,0	17			
Sign.	**	**	n.s.	n.s.	
Ant. felt No. of trials	18	18	10	5	18

Tabell 5 viser hovedeffekten av N-gjødslingsleddene på mjøldoggangrep og ulike kvalitetsparametre. Delt gjødsling har ikke hatt noen sikker effekt på utviklingen av mjøldogg i seint bygg. Det samme kan sies om hektolitervekten og 1000-kornvekten. Det

er likevel en tendens til at delt gjødsling, og særlig den sterke delgjødslingen har redusert kornstørrelsen noe.

Vanlig delgjødsling har økt kornets proteininnhold med 0,5 prosentenheter i forhold til normal vårgjødsling, og sterk delgjødsling har økt proteininnholdet med ytterligere 0,8 prosentenheter. Dette gir også en økning i proteinavling pr. dekar for delt gjødsling, selv om kornavlingen er redusert. Vanlig delgjødsling har gitt 0,3 kg høyere proteinavling pr. dekar enn normal vårgjødsling, og sterk delgjødsling har økt proteinavlingen med 3,8 kg pr. dekar. Den reduserte grunnjødslingen har gitt klart lavest proteinavling.

Økt proteinavling ved delt N-gjødsling betyr at det føres bort mer nitrogen med kornavlingene under eller like forhold, og at mengde nitrogen som er tilgjengelig for utvasking reduseres. Vanlig delgjødsling har økt N-mengden i kornavlingen med 0,1 kg pr. dekar i forhold til å gi alt nitrogenet ved såing.

Tabell 5. Virkning av N-gjødsling på sjukdomsangrep og ulike kvalitetsegenskaper. Middeler av 5 seine byggsorter i årene 1991-93

Table 5. The effect of N-fertilization on disease attack and different quality characteristics. Mean values of five late maturing barley varieties during the years 1991-93

Nitrogen- gjødsling <i>Nitrogen fertilization</i>	Mjøldogg % <i>Mildew %</i>	HI-vekt kg <i>Test wt. kg</i>	1000-k.vekt g <i>1000 grain wt. g</i>	Protein % <i>Protein %</i>	Proteinavling kg/daa <i>Protein yield kg/0.1 ha</i>
1	3	69,1	41,1	11,0	43,6
2	3	69,1	40,6	11,9	51,9
3	3	69,1	40,4	12,4	52,2
4	5	68,9	39,7	13,2	55,7
LSD 5%				0,7	3,5
Sign.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**
Ant. felt <i>No. of trials</i>	4	16	15	15	18

Sortsforskjeller, seine byggsorter

Tabell 6 viser hovedeffekten av sorter i middel av alle gjødslingsledd for avling og andre sortskarakterer. Det ble registrert signifikante sortsforskjeller for egenskapene vannprosent i kornet ved høsting, kornavling, mjøldoggangrep, hektolitervekt, 1000-kornvekt og proteininnhold i kornet. Sortene 'Tore' og 'Flare' er klart seinere modne enn 'Tyra' og 'Sunnita'. 'Tea' kommer i en mellomstilling. Avlingsmessig har 6-radssorten 'Tore' kommet best ut, mens 'Tyra' har gitt minst avling i disse forsøkene. 'Tyra' og 'Tore' har hatt sterkest angrep av mjøldogg, men registreringene er forholdsvis få. 'Tore' og 'Sunnita' er de sortene som har hatt lavest hektoliter- og 1000-kornvekt. 'Tore' og 'Flare' utmerker seg med forholdsvis lavt proteininnhold; ca 1 prosentenheter lavere enn de andre sortene.

300 Delt nitrogengjødsling til ulike byggsorter

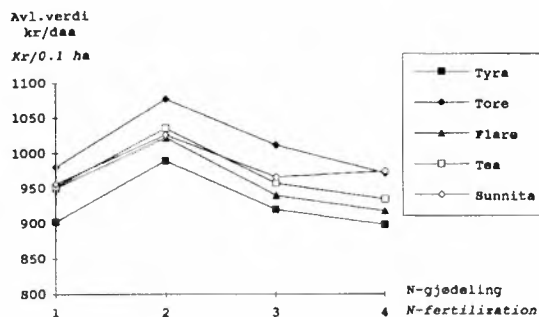
Tabell 6. Hovedeffekt av seine byggsorter for ulike karakterer. Middeltall av alle gjødslingsledd
 Table 6. Main effect of late maturing barley varieties for some characteristics. Mean values of all fertilizer treatments

Sorter	Vann% v/høst.	Avl. kg/daa 15% vann	Legde %	Mjøldogg %	HI- vekt kg	1000- k.vekt g	Protein %
Varieties	Grain moisture at harvest	Grain yield 15% moisture	Lod- ging %	Mildew %	Test wt. kg	1000 grain wt. g	Protein %
Tyra	20,9	474	5	5	70,2	40,8	12,4
Tore	23,0	512	3	6	67,6	37,0	11,6
Flare	22,9	488	13	3	69,6	43,4	11,4
Tea	21,7	494	4	2	69,0	43,5	12,7
Sunnita	21,1	499	12	1	68,8	37,5	12,5
LSD 5%	0,9	14		3	0,6	1,5	0,3
Sign.	***	***	n.s.	**	***	***	***
Ant.felt No. of trials	18	18	5	4	16	15	15

Samspillseffekter, seine byggsorter

Det ble ikke funnet signifikante sort x gjødslingsamspill i denne forsøksserien. Det vil si at sortene i store trekk reagerte likt i forhold til hverandre på de ulike gjødslingsleddene. Disse resultatene vil derfor ikke bli framstilt i detalj i tabellform. I figur 2 vises imidlertid den beregnede avlingsverdien i kroner pr. dekar for ulike sorter og N-gjødslingsledd.

Kurvene følger i hovedsak samme forløp for alle sorter, med klart best økonomisk resultat for normal vårgjødsling (2). Sterk delgjødsling (4) kommer gjennomgående dårligst ut med unntak av 'Sunnita'.



Figur 2. Avlingsverdi (kr/daa) for seine byggsorter ved ulike N-gjødslingsledd. Middeltall for 18 forsøk i årene 1991-93

Figure 2. Yield value (kr/0.1 ha) of five late maturing barley varieties with different nitrogen fertilization. Mean values of 18 trials during the years 1991-93

DISKUSJON

Diskusjonen vil konsentreres om forholdet mellom normal vårgjødsling (2) og vanlig delgjødsling (3). Både redusert grunnjødsling (1) og sterk delgjødsling (4) har gitt for svakt økonomisk resultat til å være av interesse i praktisk dyrking.

Den positive avlingseffekten av delt gjødsling som er registrert i forsøk med vårhvete (Sogn & Skorge, 1991) ble ikke funnet i forsøkene med bygg. Avlingsnedgangen for delt N-gjødsling til bygg er imidlertid i godt samsvar med de resultatene Lund (1991) og Paulsen (1991) oppnådde i sine byggforsøk. Denne forskjellen mellom kornartene kan delvis forklares med at hvete har lengre veksttid enn bygg fra skyting til modning, og har dermed større mulighet for å utnytte det tilførte nitrogenet til økt avling. Ideelt sett burde nok delgjødslingen i bygg skjedd 1-2 uker før skyting istedet for like før skyting, slik det vanligvis gjøres i hvete (Lund, 1991).

En annen grunn til avlingsreduksjonen i byggforsøkene kan være en mer utpreget forsummertørke i forsøksperioden enn det som var tilfelle i de refererte hveteforsøkene. Dette har ført til at den tilførte delgjødslinga i mindre grad er utnyttet til avlingsdannelse. I områder med årvisst forsummertørke er nok kunstig vatning en forutsetning for å kunne oppnå optimal utnyttelse av den tilførte N-gjødsel.

Skorge og Sogn (1988) fikk en viss reduksjon i legdetallene i sine forsøk med delt gjødsling i hvete. I andre hveteforsøk har delt gjødsling hatt liten eller ingen effekt på legdetallene (Stabbetorp 1988, Åssveen 1991). Den eventuelle effekten som delt gjødsling kan ha på legdetallene, vil i første rekke skyldes en virkning på betandsstrukturen i åkeren. Sterk N-gjødsling ved såing vil kunne fremme buskingen, og antall strå med aks som går fram til modning vil øke. I et tett plantebestand vil en få lavere lysintensitet nede i bestandet. Dette vil fremme gibberelinsyntesen, og dermed strekningsveksten. Økt strekningsvekst vil gi redusert diameter og vegttykkelse av strået, og økt legderisiko. Tette plantebestand gir også et bedre mikroklima og utviklingsmuligheter for visse plantesjukdommer som kan svekke plantene og gi økt legde. Ved redusert grunnjødsling kan de negative effektene av et tett plantebestand reduseres. Legdetallene i den tidlige og seine byggserien viser at delt gjødsling ikke har noen entydig virkning på legda. Tidspunktet for legdepresset i forhold til plantenes utviklingsstadium vil være av langt større betydning enn hvorvidt det er delgjødslet eller ikke. I 1991 ble forsøkene utsatt for et kraftig uvær tidlig i vekstsesongen, noe som førte til sterk legde i disse forsøkene, særlig for leddene med full vårgjødsling. Delt gjødsling reduserte legdetallene kraftig i forsøksserien med tidlige byggsorter, spesielt for sortene 'Bamse' og 'Arve'. For den seinere, men svært stråsvake 'Gunilla' ble det ikke observert slike effekter. Heller ikke i forsøkene med seine byggsorter ble det funnet tilsvarende virkning på legdetallene. Dette tyder på at legdepresset må inntreffe på bestemte tidspunkt i forhold til sortenes utviklingsstadier for at delt N-gjødsling skal få en positiv effekt.

Skorge og Sogn (1988) fikk i sine forsøk med vårhvete en reduksjon i kornets vanninnhold ved høsting for delt gjødsling i forhold til full vårgjødsling. Denne effekten kan i noen grad tilskrives de reduserte legdetallene som indirekte gir en positiv virkning på modningsforløpet. Disse resultatene står i skarp kontrast til den entydige økningen i vanninnhold som er registrert for delt gjødsling i de to byggseriene. Økningen i kornets vanninnhold i disse forsøkene tilsvarer en forsinket modning på 1-2 dager om høsten. Dette

er klart negativt så lenge denne forsinkelsen ikke er kombinert med en avlingsøkning, og viser at en ikke uten videre kan regne med tidligere modning ved delt gjødsling til bygg. Også Paulsen (1991) og Lund (1991) fant tendenser til økt vanninnhold i kornet ved delt N-gjødsling til bygg.

I den grad delt gjødsling fører til redusert legde, vil det også kunne ha en positiv effekt på sjukdommer som utvikler seg lettere i åker med sterk legde. Det kan gjelde ulike fusarium-arter som igjen gir grunnlag for dannelse av mykotoksiner. Delt N-gjødsling kan gi luftigere plantebestand i kritiske perioder for utvikling av for eksempel mjøldogg, noe som kan føre til reduserte angrep. Når det ikke ble funnet sikre forskjeller i mjøldoggangrep i disse forsøksseriene, kan det skyldes at angrep ble registrert på få felt totalt og at disse angrepene gjennomgående var svært svake. Det samme gjelder tallene for angrep av byggbrunflekk og grå øyeflekk som ikke er referert i tabellene.

Undersøkelser både i vår- og høstvetete har vist at delt N-gjødsling har økt hektolitervekten med 0,8 - 1,0 kg (Skorge & Sogn 1988, Åssveen 1991), og i høstvetete har 1000-kornvekta økt med 1-2 g (Åssveen 1991). I de tilfellene der delt gjødsling fører til reduksjon i den tidlige legda, vil det kunne ha en positiv effekt på kornfyllingsgraden og på kornstørrelsen. Bedre tilgang på nitrogen i kornfyllingsperioden vil også virke i samme retning forutsatt at det tilførte nitrogenet tas opp og utnyttes. En eventuell virkning på disse karakterene kan også være en indirekte effekt på grunn av endret bestandsstruktur. Svakere gjødsling om våren vil kunne gi et tynnere bestand med færre aks pr. arealenhet. Hvert enkelt aks vil dermed få større ressurser til rådighet i kornfyllingsperioden. Når det ikke ble funnet noen sikker effekt hverken på hektolitervekt eller 1000-kornvekt i disse byggforsøkene, kan det skyldes lite legde- og sjukdomspress samtidig som forsommertørke ga dårligere forhold for en tidlig og sterk busking.

Flere undersøkelser har vist at delt N-gjødsling gir en sikker økning i kornets proteininnhold (Skorge & Sogn 1988, Stabbetorp 1988, Stabbetorp 1991, Sogn & Skorge 1991, Åssveen 1991). Proteininnholdet i disse forsøkene har økt med 0,5-1,0 prosentenheter, og dette er hovedårsaken til at delt N-gjødsling nå er vanlig gjødslingspraksis i både høst- og vårvetete. Effekten på proteininnholdet vil imidlertid variere sterkt både fra år til år og fra sted til sted avhengig av mengde og fordeling av nedbøren, samt andre faktorer som jordart og forgrøde.

Økningen i proteininnhold på 0,5 prosentenheter for delt gjødsling både for de tidlige og seine byggsortene, er i bra samsvar med de refererte resultatene i hvete. Delt N-gjødsling til korn blir framhevet som en mer riktig og miljøvennlig gjødslingspraksis som i mindre grad belaster omgivelsene med tap av uutnyttet nitrogen. Økte proteinavlinger pr. dekar til tross for reduserte kornavlinger viser at en tar bort mer nitrogen med kornavlingene, nitrogen som ellers kunne vært tilgjengelig for utvasking. Forutsetningen for en slik positiv effekt er imidlertid at gjødslingen praktiseres riktig. Delgjødsling i tørkeperioder og til tørkestresset åker med lavt avlingspotensiale, kan føre til at uutnyttet nitrogen vaskes ut etter at vekstsesongen er over. I slike tilfeller kan deling av nitrogenet gi større tap til omgivelsene enn ved å gi all gjødsla ved såing. Det vil uten tvil være en stor fordel å disponere kunstig vatning ved en slik gjødslingspraksis.

Det har vært hevdet at delt N-gjødsling i bygg kan være aktuelt for de som praktiserer leiemaling og produksjon av eget kraftfôr (Åssveen 1992). Begrunnelsen er økt proteininnhold. Utfra de beregnede avlingsverdiene i disse forsøkene vil imidlertid dette bli et

svært dyrt protein å produsere i forhold til prisen på importert soyaprotein. Et annet moment som må vurderes ved en slik produksjon er den biologiske verdien av byggprotein i forhold til soyaprotein. Det er særlig aminosyresammensetningen som er mindre gunstig i bygg- enn i soyaproteinet, med et for lavt innhold av den essensielle aminosyra lysin (Stoskopf, 1985). I tillegg er det en sterk negativ korrelasjon mellom kornets proteinprosent og prosent lysin i proteinet (Heen, 1988). Det vil si at dyrkingstekniske tiltak for å øke kornets proteininnhold, for eksempel delt N-gjødning, vil føre til en enda ugunstigere aminosyresammensetning i byggprotein. Dette sammenholdt med avlingsresultatene og de beregnede økonomiske resultatene for delt N-gjødning, gir liten grunn til å anbefale en slik gjødningspraksis i bygg. Dette bildet kan endre seg dersom prisavregning etter proteininnhold innføres også i bygg. Det spørsmålet har vært vurdert tidligere av Statkorn, som konkluderte med at prisavregning etter proteininnhold i bygg var uaktuelt fordi kostnadene ved en slik ordning ville bli større enn en eventuell gevinst. Denne konklusjonen bygger nok i stor grad på en prissetting av byggprotein i forhold til importert protein, og vurderer i mindre grad verdien av en mulig miljøgevinst utfra en endret gjødningspraksis.

Når det gjelder middelresultatene for de ulike sortene summert over gjødningsledd, så er de jevnt over meget godt i samsvar med de resultatene som er oppnådd i den offisielle verdiprøvingen i tidlig og seint bygg (Åssveen & Mygland, 1994). Det mest uventede er at 'Tyra' har gjort det såpass svakt avlingsmessig i forhold til de andre sortene. I de offisielle sortsforsøkene for samme periode har 'Tyra' gitt høyere avling enn de fire andre sortene. Dette avviket er umulig å forklare.

SAMMENDRAG

Delt N-gjødning ble prøvd i 28 forsøk med tidlige byggsorter i perioden 1989-93, og i 18 forsøk med seine byggsorter i årene 1991-93. Alle forsøkene var plassert på Østlandet. Både i tidlig og seint bygg ga delt gjødning en viss avlingsreduksjon i forhold til å gi alt nitrogenet ved såing, og beregnet avlingsverdi i kroner pr. dekar ga det klart beste økonomiske resultatet for normal vårgjødnings. Delt gjødning utsatte modningen med 1-2 dager om høsten. Å dele nitrogengjødning hadde ingen sikker effekt hverken på forekomsten av legde eller soppsjukdommer. Det samme gjelder for karakterene hektolitervekt og 1000-kornvekt. Delt gjødning økte kornets proteininnhold med 0,5 prosentenheter både for tidlig og seint bygg.

Det ble ikke registrert sikre sort x gjødnings-samspill i dette forsøksmaterialet. Det vil si at alle sortene i store trekk reagerte likt på de ulike N-gjødningsleddene.

Delt N-gjødnings til bygg synes lite aktuelt i praksis så lenge bygg ikke prisavregnes etter proteininnhold.

LITTERATUR

Heen, A. 1988. Korn. Forelesningsnotat i PK2: Jordbruksvekster til frømodning, del III. Landbruksbokhandelen, Ås. 92 s.

304 Delt nitrogen gjødsling til ulike byggsorter

Lund, H.J. 1991. Delt nitrogen gjødsling i bygg, havre og hvete. Dyrkingsteknikk, avling, kvalitet og økonomi. Hovedoppgave ved Inst. for plantekultur, NLH. 67 s.

Paulsen, E.P. 1991. Delt nitrogen gjødsling til bygg. Virkning på avling og kvalitet. Hovedoppgave ved Inst. for plantekultur, NLH. 70 s.

Skorge, P.G. & L. Sogn 1988. Delt nitrogen gjødsling til hvete. Virkning på proteininnhold, avling og bakekvalitet. Akt. fra SFFL nr. 2, 1988: 134-144.

Sogn, L. & P.G. Skorge 1991. Delt nitrogen gjødsling til hvete. Faginfo SFFL nr. 1, 1991: 280-287.

Stabbetorp, H. 1988. Delt gjødsling og tilleggsgjødsling til korn. Avling, kvalitet og forurenning. Akt. fra SFFL nr. 2, 1988: 145-156.

Stabbetorp, H. 1991. Ulike nitrogen gjødselslag til delt gjødsling i hvete. Faginfo SFFL nr. 1, 1991: 273-279.

Stoskopf, N.C. 1985. Cereal Grain Crops. Reston Publishing Company, Inc. Reston, Virginia. 516 s.

Åssveen, M. 1991. Forsøk med delgjødsling, samt sprøy-ting med stråforkortings-, sopp- og insektmidler i Rida og Folke høsthvete. Faginfo SFFL nr. 1, 1991: 259-272.

Åssveen, M. 1992. Delt gjødsling til bygg, havre og hvete. Faginfo SFFL nr. 7, 1992: 21-31.

Åssveen, M. & S. Mygland 1994. Korndyrking. Sorter og sortsprøving. S. 27-41 i Abrahamsen, U., Jord- og plantekultur 1994.

Timoteisorter for høgereliggende strøk på Østlandet

Utslag for nitrogengjødsling på avlinger og kvalitet

Timothy varieties for upland areas of southern Norway

Response to nitrogen fertilizer on yield and quality

TOR LUNNAN & PETER MARUM

Planteforsk, Løken forskingsstasjon, Heggenes, Norge

Norwegian Institute of Plant Science, Løken Research Station, Heggenes, Norway

Lunnan, T. & P. Marum 1994. Timothy varieties for upland areas of southern Norway. Response to nitrogen fertilizer on yield and quality. Norsk landbruksforskning 8: 305-314. ISSN 0801-5333.

Four different concentrations of nitrogen were applied to the timothy varieties Engmo, Bodin, Grindstad and Forus in upland areas of southern Norway. In the first cut, it was found that Engmo and Bodin had a slightly higher yield than Grindstad and Forus, while the regrowth performance was superior in Grindstad, which also gave the highest total DM yield. The yield response to nitrogen fertilizer was high. There was no significant variety x nitrogen interaction on DM yield. Grindstad had a lower forage value, measured as energy content and protein content, than the varieties originating from northern Norway. In the second cut, the difference was most marked at high N rates. Because of its very good regrowth performance, Grindstad is recommended for the lowland areas of southern Norway, but where the overwintering is critical, and where a high and stable hay cut is most important, Bodin is preferred.

Key words: Digestibility, nitrogen, Norway, *Phleum pratense*, protein, yield.

Tor Lunnan, Norwegian Institute of Plant Science, Løken Research Station, N-2940 Heggenes, Norway

Timotei (*Phleum pratense* L.) er fortsatt den mest brukte grasarten i frøblandingene på Østlandet. Dette til tross for at andre arter, som hundegras (*Dactylis glomerata* L.) og bladfaks (*Bromus inermis* Leyss.), både har gitt større avlinger og holdt lenger i enga (Jetne 1980, Lunnan & Haugen 1993). Tørkeperioder er vanlig på Østlandet, og i tørkeår er timotei klart underlegen hundegras og bladfaks. Timotei er også mer utsatt for overvintringssopp, spesielt trådkølle (*Typhula ishikariensis* Imai), enn hundegras (Jetne 1980).

Årsakene til at timotei likevel er så populær, er flere. Timotei er lite aggressiv og passer godt i blanding med kløver og andre arter. I anleggsåret etablerer timotei seg raskt, og arten gir som regel en svært god bestand i det første engåret. Som før blir timotei verd-

satt høgt. Smakeligheten er bedre enn for hundegras (Olsen 1986), og arten er grei å konservere både som høy og surfôr.

Utvalget av timoteisorter for Østlandet har ikke forandra seg de siste 30 åra. Lokalsortene Grindstad fra Østfold og Bodin fra Nordland er mest brukt. I tillegg blir Engmo fra Troms noe brukt i fjellet, og Forus fra Rogaland har fram til nå blitt noe brukt i låglandet. Grindstad er kontinuerlig forbedra gjennom naturlig seleksjon med driftspress (Buraas 1993), og sorten har forandra seg i retning mot større gjenvekstevne. I 1992 ble sorten Vega fra SFL Vågønes godkjent. Vega vil etter hvert trolig erstatte Bodin.

I tillegg til avling og overvintringsevne er fôr kvalitet og respons på nitrogengjødsling sentralt for grassorter. Disse spørsmåla har vi undersøkt i en forsøksserie fra Løken forskingsstasjon.

MATERIALE OG METODER

Forsøksserien 'Timoteisorter - kvalitet - N-effekt' (PM8910) ble i åra 1989-1993 gjennomført på Løken og i fire forsøksringer, Sør-Gudbrandsdal, Valdres, Hallingdal (2) og Øvre Telemark.

Tabell 1. Høgdelag (m o.h.), jord og glødetap (%) på forsøksfelta

Table 1. Altitude (metres above sea level), soil type and loss on ignition (%) in the experimental fields

Felt <i>Field</i>	Høgde <i>Altitude</i>	Jord <i>Soil</i>	Glødetap <i>Loss on ignition</i>
Løken, Øystre Slidre	530	Morene - sand	8
Øyer, Sør-Gudbrandsdal	420	Morene - lettleire	10
V. Slidre, Valdres	415	Fin sand	16
Gol, Hallingdal	450	Morene - sand	12
Åi, Hallingdal	690	Morene - sand	9
Tinn, Øvre Telemark	300	Grov sand	6

Forsøksplanen var split-plot med N-gjødsling på storruter og timoteisorter på småruter, og med to gjentak. Følgende nitrogenmengder og sorter var med:

Gjødsling: 0, 8, 16 og 24 kg N/daa

Sorter: Engmo, Bodin, Grindstad og Forus

Nitrogengjødsla ble fordelt med 2/3 om våren og 1/3 etter førsteslått. I tillegg til nitrogen ble det tilført 3,5 kg fosfor og 19 kg kalium pr. daa på alle ruter.

Det er tatt to slåtter på alle felt. Høstetida for førsteslått variert fra 18/6 til 15/7, mens andreslått stort sett er tatt i månedsskiftet august-september. I tillegg til avling er botanisk sammensetning og legde registrert, samt dekning av timotei om våren.

Forsøksperioden er kjennetegna ved spesielt mildt vinterklima. Middelttemperaturen vinter og sommer på Løken i Øystre Slidre i Valdres i forsøksåra var:

	(89)/90	(90)/91	(91)/92	(92)/93	Normal 1961-90
Nov-mars	- 2,8	-5,5	-2,3	-4,5	-7,0
Mai-sept	10,8	10,4	10,7	9,3	10,1

Somrene 1993, og spesielt 1992, var prega av langvarig tørke over Østlandet. Dette har påverka resultatata, men graden av påkjenning har variert mye fra felt til felt. Feltet i Øvre Telemark var hardt ramma og ga små avlinger.

Det er kjørt kvalitetsanalyse av samleprøver på NIR på Løken, med oppdatert kalibreringslikning for gras (Marum 1990). På grunnlag av NIR-analysene er mjølkeføreheter berekna etter følgende formler:

$$(1) OE = 20,1*FP + 14,2*(FF + FT + FNFE) \text{ (Honig \& Alderman 1988),}$$

der OE er innhold av omsettelig energi, MJ pr. kg tørrstoff (ts). FP er fordøyelig råprotein, kg/kg ts, og FF, FT og FNFE er henholdsvis fordøyelig fett, fordøyelig trevler og fordøyelig nitrogenfrie ekstraktstoff, alt målt som kg/kg ts.

NIR-analysen på Løken gir fordøyeligheten av tørrstoffet, samt innhold av råprotein. Fordøyeligheten av proteinet er nært knytta til proteinmengden, og vi har brukt følgende formel for å finne fordøyelig protein (FP) (Bævre 1994):

$$(2) FP = 0,939*P - 0,0313,$$

der P står for råprotein, kg/kg ts.

Tørrstoffet består av organisk stoff og aske. Aske er mindre fordøyelig enn organisk stoff. Vi har derfor satt fordøyeligheten av organisk stoff (FOS) til 1,5 prosentenheter høgere enn fordøyeligheten av tørrstoff (FTS) (Bævre, pers. medd.):

$$(3) FOS = FTS + 0,015$$

Når vi veit fordøyelig organisk stoff (FOS) og fordøyelig råprotein (FP), kan vi finne mengde av fordøyelig fett, trevler og NFE:

$$(4) FF + FT + FNFE = FOS - FP = (FTS + 0,015) * (1-A) - FP,$$

der A står for askeinnholdet, kg/kg ts.

Omsettelig energi kan nå finnes av formel (1). Videre utrekning av mjølkeføreheten følger Ekern et al. (1989) med disse mellomrekingene:

Nettoenergi laktasjon (NE_l), MJ/kg ts, er gitt ved:

$$(5) NE_l = 0,60 * [1 + 0,004*(q-57)] * 0,9752 * OE,$$

der q er et mål på konsentrasjonsgraden i fôret gitt ved:

$$(6) q = 100 - OE/BE,$$

der BE er innholdet av bruttoenergi i fôret. For grovfôr har vi brukt verdien 18,4 MJ/kg ts (Ekern et al. 1989).

Mjølkefôrenheten FEm er ei omrekning av nettoenergi laktasjon til verdien av ett kg bygg med 87% ts og finnes ved:

$$(7) FE_m = NE_l / 6,9.$$

Den statistiske behandlingen av resultat er gjort etter følgende modell:

$$X_{ijkl} = \mu + F_i + (R/F)_{ij} + N_k + FN_{ik} + S_l + FS_{il} + NS_{kl} + FNS_{ikl} + e_{ijkl},$$

der μ er det totale gjennomsnitt, F er effekten av felt, R/F er effekten av gjentak innen felt, N er effekten av N-gjødsling, S er effekten av timoteisort, og e er en tilfeldig feil. Alle effekter er testa mot sitt samspill med felt.

Effekten av N-gjødsling blir dårligere bestemt med denne planen enn effekten av sorter og samspillet sort x gjødsling. Dette kommer av at nitrogen er lagt på store ruter. To av felte hadde spesielt stor feil på gjødslingsrutene på grunn av uheldig plassering og er derfor utelatt fra analysen for N-gjødsling.

For å vurdere om sortene eller gjødslingene har virka forskjellig på felt med lågt eller høgt avlingsnivå, er materialet delt i to, der vi har sett på årshøstinger over eller under 600 kg tørrstoff pr. daa.

RESULTAT

Avlinger og tørrstoffinnhold

De nordnorske sortene Engmo og Bodin utmerker seg med stor førsteslåt, men gjenveksten er langt mindre enn hos de sørnorske sortene (tab. 2). Grindstad gir her mest avling, og sorten gir også størst totalavling på grunn av stor gjenvekst. Forus har lik totalavling som de nordnorske sortene, med noe mindre førsteslåt og noe større andreslåt. Forus er tydelig underlegen Grindstad i avling. Gruppering av felt etter avlingsnivå gir ikke endringer, Grindstad topper enten det er høge eller låge avlinger. Grindstad har høyere tørrstoffinnhold enn de andre sortene i begge slåtter.

Utslaget for nitrogengjødsling er stort i dette forsøket, med avlingsauke opp til 24 kg N/daa. Det er verdt å merke seg at N-effekten er like stor i felt med små avlinger som i felt med store avlinger. Stigende nitrogengjødsling har senka tørrstoffinnholdet i grasen i begge slåtter.

Det er stor variasjon mellom felt når det gjelder avlinger uten nitrogengjødsel. På et felt i Vestre Slidre i Valdres var nullavlingen spesielt stor. Her var tørrstoffavlingen oppe i 1000 kg/daa uten nitrogen det tredje engåret. Nitrogen bortført i avling uten gjødsling ligger på 12-13 kg/daa på dette feltet.

Det er ikke statistisk sikkert samspill mellom sorter og gjødsling for avling, det vil si at Grindstad gir størst avling også uten nitrogen. Likevel er det en tendens til at avstanden mellom Grindstad og de andre sortene øker med stigende N-gjødsling. Forskjellen i totalavling mellom Grindstad og Bodin er 48, 35, 66 og 85 kg ts/daa ved henholdsvis 0, 8, 16 og 24 kg N/daa.

Tabell 2. Avlinger (kg ts/daa) og tørrstoffprosent av fire timoteisorter og fire N-gjødslinger. Totalavling gruppert etter årsavlinger over eller under 600 kg ts/daa. Gjennomsnitt av seks felt for sorter og fire felt for N-gjødsling. Table 2. DM yield (kg 0.1 ha⁻¹) and DM percentage of four timothy varieties and four N rates. Total DM yield is shown for fields above and below 6 t DM ha⁻¹. Average of six fields for varieties, and of four fields for N fertilization

Slått Cut no	Avling DM yield		SUM Total	Avlingsnivå Yield level		Tørrst. % DM percentage	
	1	2		Stort High	Lite Low	1	2
	Engmo	520		241	761	905	478	26,7	26,9
Bodin	513	245	758	903	470	27,3	26,9
Grindstad	495	311	806	951	522	28,5	28,4
Forus	482	275	757	889	501	27,1	27,2
middelfeil, SE	8	11	12	17	18	0,23	0,21
P-verdi P value	0,01	0,002	0,03	0,08	0,22	0,001	0,001
0 kg N/daa	511	192	703	761	240	24,5	24,1
8 kg N/daa	647	289	936	977	480	24,2	23,8
16 kg N/daa	664	383	1047	1078	568	23,1	23,1
24 kg N/daa	699	403	1102	1126	612	22,4	22,4
middelfeil, SE	27	31	52	37	56	0,47	0,39
P-verdi P value	0,005	0,004	0,003	0,001	0,01	0,08	0,05

Botanisk sammensetning og legde

Det er bare små forskjeller mellom timoteisorter når det gjelder ugrasinnhold. Andelen sådd sort (%) i de to slåttene var i middel:

	Engmo	Bodin	Grindstad	Forus
1. slått	84	84	84	82
2. slått	70	70	76	72

I førsteslått er Forus svakt underlegen de andre sortene. Grindstad utmerker seg med størst andel timotei i andreslått, noe som henger sammen med bedre gjenvækstevne og konkurransevne mot ugras. For prosent dekning om våren det tredje engåret er det også små forskjeller. I middel var dekninga 53, 51, 51 og 48% for sortene Engmo, Bodin, Grindstad og Forus. På felt med legde er det ikke registrert sikre forskjeller mellom sortene.

Nitrogengjødslinga har hatt forholdsvis liten effekt på botanisk sammensetning. Gjennomsnittlig andel timotei (%) ved de fire gjødslingstrinna var:

	kg N/daa			
	0	8	16	24
1. slått	80	85	83	84
2. slått	67	69	71	74

Sterk N-gjødsling ser ikke ut til å ha hatt negativ effekt på timoteibestanden. Ser vi på dekinga av timotei om våren det tredje engåret, blir bildet derimot et annet. Her er det 59, 50, 45 og 42% deking for henholdsvis 0, 8, 16 og 24 kg N/daa. Stigende N-mengder har tydelig tynna ut bestanden. Sterk N-gjødsling har imidlertid gitt sterk vekst og kraftige planter, og tynninga har ikke vært så sterk at ugrasmengden ved høstingene har økt. På ruter uten N-gjødsel har overvintringa vært god og bestanden tett, men veksten utover i sesongen dårlig. På noen av felta har kvitkløver kommet inn her og breidt seg utover.

Stigende N-gjødsling har også gitt mer legde. I middel for felt med legde var det 16, 21, 25 og 29% iegde i førsteslåtten ved henholdsvis 0, 8, 16 og 24 kg N/daa.

Kvalitet

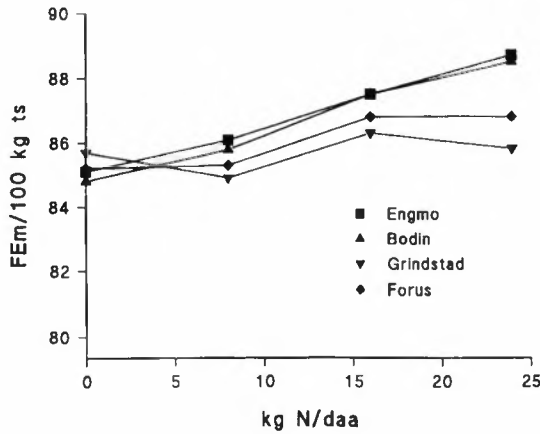
Engmo og Bodin har høgest energiverdi av sortene, dette gjelder både første- og andreslåtten (tab. 3). Grindstad har lågest energiverdi. I andreslåtten har Grindstad også klart lågest proteininnhold, og også høgest cellevegginnhold (NDF).

I andreslåtten er det samspill sort x N-gjødsling for fordøyelighet og energiverdi (fig. 1). Uten N-gjødsling er sortene like, mens forskjellen mellom Grindstad og de andre sortene øker med stigende gjødsling. Ved sterk gjødsling er Grindstad og Forus mer underlegen de nordnorske sortene enn hva tabell 3 gir inntrykk av.

Tabell 3. Kvalitet, målt som fordøyelighet (% av ts), førenhetskonsentrasjon (Fem/100 kg ts), råprotein (% av ts) og NDF (% av ts). Middell av 14 høstinger i førsteslåt og av 10 høstinger i andreslåt. Hovedeffekter av sort og N-gjødsling

Table 3. Forage quality. DM digestibility (%), concentration of feed units (FU per 100 kg DM), content (% of DM) of crude protein and neutral detergent fibre. Average of 14 first cuts and of 10 second cuts. Main effects of varieties and N rates

Slåt, cut no.	Fordøyelighet Digestibility		FEm FU		Protein		NDF	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Engmo	71,0	72,1	85,6	86,9	13,5	14,6	58,7	48,3
Bodin	70,9	72,0	85,6	86,7	13,6	14,4	58,4	48,3
Grindstad	70,4	71,5	84,9	85,7	13,0	12,6	59,2	51,5
Forus	70,8	71,7	85,5	86,0	13,3	13,5	59,0	50,1
middelfeil SE	0,11	0,17	0,19	0,28	0,15	0,20	0,20	0,42
P-verdi	0,005	0,09	0,06	0,02	0,05	0,00	0,08	0,00
0 kg N/daa	71,1	71,4	85,1	85,2	10,9	12,9	58,6	47,1
8 kg N/daa	70,4	71,7	84,4	85,5	12,5	11,8	59,8	50,0
16 kg N/daa	70,9	72,1	86,2	87,1	14,7	14,5	58,3	50,7
24 kg N/daa	70,6	72,0	86,0	87,5	15,4	15,9	58,5	50,4
middelfeil SE	0,21	0,47	0,39	0,61	0,42	0,30	0,42	0,43
P-verdi	0,11	>0,5	0,007	0,03	0,00	0,00	0,06	0,00
Samspill P Interaction, P	>0,5	0,01	>0,5	0,05	>0,5	0,29	>0,5	0,26



Figur 1. Fôrenhetskonsentrasjon i andreslått av fire timoteisorter ved fire nitrogentrinns

Figure 1. Concentration of feed units in the second cut (FU per 100 kg DM) in four timothy varieties at four N levels

DISKUSJON OG KONKLUSJON

Sorten Grindstad ga størst totalavling i denne forsøksserien, og det er i gjenveksten Grindstad gir mer enn de andre sortene (tab. 2). Dette samsvarer bra med resultat fra verdiprøvinga i timotei (Bø 1988, Marum et al. 1993), som også viser langt bedre gjenvekst hos Grindstad enn hos Bodin. Den dårlige gjenveksten og tidlige vekststansen hos nordnorsk timotei skyldes tilpasning til nordnorsk lysklima. Daglengda styrer i stor grad fordelinga av produksjonen på ettersommeren, og hos nordnorske sorter stopper tilveksten ved lenger lysdag enn hos sørnorske sorter. Daglengda på ettersommeren er kortere i sør enn i nord, og nordnorske sorter stopper derfor veksten unødvendig tidlig i Sør-Norge (Foss 1968).

I førsteslått gav de nordnorske sortene Engmo og Bodin litt større avling enn Grindstad i gjennomsnitt (tab. 2). Det var ingen vesentlige forskjeller mellom Bodin og Engmo. I verdiprøvinga på Østlandet har Grindstad også gitt like stor førsteslåt som Bodin (Marum et al. 1993). Avlinga i førsteslått henger i sterk grad sammen med overvintringa.

Tidspunktet for førsteslått har også betydning for valg av sort. Forsøk i Trøndelag og Møre og Romsdal (Foss & Bø 1991) viser at tilveksten mellom tidlig og sein første høsting er klart større hos nordnorske sorter enn hos Grindstad. Til en driftsform med sein høyslåt og håbeite kan derfor de nordnorske sortene være bedre egna enn Grindstad. Ved intensive høstesystem med tidlig førsteslåt og stor vekt på gjenveksten, blir derimot forskjellen stor i Grindstads favør. Det samme vil gjelde for drift med mye beiting.

Vi hadde venta at Grindstad ville gi mer igjen for N-gjødsla i gjenveksten enn de nordnorske sortene. Vi fant imidlertid ikke statistisk sikkert samspill mellom sort og

gjødsling her, selv om det var en tendens. Også de nordnorske sortene vokste mye bedre ved god N-tilgang etter førsteslåtten. Likevel er det nok riktig å gjødsla Grindstad noe sterkere etter førsteslåtten enn nordnorsk timotei.

Høgdegrensa på Østlandet for dyrking av Grindstad er vanskelig å trekke på grunnlag av disse forsøka. Til det var klimaet i forsøksperioden for spesielt. Med de milde vintrene har det ikke vært store påkjenninger på sortene, og det har ikke vært stor utgang etter vinterskade på noen av felta. I høgereliggende strøk er skader av overvintringssopp ikke uvanlig, særlig etter vintre med langvarig snødekke på telefri jord. Både trådkølle (*Typhula ishikariensis*) og stor grasknollsopp (*Sclerotinia borealis*) kan gjøre stor skade. Under slike forhold, og også ved isdekke og frost, vil nordnorsk timotei ha større sjanse til å overleve enn Grindstad på grunn av mer opplagsnæring og bedre herding (Tronsmo 1984, Sunde 1994).

Utslaget for nitrogengjødsling var stort i disse forsøka (tab. 2). Antall felt er for lite til å trekke sikre konklusjoner for gjødsling, men det er klart lønnsomme utslag opp til største mengde som er prøvd, 24 kg N/daa. Nitrogen har gitt sterkere respons i andre- enn i førsteslåtten, noe som også er funnet i andre forsøk i fjell- og dalbygdene (Lunnan 1993). I førsteslåtten var avlingskurven for gjødsling ujevn, og dette skyldes trolig stor forsøksfeil for gjødsling. Feltvariasjonen er stor når det gjelder N-respons, og spesielt er variasjonen stor for avling uten nitrogen. På feltet i Vestre Slidre i Valdres var frigjøringa av nitrogen spesielt stor. I dette materialet er det derimot ikke noe som tyder på at avlingsnivået har virkning på det optimale gjødslingsnivået. Nitrogen har hatt like god virkning på felt med låg avling som på felt med høg avling. Dette forholdet er sjølsagt avhengig av hvilke faktorer som begrenser avlinga. På felt med høg avling er det naturlig at jorda har vært i bedre hevd og hatt større frigjøring av nitrogen til plantene. Også Breian & Wold (1990) fant dårlig sammenheng mellom avlingsrespons for gjødsling og avlingsnivå hos gras, på grunnlag av eldre forsøksmateriale fra Løken.

Førkvaliteten er viktig når en skal vurdere sortene. Grindstad hadde lågere energiverdi og fordøyelighet enn de nordnorske sortene (tab. 3). I andreslåtten var forskjellen mellom Grindstad og de andre sortene størst ved sterk N-gjødsling (fig. 1), noe som har sammenheng med mye sterkere stengelutvikling hos Grindstad ved god N-tilgang. Uten N-gjødsling var veksten svak med lite stengel hos alle sortene, og her var også forskjellene små. Verdiprøvinga (Marum et al. 1993) viser enda større forskjell mellom Grindstad og Bodin i andreslåtten. Også Foss & Bø (1991) fant lågere energiverdi hos Grindstad enn hos Bodin og Engmo. Den sterkere stengelutviklinga hos Grindstad har gitt seg utslag i høgere innhold av cellevegger målt som NDF. I fôrrasjoner med mye grovfôr er det godt samsvar mellom høgt NDF-innhold og redusert fôropptak på grunn av stor fylleevne av trevlerikt fôr (Mertens 1994). I fôr fra andreslåtten vil Bodin gi grunnlag for høgere produksjon enn Grindstad på grunn av høgere energiverdi og høgere potensial for fôropptak.

Ser vi på fôrehetsavlinga pr. daa, er ikke forskjellene i konsentrasjon mellom sorter så stor at det får betydning for valget av sort. Grindstad har gitt så stor meravling av tørrstoff at den også gir klart flere fôreheter pr. daa enn de nordnorske sortene.

For proteininnhold er det større forskjeller mellom sorter. Her er Grindstad klart underlegen de nordnorske sortene, spesielt i andreslåtten (tab. 3). Det ser ikke ut til at Grindstad har et større næringsopptak sjøl om sorten har gitt størst avling. Mengde nitrogen bortført i avling i gjennomsnitt 16,3 kg hos Bodin og 15,6 kg hos Grindstad. I førsteslåtten

har Bodin både høyere avling og høyere proteininnhold, og den store forskjellen her blir ikke fullt ut oppveid av at Grindstad fører bort noe mer nitrogen i andreslåtten. En kan derimot si at Grindstad utnytter opptatt nitrogen mer effektivt, da sorten produserer større avling per enhet opptatt nitrogen enn Bodin. Det lågere proteininnholdet hos Grindstad i andreslåtten kan forklares som en fortyningseffekt. Når en fordeler samme mengde nitrogen i en større avling, blir konsentrasjonen lågere. Den større avlinga henger også sammen med en høyere stengelandel, og proteininnholdet i stengler er mindre enn i blad. Lågere proteininnhold hos Grindstad enn hos Bodin er også funnet av Marum et al. (1993) og Foss & Bø (1991).

Grindstad har svært god gjenvekstevne og bør fortsatt være hovedsorten for Østlandet. Der sorten greier overvintringa, kan ikke andre sorter konkurrere i avling. Kvaliteten er derimot noe lågere enn hos de nordnorske sortene. Hvor høgt opp vi bør bruke Grindstad, er vanskelig å fastsette ut fra disse forsøka. Nitrogengjødslinga bør være 2-3 kg/daa sterkere etter førsteslåtten til Grindstad enn til Bodin på grunn av større gjenvekstevne, og for å hindre at proteininnholdet blir for lågt.

Forus har ikke vist noen fordeler i forhold til Grindstad i disse forsøka og bør gå ut av dyrking på Østlandet. Sorten har ikke bedre overvintringsevne enn Grindstad, og gjenveksten er svakere.

Bodin gir normalt litt større førsteslåttsavling enn Grindstad i høgereliggende strøk. Sorten egner seg bedre til sein høyslåt enn Grindstad. Ulempen med sorten er at veksten stopper for tidlig på ettersommeren under Østlandsforhold, og avlinga i gjenveksten blir liten. Forsøka her viser likevel at også Bodin gir bra respons på nitrogengjødsling etter førsteslåtten. Bodin bør brukes der overvintringa for Grindstad er usikker og i fjellet. I overgangssonen mellom Grindstad og Bodin vil en blanding av sortene være å foretrekke. Sorten Vega er ikke prøvd i disse forsøka, men etter resultat fra verdiprøvinga (Bø 1990) gir den en tanke større avling enn Bodin. Vekstrytmen hos Vega er svært lik Bodin.

Engmo har en mer nordlig herkomst enn Bodin, og skulle være en tanke mer herdig. I disse forsøka har vi ikke klart å skille de to sortene. Sorten er aktuell bare i fjellet i Sør-Norge, og da gjerne i blanding med Bodin.

LITTERATUR

Breian, J.A. & J.H. Wold 1990. Nitrogengjødselens virkning på jord av ulik kvalitet. Avlingsfunksjoner for gras og korn. Norsk landbruksforskning 4: 231-243.

Buraas, T. 1993. Grindstad timotei. Ingen over - ingen ved siden. Samvirke 1993 3: 34-35.

Bævre, L. 1994. Utviklingsstadium og førkvalitet i forhold til nye systemer for energi- og proteinvurdering. FAGINFO Nr. 4 1994: 23-31.

Bø, S. 1990. Verdiprøving i jordbruksvekster. Timotei 1983-1988. Aktuelt fra Statens fagteneste for landbruket nr. 15 1990. 20 s.

- Ekern, A. og medarbeidere 1989. Nytt system for energivurdering av fôr til drøvtyggere. Norsk landbruksforskning 5: 273-277.
- Foss, S. 1968. Vekstrytme hos timoteisorter. Forsking og forsøk i landbruket 19: 487-518.
- Foss, S. & S. Bø 1991. Sortar av timotei, samanlikna i reinbestand ved tidleg og sein 1. slått, og samanlikna i blanding med engsvingel. Norsk landbruksforskning 5: 153-166.
- Honing, Y. van der & G. Alderman 1988. Feed evaluation systems and requirements. 2. Ruminants. Livestock Production Science 19: 217-278.
- Jetne, M. 1980. Arts-, sorts- og gjødslingsforsøk med engvekstar på Austlandet. Forskning og forsøk i landbruket 31: 41-52.
- Lunnan, T. 1993. Enggjødsling i fjellbygdene - avlingsutslag for nitrogen, fosfor og kalium. Norsk landbruksforskning. Supplement Nr. 15: 121-131.
- Lunnan, T. & L.E. Haugen 1993. Nitrogen og kalium til timotei, bladfaks og hundegras. Norsk landbruksforskning 7: 65-75.
- Marum, P. 1990. Bestemmelse av kvalitet i fôrvekster ved hjelp av NIRS og metodens muligheter i engvekstforedlingen. Norsk landbruksforskning. Supplement No. 9 1990: 149-155.
- Marum, P., S. Rimmereid & T. Lunnan 1993. Resultat av offisiell verdiprøving i fôrvekster 1993. A. Arter med sorter som er ferdig prøvd. Statens forskingsstasjoner i landbruk. Stensiltrykk. 57 s.
- Mertens, D.R. 1994. Regulation of forage intake. s. 450-493 i G.H. Fahey Jr. et al. (ed.). Forage Quality, Evaluation and Utilization. American Society of Agronomy.
- Olsen, E. 1986. Enga som beite. Jord og plantekultur på Østlandet. Aktuelt fra SFFL Nr. 4 1986: 151-158.
- Sunde, M. 1994. Herding - avherding. Betydning for overvintring av gras og høstkorn. FAGINFO Nr. 1 1994: 80-90.
- Tronsmo, A.M. 1984. Predisposing effects of low temperature on resistance to winter stress factors in grasses. Acta Agriculturae Scandinavica 34: 210-220.

Såmengder til frøeng av bladfaks (*Bromus inermis* L.)

*The effects of seeding rates on seed production of smooth brome grass (*Bromus inermis* L.)*

GUNVALD HENNING JONASSEN¹⁾ & ERIK TORSKENÆS²⁾

¹⁾ Statens forskingsstasjoner i landbruk, Landvik forskingsstasjon, Grimstad, Norge

¹⁾ *The Norwegian State Agricultural Research Stations, Landvik Research Station, Grimstad, Norway*

²⁾ Hellerud forsøksgård, Skjetten, Norge

²⁾ *Hellerud Research Farm, Skjetten, Norway*

Jonassen, G.H. & E. Torskenæs 1994. The effects of seeding rates on seed production of smooth brome grass (*Bromus inermis* L.). Norsk landbruksforskning 8: 315-321. ISSN 0801-5333.

The effects of increasing the seeding rates of 'Løfar' smooth brome grass were investigated in field experiments at different locations in Southeast Norway during the years 1986-92. In the experiments six seeding rates from 5 to 30 kg per ha were tried, and in another five experiments six seeding rates from 2.5 to 20 kg per ha were tried. The highest seed yield was obtained with a seeding rate of 5 or 7.5 kg per ha averaged over two years of ley. The advantage gained from a low seeding rate was greater in the second and third years of ley compared to the first year. On average for two experiments with a total of five harvests, the seed yield was reduced from 400 kg to 230 per ha when the seeding rate was increased from 5 to 30 kg per ha, while for five other experiments the average seed yield was 400, 450, 450, 410, 370 and 340 kg per ha with seeding rates of 2.5, 5.0, 7.5, 10.0, 15.0 and 20.0 kg per ha, respectively with a total of 12 harvests.

Key words: Seed production, seeding rates, smooth brome grass.

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

Frøavl av bladfaks er en ny produksjon her i landet. Den første norske sorten 'Løfar' fra Løken forskingsstasjon i Valdres ble godkjent i 1980. I 1993 kom det en ny sort med navnet 'Leif' fra samme stasjon. Vanskeligheter med å få tilfredsstillende frøavling førte til liten interesse for frøavl av denne arten hos dyrkerne. Frøenga gav ofte få frøbærende skudd, men stor grønnmasse, og foreløpig har en ikke klart å dekke markedets behov for frø av norskavlet bladfaks.

Denne meldinga viser hvordan ulike såmengder påvirker frøavlingen og andre plante-karakterer som har betydning for å få en lønnsom frøproduksjon av bladfaks.

MATERIALE OG METODER

Undersøkelsen omfatter to serier, begge med 'Løfar' bladfaks. I serie I ble det prøvd følgende såmengder; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 og 3,0 kg frø pr. dekar. Resultatene omfatter tre felt anlagt i 1987, ett i Vestfold forsøksring med tre årshøstinger, ett i Solør og Odal forsøksring og ett på Apelsvoll forskingsstasjon, begge med to årshøstinger.

Serie II omfatter fem felt, anlagt i årene 1986-89, tre på Hellerud forsøksgård med i alt sju årshøstinger, ett i Solør & Odal forsøksring med tre årshøstinger og ett i Buskerud forsøksring med to årshøstinger. I serie II ble følgende såmengder prøvd: 0,25, 0,50, 0,75, 1,0, 1,50 og 2,0 kg frø pr. daa.

Forsøksplanen i begge serier var blokkforsøk, med tre gjentak. Begge serier ble sådd om våren uten dekkvekst. Radavstanden var 12 cm. Før såing ble det gjødslet med 3 kg N som fullgjødsel i begge serier. Om våren i engårene ble det i serie I brukt 3 kg N pr. dekar som fullgjødsel, og i serie II 5 kg N som fullgjødsel.

Om høsten i såingsåret og i engårene ble det ikke tilført gjødsel i serie I, mens det i serie II ble gjødslet med 3 kg N pr. dekar som kalksalpeter.

Forsøkene ble høstet med skurtresker og frøet tørket på kaldluftstørke. Frøet er renset ved Frøsestret Hellerud, og frøanalysene utført delvis ved Statens frøkontroll, delvis ved Landvik forskingsstasjon.

RESULTATER

Frøavling

Serie I

Det var stor variasjon i frøavling mellom de enkelte felt og mellom årshøstingene. Det var bare feltet i Vestfold som gav tilfredsstillende frøavling, med 40 kg frø pr. dekar i middel over tre engår og middel for såmengdene. Størst avling var på ca. 50 kg pr. dekar, og ble oppnådd i andre engår og ved minste såmengde. På Apelsvoll var middel frøavling over to engår 23 kg, med størst frøavling (40 kg pr. daa) i andre engår og ved de to minste såmengdene. Feltet i Solør & Odal forsøksring var nærmest mislykket, med en middelavling på 3 kg frø pr. dekar, likevel var det en betydelig avlingsreduksjon med økende såmengder fra 8 kg for minste såmengde til 2 kg ved største såmengde i middel over to engår. Resultatene fra dette forsøket er ikke tatt med i tabell 1, som viser gjennomsnittlig frøavling for feltene i Vestfold og på Apelsvoll.

I første engår var frøavlingen den samme ved bruk av 1,0 eller 1,5 kg såfrø pr. dekar, med 34 kg frø per dekar (tabell 1). Større såmengde enn 1,5 kg pr. dekar førte til redusert frøavling. Det var en liten avlingsreduksjon med 0,5 kg såfrø pr. dekar sammenliknet med 1,0 kg pr. dekar. I andre engår var frøavlingen størst ved minste såmengde, men avlingsøkningen var liten ved å redusere såmengden fra 1,0 til 0,5 kg pr. dekar. I middel for alle høstinger var frøavlingen nær den samme enten frøenga var sådd med 0,5 eller 1,0 kg såfrø pr. dekar, videre økning av såmengden førte til avlingsreduksjon.

Tabell 1. Virkning av ulike såmengder av 'Løfar' bladfaks på frøavling (kg pr. dekar, med 14% vann og 98% renhet) i første og andre engår. Middell for feltet i Vestfold (3 årshøstinger), på Apelsvoll forskingsstasjon (2 årshøstinger) og 3. engår på feltet i Vestfold

Table 1. The effect of various seeding rates of 'Løfar' smooth bromegrass on seed yield (kg per 0.1 ha, with 14% water content and 98% purity) in the first and second ley years. Means for one field in Vestfold (three harvest years), one field at Apelsvoll Research Station (two ley years) and for the third ley year, one field in Vestfold

	Såmengde, kg pr. daa						Middel Mean	LSD 5% LSD 5%
	Seeding rate, kg pr. 0.1 ha							
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0		
1. engår (2 felt) First ley year (2 harvests)	31	34	34	27	28	20	29	3,7
2. engår (2 felt) Second ley year (2 harvests)	45	41	31	32	31	23	34	7,0
3. engår (1 felt) Third ley year (1 harvest)	46	43	40	33	38	30	38	ns
Middel 2 felt med 5 høstinger Means of five harvests	40	39	34	30	31	23	32	3,6

Serie II

Det var gjennomgående samme virkning av såmengdene på alle felt og i alle engår, med størst frøavling ved midlere såmengder. I tabell 2 er vist frøavling i middel for alle felt i første, andre og tredje engår, samt totalmiddell for alle felthøstinger. Det var bare i første engår at forskjellene ikke var signifikante, men det var tendens til størst frøavling ved såmengdene 0,5 og 0,75 kg pr. dekar.

Tabell 2. Virkning av ulike såmengder av 'Løfar' bladfaks på frøavling (kg pr. dekar, med 14% vann og 98% renhet). Middell av 5 felt i første og andre engår, 2 felt i tredje engår og middell av 5 felt med 12 felthøstinger (to felt med tre årshøstinger)

Table 2. The effect of various seeding rates of 'Løfar' smooth bromegrass on seed yield (kg per 0.1 ha, with 14% water and 98% purity). Means of five fields in the first and second harvest years and means of five fields with 12 harvests (two fields with three harvest years)

	Såmengde, kg pr. daa						Middel Mean	LSD 5% LSD 5%
	Seeding rate, kg pr. 0.1 ha							
	0,25	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00		
1. engår (5 felt) First ley year (5 harvests)	45	53	54	51	47	43	49	ns
2. engår (5 felt) Second ley year (5 harvests)	38	41	39	37	31	28	36	3,4
3. engår (2 felt) Third ley year (2 harvests)	35	33	35	30	29	30	32	3,3
Middel 5 felt med 12 høstinger Means of five trials with twelve harvests	40	45	45	41	37	34	40	4,1

I andre engår og sum frøavling for første og andre engår var forskjellene mellom såmengdene statistisk sikre, med redusert frøavling ved større såmengde enn 1,0 kg pr. dekar. Det var tendens til avlingsreduksjon for minste såmengde, og ved å øke såmengden fra 0,75 til 1,0 kg pr. dekar.

Frøavlingen var størst i første engår, og den gjennomsnittlige avlingsreduksjon fra første til andre engår var 13 kg pr. dekar. På de felt som også ble høstet over tre engår var det ikke registrert avlingsreduksjon fra andre til tredje engår. I middel for de to feltene var middel frøavling henholdsvis 51, 23 og 33 kg frø pr. dekar for første, andre og tredje engår.

Legde

På de felt hvor det var registrert legde, tiltok legden med økende såmengder. I tabell 3 er vist prosent legde for feltene på Hellerud. Det var stor variasjon mellom de enkelte felt. I middel for første og andre engår på feltet høstet i 1987 og 1988 var gjennomsnitt legdeprosent 53, på feltet høstet i 1988 og 1989 9%, og på feltet høstet i 1990 og 1991 var det nærmest ingen legde.

Tabell 3. Virkning av ulike såmengder av 'Løfar' bladfaks på legde i feltene på Hellerud

Table 3. The effect of various seeding rates of 'Løfar' smooth brome grass on lodging in the field at Hellerud

	Såmengde, kg pr. daa						Middel Mean	LSD 5% LSD 5%
	Seeding rate, kg pr. 0,1 ha							
	0,25	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00		
1. engår (3 felt) <i>First ley year (3 harvests)</i>	25	35	48	60	73	75	43	15,8
2. engår (3 felt) <i>Second ley year (3 harvests)</i>	5	8	10	10	13	18	11	9,5
3. engår (1 felt) <i>Third ley year (1 harvest)</i>	0	0	0	0	2	2	1	ns

1000-frøvekt

Det var ingen entydig virkning av såmengdene på 1000-frøvekten i middel for de felt hvor dette ble bestemt (tabell 4). Det var bare på feltet på Hellerud høstet i 1990 at virkningen av såmengdene var signifikant, med avtakende frøstørrelse med økende såmengde.

Spireprosent

Det var heller ingen entydig virkning av såmengdene på spireprosenten. Det var likevel en tendens til at tynnere frøeng hadde en positiv virkning på spireprosenten. Dette kom best fram i førsteårseng høstet på Hellerud i 1990, der spireprosenten avtok fra 80 ved såmengde 0,25 kg pr. daa til 66 ved såmengde 2,0 kg pr. daa.

Tabell 4. Virkning av ulike såmengder av 'Løfar' bladfaks på 1000-frøvekten, første engår på Hellerud og middel av 7 felt med 9 felthøstinger

Table 4. The effect of various seeding rates of 'Løfar' smooth bromegrass on weight per 1000 seeds in the first ley year at Hellerud 1990, and means of seven fields with nine harvests

	Såmengde, kg pr. daa						LSD 5%
	Seeding rate, kg per 0.1 ha						
	0,25	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	LSD 5%
1. engår 1990 First ley year 1990	4,43	4,24	4,35	4,08	4,15	3,79	0,14
Middel av 5 felt med 9 felthøstinger Means of five trials with nine harvests	3,83	3,75	3,74	3,79	3,67	3,79	

DISKUSJON

Danske undersøkelser i hundegras, engsvingel og timotei har vist at optimalt plantetall ved frøavl i disse arter ligger på mellom 50 og 100 planter pr. m² (Nordestgaard 1975a, 1975b, 1979). Resultatene viste også at det var liten forskjell i frøavling selv med noe høyere plantetall. Nordestgaard (l.c.) anbefaler at en tilstreber å få 100-125 planter pr. m².

Etter danske forsøk kan en under normale forhold vente ca 50% feltspiring av storfrøete arter som engsvingel (Nordestgaard 1975a). Også norske forsøk med ulike såmengder til forskjellige grasarter har vist at frøeng krever langt mindre såmengder enn eng til fôrdyrking (Jonassen 1976, 1980; Skaare 1972; Torskenæs 1979).

Bladfaks har størst frø av de grasarter vi bruker, 1000-frøvekta er 3-4 gram. Ved 50% spiring i felt og hvis en tilstreber et plantetall på 100-125 planter pr. m², vil en såmengde på 0,4 til 0,5 kg pr. dekar være passe såmengde.

Dette stemmer godt med resultatene i denne meldinga. I begge serier gav større såmengde enn 1 kg pr. dekar lavere frøavling enn såmengder på under 1 kg pr. dekar. I serie I var frøavlingen nær den samme enten frøenga var sådd med 0,5 eller 1 kg frø pr. dekar, og i serie II gav såing med 0,50 eller 0,75 kg pr. dekar størst frøavling.

Ved lave plantetall er det viktig at en får jamn fordeling av plantene slik at en unngår åpne flekker i frøenga (Andersen 1973). På grunn av sin spesielle form kan bladfaksfrøet lett henge seg opp i såkassen, slik at utmaterne ikke får tak i frøet. Dette fører til ujamn såing og ujamn plantebestand. Etter såing vokser bladfaks langsomt til, og ugraset har lett for å ta overhånd ved for små såmengder og i åpne flekker i frøenga. Først etter at utløperne med nye bladskudd har fått anledning til å bre seg etter 1 til 2 år, dannes det en tett og frodig bestand.

På grunn av at bladfaksen brer seg med underjordiske utløpere, har eldre bladfaksfrøeng lett for å bli for tett, med nedsatt frøavling som følge av dette. Etter dette skulle en vente at avlingsnedgangen tiltar med økende såmengde i eldre frøeng, eller at frøenga tåler større såmengder uten at dette fører til store avlingsreduksjoner i førsteårseng. Dette stemmer godt med resultatene fra de forsøk som er omtalt i denne melding.

I serie II var avlingsreduksjonen fra 1. til 2. engår 7 kg frø pr. dekar når frøenga var

sådd med 0,25 kg såfrø pr. dekar, mens den tilsvarende avlingsreduksjon var 15 kg pr. dekar når såmengden var 2,0 kg pr. dekar. I første engår var avlingsreduksjonen 2 kg frø pr. dekar ved å øke såmengden fra 0,25 kg til 2,0 kg pr. dekar, mens avlingsreduksjonen var 10 kg ved de samme såmengder i 2. engår. Kortvarig frøeng bør derfor såes med større såmengder hvis en ikke tar sikte på å høste frøenga i flere år.

At bladfaks setter pris på få planter i frøeng, er også vist i flere utenlandske forsøk. Etter forsøk i Canada anbefaler Knowles et al. (1969) å så frøeng av bladfaks med 0,5 - 0,6 kg pr. dekar når det såes med 10 cm radavstand, og 0,2 - 0,3 kg når radavstanden er 60 - 90 cm. Buller et al. (1955) sammenliknet i sine forsøk radsåing og breisåing med to ulike såmengder. Både ved breisåing og radsåing gav laveste såmengde, som var 0,45 kg pr. dekar og 0,23 kg for henholdsvis brei- og radsåing, størst frøavling.

Bladfaksen er en plante som kan bli opptil et par meter høy. Legde i slikt gras gir store vansker under høstingen. Lave såmengder virket positivt på denne plantekarakteren. Disse resultatene samsvarer godt med undersøkelser i en rekke grasarter (Nordestgaard 1975a, 1975b, 1979, 1984).

SAMMENDRAG

Virkning av økende såmengder av 'Løfar' bladfaks er undersøkt i markforsøk på ulike steder i Sør-Norge i årene 1986-92. I to forsøk ble prøvd såmengder fra 0,5 til 3,0 kg/daa, og i fem forsøk ble såmengder på 0,25 til 2,0 kg prøvd. Størst frøavling ble oppnådd ved såmengder på 0,5 eller 0,75 kg/daa i middel for to høsteår. Det var større fordel med små såmengder i 2. og 3. engår enn i 1. engår. I middel for to forsøk med 5 høstinger avtok frøavlingen fra 40 kg/daa til 23 kg/daa ved en såmengde på henholdsvis 0,5 og 3,0 kg/daa, og i middel for fem forsøk med 12 høstinger var frøavlingen henholdsvis 40, 45, 45, 41, 37 og 34 kg/daa for såmengdene 0,25; 0,50; 0,75; 1,0; 1,5 og 2,0 kg/daa.

LITTERATUR

Andersen, S. 1973. Frøsetning i græsser. Tidsskrift for Frøavl 6: 104-110.

Buller, R.E., J.S. Bubar, R.H. Fortmann & H.L. Carnahan 1955. Effect of nitrogen fertilization and rate and method of seeding on grass seed yields i Pennsylvania. Agron. J. 47: 559-563.

Jonassen, G.H. 1976. Bruker vi for store såmengder i grasfrøavlen? Norsk Landbruk (12): 2-3.

Jonassen, G.H. 1980. Virkningen av liten plantetetthet på frøavling av engsvingel, hundegras, rødsvingel og engkvein. Forskning og forsøk i landbruket 31: 187-196.

Knowles, R.P., D.A. Cooke & C.R. Elliot 1969. Producing certified bromegrass. Can. Dept. Agr. Publ. 886, 14 pp.

Nordestgaard, A. 1975a. Såmengdeforsøg ved frøavl af engsvingel (*Festuca pratensis* L.). Tidsskrift for Planteavl 79: 417-428.

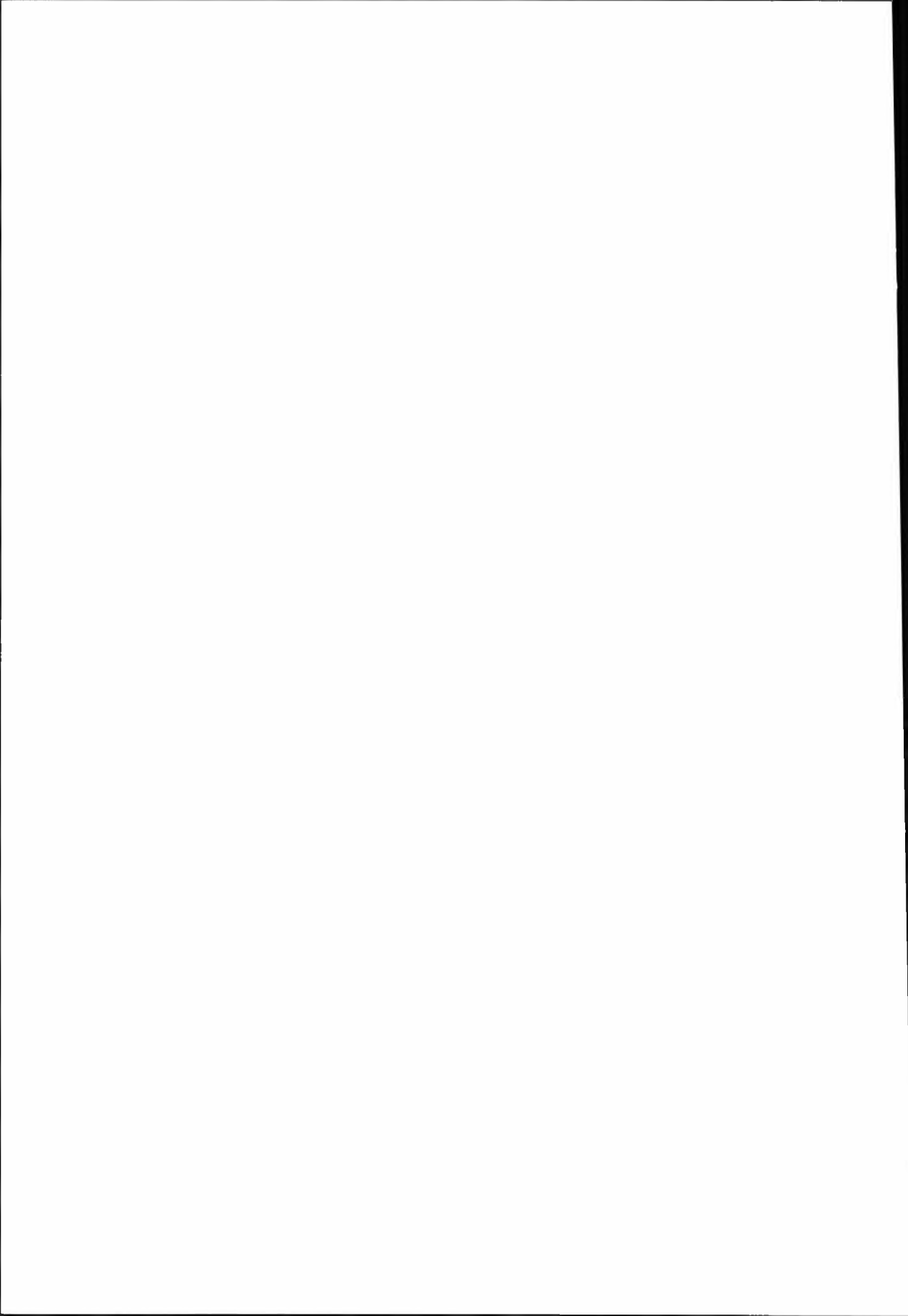
Nordestgaard, A. 1975b. Såmengdeforsøg med frøavl af timothe (*Pleum pratense*). Tidsskrift for Planteavl 79: 433-445.

Nordestgaard, A. 1979. Såmengdeforsøg ved frøavl af hundegræs (*Dactylis glomerata*). Tidsskrift for Planteavl 83: 111-122.

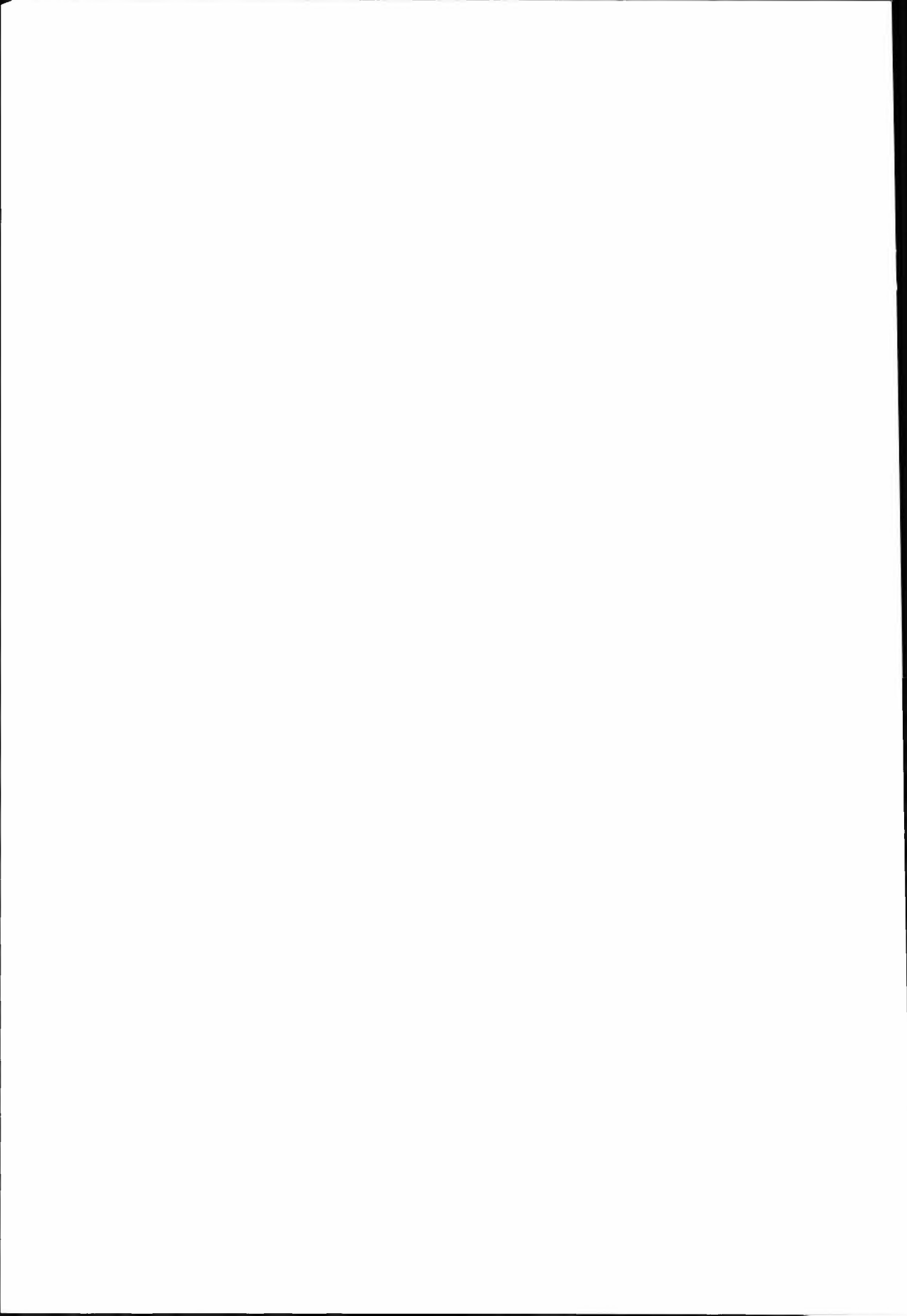
Nordestgaard, A. 1984. Frøavl af rajgræs. Såmengder og rækkeavstande. Tidsskrift for Planteavl 88: 227-232.

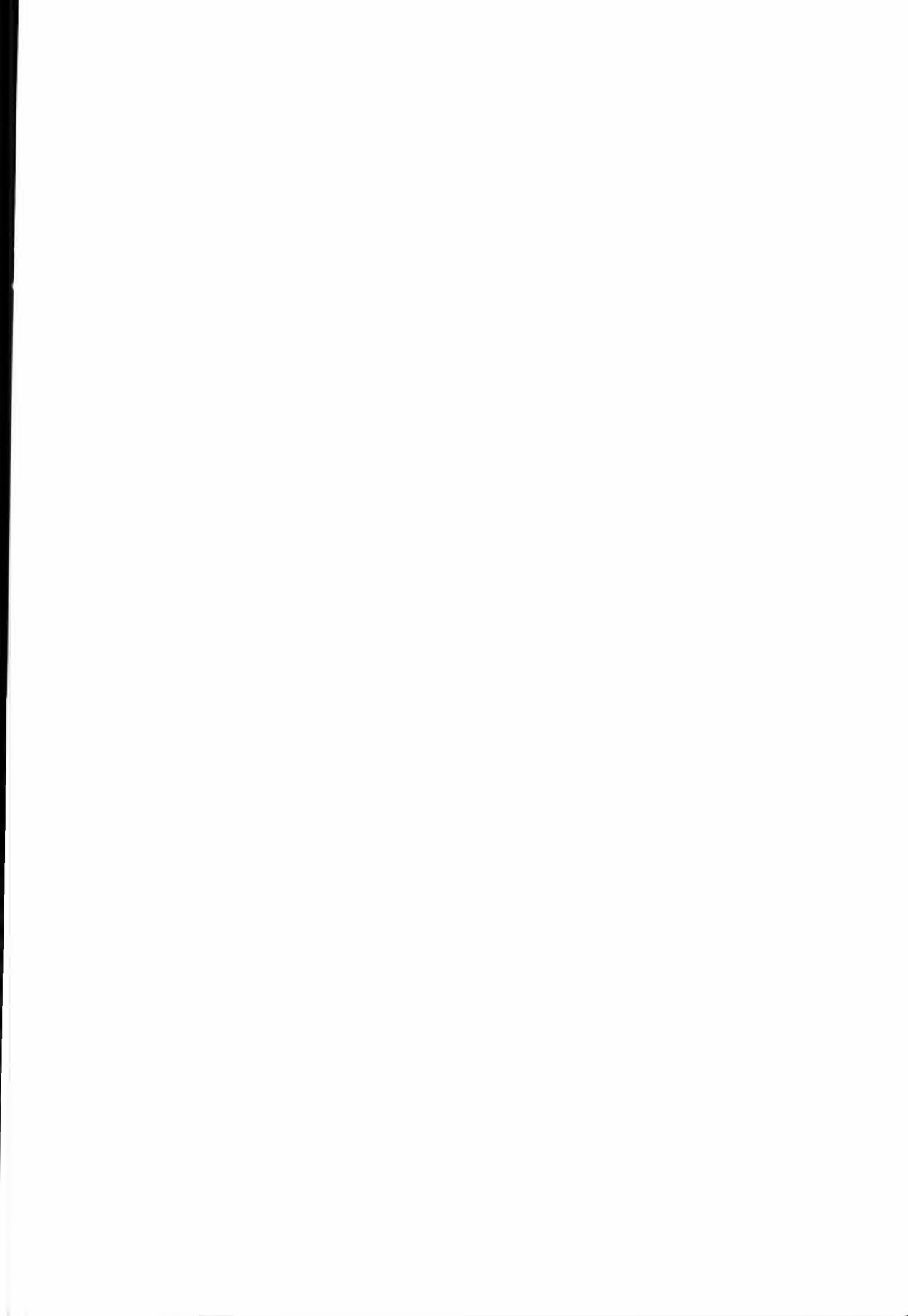
Skaare, S. 1972. Såmengdeforsøk i timotei- engsvingel- og rødkløverfrøeng. Samvirke 8: 365-372.

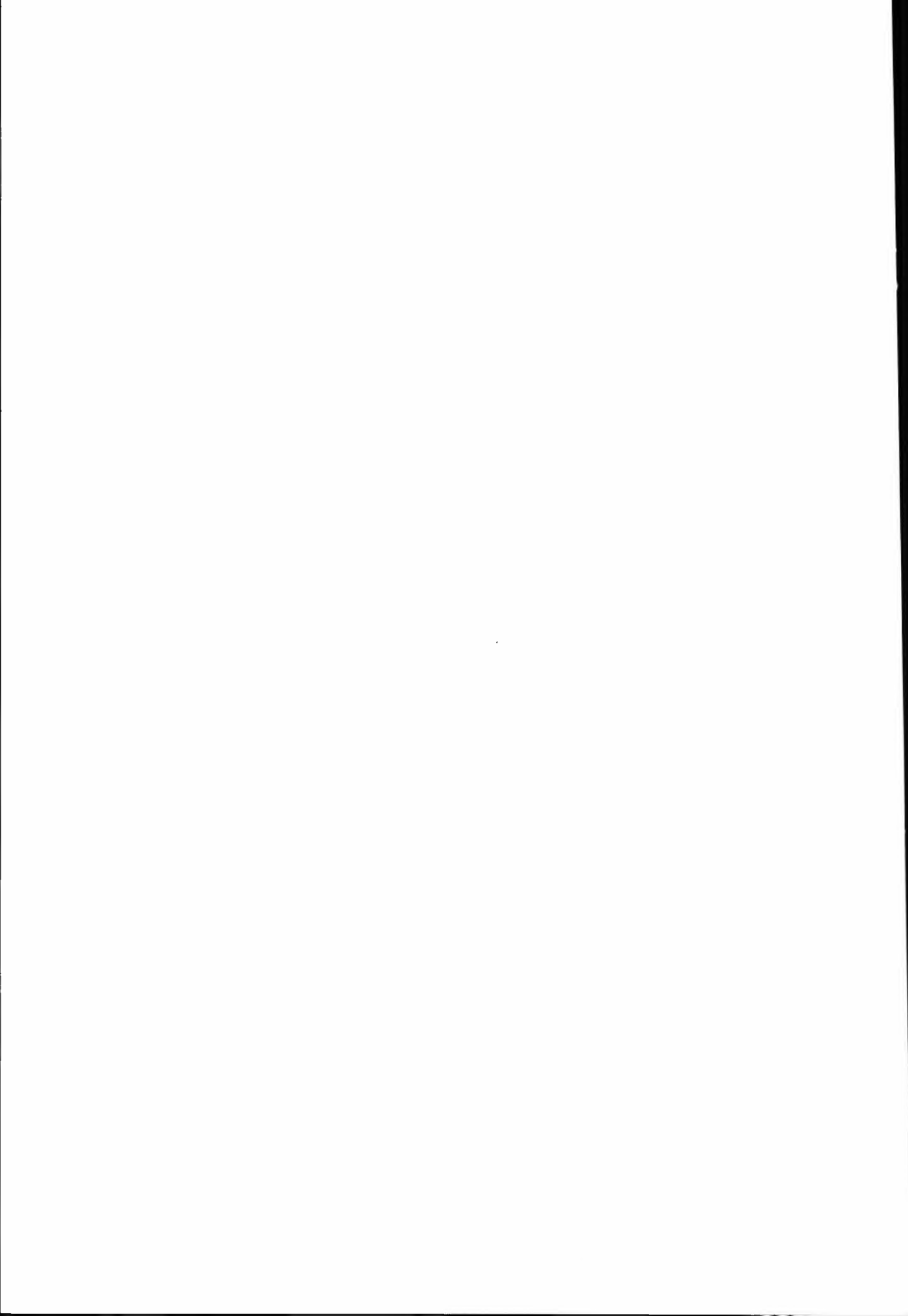
Torskenæs, E. 1979. Såmengder ved engfrøavl. Norsk landbruk 4: 10-11, 46.











RETTLEIING FOR FORFATTARAR

MANUSKRIPDET

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

Nummerer sidene med I på tittelsida.

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

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

TITTELSIDA

På tittelsida skal stå:

1. Tittelen på artikkelen.

Gjer tittelen presis, men så kort som råd. Undertittel kan brukast, men òg han må vera stutt. Både tittel og undertittel skal vera omsette til engelsk.

2. Ein forkorta tittel, som skal brukast som kolumnetittel, og som ikkje bør vera på meir enn 40 bokstavar.

3. Fullt namn på alle forfattarar.

4. Namn og adresse på institusjonar og/eller avdelingar med fagleg ansvar for granskinga. Institusjonsnamna skal også vera på engelsk.

UTDRAG OG NØKKELOD

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

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

ETTERORD

Takk skal rettast berre til personar som har ytt noko vesentleg til granskinga. Forfattaren skal sikra seg at personar som vert nemnde, kan gå god for resultatata og konklusjonane i artikkelen.

TABELLAR

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

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

FIGURAR

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

LITTERATURTILVISINGAR

I teksta vert det vist til litteratur ved forfattarnamn og årstal etter Harvardsystemet: Høeg (1971) eller (Høeg 1971). Eit arbeid av to forfattarar vert vist til ved begge namna kvar gong: Oen & Vestrheim (1985) eller (Oen & Vestrheim 1985). Når det er fleire enn to forfattarar, skal ein visa til første forfattaren med tillegget «et al.»: Aase et al. (1977) eller (Aase et al. 1977). Litteraturlista vert ordna alfabetisk etter forfattarnamn, og under kvar forfattar i kronologisk orden. Er ein vist til fleire publikasjonar av same forfattar same året, må ein føya til a, b osv. etter årstalet både i litteraturlista og ved tilvising i teksta.

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

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

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

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

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

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

Legg merke til at:

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

FORKORTINGAR

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

KORREKTUR

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

SÆRPRENT

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

Norsk landbruksforskning
Norwegian Agricultural Research
Vol. 8 1994 Nr. 3-4

Innhold/Content

Side/Page

Dyrkingsverdien av rippsortar for Sør- og Midt-Noreg <i>Evaluation of Redcurrant cultivars for South Norway</i>	Arnfinn Nes, Arne Hjeltnes, Mekjell Meland, Mons Flønes & Rolf Nestby 199
Dyrkingssystemfelt for økologisk landbruk Karakterisering av ugrasfloraen ved start av felta	Haldor Fykse & Kjell Wærnhus . . 217
Tilpassing til ver og klima hos lignoser i maritime strøk I. herdigskap <i>Adaptation of woody plants to weather and climate in a maritime environment. I. hardiness</i>	Johanna L.F. Erstad 235
Tilpassing hos lignoser til ver og klima i maritime strøk II. salt- og vasstress. <i>Adaptation of woody plants to weather and climate in a maritime environment. II. Salt and water stress</i>	Johanna L.F. Erstad 249
Innhold av mineral-N i jorda etter dyrking av kålvekster og poteter under praktiske forhold på Østlandet <i>The content of mineral nitrogen in the soil after growing cabbages and potatoes under existing conditions in southeast Norway</i>	Svein Øivind Solberg 271
Geomedisinsk interessante husdyrsykdommer i Odda <i>Geomedically interesting diseases in domestic animals in Odda, Norway</i>	J. Låg 277
Færdigfodring af "blålam" om efteråret <i>Concentrate feeding to lambs for compensatory growth in the autumn</i>	Hanne H. Hansen & Sigrid Bjørgum Forøy 283
Delt nitrogen gjødsling til ulike byggsorter <i>Split application of N fertilizer in some barley varieties</i>	Mauritz Åssveen 293
Timoteisorter for høgereliggende strøk på Østlandet Utslag for nitrogen gjødsling på avlinger og kvalitet <i>Timothy varieties for upland areas of southern Norway Response to nitrogen fertilizer on yield and quality</i>	Tor Lunnan & Petter Marum . . . 305
Såmengder til frøeng av bladfaks (<i>Bromus inermis</i> Leyes) <i>The effects of seeding rates on seed production of smooth brome grass (Bromus inermis Leyes)</i>	Gunvald Henning Jonassen & Erik Torskenæs 315