

L (481) W

# Norsk landbruksforskning

*Norwegian Agricultural Research*

Norsk Institutt for økologisk landbruk  
Biblioteket  
23 JULI 1996  
Høgskoleveien 12, 1432 ÅS

Vol. 10 1996 Nr. 2

NISK, BIBLIOTEKET



70266716



Forskningsparken i Ås AS, Norge  
*Ås Science Park Ltd., Norway*

## NORSK LANDBRUKSFORSKING/NORWEGIAN AGRICULTURAL RESEARCH

Norsk landbruksforskning dekker publiseringsbehov for norske forskingsresultater innenfor fagområdene: Akvakultur/*Aquaculture*, Husdyrbruk/*Animal Science*, Jord- og vannfag/*Soil and Water Sciences*, Landbruksteknikk/*Agricultural Engineering*, Bioteknologifag/*Biotechnological Sciences*, Næringsmiddelfag/*Food Science*, Landskapsplanlegging/*Land Use and Landscape Planning*, Biologi og naturforvaltning/*Biology and Nature Conservation*, Miljø/*Environment*, Plantedyrking/*Crop Science*, Skogbruk/*Forest Sciences*, Økonomi og samfunnsplanlegging/*Economics and Social Sciences*.

**Ansvarlig redaktør/Managing Editor**  
**Arnstein Bruaset**

**Redaksjonssekretær/Editor**  
**Nina Tomter**

## UTGIVER/PUBLISHER

Forskningsparken i Ås AS/*Ås Science Park Ltd.*, Sagabygget, N-1432 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 må bestilles og betalers separat hos utgiver.

## KORRESPONDANSE/CORRESPONDENCE

All korrespondanse av redaksjonell eller forretningsmessig karakter skal sendes til Forskningsparken i Ås AS, Sagabygget, 1432 Ås.  
Tlf 64 94 84 30. Faks 64 94 37 97

Tegning på omslag/*The drawing on the cover*: Kjell Aukrust

**ISSN 0801-5333**

# Nitrogengjødsling til eng. Kan forsøksresultatene utnyttes bedre?

## *Nitrogen fertilization of leys. Utilization of experimental results.*

OLE HANS BAADSHAUG, BJØRN GRØNNERØD & ARNE ODDVAR SKJELVÅG

Norges landbrukshøgskole, Institutt for plantefag, Ås, Norge. Agricultural University of Norway, Department of Horticulture and Crop Sciences, Ås, Norway

Baadshaug, O. H., B. Grønnerød & A. O. Skjelvåg 1996. Nitrogen fertilization of leys. Utilization of experimental results. Norsk landbruksforskning 10: 87-100. ISSN 0801-5333.

A 'generalization' of ley N-response curves was carried out, using a model for grass growth as a function of three weather indices, stand age, and the maximum relative growth rate, RS. The data basis was DM yield records from 11 three-year experiments with N-fertilization in southeastern Norway and standard weather records. For each of three growths, i.e. three seasonal cuts, RS-values were derived for each N-level. From 1970-93 weather data for Ås (59° 40'N) and functions for the N-effect on RS, the DM yields of leys with or without *Trifolium pratense* and cut three times per season were simulated for different N-levels. Only marginal increases in the correlations between N level and grass growth were obtained by using RS instead of DM yield records as a measure of yield response to N application. As estimated from the recorded DM yields, a grass mixture of *Phleum pratense*/*Festuca pratensis* yielded maximum at N-levels of 320 kg, 290 kg, 240 kg, and 280 kg N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>, respectively in first, second, third year of ley, and on average for the period. When estimating from simulated yields, the optima were about 10 kg N ha<sup>-1</sup> lower. For a mixed stand of *P. pratense*/*F. pratensis* and *T. pratense*, the optimum N-level was on average for three years only 10 kg ha<sup>-1</sup> lower than for a grass mixture, whilst the optimum was reduced by 50 kg, i.e. to 220 kg N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> when calculated from simulated yield. The 'economic optimum' N-levels, demanding 3 kg grass DM in return for the last kg N applied, was 250 kg and 160 kg N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> respectively for pure grass and grass/clover in mixture, when calculated from simulated yields.

Key words: *Festuca pratensis*, growth model, ley DM yield, N-fertilization, *Phleum pratense*, relative growth rate, *Trifolium pratense*.

Ole Hans Baadshaug, Agricultural University of Norway, Department of Horticulture and Crop Sciences, P.O. Box 5022, N-1432 Ås, Norway

Gjødslingsforsøk er en viktig kilde til å framskaffe kunnskap om rasjonell og økonomisk enggjødsling. Resultater fra feltforsøk er imidlertid sterkt påvirket av variasjon i en rekke faktorer knyttet til jord og værforhold både i og utenfor vekst-

tida. Variasjon i disse faktorene og ikke minst samspillet mellom dem og forsøksfaktorene, vil kunne påvirke resultatene og gjøre tolkingen av dem vanskelig.

Arbeid utført i seinere tid har vist at det er mulig å beskrive virkningen av jord-

og værktørene på planteveksten med god presisjon ved hjelp av relativt enkle matematiske modeller (Torssell 1994). Det er derfor grunn til å undersøke om bruk av slike modeller også kan forklare og om mulig også isolere noe av variasjonen i resultatene fra markforsøk som skyldes «andre» faktorer. I så fall vil en kunne oppnå økt sikkerhet og større generell gyldighet av resultatene. Formålet med dette arbeidet var å komme fram til en slik generalisering av sammenhengen mellom nitrogengjødsling og engavling på grunnlag av tilgjengelige forsøksresultater.

## Materialer og metoder

Avlingsdata er hentet fra en forsøksserie utført i årene 1967-69 i regi av tidligere Institutt for plantekultur, NLH og forsøksringer på Sør-Østlandet, og fra tre forsøk utført ved instituttet (Vollebekk) i årene

1982-1988 (tabell 1). Forsøkene var alle tre-årige og de ble høstet tre ganger pr. år. Nitrogengjødsla ble fordelt med om lag 47 prosent av årlig mengde om våren, 31 prosent etter første slått og 22 prosent etter andre slått. Bare de tre forsøkene på Vollebekk hadde med ledd uten N-tilførsel. Forsøkene omfattet flere forskjellige grasarter og grasblandinger, både som rene grasbestand og i blanding med rødkløver. De var lagt ut etter en fullstendig faktoriell plan. Det foreliggende arbeidet bygger bare på resultatene fra ledd med blanding av engsvingel og timotei, enten med eller uten rødkløver.

De samme avlingsdata er anvendt i en modellsimulering for å beregne vekstpotensialet hos plantebestanden ved stigende N-mengder. Denne uttrykkes ved **maksimal relativ veksthastighet, RS**, slik den er definert i en svensk grasmarkmodell (Torssell et al. 1982). **Daglig tilvekst** i høstbar avling på dag *t* (**dA<sub>t</sub>**) beregnes ut fra stående plantemasse fore-

Tabell 1. Treårige arts/frøblandingsforsøk uten og med rødkløver og med ulike N-mengder på Sør-Østlandet (Grønnerød 1971, 1986, 1992), og værstasjon for de enkelte felter.

Table 1. Experiments with *Phleum pratense*/*Festuca pratensis* without and with *Trifolium pratense*, and increasing N-levels in southeastern Norway (Grønnerød 1971, 1986, 1992). Weather station applied for individual fields.

Nr. No.	Forsøkssted Locations	År Years	N-mengde, kg/daa kg N 0.1ha <sup>-1</sup> year <sup>-1</sup>	Klima/nedbør-stasjon Meteorol. stations
1	Vollebekk, NLH	1967-69	16 - 25 - 34	1785 Ås
2	Tomb Jordbr.skole	«	«	1715 Rygge
3	Bjoner, Rakkestad	«	«	0315 Kalnes/Haga <sup>1)</sup>
4	Haga, Kråkstad	«	«	1785 Ås
5	Melsom Jordbr.skole	«	«	2745 Melsom
6	Eidsvoll Værk	«	«	0478 Garderm./Eidsvoll
7	Dobloug, Brumunddal	«	«	1255 Kise/1231 Hamar
8	Kise, Nes, Hedmark	«	«	1255 Kise
9	Vollebekk, NLH	1982-84	0-10-20-30	1785 Ås
10	Vollebekk, NLH	1984-86	0-10-20-30	«
11	Vollebekk, NLH	1986-88	0-15-30	«

<sup>1)</sup> Eidsberg

gående dag ( $A_{t-1}$ ), **relativ tilveksthastighet (RS)**, en **aldningsfaktor (ALD)** og klimafaktorene, uttrykt som indekser av dagverdier for **globalstråling (SI)**, **lufttemperatur (TI)** og **mengde plantetilgjengelig vann i jorda (VI)**:

$$dA_t = A_{t-1} * RS * ALD_t * SI_t * TI_t * VI_t$$

Modellen er i de seinere årene testet for timoteieng under norske forhold (Baads- haug 1993).

Modellsimuleringene ble utført på observasjoner fra nærmeste vær/nedbørstasjon (tabell 1). Jordas vannkapasitet i rotsjiktet ble for alle forsøk satt til 90 mm som er en rimelig verdi for middels stiv leirjord. Dato for vekststart om våren ble satt til 3. dag i første 5-dagers periode med middeltemperatur over 5°C. Standardfunksjoner etter Torssell et al. (1982) ble brukt for beregning av ALD, SI, TI og VI. RS-verdien ble bestemt slik at simulert avling på høstedagen var lik observert avling. Dette ble gjort for alle engår, slåtter og blandinger på alle felt, i alt 198 kombinasjoner, hver med tre eller fire nivåer av N-gjødsling.

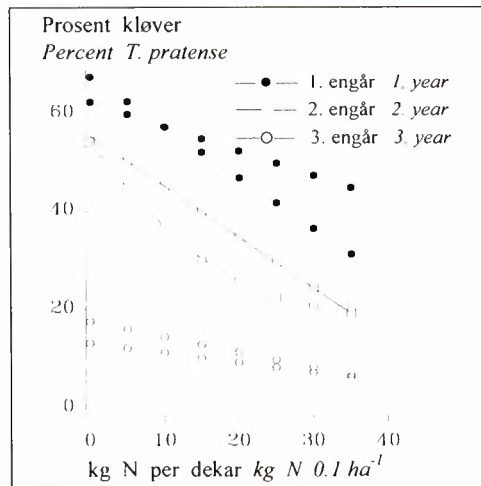
På estimerte RS-verdier for hver høsting ble det utført samme statistiske analyse som på avlingene. De ble videre brukt til å simulere avling i treårig timotei/engsvingeleng uten og med kløver ved tre gangers slått som funksjon av N-gjødsling for Ås i perioden 1966 - 1993 på grunnlag av data fra klimastasjonen på NLH. Av resultatene for 1970 - 1993 ble det til slutt framstilt «normaliserte» kurver for avling i eng ved stigende årlig N-mengde for hvert år og i middel for en 3-årig engperiode.

«Optimale» N-mengder, dvs. mengdene som gav maksimal avling, ble beregnet ut fra ligningene for tørrstoffavling som funksjon av N-tilførsel. Ved bereg-

ning av «økonomisk optimal» mengde ble grensen for lønnsom meravling satt til 3 kg tørrstoff pr. ekstra kg N.

## Resultater

Rødkløveren slo bra til i disse forsøkene. I første engåret utgjorde den opptil 50-60 prosent av plantebestanden (figur 1). Den holdt seg godt oppe andre engåret. Også tredje året var det opptil 15-20 prosent kløver i bestanden. Som vanlig var det nedgang i kløverinnhold med stigende N-gjødsling, men utslaget var mindre enn i mange tidligere forsøk (Hernes 1958, Ingebrigtsen 1959). Dette skyldes at det i de forsøk som er med i denne undersøkelsen, ble høstet tre ganger og at kløvens evne til å konkurrere med grasen til en viss grad øker med høsteintensiteten.



Figur 1. Prosent kløver i blandingenseng av timotei, engsvingel og rødkløver, bedømt ved første (—) og andre (---) slått. Gjennomsnitt for forsøk nr. 1, 2, 3, 9, 10, og 11.

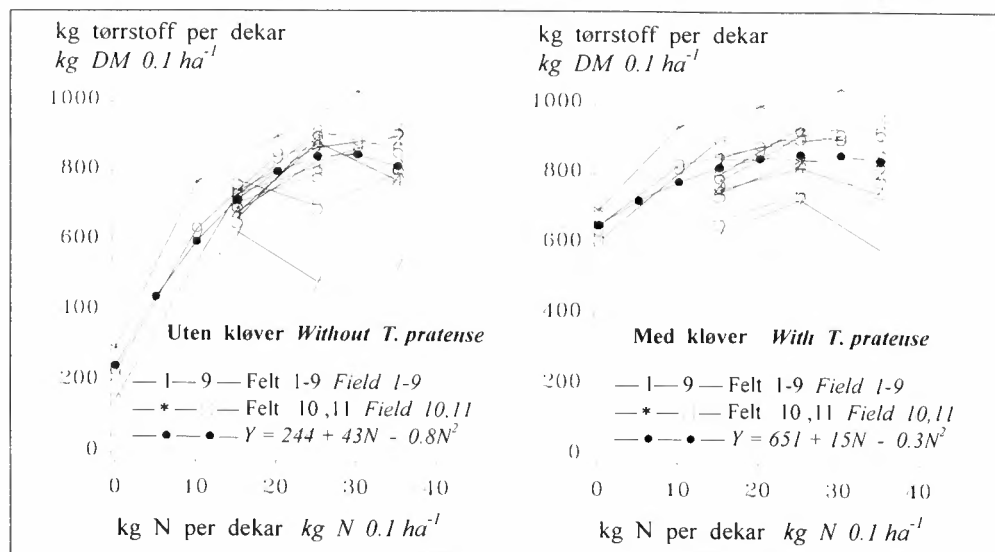
Figure 1. Percent clover in mixed stands of *Phleum pratense*, *Festuca pratensis* and *Trifolium pratense*, as rated at first (—) and second (---) harvest. Means of 6 experiments.

Med unntak av forsøk nr. 5 og 7 var det relativt liten variasjon mellom forsøkene i avlingsnivå og utslag for N-gjødsling, når en ser på samlet midlere årlig tørrstoffavling i forsøksperioden hos blandingseng av timotei og engsvingel (figur 2). Maksimalt avlingsnivå var temmelig likt med og uten kløver, men det var som vanlig kraftig økning i avling ved lågt N-nivå og redusert utslag for økt N-tilførsel når kløver var med i blandingen. Regresjonsberegnet årlig N-mengde ved maksimal avling var 28 kg pr. dekar for timotei/eng-svingeleng og 27 kg pr. dekar med rødkløver i blandingen.

Det var klare forskjeller mellom engårene i avling og i utslag for stigende N-tilførsel (figur 3). Særlig for rein graseng var det større avling i andre engår enn i første, og det var sterk avlingsreduksjon tredje året for begge engtyper. En slik reduksjon er normal, men utslaget ble her trolig forsterket av det periodevis tørre

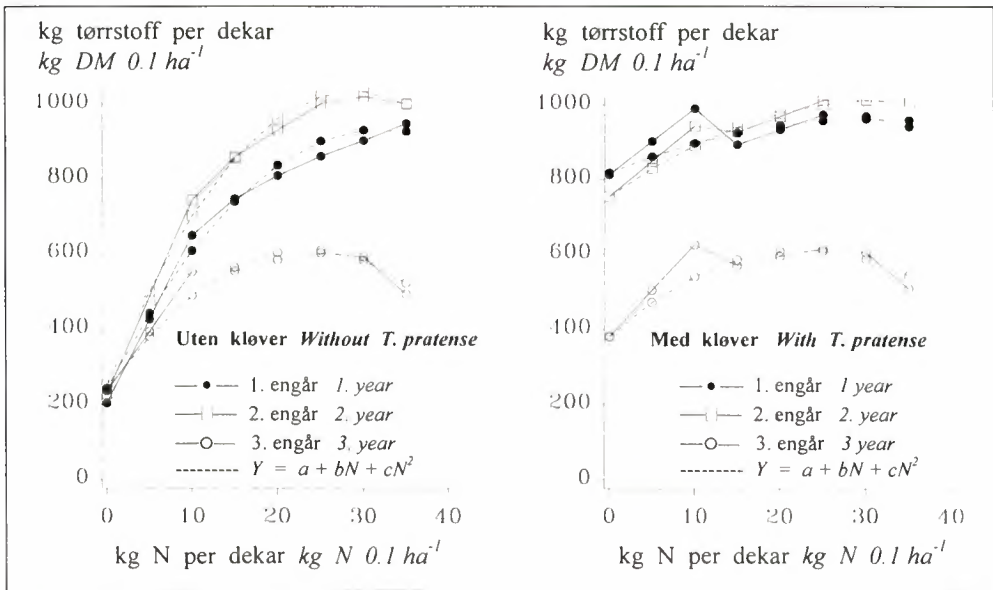
sommerværet i 1969, som var tredje engår i flertallet av forsøkene (Grønnerød 1971). Optimal N-mengde gikk ned fra første til tredje engår. Hos rein timotei/engsvingel var den hhv. 32 kg, 29 kg og 24 kg N pr. dekar. For blandingseng med kløver var det i de første to årene en avlingsstigning helt opp til 31-32 kg N pr. dekar. Da var imidlertid utslaget for N-tilførsel lite og til dels usikkert. I tredje engåret da utslaget var større, var optimal N-mengde redusert til 23 kg pr. dekar.

Det var også klare forskjeller mellom hver enkelt av høstingene i sesongen i avlingsutslag for N-gjødsling og i optimal N-mengde. Den var således høyere i første enn i andre slått og ved tredje slått var det en ytterligere økning (figur 4). Dette kan forklares ved at sterk N-gjødsling fører til dårlig overvintring og svekket plantebestand i starten av ny vekstsesong og at veksten tar seg opp igjen ut



Figur 2. Samlet årsavling i middel for tre engår ved stigende årlige N-mengder i 11 3-årige forsøk (feltnummer på kurvene). Regresjon av årsavling med hensyn på årlig N-mengde.

Figure 2. Total yearly mean DM yields during three years of ley by increasing total seasonal N application in 11 3-year experiments (field numbers given in the figure), and DM yields as functions of N-levels.



Figur 3. Samlet årsavling i hvert av 3 engår ved stigende total N-mengde, middel av 11 forsøk, og regresjon av årsavling de enkelte år med hensyn på N-mengde.

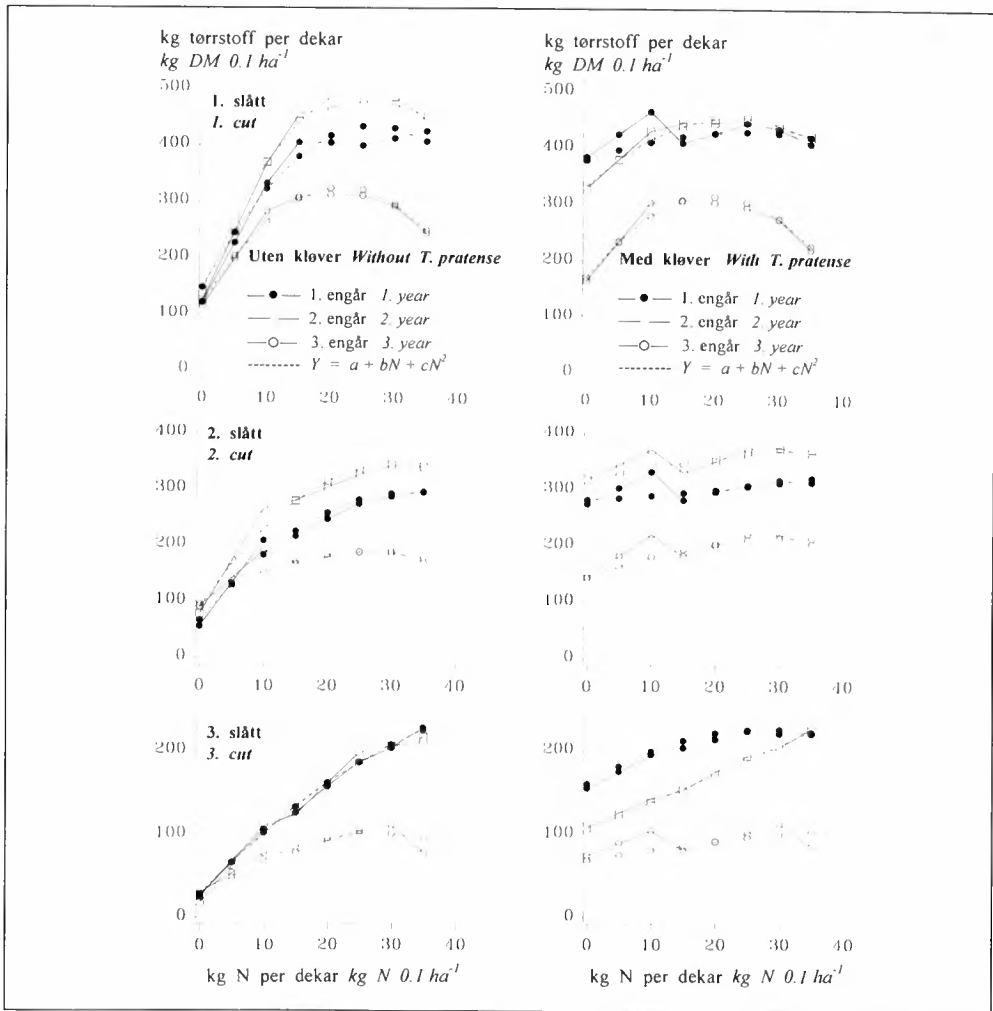
Figure 3. Total DM yields in each of three ley years by increasing total seasonal N application, as means of 11 experiments, and DM yields as functions of N-levels.

over sommeren ved ny sterk N-gjødsling. Avlingene fra hver høsting viste en langt større variasjon mellom forsøkene enn framstillingen i figur 2 gir inntrykk av. Dette gjelder både avlingen generelt og utslaget for stigende N-mengde (figur 5). Avlingen i første slått ved moderat eller sterk N-gjødsling varierte således fra under 200 til over 600 kg pr. dekar.

Ved bruk av RS i stedet for tørrstoffavling som uttrykk for N-virkningen på plantebestandens vekstkraft, ventet en mindre variasjon, fordi effekten av varierende værforhold og høstetid da skulle være mer eller mindre fjernet. I første slått av timotei/ engsvingel uten kløver (figur 5) var også variasjonsbredden, dvs. avstanden mellom høgste og lågeste nivå, relativt mindre for RS enn for avling, ved midlere og høgere N-trinn. Ved minste N-mengder var det imidlertid motsatt, slik

at forbedringen av total forklaringsgrad ( $R^2$ ) for N-tilførsel ved bruk av RS istedenfor avling, ble svært liten.

For de øvrige slåttene ble det heller ingen vesentlig høyere forklaringsgrad av RS enn av avling som uttrykk for N-effekten. Oversikten over RS-verdiene for hver høsting (figur 6.) gir om lag samme bildet som tilsvarende avlingsresultater av utslag for N-tilførsel, optimal N-mengde og forskjellen i virkning på gras kontra gras/kløver. For andre og tredje slått var imidlertid forholdet mellom engårene noe endret. Mens det for andreslått var større avling i andre enn i første engår, var RS-verdiene temmelig like de to årene. Nedgangen i avling i det tredje engårets 2. og 3. slått (figur 4) gjenspeiles ikke så tydelig i RS. Modellen synes således å ha tatt opp virkningen på gjenveksten av den relativt tørre sommeren



Figur 4. Avling ved enkelthøstinger for hvert engår ved stigende årlig N-mengde i middel for 11 3-årige forsøk, og regresjon av avling med hensyn på N-mengde.

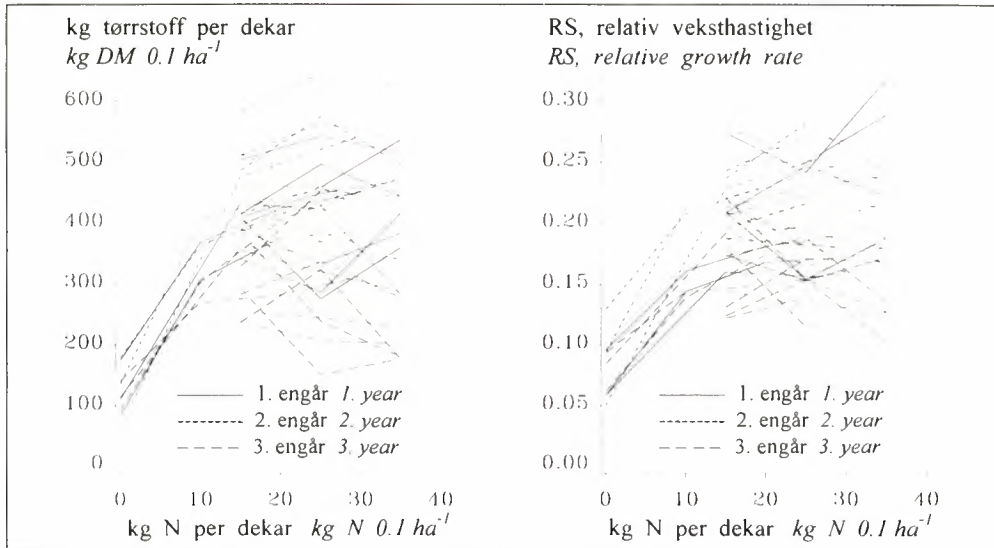
Figure 4. DM yields by each of three cuts during three years of ley by increasing total yearly N application, means of 11 experiments, and yields as functions of N-levels.

1969, som falt på tredje engår for de fleste av forsøkene.

Forskjellen mellom de to metodene når det gjelder beregnet optimal årlige N-mengder i hvert av de tre engårene, går fram av tabell 2. For timotei/engsvingel var forskjellen liten, mens optimal N-

mengde for kløverblandingen var klart lågest for simulert avling på grunnlag av RS-verdiene. Simuleringen bygd på de gjennomsnittlige RS-verdiene og vær-observasjoner i Ås fra 1966 til 1993 viste stor variasjon i avling fra år til år ved hver slått (figur 7). Når det gjelder første slått,





Figur 5. Avling og relativ veksthastighet, RS, ved stigende årlig N-mengde ved første høsting av timotei/engsvingel uten kløver i 1.-3. engår på 11 forsøksfelter.

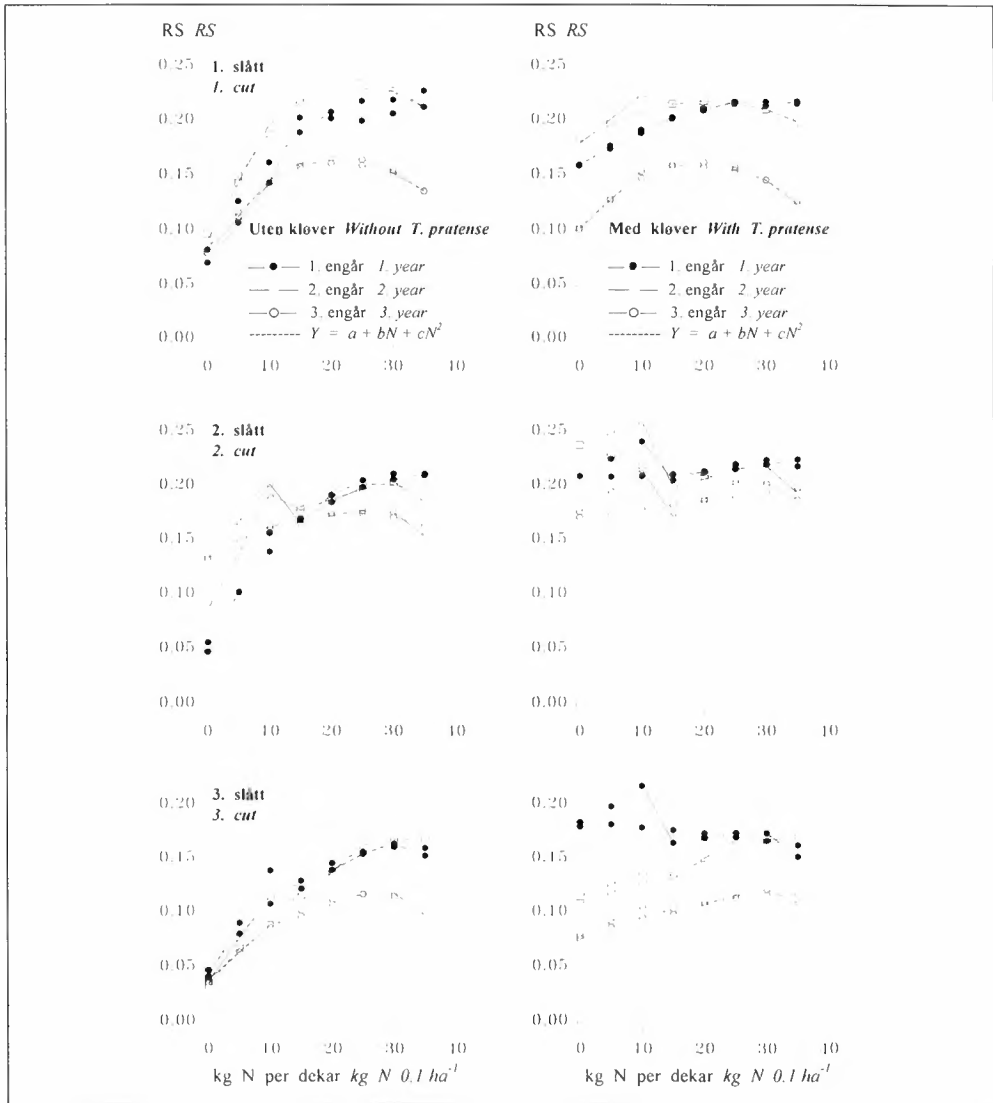
Figure 5. DM yield and relative growth rate, RS, by increasing total yearly N application at first cut of *P. pratense*/*F. pratensis* without *T. pratense* during 1.-3. year of ley in 11 experiments.

skiller 1991 seg særlig ut, da avlingen var redusert til om lag halvparten av det normale etter en sammenhengende periode praktisk talt uten nedbør fra april til ut i juni. Mye ble imidlertid tatt igjen i gjenveksten, slik at totalavlingen ikke ble så langt under det normale. Årene 1975 og 1976 skiller seg ut med uvanlig tørr og varm ettersommer og høst praktisk talt uten gjenvekst. Ved simuleringen ble det brukt faste høstetider, hhv. 13. juni, 31. juli og 17. september. I praksis vil imidlertid høstetida tilpasses etter utviklingen av graset, slik at virkningen av ugunstig vær i noen grad kan kompenseres. Når forsommeren er sein og kald, vil f. eks. første slått bli forholdsvis sein, uten at gjenveksten derved blir vesentlig redusert. Ved sein og svak gjenvekst pga. tørke utsettes andre slått til en kan ta en noenlunde normal andre avling, kanskje på bekostning av tredje slått. Men denne utgjør i alle tilfeller en relativt liten del av total års-

avling.

Midler av samlet simulert årsavling for Ås i årene 1970 - 1993 (figur 7) lå noe lågere enn avlingene fra forsøkene vist i figur 2 og 3 (figur 8). Dette gjelder første og andre engåret og i middel for tre år. Årlig N-mengde for maksimal avling i timotei/engsvingel uten kløver ble 31, 27 og 23 kg pr. dekar for de tre engårene og 27 kg i middel. For gras/kløver ble mengdene for de tre årene hhv. 29, 21 og 20 kg N pr. dekar, og 22 kg i gjennomsnitt. Mengdene for graseng ble ca. 1 kg lågere enn tilsvarende optimal-mengder beregnet direkte ut fra forsøksresultatene (tabell 2). For gras/kløvereng ble forskjellen betydelig større, særlig i andre engåret, slik at mengden for maksimal avling i middel for engårene ble redusert fra 27 til 22 kg N pr. dekar.

Også forskjellen i N-mengde mellom avlingsmessig og økonomisk optimum ble størst for blandingseng av gras og klø-



Figur 6. Relativ veksthastighet, RS, ved enkelthøstinger for hvert engår ved stigende årlig N-mengde i middel for 11 3-årige forsøk, og regresjon av RS med hensyn på N-mengde.

Figure 6. Relative growth rate, RS, by each of three cuts during three years of ley by increasing total yearly N application, means of 11 experiments, and RS as functions of N-levels.

ver, i middel ca. 2 og 5 - 6 kg N pr. dekar for henholdsvis rein graseng og blandingseng (tabell 2). Økonomisk optimal årlig N-mengde for gras og gras/kløver ble hhv. 25 og 16 kg pr. dekar.

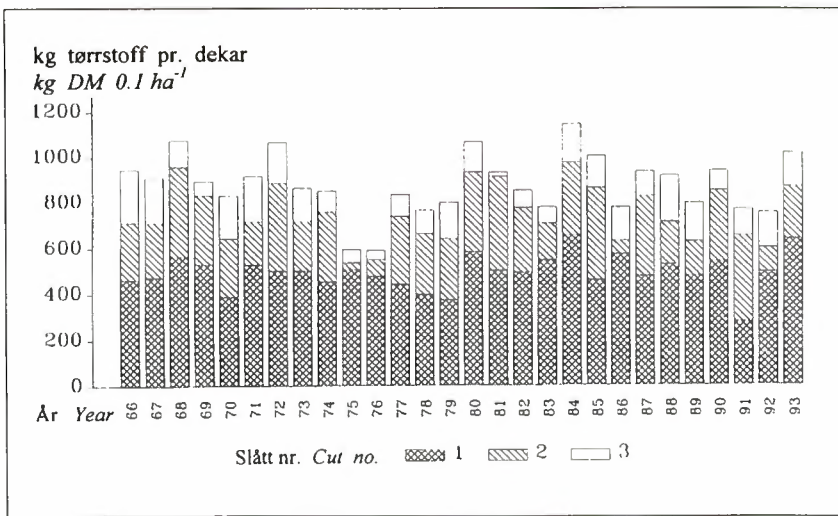
## Diskusjon

Resultatene viser at når en tar sikte på å oppnå maksimal avling ved tre høstinger i sesongen for timotei/engsvingeleng uten

Tabell 2. N-mengder ved maksimal avling og 'økonomisk optimale' mengder, i kg N pr. dekar pr. år, beregnet av avlingsresultater fra 11 forsøk på Sør-Østlandet og ut fra simulert grasavling i Ås for perioden 1970-93 (Obs = observert, Sim = simulert).

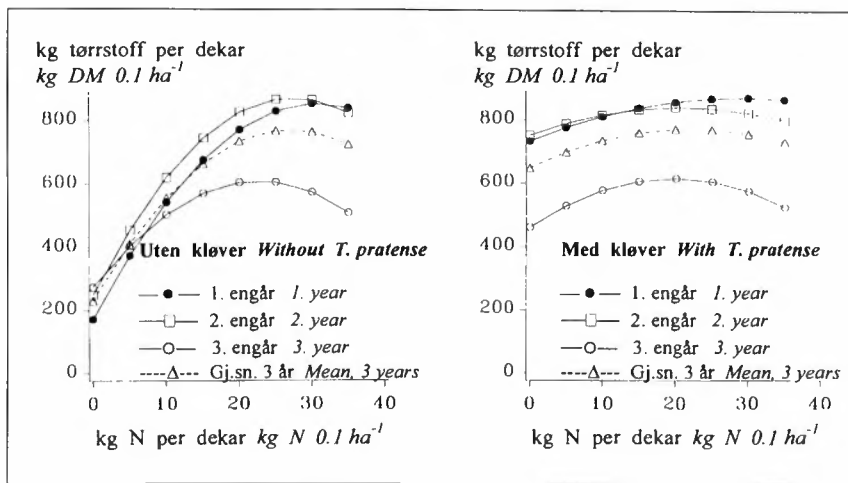
Table 2. N-rates for maximum yield and 'economic optimal' rates in kg N per 0.1 ha per year, estimated from recorded DM yields in 11 trials in southeastern Norway, and from simulated yields at Ås (60°N) during the years 1970-93 (Rec = recorded, Sim = simulated).

Engår Year of ley	Timotei/engsvingel				Tim./engsv./kløver			
	<i>P.pratense/F.pratensis</i>				<i>P.pratense/ F.pratensis/T.pratense</i>			
	M a k s. <i>M a x</i>		Øk. opt. <i>Ec. opt.</i>		M a k s. <i>M a x</i>		Øk. opt. <i>Ec. opt.</i>	
	Obs <i>Rec</i>	Sim <i>Sim</i>	Obs <i>Rec</i>	Sim <i>Sim</i>	Obs <i>Rec</i>	Sim <i>Sim</i>	Obs <i>Rec</i>	Sim <i>Sim</i>
1.	32	31	30	25	31	29	21	20
2.	29	27	27	26	32	21	26	13
3.	24	23	21	20	23	20	19	16
1.-3.	28	27	26	25	27	22	22	16



Figur 7. Årsvariasjonen i vekstforhold, illustrert ved simulerte avlinger ved 3 slåtter av timotei/engsvingeleng uten kløver, middel for 1.-3. engår, for Ås i perioden 1966 - 93. Årlig N-gjødsling 25 kg per dekar, høstetider 13. juni, 31. juli og 17. september.

Figure 7. Yearly variation in growth conditions as illustrated by simulated DM yields by three yearly cuts of *P. pratense/F. pratensis* without *T. pratense*, mean of 1.-3. year of ley, in Ås, Norway (60°N) during the period 1966 - 93. Total yearly N-application 250 kg N ha<sup>-1</sup>, harvest dates 13 June, 31 July, and 17 September.



Figur 8. Estimert årsavling ved stigende N-tilførsel i timotei/engsvingeleng med og uten rødkløver i Ås, middel for perioden 1970-93.

Figure 8. Estimated yearly DM yields by increasing N-application in leys with *P. pratense*/*F. pratensis* as a pure grass stand and in mixture with *T. pratense*, in Ås, Norway (60°N). Mean for the period 1970-93.

kløver, trengs på Sør-Østlandet en årlig N-mengde på omlag 27-28 kg pr. dekar. Denne konklusjonen blir om lag den samme uansett vurderingsmåten. Ved regresjonsberegning på observerte avlingsstall, ble N-mengden ved maksimal avling for gras/kløvereng om lag som for graseng, 27 kg pr. dekar. Den flate formen på avlingskurven gjør imidlertid at resultatet av optimumsbestemmelsen vil variere med beregningsmåten og hvilke krav som settes til økonomisk utbytte av siste gjødseldose. Ved beregning på grunnlag av «generaliserte» avlingskurver ble N-mengden for maksimal avling i kløver/graseng redusert til 22 kg pr. dekar. Med et rimelig krav til marginalutbytte blir resultatet et økonomisk optimum på 16 kg N pr. dekar, 9 kg lågere enn tilsvarende for rein graseng (tabell 2). Når en tar i betraktning gevinsten i økt proteininnhold i avlingen, bekreftes en tidligere

konklusjon: en årlig besparelse på ca. 10 kg N pr dekar ved å ta med kløver i engfrøblandinga (Grønnerød 1992).

Denne konklusjonen bygger på forsøk med konstante årlige N-mengder gjennom en tre-årig engperiode. Men resultatene for hvert enkelt engår (figur 3, 4, 6, 8) viser at utslaget for N varierer gjennom engperioden, og at optimal mengde går ned fra første til tredje år. Nitrogenet har i tillegg også en mer langvarig effekt enn den som registreres i vekst og avling i perioden etter tilførsel. Det kan således være aktuelt å variere den årlige N-mengden. F. eks. vil det svake utslaget for nitrogen i de to første engårene i gras/kløvereng, reise spørsmålet om helt å utelate tilførsel av N tidlig i engperioden. Men dette vil trolig føre til at grasartene blir trent tilbake av kløveren, slik at plantebestanden blir dårlig i det tredje engåret, når kløveren også er gått mer eller min-

dre fullstendig ut. Utslaget tredje året er derfor avhengig av N-tilførselen i de to første årene (Grønnerød 1992).

Også fordelingen av nitrogenet gjennom sesongen var lik fra år til år, med samme relative andel av årlig mengde gitt om våren og etter første og andre slått for hvert N-trinn og i hvert engår. Optimalt N-nivå vil imidlertid trolig også variere gjennom sesongen, bl.a. avhengig av plantebestand og vekstforhold. I år med mye regn og risiko for utvasking av næringsstoffer, kan det f.eks. være behov for ekstra N-tilførsel for å sikre gjenveksten. Etter tørre perioder kan behovet være redusert pga. ubrukt nitrogen i jorda etter forrige vekstperiode.

I dette arbeidet har en nyttet relativ tilveksthastighet, RS, beregnet ved en vekstmodell, jord- og værdata, som mål for N-effekten. På denne måten har en regnet med å fjerne noe av usikkerheten i avlingsresultatene som skyldes at været i veksttida og utviklingstrinnet hos plantebestanden ved høsting varierer fra år til år og fra forsøk til forsøk. Når modellen ikke inneholder noen funksjon for N-tilgang eller for samspillet mellom N og andre vekstfaktorer, vil optimal mengde i den enkelte vekstperiode bli den samme enten virkningen uttrykkes ved RS eller ved høstet tørrstoffavling. Men variasjonen i absolutt og relativ N-effekt mellom de enkelte forsøk og mellom ulike år blir forskjellig ved de to metodene. Relativ vekt av hvert enkelt resultat blir mest riktig ved bruk av RS. Eksempelvis ville avlingene generelt, og også absolutt utslag for N i første slått i et forsøk i 1991, blitt låge (figur 7) og dermed ha veid lite i forhold til resultatene fra et år med store avlinger og store utslag. For RS derimot ville generelt nivå bli mer likt for de to årene, slik at et svakt N-utslag som i 1991, vil veie relativt mer ved beregning av midteltall mv. På denne måten vil en ved bruk

av modellen oppnå en mer riktig avveining av resultatene mellom forsøk som er utført under varierende vekstforhold.

Ved å «generalisere» avlingskurvene over en rekke år vil en dessuten kunne sikre seg mot skjevheter som skyldes at spesielt gode eller dårlige år er overrepresentert i forsøksperioden. Dette forholdet gjør i dette tilfellet at både generelt avlingsnivå og utslag for N blir lågere etter simulert middel for perioden 1970-93 (figur 8) enn iflg. observerte avlingstall (figur 2). Perioden omfatter de relativt dårlige årene 1975/76 og 1991 da veksten hhv. på ettersommeren og forsommeren var sterkt hemmet av tørke, slik at det ble små avlinger og lite utslag for N. I dette tilfellet gav generaliseringen liten endring mht. N-mengden som gir maksimal avling. Men økonomisk optimum er trolig noe forskjøvet. Dette avhenger også av stigningen på kurven opp til toppunktet, som igjen bestemmer nettoutbyttet i forhold til merkostnaden av det siste N-trinnet.

Verdien av en modellberegning i en sammenheng som denne, avhenger naturligvis av at den er biologisk «riktig», dvs. at værindeksene «fanger opp» effektene av klimafaktorene. Når RS i dette tilfellet ikke gav noen vesentlig bedre forklaring av N-effekten enn avlingsresultatene, kan det ha flere årsaker. Resultatet av modellsimulering er avhengig av kvaliteten av det meteorologiske datagrunnlaget. Strålingsmålingene har ofte vært beheftet med feil, og estimering av stråling ut fra standard skydekkeobservasjoner er enda mer usikker. Slike feil vil påvirke resultatet av modellsimuleringen, ikke bare via strålingsindeksen, men også vannindeksen, siden fordampingen i høg grad er bestemt av strålingen.

Modellen, i den formen som er brukt her, er trolig for enkel til å beskrive grasveksten med nødvendig presisjon. Dette

gjelder kanskje særlig vannfaktoren, som er spesielt viktig for vekst av gras og kløver under våre forhold, også fordi den virker i samspill med N-forsyning. Således var det utvilsomt stor variasjon mellom forsøksfeltene i jordas kapasitet til å lagre og forsyne plantene med vann, men dette kommer ikke til uttrykk i RS, når en som her, for alle forsøkene var henvist til å bruke en standardverdi for vannkapasiteten til jorda.

Modellen kan imidlertid relativt lett forbedres betydelig ved en mer presis beregning av vannfaktoren, som her ble bestemt temmelig summarisk. Dette vil kreve mer detaljert beregning av vannhusholdningen i ulike sjikt ut fra måling av lagerkapasitet og ledningsevne for vann i rotsonen. En forbedret modell vil dessuten kreve en mer detaljert og fysiologisk basert tilnærming. Med grunnlag i stadig mer fullstendige og pålitelige værdata vil en da i tillegg til plantevekst og produksjon, også kunne beskrive fôr-kvaliteten i relasjon til jord, vær og dyrkingsteknikk.

Som antydnet ovenfor er det stadig behov for videre forskning på enggjødning, bl.a. for å klarlegge virkningen av å variere gjødslinga gjennom sesongen og fra år til år i engperioden. Opplegget for slike forsøk blir imidlertid ekstra komplisert, ikke minst fordi en også må ta i betraktning høstetid og -metode, som er viktige faktorer, bl. a. med hensyn på samspill med N-tilgangen. Videre forskning for å belyse aktuelle spørsmål i denne sammenheng, må derfor omfatte de nevnte faktorer og deres virkninger, ikke bare på avling, plantebestand og fôr-kvalitet, men også driftsøkonomi og videre miljø- og samfunnsmessige konsekvenser. Vekstmodeller vil derfor kunne være et nyttig og nødvendig hjelpemiddel i slik forskning, ikke bare ved datainnsamling og -analyse,

men også i formidling og den praktiske anvendelse av resultatene.

## Sammendrag

En «generalisering» av avlingskurvene for eng ved stigende N-gjødsling ble utført på grunnlag av en modell for grasvekst som funksjon av stråling, temperatur, vannbalanse, utviklingsstadium og maksimal relativ veksthastighet, RS. Datagrunnlaget var resultater fra 11 treårige forsøk med stigende N-gjødsling til timotei/engsvingeleng med og uten kløver på Sør-Østlandet og værdata fra klima/nedbør-stasjoner i området. For hver av tre slåtter i året ble RS for hver N-mengde bestemt. Det ble utført en simulering av tørrstoffavlinger ved tre slåtter i eng tilført fra 0 til 35 kg N pr. år, ut fra værdata for Ås i perioden 1970-93 og regresjonsberegnet RS som funksjon av N-tilførsel.

Det var ubetydelig økning av korrelasjonen mellom N-mengde og grasvekst ved å bruke RS isteden for tørrstoffavling som mål for virkningen av N-tilførsel. N-mengde for maksimal avling, beregnet av avlingstallene fra forsøkene, var for rein graseng av timotei og engsvingel for hvert engår og i middel for 3 år hhv. 32 kg, 29 kg, 24 kg og 28 kg N pr. daa pr. år. Ved beregning fra de simulerte avlingene i Ås for 1970-93 ble optimalt N-nivå om lag 1 kg N pr. dekar lågere.

For blandingseng av timotei, engsvingel og rødkløver, N-mengden for maksimal avling i forsøkene i middel ca. 1 kg pr. dekar lågere enn for rein graseng, mens optimumsmengden ble redusert med 5 kg, til 22 kg N pr. dekar, ved beregning på simulerte avlinger.

«Økonomisk optimal» N-mengde, definert som minimum 3 kg tørrstoff i

avlingsøkning for siste kg tilført N, var 25 kg og 16 kg pr. dekar pr. år for hhv. timotei/engsvingel uten rødkløver og gras/kløver i blanding, ved beregning på simulerte avlinger.

## Etterord

Forsøkene utenom NLH ble initiert, planlagt og gjennomført i samarbeid med forsøksringer på Sør-Østlandet. Til disse ble mottatt økonomisk støtte fra daværende Østlandets Melkesentral. Forsøkssteknikerne Markus Sørensen og Hans Erik Strømnes på forsøksgården Vollebekk stod for et omfattende arbeid med feltanlegg, gjødsling, høsting, analyser mv. Arbeidet med modelltilpassing av forsøksresultatene, statisisk analyse mv. ble utført med økonomisk tilskott fra forskingsprogrammet «Økonomi og Økologi» som ble finansiert av Norges Forskningsråd.

## Litteratur

Baadshaug, O. H. 1993. Tørrstoffproduksjon og modelltilpassing. I: Produksjonsmodell for eng. Faginfo SFFL 1993 (33), 20-29.

Grønnerød, B. 1971. Intensiv engdyrking. Resultater av forsøk på Sør-Østlandet 1967-69. Fortrykk Informasjonsmøte, Hamar, NLVF/LOT publ., 52-58.

Grønnerød, B. 1986. Pure grass and grass/red clover mixtures at four nitrogen levels. Proc. EGF-Meeting Troia, Portugal, 333-337.

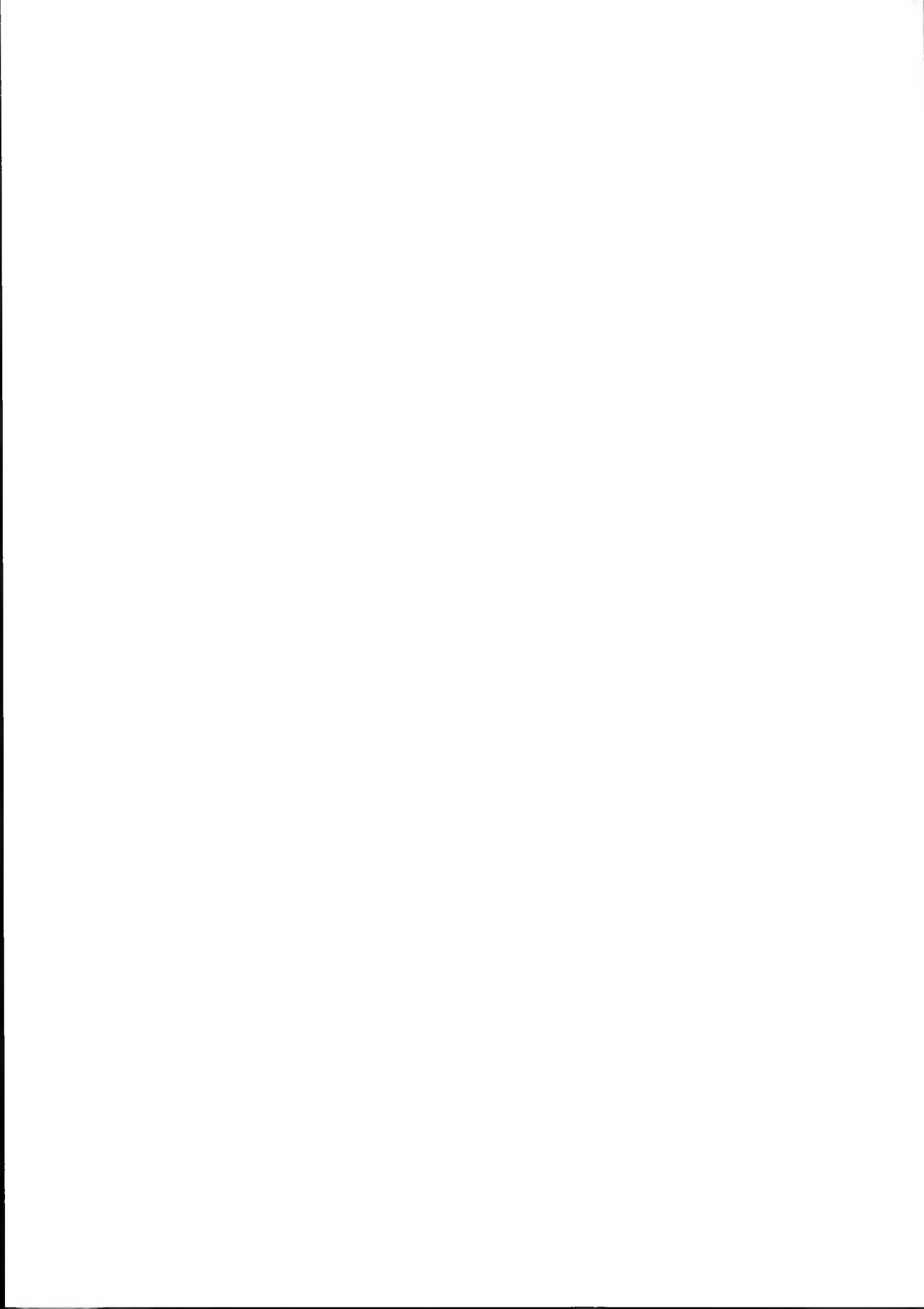
Grønnerød, B. 1992. Gras med og uten belgvekster ved stigende mengder nitrogen-gjødsel. Fortrykk Plantekulturmøte, NLH-Ås, IPF publ., 1-9.

Hernes, O. 1958. Stigende mengder kalksalpeter til eng. Forsk.Fors. Landbr. 9, 201-219.

Ingebrigtsen, S. 1959. Gjødsling til kløver-rik eng. Forsk. Fors. Landbr. 9, 201-219.

Torssell, B. W. R. 1994. Modelling grassland production and utilization. Proc. EGF-meeting Wageningen, Netherlands, 503-514.

Torssell, B.W. R., A. Kornher & A. Svensson 1982. Optimization of parameters in a yield prediction model for temporary grasslands. Institutionen för växtodling, Sveriges Lantbruksuniversitet. Rapport 112. 33s.





# Utvalg av kloner av valbjørk (*Betula pendula* f. *carelica*)

## *Selection of clones of curly birch (Betula pendula f. carelica)*

TORFINN HODNEBROG

Høgskolen i Agder, Avdeling for miljø og naturforvaltning, Dømmesmoen, Grimstad, Norge

*Agder College, Faculty of Civil Engineering and Environmental Studies, Dømmesmoen, Grimstad, Norway*

Hodnebrog, T. 1996. Selection of clones of curly birches (*Betula pendula* f. *carelica*). Norsk Landbruksforskning 10:101-106. ISSN 0801 5333.

The wood of the curly birch (*Betula pendula* f. *carelica*) is decorative and highly valued. Ten clones from different parts of South Norway were selected and their quality described. The wood of the clones was photographed and evaluated for quality. Scions were harvested from the selected clones and grafted to produce clones for a genebank and stock plant source.

Keywords: Clones, curly birch, genebank, selection.

*Torfinn Hodnebrog, Agder College, Faculty of Civil Engineering and Environmental Studies, Dømmesmoen, N-4890 Grimstad, Norway.*

Valbjørk, *Betula pendula* f. *carelica*, gir et verdifullt og ettertraktet trevirke. Vedstrukturen som kan variere betydelig i intensitet og struktur kalles også masurved. Veden har brune tegninger av kullusvev som i tverrsnitt danner en V-form. I tangentialsnitt blir mønstrene meget varierte og pene (Figur 1 - 10). I tillegg til de brune tegningene i veden kan det være bølgeformede fibre som på grunn av lysbryting gir veden et flammete utseende. Slik ved kalles flammeved og det øker prydverdien til veden. Bjørk som ikke har masurved, men bare flammeved kalles flammebjørk og finnes bare hos hengebjørk. Det har vært tvil om masurved i valbjørk skyldes sjukdom eller arv. Flere artikler bekrefter at den spesielle vedstrukturen hos valbjørk er arvelig

(Ruden 1954, Matschke et al. 1987, Langhammer 1990 og Frivold 1994).

Tilplanting av valbjørk med tanke på trevirkesproduksjon kan være meget lønnsomt i forhold til andre treslag. Omsetning av norsk valbjørkved foregår helst ved salg av mindre partier til knivskift og treskjæring. Større forbrukere av valbjørk i Norge importerer fra Finland eller Hviterussland. Ifølge Lundbeck (1995) kan produsentprisen i Sverige komme opp i 15.000 - 25.000 kr pr. m<sup>3</sup>.

Mikroformering er en nyere teknikk som er utviklet og tilpasset som masseformeringens metode også for valbjørk (Ryynänen & Ryynänen 1986, Matsche et al. 1987, Meier-Dinkel 1992). Ved mikroformeringen føres mortreets genetiske egenskaper videre. Derfor ville det være

av stor betydning å foreta utvalg av gode kloner for videre oppformering. I litteraturen har en ikke sett at det er gjort systematiske utvalg basert på vekstform, proveniens og trekvalitet. Fra Finland er en kjent med at det masseproduseres planter av valbjørk ved hjelp av mikroformering, men uten at dette omfatter beskrivelse og dokumentasjon av kvaliteten hos de forskjellige klonene (Balvoll 1992, Eri 1992).

Våren 1993 startet Reiersøl og Lyngdal planteskoler A/S og Høgskolen i Agder, Avdeling for miljø og naturforvaltning, Dømmesmoen opp et treårig utviklingsprosjekt. Målet var å foreta utvalg av de beste valbjørkklonene, tilpasset klimaet i ulike deler av Sør-Norge. Det var også et mål og utarbeide en billig og effektiv formeringsmetode for de utvalgte klonene. Det siste er ikke omtalt i denne artikkelen.

## Materiale og metoder

### Utvalg av kloner

Systematisk innsamling startet våren 1993. For å finne gode kloner har forskjellige kilder vært brukt. Det har vært veiledere i skogbruksetatene på fylkes- og kommunenivå, interesserte personer som driver treskjæring, knivmakere, grunneiere og andre personer med interesse for valbjørk. De fleste grunneierne har vært meget interesserte og velvillige og dette har vært av stor betydning for innsamling og dokumentasjon. De beste trærne ble fotografert og beskrevet for lokalitet, vekstform (stammedannende eller buskvekst), stammediameter og alder. Hele treet, eller en av flere stammer ble felt og vurdert for indre kvalitet.

Ved vurdering av vedkvaliteten er det lagt vekt på at masurdannelsen går dypt

inn i stammen og langt oppover i treet. Dessuten er strukturen i veden meget viktig for pryddverdien. Det har vært ønskelig med tre med varierende farge, mønstre og struktur i veden og at treet danner fin stamme. Dessuten er geografisk spredning av klonene ønskelig.

Vedprøvene er tatt tangentialt fra hoved- eller sidestammer og deretter tørket, høvlet og pusset. For å få fram mønstrene i veden ble prøvene behandlet med kinesisk treolje og vokset med klar møbelvoks. Det ble laget gode figurer der mønstret i veden kom godt fram ved at prøvene ble lagt direkte på scanner og skrevet ut med fargeprinter. På grunn av trykkingen er figurene i artikkelen fra lysbilder.

### Etablering av morfelt

Kvist fra de ulike klonene ble årlig samlet inn fra februar til april og sidepodet i veksthus på grunnstammer av *Betula pendula*. Etter poding ble plantene pottet og dyrket i veksthus. Grunnstammene ble gradvis tilbakeskåret etterhvert som edelkvisten vokste til. I juni ble podingene satt ut på karplanteplass. Klonene ble etablert som genbank og morplantefelt på Høgskolen i Agder, Dømmesmoen, Grimstad og Reiersøl planteskole, Froland. Feltet med de utvalgte klonene vil være komplett våren 1996.

## Resultater

### Utvalg av kloner

Av fem vurderte kloner fra Tvedestrand kommune ble to funnet gode nok til oppformering. De to utvalgte klonene er fra Romundstad, ca 30 m over havet, og har fått betegnelsene TA 11 og TA 14. Begge klonene er stammedannende.

I Hjelmeland i Rogaland er tre kloner

evaluert. HR 1 og HR 2 ble funnet gode nok for oppformering. HR 1 har buskform og HR 2 er stammedannende.

I Nord-Odal, ca 180 m over havet, er det valgt ut fem kloner med dokumentert fin kvalitet; NH Elite, NH 14, NH 27, NH 28 og NH V3. Det er podet ytterlig fem kloner som plantes i genbank. Disse er ikke vurdert med hensyn til indre kvalitet og disse blir ikke oppformert før indre kvalitet er undersøkt og funnet god nok.

På Mellegaard i Halden kommune er klon HØ 5 vurdert, tatt inn i morfelt og klar for oppformering.

Foreløpig er ti kloner fra fire ulike distrikter valgt ut. Morfelter av disse er etablert eller under etablering ved Høgskolen i Agder, Dømmesmoen i Grimstad og Reiersøl Planteskole, Froland.

#### Betegnelser og klonbeskrivelser

Ved utvalg av kloner er følgende merkesystem brukt. Av to bokstaver brukes den første for kommunenavnet og den neste for første bokstav i fylket klonen kommer fra. Deretter et valgt nummer eller navn. Klon TA 11 betyr f. eks. at den kommer fra Tvedestrand i Aust-Agder og er klon nr. 11.

Kloner fra Romundstad, Tvedestrand, Aust-Agder, (TA):

**TA 11:** Stammedannende tre med to stammer. Den ene stammen er felt og viser at klonen har meget god masurdannelse (figur 1). I tillegg har veden flammestruktur. Treets alder er ca. 45 år. Mortreet står ca. 30 m over havet.

**TA 14:** Dobbel stamme, diameter i brysthøyde 9 og 13 cm, trehøyde 6 -7 m. Meget fin masurdannelse med flammestruktur helt til toppen av treet (figur 2). Masurdannelsen har startet i ung

alder. Alder på treet er ca. 20 år og står ca. 30 m over havet.

Kloner fra Hjelmeland, Rogaland, (HR):

**HR 1:** Valbjørk fra Årdal. Buskform. Mange forgreininger fra basis med meget fin masurdannelse og flammaved (figur 3). Treets alder er 50 år og står 50 m over havet.

**HR 2:** Valbjørk fra Sigmundstad. Stammeform. Meget fin masurved med flammedannelser også oppover i treet (figur 4). Treets alder er omtrent 50 år og står omlag 45 m over havet. Kloner fra Halden, Østfold (HØ):

**HØ5:** Valbjørk fra Mellegaard, Rokke i Halden kommune. 95 m over havet. Stammedannende med stammediameter 30 cm, og lengde på stammen før forgreining to til tre meter. Fin masurdannelse med mørke tegninger (figur 5).

Kloner fra Nord-Odal, Hedemark, (NH).

**NH Elite:** Kuler nede på stammen, sterke forgreininger, men noe stamme. Meget fin indre kvalitet (figur 6). Stammediameter: 33 cm i brysthøyde. Trehøyde: 12 m. Treet står 180 m over havet.

**NH 14:** Stammedannende tre, 35 - 40 år. Dobbelstamme. Veden har meget fin kvalitet med flammestruktur (figur 7). Treet står 180 m over havet.

**NH 27:** Ungt (15 år) stammedannende tre med dobbel stamme. Treet er valgt ut fordi det har en opprett og fin vekstform som gjør det egnet for trevirkeproduksjon. Trevirket er lysere i ve-



Fig. 1: *Betula pendula* f. *carelica* 'TA 11'



Fig. 2: *Betula pendula* f. *carelica* 'TA 14'



Fig. 3: *Betula pendula* f. *carelica* 'HR 1'



Fig. 4: *Betula pendula* f. *carelica* 'HR 2'

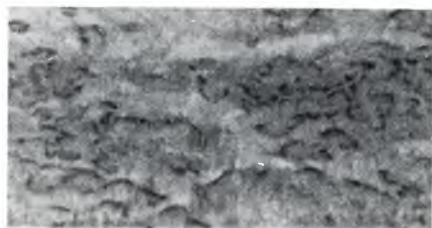


Fig. 5: *Betula pendula* f. *carelica* 'HØ 5'

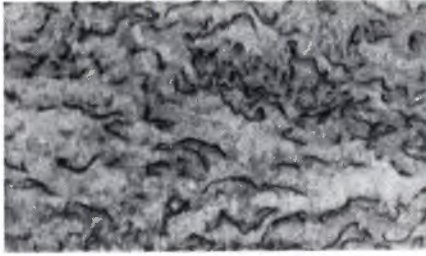


Fig. 6: *Betula pendula* f. *carelica* 'NH Elite'

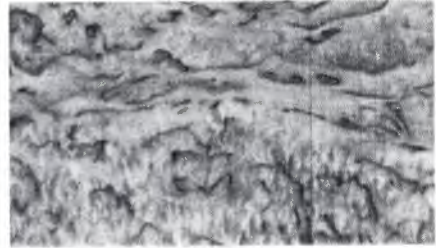


Fig. 7: *Betula pendula* f. *carelica* 'NH 14'

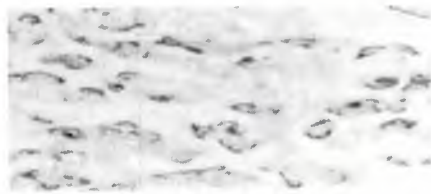


Fig. 8: *Betula pendula* f. *carelica* 'NH 27'

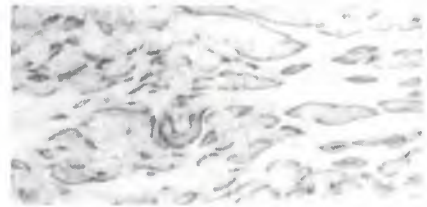


Fig. 9: *Betula pendula* f. *carelica* 'NH 28'

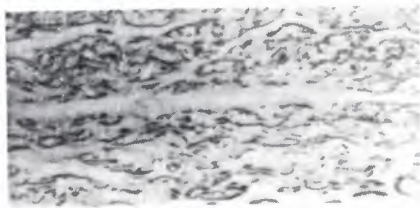


Fig. 10: *Betula pendula* f. *carelica* 'NH V3'

den og mønsteret ikke så kompakt som de øvrige (figur 8). Treet står 180 m over havet.

**NH 28:** 12 år gammelt tre. Tre stammer med 10 - 12 cm i diameter i brysthøyde. Meget fin vedkvalitet (figur 9). Treet står 180 m over havet.

**NH V 3:** Delt stamme, fin valbjørk. Alder ca 15 år. Diameter i brysthøyde 12 cm. Totalhøyde 4 m. Finmønstreret og meget pen vedstruktur (figur 10). Treet står 180 m over havet.

## Diskusjon

### Arvelighet

Det er viktig at egenskapene klonene velges ut etter er arvelige. Virus og systemiske sopp og bakterier kan føres videre ved vegetativ formering. Men ved bruk av mikroformerings kan sykdommene bli borte. Meristemformerings som er en spesiell mikroformeringssteknikk brukes blant annet til å rense sjukt plantemateriale (Pierik 1987). Utvalg og oppformerings av egenskaper som har basis i sykdommer er derfor svært usikkert. Ruden (1954) skriver at masurlignende ved kan oppstå på andre måter f. eks. rikuler (eller rir) som kan skyldes abnorm knoppdannelse, heksekostsopp (*Taphrina betulina*), koter (kuleformede utvekster) på bjørk og brune larveganger som skyldes bjørkevedflua (*Dendromyza betulae*). Det er viktig at disse fenomenene ikke forveksles med valbjørk.

Ifølge Matschke et al. (1987) skyldes masurdannelsen en mutasjonsforandring hos *Betula pendula* som av Sokolow (1950) betegnes som *Betula pendula* var. *carelica*.

Nedarvingen er ikke stabil ved frø-

formerings. Frø fra mortrær av valbjørk gir for liten andel avkom med masur ved. Ifølge Langhammer (1990) vil bare 30 - 50 % av avkommet få masur om vi tar frø av ei valbjørk. Frivold (1994) skriver at valbjørk gir et variabelt avkom som spenner fra normale individer til slike som har så mye masurdannelse at de ikke kan overleve. De ytre tegn på masurdannelse kommer ikke til uttrykk før treet er 6-10 år gammelt. Hensikten med å gjøre klonutvalg har derfor interesse først og fremst for å bygge opp morfelter for vegetativ formering. Det har blitt podet valbjørk på grunnstammer av vanlig hengebjørk i mange år, men nå gir mikroformerings muligheter for en meget effektiv masseformerings. Da er morfelt med gode kloner en forutsetning for et vellykket resultat.

### Utvalget

Utbredelsen av valbjørk synes bundet til områder med hengebjørk (*Betula pendula*). I Norge er det funnet valbjørk over hele Østlandet, nordover til og med Gudbrandsdalen, Sørlandet og sørlige del av Vestlandet (Ruden 1954). De fleste forekomstene finnes på Østlandet. Valbjørk står ofte svært spredt med store avstander mellom hvert tre, men enkelte steder er det større grupper. Det finnes ingen samlet oversikt over hvor en kan finne de enkelte tre av valbjørk. Statens skogfrøverk på Hamar har imidlertid en oversikt over forekomster av valbjørk til bruk ved frøsanking (Jonskås, pers. oppl.). Den viktigste måten å skaffe seg en oversikt over bestanden har vært kontakt med enkeltpersoner som interesserer seg for valbjørk. I enkelte tilfelle har grunneierne ønsket å bevare de enkelte valbjørktrær inntil videre. Da har vurdering av indre kvalitet måtte utsettes. De trær som er vurdert kan derfor synes noe tilfeldig. Det

står mange valbjørk rundt i landet som en ikke vet om. Likevel har det lyktes å velge ut 10 gode kloner fra forskjellige steder i Sør-Norge. Men utvelgelse av gode kloner av valbjørk bør derfor ikke være avsluttet med dette, men begynnelsen på en kontinuerlig prosess. Så langt en kjenner til er de utvalgte klonene det første arbeid som er utført i Norge, trolig også i våre naboland, med tanke på systematisk oppbygging av genbank og morfelt av valbjørk med dokumentert kvalitet.

### Etablering av morfelt

Etablering av morfelt er nødvendig for å sikre at enkelte kloner ikke tapes. Det er også praktisk å kunne høste mormatriell fra alle klonene på samme sted. Poding av morplantene på frøplanter av hengebjørk skal sikre genetisk stabilitet. Men det gir også en rejuvereringseffekt som er meget gunstig for mormateriale som skal brukes ved mikroformering (Hansen 1992). Et av problemene har imidlertid vært at det kan være vanskelig å finne god podekvist hos gamle trær.

### Etterord

Takk til Arne Sæbø for råd og veiledning og Åge Froland ved Reiersøl og Lyngdal planteskoler A/S for meget godt samarbeid. Takk til næringsetaten i Aust-Agder som har gitt økonomisk tilskudd til gjennomføring av prosjektet.

### Litteratur

Balvoll, O. A. 1992. Den verdifulle valbjørka. Prosjektoppgåve. Agder ingeniør- og distriktshøgskole, Grimstad: 49 s.

Eri, R. 1992. Vevskultur, valbjørk, økonomien. Prosjektoppgåve. Agder ingeniør og distriktshøgskole, avd. Dømmesmoen, Grimstad: 69 s.

Frivold, L. H. 1994. Trær i kulturlandskapet. Landbruksforlaget, Oslo: 224 s.

Hansen, O. B. 1992. Faseoverganger hos flerårige planter. Norsk landbruksforskning 6: 123 - 131.

Langhammer, Aa. 1990 : Masurbjørkas hemmelighet. Norsk Husflid 1990 (3): 32 - 34.

Lundbeck, B. 1995. Inget interesse för lönsamaste trädslaget. Nordisk Träteknik 1995 (20):18.

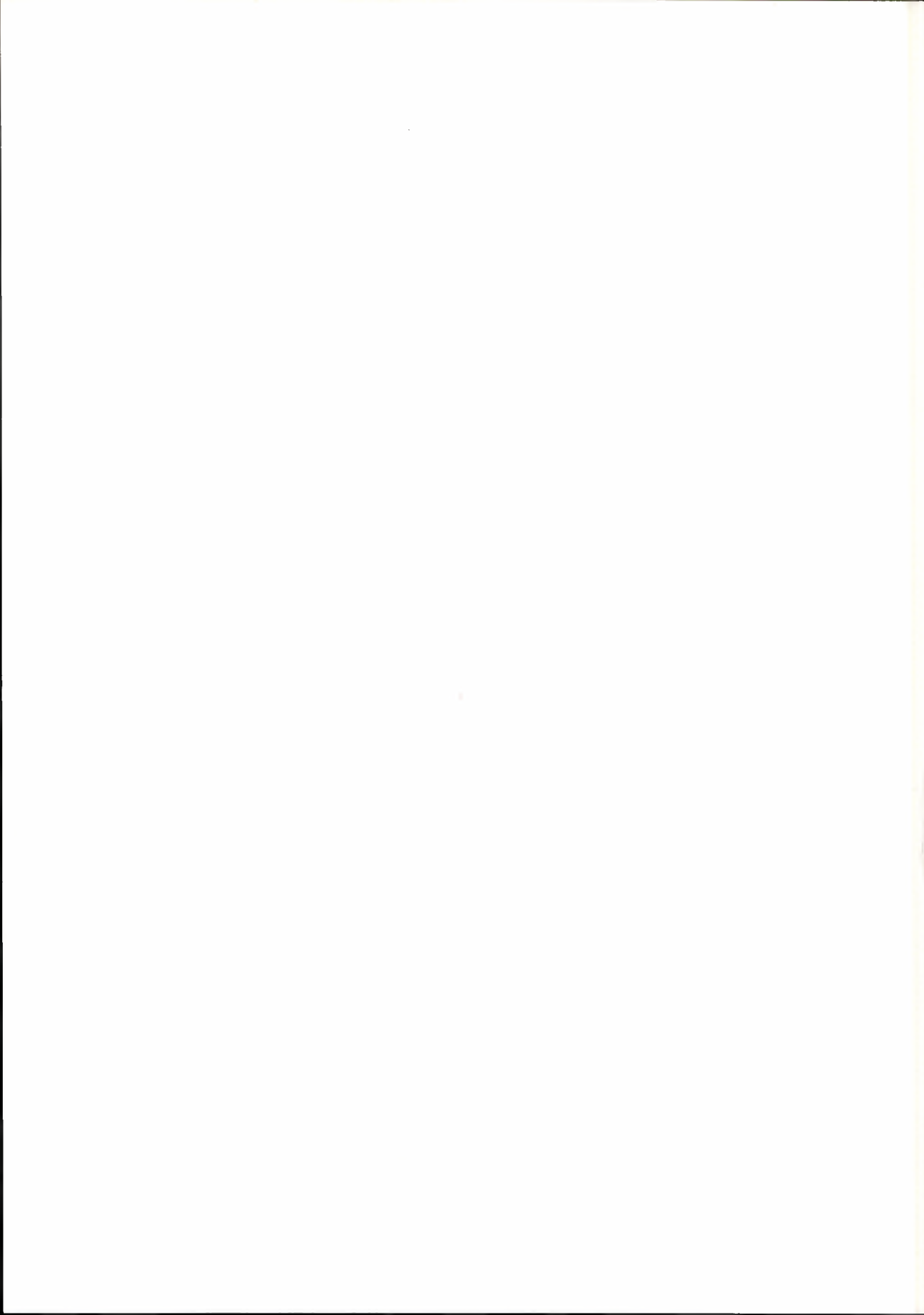
Matschke, J., D. Ewald, G. Bolland & H. Schneck 1987. Möglichkeiten der beschleunigten Vermehrung von Braunsamerbirken. Beiträge für die Forstwirtschaft 21(1):21-25.

Meier-Dinkel, A. 1992. Micropropagation of Birches (*Betula spp.*). Y. P. S. Bajaj: Biotechnology in Agriculture and Forestry 18. Springer - Verlag: 40-81.

Pierik, R. L. M. 1987. In Vitro Culture of Higher Plants. Nijhoff Publishers, Dordrecht: 344

Ruden, T. 1954. Om valbjørk og endel andre unormale veddannelse hos bjørk. Meddelelser fra Det norske skogforsøksvesen. Bind XII: 453-505.

Ryynänen, L & M. Ryynänen 1986. Propagation of adult curly-birch succeeds with tissue culture. Silva Fennica 20 (2): 139 - 147.





# Virkninger av nitrogengjødsling til bringebær- sorten "Glen Moy"

## *Effects of nitrogen fertilization on the red rasp- berry cultivar "Glen Moy"*

KRISTIAN LIE KONGSRUD

Norsk institutt for planteforskning, Apelsvoll forskingssenter avd. Kise, Nes på Hedmark

*The Norwegian Crop Research Institute, Apelsvoll Research Centre Div. Kise, Nes på Hedmark, Norway*

Kongsrud, K.L 1996. Effects of nitrogen fertilization on the red raspberry cultivar «Glen Moy». Norsk Landbruksforskning 10:109-116. ISSN 0801-5333

The effects of N-fertilization rate (0, 5, 10 or 15 kg N per 1000 m row) and time of application (spring or split dressings in spring and summer) were investigated over a six-year period in the red raspberry cv. «Glen Moy», grown with optimal irrigation. Over-all, the smallest rate of nitrogen had no significant effects, but the higher rates increased cane growth, berry yield, berry size and nitrogen concentration in leaf dry matter. Both yield and fruit size were positively correlated with leaf N concentrations in samples taken on 20 August the previous year. No indications were found of further freeze injury as a result of higher N-fertilization rates.

Key words: «Glen Moy», N-fertilizing, red raspberry

*Kristian Lie Kongsrud, The Norwegian Crop Research Institute, Apelsvoll Research Centre Div. Kise, N-2350 Nes på Hedmark*

Bringebærarealet her i landet kan økes betydelig uten fare for overproduksjon. «Veten» som i mange år har vært den helt dominerende sorten i bringebær- dyrkinga overvintret ofte for dårlig. I tidligere undersøkelser er det vist at sterk nitrogengjødsling kan føre til redusert hardighet (Ljones 1965, Ljones og Saks- haug 1967, Nestby og Kongsrud 1993). En lønnsom produksjon er avhengig av ei årsikker og god avling.

«Glen Moy» er en skotsk sort, som ble navngitt i 1982. Sorten har fått en stor

utbredelse i hele Europa, og er nå en av hovedsortene til friskt konsum. Sorten ble plantet i et sortsforsøk på NLH i 1983. I dette forsøket ga «Glen Moy» 50 prosent større avling enn «Veten» i middel for de to første avlingsårene (Redalen 1987). Sorten har relativt store, faste, men litt lyse bær.

For å få et nærmere kjennskap til gjødslingsbehov og dyrkingsverdi for «Glen Moy» ble det ved Apelsvoll forskingssenter avd. Kise gjennomført forsøk med sorten i årene 1986 til 1992.

## Forsøksplan og vekstforhold

Forsøket ble plantet på Apelsvoll forsøksstasjon avd. Kise, Nes på Hedmark (60° 40' N; 10° 11' Ø) våren 1986, og forsøksbehandlet i årene 1987-92.

Forsøksplanen var blokkforsøk med 4 gjentak. Planteavstanden var 0,5 x 3,5 m og det ble benyttet 6 planter pr forsøksrute (10,5 m<sup>2</sup>). I avlingsårene ble det beholdt 10 skott pr meter, og disse ble toppt på 160 cm hver vår.

### Gjødsling

Før planting ble hele feltet gjødslet med 50 kg Fullgjødsel (13-6-16) pr dekar. All seinere gjødsling ble tilført i ei en meter brei stripe langs planteradene. Det gjødslearealet utgjorde 29 prosent av totalarealet.

Nitrogengjødsling etter forsøksplanen startet våren 1987 og ble tilført som kalksalpeter (Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>).

Forsøksledd (Kg nitrogen/ 1000 m rad):

- A. Uten N
- B. 5 - vår
- C. 5 + 5 - vår + sommer
- D. 10 + 5 - vår + sommer

Vårgjødslinga ble utført i begynnelsen av mai og sommergjødslinga i månedsskiftet juni/juli hvert år. Gjødsling med fosfor og kalium ble utført i mai og forsøkt tilpasset etter analyseresultatene. Bladprøver for kjemiske analyser ble tatt ut 20. august hvert år.

Jorda i feltet var ei godt drenert moreneleire med 6 prosent organisk materiale. Jordas pH ved starten av forsøket var 5,4, P-AL 13 og K-AL 30.

Vatning ble gjennomført med dryppvatning hver gang nedbørunderskottet nådde 10 mm.

Temperatur og nedbør i vekstsesongen i forsøksårene er vist i tabell 1.

## Resultat

Overvintringsforholdene i forsøksperioden var gode og det ble ikke funnet noen sammenheng mellom tilført N og frostskafer i noen av årene. I alle år var det litt tilbakefrysing i toppen av skotta, men dette var begrenset til den delen som ble fjernet ved topping om våren.

### Skottvekst

For å få et mål for tilveksten i feltet ble skotthøyden målt. I tillegg ble vekta av alt som ble skåret bort registrert og brukt som mål på tilveksten. Uttynna nye skott og gamle skott ble veid hver for seg, og resultatet er vist i tabell 2.

Gjødsling med minste N-mengde hadde ingen effekt på veksten, mens de to største N-mengdene økte både skotthøyden og vekta av nye og gamle skott. Økningen i skotthøyden som følge av økt N-gjødsling ga ikke en tilsvarende økning i antall knopper pr skott, men en tendens til økt internodiellengde.

### Bæravling

Slik den årlige uttynninga til samme antall skott pr arealenhet og topping til ens høyde i alle leddene ble gjennomført, kommer ikke effekten av økt vekst som følge av nitrogengjødslinga fullt uttrykk i avlingstallene. Til tross for dette, ble det funnet sikker sammenheng mellom avlinga og vekta av både uttynna nye skot og gamle skott. En korrelasjonsberegning viste at for alle år og ledd under ett, var koeffisienten 0,591 \*\*\* for sammenhengen avling - vekt av uttynna nye skott, og 0,728 \*\*\* for avling og vekt av gamle skott.

Bæravlinga i feltet var jevnt over god, med ei middelavling på 1232 kg pr daa og år (tabell 3). Avlinga var noe mindre det siste året (1992) enn i de foregående.

Tabell 1. Midlere lufttemperatur (°C) og nedbør (mm) for vekstsesongen i forsøksperioden  
 Table 1. Mean air temperature (°C) and precipitation (mm) in the growing seasons during the period of the trials

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	Normal
Temperatur:							
<i>Temperature:</i>							
Mai <i>May</i>	7,7	8,1	9,5	10,6	9,2	11,9	8,5
Juni <i>June</i>	10,8	16,8	13,9	14,0	10,9	15,8	13,6
Juli <i>July</i>	15,0	16,2	15,8	15,3	16,6	14,7	15,2
August	11,8	14,3	13,4	15,1	15,7	13,0	14,0
September	8,8	11,5	10,7	10,0	10,1	9,9	9,6
Middel <i>Mean</i>	10,8	13,4	12,7	12,9	12,5	13,1	12,2
Nedbør:							
<i>Precipitation:</i>							
Mai <i>May</i>	69	30	46	19	10	25	44
Juni <i>June</i>	179	37	49	64	136	13	59
Juli <i>July</i>	49	146	111	95	52	100	66
August	101	104	74	79	29	105	76
September	100	153	17	20	58	65	64
Sum	498	470	297	277	285	308	309

Tabell 2. Effekter av ulike mengder og delt tilførsel av nitrogen på skotthøyde (cm) og relative tall for vekt av skott fjernet ved skjæring (uten N = 100)

Table 2. Effects of different quantities and split application of nitrogen on cane height (cm) and relative numbers for the weight of pruned canes (without N = 100)

Kg-N/1000 m rad	0	5	5+5	10+5	LSD 5%
Skotthøyde					
<i>Cane height</i>	173	180	190	193	12
Uttynna årsskott					
<i>Primocanes</i>	100	100	124	118	16
Gamle skott					
<i>Frutocanes</i>	100	100	116	116	14

En medvirkende årsak til dette var sterkt angrep av bringebær barkgal mygg (*Resseliella theobaldi*) høsten 1991.

Sammenlignet med ugjødsle ledd, var det ingen sikker effekt av minste nitrogenmengde i noen av årene. De to største

nitrogenmengdene gav derimot sikker avlingsøkning i de tre første årene og i middel for alle år. Avlingsøkningen i forhold til ugjødsle ledd var i middel 16 og 20 prosent for de to største nitrogenmengdene.

Tabell 3. Virkninger på bæravlinga (kg/daa) i 1988-1992 ved bruk av ulike mengder og delt tilførsel av nitrogen

Table 3. Effects on yield (kg/0,1 ha) of the red raspberry cv. «Glen Moy» in 1988-92 of different quantities and split application of nitrogen

	1988	1989	1990	1991	1992	Middel Mean
Kg N/1000 m rad: Kg N/1000 m row:						
0	972	1385	1173	1254	864	1130
5	882	1432	1197	1267	926	1135
5 + 5	1166	1679	1388	1288	1021	1309
10 + 5	1197	1731	1477	1340	1030	1355
LSD 5%	179	258	214	n.s.	n.s.	104

**Bærstørrelse**

Sammenlignet med ledd uten nitrogen-gjødsling hadde minste nitrogenmengde liten virkning på bærstørrelsen, men i likhet med avlinga ble også bærstørrelsen økt ved en ytterligere økning i nitrogenmengden (tabell 4). Økningen i bærstørrelsen for de to største nitrogenmengdene var i middel henholdsvis 8 og 10 prosent, og svarer for halvparten av avlingsøkningen. Økt nitrogen-gjødsling økte også antallet bær pr skott. Bærstørrelsen var betydelig mindre det siste året (1992) enn i de andre forsøksårene, og avlingsreduksjonen dette året skyld-

tes hovedsakelig redusert bærstørrelse. En medvirkende årsak til dette kan være at skader etter barkgallmyggen har hemmet opptaket av vatn og næring til de bærende skotta.

**Nitrogen i blad**

Nitrogenkonsentrasjonen i bladprøver tatt 20. august hvert år viste en klar tendens til økning med økende nitrogen-gjødsling (tabell 5). Første året var analysesallene relativt lave, og dette må ha sammenheng med værforholdene i vekstsesongen i 1987. Temperaturen i vekstmånedene dette året var 1,4 °C under det normale,

Tabell 4. Virkninger på bærstørrelsen (g/100 bær) etter ulike mengder nitrogen og delt tilførsel

Table 4. Effects on fruit size (g/100 berries) of different quantities and split application of nitrogen

	1988	1989	1990	1991	1992	Middel Mean
Kg N/1000 m rad: Kg N/1000 m row:						
0	416	384	371	357	268	359
5	426	385	367	378	269	365
5 + 5	463	405	395	396	287	389
10 + 5	450	415	395	413	298	394
LSD 5%	30	28	n.s.	37	n.s.	17

samtidig som nedbøren i middel for mai og juni var 248 prosent i forhold til normalen (tabell 1).

Høyest nitrogenkonsentrasjon i bladene var det i 1988, og med en gradvis nedgang til 1992. De to siste årene var N-tallene i underkant av det vi regner som optimalt i bringebærblad (2,6-3,0), selv i ledd med største N-mengde.

Både avlinga og bærstørrelsen økte med økende N-konsentrasjon i bladene, og sammenhengen var signifikant i fire av de fem årene for avlinga, og i alle fem årene for bærstørrelsen (tabell 6). I mid-

del økte avlinga med 68 kg/daa for hver 0,1 prosentpoeng økning i nitrogentallene ( $y = -638 + 684x$ ), mens bærstørrelsen økte med 8 gram/100 bær ( $y = 170 + 80x$ ).

I figur 1 er det vist hvordan ulike N-nivå i bladene har virket inn på relativ avling og bærstørrelse i forsøksperioden. Resultatet viser at en økning i N-konsentrasjonen ut over 2,8 prosent hadde relativt liten virkning på bærstørrelsen.

Avlinga var klart størst ved høyeste N-konsentrasjon i bladene (>3,20 prosent), noe som hovedsakelig må tilskrives økt bærantall pr skott.

Tabell 5. Nitrogen konsentrasjon i blad som prosent av tørrstoffet ved ulik gjødsling i seks år  
Table 5. Nitrogen concentration in leaves as a percentage of dry matter affected by different applications in six years

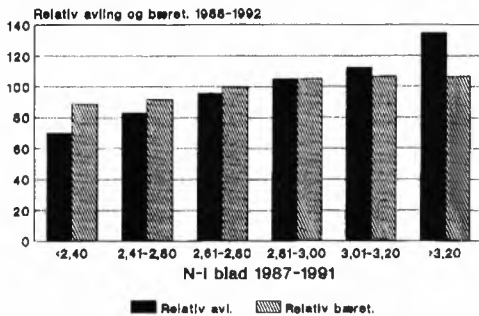
	1987	1988	1989	1990	1991	1992	Middel Mean
Kg N/1000 m rad: Kg N/1000 m row:							
0	2,32	2,88	2,68	2,56	2,34	2,16	2,49
5	2,36	3,04	2,74	2,63	2,32	2,28	2,56
5 + 5	2,50	3,26	2,90	2,79	2,58	2,51	2,70
10 + 5	2,71	3,37	3,14	2,96	2,59	2,44	2,87
LSD 5%	0,21	0,20	0,30	0,24	0,19	0,17	0,09

Tabell 6. Korrelasjonskoeffisienter mellom N-konsentrasjonen i prosent av bladtørrstoffet i prøver tatt 20. august og avling og bærstørrelse året etter  
Table 6. Correlation coefficients between N concentration in leaf dry matter in autumn and yield and fruit size the next year.

	1988	1989	1990	1991	1992	1988/95
Avling						
Yield	0,70**	0,70**	0,84***	0,19	0,67**	0,81***
Bærstørrelse						
Fruit size	0,72**	0,56*	0,74**	0,66**	0,53*	0,43***

\*, \*\*, \*\*\*: signifikant ved henholdsvis  $p=0,05$ ,  $p=0,01$ ,  $p=0,001$

\*, \*\*, \*\*\*: significance at respectively  $p=0,05$ ,  $p=0,01$ ,  $p=0,001$



Figur 1. Sammenhengen mellom reativ avling og bærstørrelse i de fem avlingsårene og N-konsentrasjonen i blad tørrstoffet 20. august året før.

Fig. 1. Relation between yield and fruit size in 1988-92 and N concentration in leaf dry matter in 1987-91.

### Fosfor og kalium i blad

Både fosfor- og kaliumkonsentrasjonen i blad tørrstoffet viste en trinnvis nedgang fra 1987 til 1991. Fosforkonsentrasjonen ble i denne perioden redusert fra 0,28 til 0,19 prosent, mens kalium-konsentrasjonen ble redusert fra 1,79 til 1,00 prosent i den samme perioden. Våren 1992 ble det derfor tilført 3 kg fosfor og 6,5 kg kalium pr 1000 m rad. Dette gav en økning i fosfor-tallene på 0,04 prosent og i kalium-tallene på 0,10 prosent til henholdsvis 0,23 og 1,10 prosent. Tilførselen av kalium var ikke stor nok og K-konsentrasjonen i bladene var under nedre grense for optimalnivået (1,20 prosent) de to siste årene.

### Diskusjon

«Glen Moy» synes å ha et stort avlingspotensiale og er en interessant sort for dyrking til friskkonsum. Bæra er relativt store, faste og har et fint utseende. Smaken er god, men kanskje litt syrlig.

Tidligere undersøkelser har vist at

toppehøyden virker sterkt inn på avlinga pr skott (Nestby 1984), og at økt toppehøyde øker bærantallet pr skott (Wood, Anderson & Freeman 1961).

Økt skotthøyde som følge av økt N-gjødsling ga ikke flere knopper pr skott, men lengre internodier. Topping til ens høyde resulterte derfor i en tendens til færre knopper pr skott der skottveksten var størst. Når det til tross for dette ble funnet sikker positiv sammenheng mellom skottvekst og avling, kan årsaken være at god skottvekst har resultert i et bedre utvalg av kraftige skott etter uttynning enn i ledd der skottveksten var dårligere. Tidligere undersøkelser (Crandall et al. 1974) har vist at bærantallet pr skott øker med økende skotthøyde, noe som hadde sammenheng med den nyttbare karbohydratmengden i knoppene.

Avlingsresultatene viser at en har fått godt betalt for en best mulig tilpassing av N-gjødslinga, med en midlere avlingssøkning på henholdsvis 180 og 225 kg bær pr dekar for 5+5 og 10+5 kg N pr 1000 m rad (tabell 3). Med dagens priser på bringebær til konsum, 25-30 kr. pr kg, tilsvarer dette en stor økning i første-håndsverdien.

Stripegjødsling slik det er gjennomført i dette forsøket gir mulighet til en stor reduksjon i gjødselbruk sammenlignet med gjødsling til hele arealet. Med en radavstand på 3,5 m tilsvarer 1000 m rad et bringebærareal på 3,5 daa. Med de to største N-mengdene, 10 og 15 kg N pr 1000 m rad, er det totalt bare tilført henholdsvis 2,9 og 4,3 kg N pr dekar. En enda bedre måte hadde nok vært å gi gjødsel som gjødselvatn i dryppvatningssystemet. I forsøk med bringebærsorten «Veten» fikk en bedre utnyttelse av nitrogen-gjødsel ved gjødselvatning enn om gjødsel ble utspredd (Nestby & Kongsrud 1993). Gjødselvatning gir økte mu-

ligheter for en balansert gjødseltilførsel etter plantenes behov.

Sammenhengen mellom N-konsentrasjon i bladprøver tatt om høsten og avlinga og bærstørrelsen året etter, viser at bladanalysene er et godt hjelpemiddel for å tilpasse N-gjødslinga. Resultatet viser også at optimalt N-nivå i blad hos «Glen Moy» ligger relativt høyt, og høyere enn det vi regner som optimalt i bringebærblad (2,6-3,0 prosent). Avlinga økte med økende N-tall til over 3,30 prosent mens bærstørrelsen var relativt lite påvirket ved N-tall over 2,90 prosent.

## Sammendrag

Virksomheten av ulike mengder og delt gjødsling med nitrogen til bringebærsoorten «Glen Moy» ble undersøkt i 6 år under god vasstilgang. Fem kg N gitt om våren hadde ingen sikker effekt verken på vekst eller avling, mens de to største N-mengdene økte begge deler. Sammenlignet med ugjødsla ledd var avlingssøkningen for de to største N-mengdene henholdsvis 16 og 20 prosent i middel for de fem avlingsårene.

Det ble satt igjen likt antall skott i alle rutene, og skotta ble toppet i ens høyde. Til tross for dette, ble det funnet sikker sammenheng mellom skottvekst og avling. Avlingssøkningen av økt N-gjødsling fordelte seg omtrent likt på økt bærstørrelse og økt antall bær pr skott.

Det var god sammenheng mellom N-konsentrasjonen i blad-tørrstoffet i prøver tatt 20. august, og avlinga og bærstørrelsen året etter. Optimalområdet for nitrogen i blad-tørrstoffet for «Glen Moy» synes å ligge høyere enn det som vanligvis er tilrådd i bringebær.

## Litteratur

Crandall, P.C., D.F. Allmendinger, J.D. Chamberlain & K.A. Biderbost 1974. Influence of cane number and diameter, irrigation and carbohydrate reserves on the fruit number of red raspberries. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99 (6): 524-526.

Lawson, H.M. & P.D. Waister 1972. The response to nitrogen of a raspberry plantation under contrasting systems of management for weed and sucker control. Hort. Res. 12: 43-55.

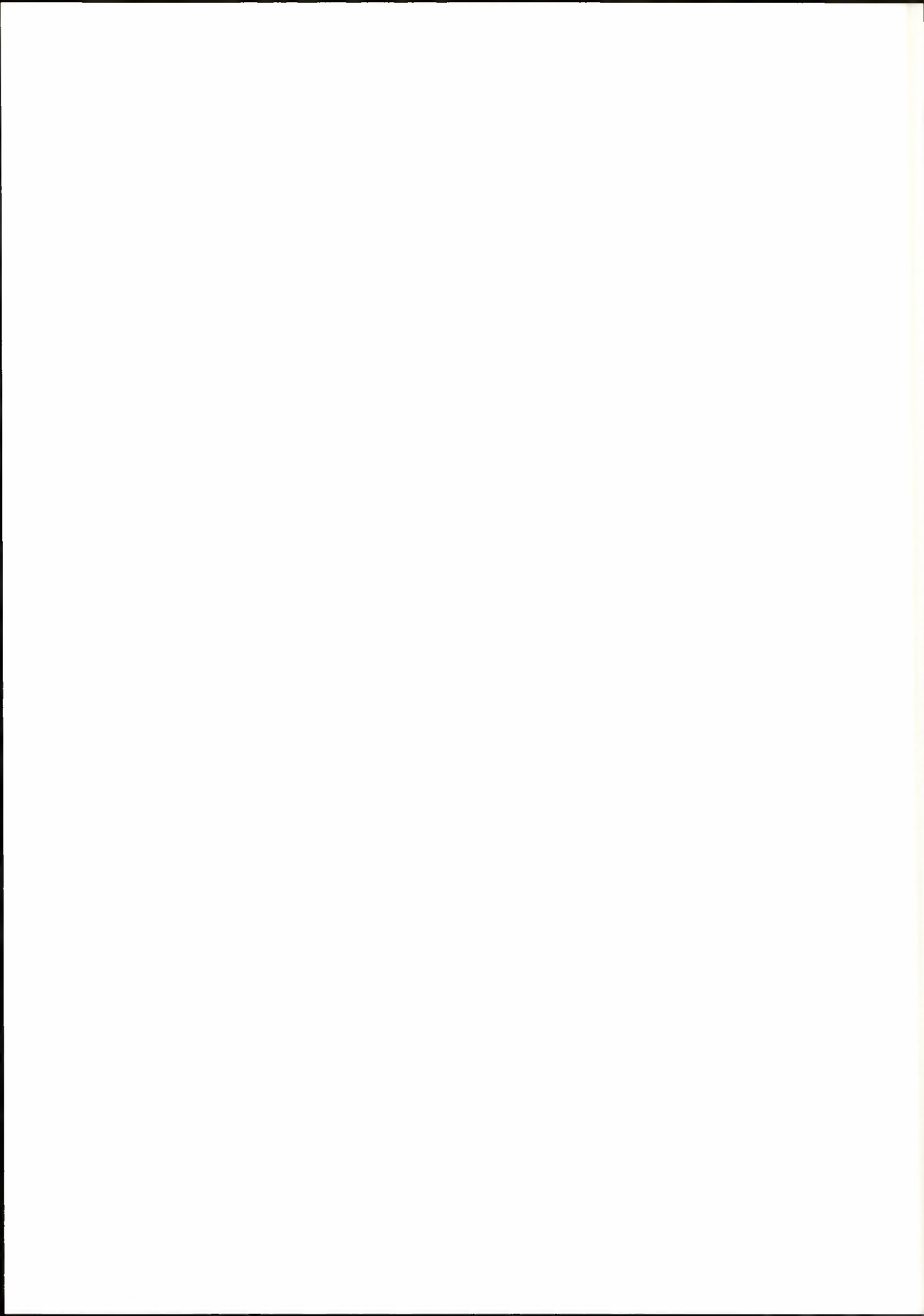
Ljones, B. 1965. Gjødslingsverknader på avlinga hos bringebær. Norges lanbr.-høgsk. Meld. 44(15): 1-13.

Ljones, B. & K. Sakshaug 1967. Nitrogen-verknader på kjemisk samansetnad og avlingskomponentar hos bringebærsortar. Norges landbr.høgsk. Meld. 46(12):1-19.

Nestby, R. 1984. Nitrogen-gjødsling, topping og tynning av årsskudd i bringebærkultivaren «Veten». Forsk. Fors. Landbr. 35:17-23.

Nestby, R. & K.L. Kongsrud 1993. Effect of broadcasted and fertigated N and raised beds on yield and freeze injury of the red raspberry (*Rubus idaeus L.*). Norwegian Jour. Agric. Sci. 7: 249-259.

Redalen, G. 1987. Er det grunnlag for fornying av bringebærsortimentet. Aktuelt fra SFFL nr. 10: 81-86.





# Barkbaserte vekstmedier ved produksjon av skogsplanter

## *Composted pine bark as growth substrate for production of forest nursery species*

KÅRE LUND-HØIE & ROBERT ANDERSEN

Norsk institutt for planteforskning, Plantevernet, Avd. ugras, Ås, Norge. Norsk institutt for skogforskning, Ås, Norge. *The Norwegian Crop Research Institute, Plant Protection, Dept. of Herbology, Ås, Norway. The Norwegian Forest Research Institute, Ås, Norway*

Lund-Høie, K. & R. Andersen 1996. Composed pine bark as growth substrate for production of forest nursery species. *Norsk landbruksforskning* 10:117-148. ISSN 0801-5333.

The objective of this paper is to present the properties of composted bark dominated by the cork fraction from *Pinus sylvestris* (L.) Karst. as an alternative to the peat/perlite mixture as standard growth reference substrate in forest nurseries. The physical and chemical characteristics of the substrates are examined and the reactions of the three species, Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.), Scots pine (*Pinus sylvestris* (L.) Karst.) and birch (*Betula pendula* Roth.) regarding germination and growth are discussed. From the investigation it can be concluded that composted pine bark mixed with a maximum of 25% peat represents a very interesting alternative to the standard growth substrate with a high futural potential not only in forest nurseries but also for production of horticultural species. The composted bark had a maximum particle size of 9 mm and showed about 20% of gasfilled pores when watersaturated and an acidity corresponding to pH 5.5-6. Fresh pine bark of the same particle size or quartz sand (2-3 mm particle size) showed optimum qualities as cover substrates after sowing. Perlite used for the same purpose in combination with composted bark mixed with 25% peat as growth substrate caused a high frequency of abnormal primary spruce roots. In 2-cm deep composted bark/peat (75/25) the temperature exceeded the air temperature by 3-4°C during daytime. The test species used, gave a height growth up to 100% better than that on the standard substrate, with a balanced relationship between root - and top dry weights. The composted bark showed an excellent preventive effect on liver moss. By using composted bark as growth substrate, the initiation of the fertilizing programme could be delayed by 10-12 weeks after sowing or start of the production of the coniferous species and up to about 8 weeks when growing birch. Using the standard substrate (peat/perlite), crop fertilization had to start no later than about 4 weeks after sowing or start of production.

Key words: Birch, composted pine bark, cover substrate, fertilizing, growth reactions, growth substrate, liver moss, Norway spruce, nutrient elements in needles, peat/perlite, Scots pine.

*Kåre Lund-Høie, The Norwegian Crop Research Institute, Plant Protection, Dept. of Herbology, Fellesbygget, N-1432 Ås, Norway.*

Bark og da spesielt kompostert sådann, har lenge vært ansett som et interessant vekstmedium, og det har vært drevet kvalitetsundersøkelser med mediet siden slutten av 50-årene (Solbraa 1967, 1977, 1978, 1979a, 1979b, 1979c; Solbraa & Njøs 1978).

Det foreligger også en undersøkelse over de fysiske og kjemiske egenskaper til barkkompost for dyrking av salat (Gislerød et al. 1985).

Når en begynte å interessere seg for bark som vekstmedium, har dette flere årsaker. Tradisjonelle vekstmedier basert på torv, har vist varierende dyrkingsresultater. Dette kan skyldes ujevn torvkvalitet og dyrkingsteknikker som gir store utslag for dårlige kvaliteter. Ved produksjon av skogsplanter er det i dag vanlig å blande torven med 25% perlit, og en bruker også perlit til dekking av frøet. Imidlertid kan det stilles et spørsmålstegn ved perlit om dette er formålstjenlig rent vekstfysiologisk. En australsk undersøkelse tyder på at frøplanter av enkelte plantesorter kan ta skade i kontakt med perlit (Wilson & Tunny 1965).

En annen viktig egenskap ved barkkompost er dens evne til å undertrykke skadesopper i mediet som *Fusarium* spp., *Giberella* spp., *Helminthosporium* spp., *Glomerella* spp. m.fl. (Kai et al. 1990). Solbraa (1979a) fant at den samme egenskapen ved barkkompost også gjaldt sopper som *Phytophthora*, *Rhizoctonia* sp., *Pythium corticum*, *Botrytis erwinia* og også enkelt nematoder. Bark av nåletrær har også med hell vært forsøkt som bærer av antagonister som *Trichoderma harzianum* og *Gliocladium roseum* for kontroll av skadesoppen *Pythium ultimum*. Både *Fusarium* og *Pythium*-sopper assosieres ofte med rotavdøding på granplanter (Galaaen & Venn 1979).

Det er velkjent at bark kan ha et betydelig innhold av organiske stoffer som

påvirker planteveksten. Ulike garvesyrer utgjør den største vektandelen av slike stoffer. Ellers finner vi fenoler og andre forbindelser. I fersk bark kan konsentrasjonen av slike stoffer bli så høy at plantene dør. Men under kompostering brytes disse stoffene ned til et subtoksisk nivå. Slike lave mengder av bl. a. fenoler kan ha en vekststimulerende virkning (Solbraa 1979b). I korkbark av furu er konsentrasjonen av nevnte skadestoffer generelt så lav at veksthemming sjelden eller aldri inntreffer selv uten kompostering. Men da forutsettes det at en gjødsler tilstrekkelig.

En undersøkelse fra 1992 (Lund-Høie & Solbraa 1992) ble kompostert furubark brukt som vekstmedium ved produksjon av granplanter. Det prosjekt som er presentert i denne artikkel er en videreføring av den forløpige undersøkelsen fra 1992, og prosjektet omfatter furu og bjørk i tillegg til gran som produksjonsplanter.

## Materialer og metoder

Forsøkene ble gjennomført som veksthus/frilandsforsøk i Ås og i tillegg i Buskerud (Hokksund) og Østfold (Prestebakke) skogselskaps planteskoler.

Forsøkene omfattet foruten standard vekstmedium (torv/perlit) også kompostert og fersk bark av furu med et høyt innhold av ytterbark (kork). Barken hadde en partikkelstørrelse mindre enn 9 mm.

Komposteringen av barken foregikk over 10 uker fra ca midten av januar ved Fritzøe barkprodukter, Larvik. Forut for komposteringen ble barken tilført 2 kg urea og 2 kg P-9 pr m<sup>3</sup> bark.

Analyse av den komposterte barken som inngikk i forsøkene, viste følgende verdier for pH og tilgjengelige næringsstoffer på tørrstoffbasis:

	1992-	1993-
	<u>kompost</u>	<u>kompost</u>
pH	6,2	6,1
K (mg/100 g)	110	136
Ca ( « )	400	846
Mg ( « )	36	60
P ( « )	90	233
Am.N ( « )	209	321
Nitrat-N ( « )	1	13

De to analysene viser noe forskjellige verdier. Årsaken til dette er ikke kjent. Men en antar at innholdet av levendebark i barkråstoffet kan ha vært utslagsgivende. Det ser også ut til at innblanding av urea og P kan ha vært noe ujevn. Dette gir særlig utslag for N, P, Ca og Mg.

I enkelte av forsøksleddene ble barken blandet opp med torv av henholdsvis grovstrukturert Närke-plugg og den mer finstrukturerte Nittedal-plugg.

Prosjektet omfattet følgende delundersøkelser:

### Strukturundersøkelser av de ulike vekstmedier

Opplegget omfattet 1) betydningen av komposteringstid og 2) undersøkelse av ulike blandingsforhold mellom de barkbaserte medier og de to torvkalitetene. Sammensetningen av de enkelte vekstmedier er forklart under avsnittet "Resultater". Som forsøkskar ble brukt M60-brett (produksjonsbrett med 60 pottes) og med 3 sambrett pr vekstmedium/behandling. Etter oppfylling i pottene ble vekstmediet presset sammen med samme trykk som generelt anvendt ved Prestebakke skogplanteskole.

Undersøkelsen ble gjennomført ved oppvanning av de ulike produksjonsbrett til feltkapasitet. Deretter ble brettene veid og så overført til et 10 cm sandlag og veid på nytt etter at vekten hadde stabilisert seg. Samme prosess ble gjennomført med

et 50 cm sandlag. Til sist ble mediernes tørrvekt registrert. Volumprosent av fast materiale er regnet ut fra tørrstoffinnholdet i det enkelte medium og en materialtetthet for bark og torv på 1,5 (Solbraa og Njøs 1978).

### Undersøkelse av kjemiske forhold i mediene

#### Ledetall og pH

Undersøkelsen omfattet 2 serier med utgangspunkt i ulike ledetall i den komposterte barken.

Serie 1 var basert på ulike medier med bark fra 1992-komposteringen og med standardmediet torv/perlit som referanse. Den ferske komposten viste et ledetall på 1,0 mSi. Måling av ledetall og pH ble foretatt ukentlig i 15 uker etter oppstart. Serien fikk ikke tilført gjødsel i forsøksperioden.

Serie 2 omfattet kompostert furubark fra 1993 med et ledetall i den ferske komposten på 5,8 mSi. Denne serien bygget på følgende gjødslingsopplegg: 1) standardgjødsling 5 uker etter forsøksstart, 2) gjødsling ved et ledetall i barkmediet på 0,5 mSi tilsvarende ca 12 uker etter forsøksstart og 3) ingen gjødsling i perioden. Ledetallet ble registrert ukentlig i 14 uker.

For begge serier foregikk prøvetaking ved overvanning av brettene, oppfangning av dryppvannet fra pottene og påfølgende målinger i dette.

Opplegget var basert på M60-brett med 3 sambrett pr medium/behandling i et blokkopplegg. De enkelte medier er nærmere karakterisert under avsnittet "Resultater".

### Temperaturforholdene i spiresjiktet til barkmediet ved ulike typer dekklag.

Under feltforhold på en dag med maksimumstemperatur over 30°C, ble tempe-

raturen ved hjelp av termologger, registrert i 2 cm pluggdybde i tillegg til lufttemperaturen. Som vekstmedium ble brukt kompostert bark/torv (75/25) og med henholdsvis perlit og fersk furubark som dekklag. Registreringen ble foretatt gjennom hele døgnet. Undersøkelsen omfattet også bruk av overrisling med små vannmengder som et temperaturregulerende middel. Overrislingen var programmert inn daglig mellom kl 1000 og 1700 med en frekvens av 15 min. vaning pr time. Hver registrering ble gjennomført med 4 gjentak.

### **Etablering og utvikling av gran, furu og bjørk på ulike vekstmedier ved ulike gjødslingsopplegg**

#### *Kimrotutvikling hos granspirer.*

Undersøkelsen omfattet to serier hvorav serie 1 var basert på de to vekstmediene kompostert bark/torv og torv/perlit og ulike pakkingstrykk og dekklag. I forbindelse med pakkingstrykket ble standard pakking av produksjonsbrettene på Prestebakke brukt som referanse. I tillegg ble det forsøkt halvparten av dette trykket.

Serie 2 bygget på 6 ulike vekstmedier ved to ulike klimaforhold: 1) 28°C og ca 80 % luftfuktighet og 2) 20°C og ca 50 % luftfuktighet. Vekstmediene er nærmere karakterisert under avsnittet "Resultater".

Begge seriene ble gjennomført under veksthusforhold og med 3 paralleller pr ledd.

### **Undersøkelse av etablering og vekst**

For de ett-årige kulturer av gran og furu ble det brukt M95-produksjonsbrett og M60-brett for to-årig gran og for bjørk.

Forsøkene ble gjennomført i Hokksund og Prestebakke planteskoler, delvis i veksthus (spirefasen) og delvis på fri-land. De omfattet 5 barkbasert vekstmedier og standard medium i blokkforsøk

med 3 sambrett pr medium/behandling. Sammensetningen av de enkelte medier går fram under avsnittet "Resultater". Brettene ble pakket med det standardtrykk som ble brukt på Prestebakke planteskole og sådd til med 2 frø av henholdsvis gran og furu pr potte. For bjørk var det tilsvarende tall 5. Alle kulturene ble tynnet ut etter ca 5 uker til 1 plante pr potte.

Gjødslingsopplegget første vekstsesongen gikk ut på gjødslingsstart henholdsvis 4, 8 og 12 uker etter oppstarting av produksjonen. For 2.-års gran var det i tillegg felles gjødselstart andre produksjonsåret ved knoppsskyting alternativt midten av juli samme år.

Evalueringen av resultatene var basert på registrering av 0-potter (potter uten planter) henholdsvis 4 og 15 uker etter produksjonsstart, registrering av plante høyder etter 1. og 2. vekståret, vektanalyser av røtter og overjordisk del og mineralanalyser av grannåler. Mineralanalysene ble foretatt ved NISK, seksjon skogøkologi.

### **Etablering og utvikling av levermose på ulike vekstmedier**

Undersøkelsen omfattet ulike barkbaserte medier og typer av dekklag. Standard torv/perlit-medium ble brukt som referanse. Undersøkelsen som ble gjennomført i veksthus, var basert på 19 x 14 x 6 cm plastkar som forsøkskar og med 5 parallelle kar for hver behandling. Levermose med utviklede sporehatter ble hentet utenfra og akklimatisert under veksthusforhold (ca 22°C±5°C og 90-100% luftfuktighet). Deretter ble den delt opp i fraksjoner på 3 x 3 cm, og den enkelte fraksjon ble plassert i midten av det enkelte forsøkskar på toppen av dekklaget. Samtlige forsøkskar ble plassert i veksthus ved 24°C ± 5°C og 90-100% luftfuktighet.

I del 1 av forsøket ble utviklingen av

levermosen vurdert ut fra forskjellig vanningsfrekvens. I del 2 ble levermosen vannet med en pH i vanningsvannet på henholdsvis 2, 4, 6 og 8.

Evalueringen av resultatene ble foretatt ca 3 mndr. etter oppstart. Levermosen ble registrert ved prosentisk utvidelse av den enkelte fraksjon.

## Resultater

### Strukturundersøkelser

Resultatene av de ulike komposteringsperiodene er vist i tabell 1. Den viser at i forhold til den ferske furubarken avtar tettheten i mediet ved begynnende kompostering for deretter å øke til omtrent samme nivå som i utgangsmediet etter ca 12 ukers komposteringstid. Ved forlenget kompostering øker tettheten ytterligere.

Luftvolumet i tørt barkmedium synes å være lite påvirket av komposteringstiden, men det er en svak tendens til nedgang ved økende komposteringstid. Bark i vannmettet tilstand viser relativt høyt

luftvolum når den er fersk (ca 40%). Men ved kompostering synker volumet, og nedgangen er spesielt sterk fram mot ca 12 ukers komposteringstid. Etter denne tid synes nedgangen å være moderat. Ved ca 12 ukers kompostering, viser tabell 1 ca 20% luftvolum. Ved sug på 10 cm sandunderlag ble luftvolumet tilnærmet doblet. Økt sug på 50 cm sandunderlag førte til bare ubetydelig økning av luftvolumet.

Tabell 2 viser luftvolumet i ulike torv- og barkbaserte medier. Barkkomponenten i disse mediene var kompostert i 10 uker. Nittedal-torven viser tilnærmet samme tetthet som barkmediene mens den grovstrukturente Närke-torven er betydelig lettere pr samme volumenhet.

I tørr tilstand viser tabell 2 med unntak av Närke-torv/perlit, små variasjoner mellom de ulike mediene når det gjelder luftinnhold (73,6-76,8%). Närke-torven ligger derimot betydelig høyere (ca 87%).

Også i vannmettet tilstand er det med unntak av Närke-mediet som ligger på ca 52% luftvolum, relativt små forskjeller mellom de øvrige medier med luftvolum på 20-25%. Ved sug på sandunderlag sy-

Tabell 1. Luftvolum i furubark etter ulike komposteringstid

Table 1. Gas volume in pine bark after various periods of composting

Komposteringstid (uker)	Tetthet Bulk density <i>Composting period (weeks)</i> (kg/m <sup>3</sup> )	Luftvolum (%) ved ulike vanninnhold i mediet <i>Volume of gasfilled pores (%)</i>			
		Tørr <i>Dry</i>	Vannmettet <i>Water- saturated</i>	Sug fra 10 cm sand <i>Suction from 10 cm of sand</i>	Sug fra 50 cm sand <i>Suction from 50 cm of sand</i>
0	170.1	88.1	40.2	55.2	55.8
6	159.1	88.6	29.1	47.3	49.2
12	171.6	87.8	20.1	42.1	46.1
18	178.8	86.7	18.8	40.3	45.7

nes det å være tendens til at innblanding av fersk furubark eller sagflis i den komposterte barken, reduserte evnen mediet har til å holde på vannet. Også i dette tilfellet har sug tilsvarende 50 cm sandunderlag i liten grad redusert vanninnholdet i mediene i forhold til et 10 cm sug.

### Kjemiske forhold i vekstmediet

#### a. Ledetall og pH i dryppvannet fra mediene

Resultatene vedrørende ledetallet er vist i tabell 3. Den omfatter ukentlige målinger fram til 15 uker etter oppstartingen og med kompostert furubark fra 1992. Denne komposten viste et ledetall på 1,0 mSi i utgangspunktet. Men fra forsøket ble initiert og fram til første registrering, økte ledetallet til 1,8 mSi. I forsøksperioden fikk ingen av mediene tilskudd av noen

Tabell 2. Luftvolum i ulike vekstmedier

Table 2. Gas volume in various growth substrates

Vekstmedier <i>Growth substrates</i>	Tetthet Bulk density ( $\text{kg/m}^3$ )	Luftvolum (%) ved ulike vanninnhold i mediet <i>Volume of gasfilled pores (%)</i>			
		Tørr <i>Dry</i>	Vann- mettet <i>Water- saturated</i>	Sug fra 10 cm sand <i>Suction from 10 cm of sand</i>	Sug fra 50 cm sand <i>Suction from 50 cm of sand</i>
Nittedal torv/perlit, 75/25 <i>Nittedal-peat/perlite, 75/25</i>	172.2	74.2	24.7	31.4	34.0
Närketorv/perlit, 75/25 <i>Närke-peat/perlite, 75/25</i>	85.8	87.2	52.6	66.2	69.0
Komp. furubark <i>Composted pine bark</i>	154.4	76.8	23.9	33.8	39.2
Komp. furubark/Nittedal- torv, 75/25 <i>Composted pine bark/Nittedal- -peat, 75/25</i>	176.4	73.6	19.8	28.3	33.4
Komp. furubark/ fersk furubark, 75/25 <i>Composted pine bark/fresh pine bark, 75/25</i>	156.6	76.5	20.1	34.2	38.0
Komp. furubark/ fersk furubark, 50/50 <i>Composted pine bark/fresh pine bark, 50/50</i>	174.3	75.8	21.6	36.6	40.2
Komp. furubark/sagflis, 75/25 <i>Composted pine bark/sawdust, 75/25</i>	171.8	74.3	19.4	33.0	37.1

mineralnæring.

I følge tabell 3 lå ledetallet i standardmediet (torv/perlit) i hele perioden på 0,5 mSi eller lavere. I de barkbaserte mediene lå ledetallet betydelig høyere, og for 75/25-blandingene er det først 10-12 uker etter oppstarting at nivåene i standard og barkmediet begynte å nærme seg hverandre. Om en setter en grense på 0,5 mSi for når gjødsling bør starte opp, vil en med kompostert bark alene eller i blanding

med 25% torv, kunne utsette gjødslingsstart ca 12 uker etter oppstarting av produksjonen.

Innblanding av fersk furubark eller sagflis som blandingskomponenter hadde på slutten av forsøksperioden liten innflydelse på ledetallsnivået.

Tabell 4 viser at selv om ledetallet i barkmediet i utgangspunktet er ekstremt høyt, vil likevel aktuelt startpunktet for tilføring av næring være omtrent det

Tabell 3. Ledetallet i dryppvannet fra ulike vekstmedier tilsådd med gran. I. Lavt ledetall i den komposterte barken ved start og ingen gjødsling i perioden

Table 3. Conductivity over time in the leaching water from different growth substrates sown with spruce. I. Low starting conductivity in the composted bark and no fertilizing in the period

Vekstmedium Growth substrates	Uker etter såing Weeks after sowing														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	mSi														
Torv/perlit, 75/25	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5
Peat/perlite, 75/25															
Komp. furubark, 100%	1.8	1.8	1.5	1.5	1.5	1.6	1.4	1.2	0.9	0.8	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5
Composted pine bark															
Komp. furubark/ torv, 75/25	1.9	1.2	1.0	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6
Composted pine bark/peat, 75/25															
Komp. furubark/ fersk furubark, 75/25	1.7	1.5	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.6	0.5	0.4
Composted pine bark/fresh pine bark, 75/25															
Komp. furubark/ fersk furubark, 50/50	1.2	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4
Composted pine bark /fresh pine bark, 50/50															
Komp. furubark/ sagflis, 75/25	1.3	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	0.9	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4
Composted pine bark /sawdust, 75/25															

samme som ved et lavt ledetall i den nykomposterte barken. Forutsetningen er imidlertid at en setter ca 0,5 mSi som en indikator på når behovet for gjødsling er tilstede.

Tabell 4 indikerer også at standardgjødsling 5 uker etter såing har hatt en betydelig varigere virkning på næringsnivået i referansemediet torv/perlit enn i det komposterte mediet.

Tabell 5 viser at pH i de barkbaserte mediene ligger generelt betydelig høyere enn i torvmediet og innenfor området pH 4-6. For standardmediet er tilsvarende område pH 2,8-3,9. Innblanding av fersk furubark eller sagflis i barkmediet, synes ikke å ha påvirket pH i særlig grad.

### b. Temperaturforholdene i spiresjiktet av barkmedier

Figurene 1 og 2 viser temperaturutviklingen i spiresjiktet av kompostert furubark/torv, 75/25, og med henholdsvis perlit og fersk furubark som dekklag. Målingen ble foretatt i produksjonsbrett på friland gjennom et døgn i begynnelsen av juli 1992 med en maksimumstemperatur over 30°C.

De to figurene viser at uten vannkjøling var temperaturen i spiresjiktet lite påvirket av type dekklag. Uten vannkjøling lå spiresjikttemperaturen i perioden mellom ca kl 0400 og ca kl 1000, 3-4°C høyere enn lufttemperaturen. Etter dette tidspunkt og frem mot midnatt lå den

Tabell 4. Ledetallet over tid i dryppvannet fra kompostert furubark/torv, 75/25 (a) og torv/perlit, 75/25 (b) tilsådd med gran. II. Høyt ledetall i den komposterte barken ved start og variert gjødslingsprogram

Table 4. Conductivity in leaching water over time from composted pine bark/peat, 75/25 (a) and peat/perlite, 75/25 (b) sown with spruce. II. High initial conductivity in the composted bark and various fertilizing programme.

Vekst- medium <i>Growth substrate</i>	* Gjødsling etter såing (uker) <i>Fertilizing after sowing (weeks)</i>	Uker etter såing <i>Weeks after sowing</i>													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		mSi													
a	Ingen <i>None</i>	6.8	6.0	3.4	2.9	2.5	2.3	2.0	1.8	1.8	1.7	1.0	0.6	0.4	0.3
	5	6.8	4.8	3.3	2.8	2.4	3.2	3.0	2.7	2.0	1.8	1.7	1.3	1.2	1.1
	12	6.8	5.3	3.4	2.8	2.5	2.3	2.2	2.1	2.0	1.8	1.0	0.6	1.0	1.3
b	Ingen <i>None</i>	1.2	2.0	1.2	1.3	1.3	1.2	1.1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.2	1.0	1.0
	5	1.2	2.0	1.2	1.3	1.3	4.2	6.6	8.5	8.0	6.5	5.0	4.7	4.5	4.3
	12	1.3	2.0	1.2	1.5	1.5	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	2.0	2.2	3.9

\* Standard gjødsling  
Standard fertilizing



Tabell 5. pH i dryppvannet fra ulike vekstmedier tilsådd med gran

Table 5. pH in the leaching water from different growth substrates sown with spruce

Vekstmedium Growth substrates	Uker etter såing Weeks after sowing														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	pH														
Torv/perlit, 75/25	3.1	3.2	3.6	3.7	3.6	3.8	3.9	3.6	3.9	3.2	3.7	3.6	3.5	3.5	2.8
Peat/perlite, 75/25															
Komp. furubark, 100%	5.7	6.0	5.6	5.4	5.2	4.8	4.8	4.8	5.0	4.9	4.9	4.8	4.6	4.4	4.2
Composted pine bark															
Komp. furubark/ torv, 75/25	4.8	4.9	5.1	5.2	5.3	5.2	5.3	4.9	5.6	4.6	4.3	4.2	4.2	4.5	4.0
Composted pine bark/peat, 75/25															
Komp. furubark/ fersk furubark, 75/25	5.4	5.9	5.7	5.7	5.6	5.4	5.3	4.9	5.2	5.1	5.2	5.1	4.9	4.4	4.2
Composted pine bark/fresh pine bark, 75/25															
Komp. furubark/ fersk furubark, 50/50	5.4	5.6	5.6	5.6	5.9	6.0	5.1	5.2	5.2	5.0	5.1	5.2	5.1	4.5	4.4
Composted pine bark/fresh pine bark, 50/50															
Komp. furubark/ sagflis, 75/25	5.7	5.9	5.6	5.1	5.0	5.6	5.3	5.0	5.0	5.0	5.1	5.0	5.0	4.9	4.7
Composted pine bark/sawdust, 75/25															

likt eller noe lavere (2-5°C). Maksimums-temperaturen i spiresjiktet lå 6-7°C lavere enn lufttemperaturen.

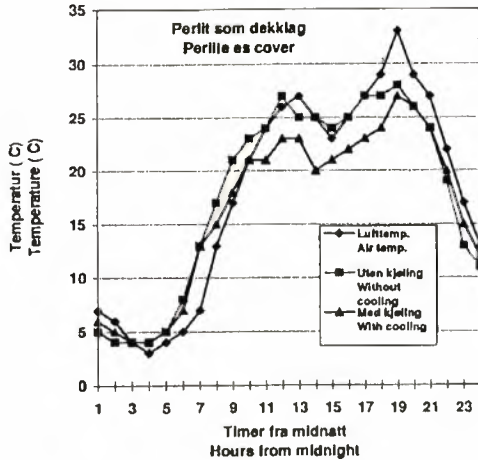
Figurene 1 og 2 viser også at vannkjøling av mediet mellom kl 1000 og kl 1700, førte gjennomgående til en senking av spiresjikttemperaturen på 3-5°C.

## Vekstreaksjoner

### Ett- og toårig gran

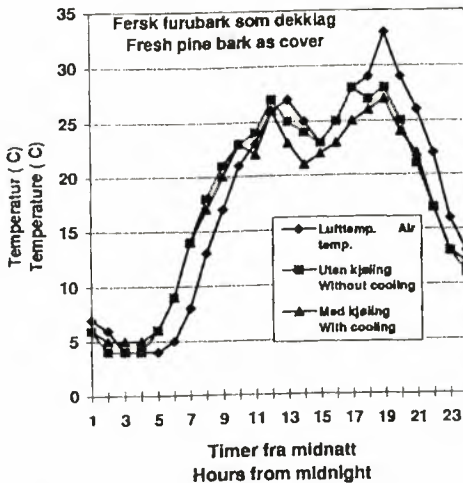
#### 1. Spiring

Tabell 6 viser prosent potter uten gran-spirer henholdsvis 4 og 15 uker etter såing.



Figur 1. Temperaturutvikling i 2 cm dybde av kompostert bark/torv (75/25) i M60-brett med 2-3 cm høye gran spirer og med perlit som dekkslag.

Fig. 1. Temperature progress in a 2cm deep composted pine bark/peat (75/25) mixture in M60 production trays with 2-3 cm spruce seedlings and perlite as cover.



Figur 2. Som for figur 1, men med fersk furubark som dekkslag.

Fig. 2. As for Figure 1, but with fresh pine bark as cover.

Tabell 6 gir en antydning om at med perlit som dekkslag på standardmediet foregår spiringen noe raskere enn ved bruk av fersk furubark som dekkslag (1-2). Den viser også at Närke-torv som komponent i barkblandingen har gitt noe dårligere spiring enn ved bruk av Nittedal-torven som komponent (3-5, 4-6).

Tabell 6 viser ingen klar sammenheng mellom spiring og gjødslingsopplegg.

Tabell 7 viser prosent potter uten gran spirer ved bruk av standardmedium og et barkbasert medium og ved tre typer av dekkslag for hvert medium. Det er ingen tydelige utslag for noen av dekkslagene på planteetableringen. Derimot viser tabellen sikre utslag på plantehøydene etter 12 uker. I så måte viser perlit seg som lite formålstjenlig til dekking. Alternativene fersk furubark eller kvartssand har uansett type vekstmedium, resultert i signifikant bedre vekst.

## 2. Kimrotutvikling

Figur 3 viser virkningen av klimaet på utviklingen av kimrøtter i ulike vekstmedier og dekkslag. Figuren illustrerer at det uavhengig av vekstmedium er en nær sammenheng mellom klimaforholdene under spiringen og utviklingen av unormale kimrøtter. Høy temperatur i spiremiljøet kombinert med høy luftfuktighet (28°C og ca 80% luftfuktighet) førte til en kraftig økning av prosent unormale kimrøtter til forhold til mer normale spireforhold. Med unormal utvikling av kimrøttene menes røtter som ble liggende oppe på spiremediet uten å trenge ned.

Figur 3 viser også at uavhengig av klimaet, har fersk furubark som vekstmedium forårsaket en mer normal kimrotutvikling enn øvrige vekstmedier. Mellom standardmediet torv/perlit og barkmediet er det ingen tydelig forskjell. Men ifølge figur 3 viser perlit som dekkslag på et barkmedium i denne sammenheng

Tabell 6 Prosent potter i M60 produksjonsbrett uten granplanter (0-potteprosent) ved ulike vekstmedier og gjødslingsopplegg

Table 6 Percentage of pots in M60 production trays without spruce seedlings (% 0-pots) at different growth substrates and fertilizing programmes

*Vekstmedium <i>Growth substrate</i>	Uker etter såing <i>Weeks after sowing</i>	Gjødslingsstart etter såing (uker): <i>Start of fertilizing after sowing (weeks):</i>		
		4	8	12
		% potter uten granplanter <i>% pots without spruce seedlings</i>		
1	4	17.4	18.3	18.0
	15	20.3	21.6	19.6
2	4	23.4	27.5	26.5
	15	16.3	17.6	20.8
3	4	17.8	18.1	23.3
	15	21.4	15.1	15.6
4	4	13.9	14.2	16.6
	15	15.5	15.0	16.9
5	4	11.9	13.1	16.3
	15	21.7	23.6	17.8
6	4	14.4	18.6	18.4
	15	17.4	20.3	19.8
** LSD	15	4.4	4.5	4.4

\* Vekstmedium:

*Growth substrate:*

1: Nittedal-torv/perlit, 75/25 med perlit som dekklag

*Nittedal-peat/perlite, 75/25 with perlite as cover*

2: Nittedal-torv/perlit, 75/25 med fersk furubark som dekklag

*Nittedal-peat/perlite, 75/25 with fresh pine bark as cover*

3: Komp. furubark/Nittedal-torv, 75/25 med fersk furubark som dekklag

*Composted pine bark/Nittedal-peat, 75/25 with fresh bark as cover*

4: Komp. furubark/Nittedal-torv, 50/50 med fersk furubark som dekklag

*Composted pine bark/Nittedal-peat, 50/50 with fresh pine bark as cover*

5: Komp. furubark/Närketorv, 75/25 med fersk furubark som dekklag

*Composted pine bark/Närke-peat, 75/25 with fresh pine bark as cover*

6: Komp. furubark/Närketorv, 50/50 med fersk furubark som dekklag

*Composted pine bark/Närke-peat, 50/50 with fresh pine bark as cover*\*\* LSD ( $p \leq 0.05$ ) (n = 360)

uheldige egenskaper.

Tabell 8 viser hvordan pakkingstrykket og kombinasjonen vekstmedium/dekklag

har virket på kimrotutviklingen. I forhold til standardmediet og med perlit som dekklag, viser tabellen en sikker økning

Tabell 7. Virkning av vekstsubstrat/dekklag på spiring og utvikling av granplanter i M95 Brett

Table 7. Effects of growth substrate and cover on germination and growth of spruce seedlings in M95 production trays

Vekstmedium (75/25 - blanding) Growth substrate (75/25-mixture)	Dekklag Cover	Uker etter såing Weeks after sowing	
		5 % 0-potter % pots without seedlings	12 Plantehøyde (cm) Plant height (cm)
Torv/perlit <i>Peat/perlite</i>	Perlite	5.0	3.9
Komp.furubark/torv <i>Composted pine bark/peat</i>			4.7
Torv/perlit <i>Peat/perlite</i>	Fersk furubark <i>Fresh pine bark</i>	4.0	7.5
Komp. furubark/torv <i>Composted pine bark/peat</i>			6.3
Torv/perlit <i>Peat/perlite</i>	Kvartssand <i>Quartzsand</i>	8.3	7.7
Komp. furubark/torv <i>Composted pine bark/peat</i>			6.0
LSD		2.3	0.4

LSD ( $p \leq 0.05$ ) (n=285)

av frekvensen av spirer med unormal kimrotutvikling på barkmediet. Dette gjelder uansett pakkingsstrykk. Fersk furubark som dekklag viser motsatt effekt, men fortsatt uten sikkert utslag av pakkingsstrykket. Resultatene viser ingen tydelig sammenheng mellom spireprosent og frekvens av unormal kimrotutvikling.

### 3. Høydevekst

Både etter 1. og 2. vekstperioden har de barkbaserte mediene gitt sikkert bedre og opp mot 100% større høydevekst enn standardmediet torv/perlit. (tabell 9). Mellom de barkbaserte mediene er det derimot ingen sikre forskjeller. Men det

er tendens til svakere resultat ved bruk av Närke-torv i stedet for Nittedal-torv som blandingskomponent i barkmediene.

De to dekklagene på standardmediet viser tilnærmet samme virkning på høydeveksten.

For standardmediene viser tabell 9 sikker nedgang i høydeveksten ved utsatt gjødslingsstart. Dette gjelder begge vekstsesonger. Vekstreaksjonen på utsatt gjødsling 2. vekstsesongen ble forsterket ved utsatt gjødslingsstart 1. vekstsesongen.

Utsatt gjødslingsstart 1. vekstsesongen av de barkbaserte mediene har i følge tabell 9 ikke gitt sikre utslag på høydeveksten hverken 1. eller 2. vekstsesongen.

Tabell 8 Spiring og kimrotutvikling av granspirer i M60 brett 5 uker etter såing ved ulike vekstmedier, dekklag og pakkingsgrad av mediet.

Table 8 Germination and development of primary roots of spruce seedlings in M60 production trays 5 weeks after sowing at different growth substrates, covers and substrate packing

Vekstmedium <i>Growth substrate</i>	Dekklag <i>Cover</i>	Pakking av plugg <i>Packing of substrate</i>	Antall potter med:	
			Ingen spirer <i>No seedlings</i>	Unormale kimrøtter <i>Abnormal primary roots</i>
Torv/perlit, 75/25 % <i>Peat/perlite,</i> 75/25	Perlite	Standard	15.0	20.0
		50 % av st.	8.3	16.0
Komp. bark/perlit, 75/25 <i>Composted pine bark/perlite,</i> 75/25	Fersk furubark <i>Fresh pine bark</i>	Standard	6.0	6.0
		50 % av st.	8.3	6.7
		Standard	78.0	44.0
Komp. bark/perlit, 75/25 <i>Composted pine bark/perlite,</i> 75/25	Fersk furubark <i>Fresh pine bark</i>	50 % av st.	13.7	39.7
		Standard	9.3	18.7
		50 % av st.	10.3	14.3
*LSD		Standard	7.2	12.0
		50 % av st.	8.4	10.5

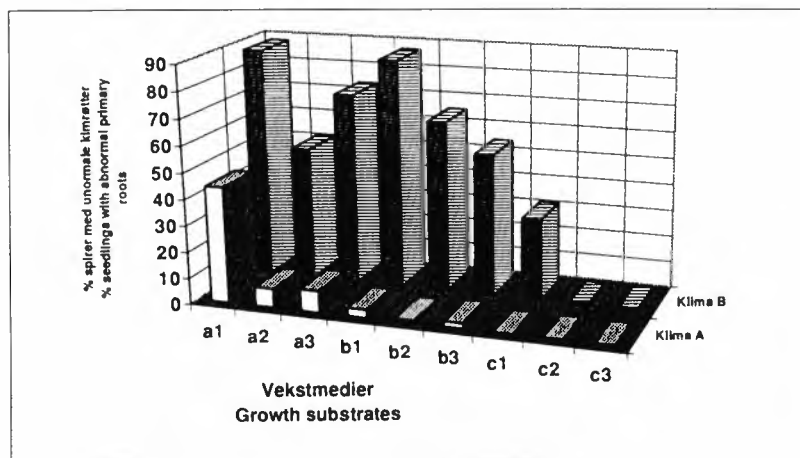
\* LSD ( $p \leq 0.05$ ): Verdi for sammenligning av middelværdier for de ulike behandlinger ( $n = 285$ )  
LSD ( $p \leq 0.05$ ): Value for comparison of means within the individual treatments ( $n = 285$ )

Men resultatene indikerer en viss reduksjon av høydeveksten ved en utsettelse av gjødslingsstart fra 8 til 12 uker, og dette gjelder spesielt ved samtidig utsatt gjødslingsstart 2. vekstsesongen.

#### 4. Topp/rot-forhold

For de torvbaserte mediene viser tabell 10 nedgang i både topp- og rotvekt ved

utsatt gjødslingsstart 1. vekstsesongen. Men det er bare ved utsettelse fra 4 til 8 uker etter produksjonsstart at nedgangen er sikker. Men forholdet mellom de to vekstparametrene har likevel holdt seg relativt konstant. Utsatt gjødsling 2. vekstsesongen har derimot ført til en relativt sterkere reduksjon av toppveksten enn av rotveksten slik at forholdet mellom de to



Figur 3. Virkning av klima på frekvensen av unormal kimerotutvikling hos granspirer.

Figure 3. Effect of climate on the frequency of abnormal primary root development of spruce seedlings.

Klima (climate): A: 20°C, 50% RH; B: 28°C, 80% RH. vekstmedium (growth substrate): a: Kompostert bark/torv, 75/25 (composted bark/peat, 75/25); b: Torv/perlit, 75/25 (peat/perlite, 75/25); c: Fersk furubark/ 75/25 (fresh pine bark/peat, 75/25). Dekkmateriale (cover): 1: Ingen (none); 2: Fersk furubark (fresh pine bark); 3: Perlit.

parametrene har gått betydelig ned.

Den samme utviklingen finner en i prinsippet igjen også i de barkbaserte mediene selv om forskjellene her ikke er sikre. Barkmedier med Närke-torv som blandingskomponent, viser gjennomgående en noe sterkere nedgang i topp/rotforholdet ved utsatt gjødslingsstart enn ved bruk av Nittedal-torv som komponent. Dette tyder på at Närke-torven relativt sett, har hatt en noe gunstigere virkning på rotveksten enn Nittedal-torven.

### 5. Mineralinnholdet i nålene

Tabell 11 viser konsentrasjonen av mineraler i grannålene etter 1. og 2. vekstsesongen. Resultatene viser at Ca-innholdet ligger ca 3 ganger høyere i nåler fra barkbaserte planter enn i nålene fra torvbaserte planter. Ca-nivået vedrørende de barkbaserte vekstmedier synes relativt upåvirket av gjødslingsopplegget 1. vekstsesongen. Det samme gjelder også 2. vekstsesongen, men nivået denne vekstsesongen lå i henhold til tabell 11,

generelt ca 40% lavere.

For de torvbaserte plantene viser tabell 11, en betydelig økning av Ca-innholdet ved utsatt gjødslingsstart. Dette gjelder begge vekstsesongene selv om nivået 2. vekstsesongen lå generelt 30-35% lavere enn 1. vekstsesongen..

Resultatene viser 4-5 ganger høyere Mn-konsentrasjon i de barkbaserte plantene enn i de torvbaserte. Men bildet for øvrig synes å være det samme som for Ca.

K-innholdet synes å være relativt upåvirket av både vekstmedium og gjødsling-sopplegg. Det samme gjelder også i en viss grad Mg selv om innholdet av dette mineralet gjennomgående ligger noe lavere i de barkbaserte plantene. P-innholdet ligger også lavere i de barkbaserte plantene. Ellers er reaksjonen vedrørende dette mineral på gjødslingsopplegget det samme som for Ca.

N-innholdet (total) i nålene ligger generelt høyest i de torvbaserte plantene og innholdet synes lite påvirket av gjødsling-

Tabell 9. Høydevekst hos ett- og toårig gran i M60 brett ved ulike vekstmedier og gjødslingsopplegg  
 Table 9. Height growth responses of one and two years old spruce plants in M60 production trays to different growth substracts and of fertilizing programmes

* Vekstmedium <i>Growth substrate</i>	Gjødslingsstart 1. år (uker etter såing) <i>Start of fertilizing 1st year (weeks after sowing)</i>	Middelshøyde (cm) <i>Mean heights (cm)</i>		
		Etter 1. år <i>After the 1<sup>st</sup> year</i>	Etter 2. år <i>After the 2<sup>nd</sup> year</i>	Gjødslingsstart 2. år (uker etter knoppsskyting) <i>Start of fertilizing 2<sup>nd</sup> growth season (weeks after bud break)</i>
			0	12
1	4	7.7	11.6	11.0
	8	5.2	8.3	6.4
	12	2.6	5.0	3.5
	**LSD	1.8	1.9	2.1
2	4	8.6	12.1	12.1
	8	5.6	8.8	6.9
	12	3.2	5.1	4.0
	**LSD	1.6	1.8	2.0
3	4	13.3	25.2	20.8
	8	13.5	24.3	19.9
	12	11.6	22.7	17.1
	**LSD	3.1	4.3	4.1
4	4	15.1	23.5	21.5
	8	14.9	22.5	19.2
	12	12.0	20.4	15.3
	**LSD	3.2	3.8	4.3
5	4	14.1	24.3	23.3
	8	15.1	25.4	22.3
	12	12.4	22.2	18.9
	**LSD	3.1	2.9	3.3
6	4	11.1	22.3	19.3
	8	12.1	20.2	17.5
	12	10.9	18.0	15.4
	**LSD	2.9	2.6	2.5
**LSD	4	4.4	7.4	6.0
(vekstmedier)	8	3.8	6.5	4.9
( <i>Growth substrates</i> )	12	3.1	5.1	4.9

\* Se tabell 6. See Table 6

\*\* LSD ( $p \leq 0.05$ ) ( $n = 570$ )

Tabell 10. Topp/rotvekt og -forhold hos gran i M60 brett ved ulike vekstmedier og gjødslingsopplegg  
 Table 10. Top/root weights and ratio of spruce seedlings in M60 production trays at different growth substrates and programmes of fertilizing

* Vekst-medium Growth substrate	Etter henholdsvis 1. og 2. vekstsesong After respectively 1 <sup>st</sup> and 2 <sup>nd</sup> growth season	** Gjødslingsstart Start of fertilizing						
		1. år, 1 <sup>st</sup> year			2. år, 2 <sup>nd</sup> year			
		g1	g2	g3	***LSD (gjødsling)	g1.1	g1.2	***LSD (gjødsling)
1	a) Toppvekt (g) Top weight (g)	3.90	1.47	0.43	1.21	9.50	6.85	3.88
	b) Rotvekt (g) Root weight (g)	2.18	0.78	0.21	0.85	5.37	5.07	3.07
	T/R	1.72	1.92	1.84		1.63	1.24	
2	a)	3.75	1.35	0.45	1.16	10.22	7.13	4.22
	b)	1.99	0.65	0.22	0.74	5.37	4.87	2.72
	T/R	1.82	2.02	1.99		1.70	1.38	
3	a)	7.85	7.46	5.73	2.13	25.20	15.04	5.46
	b)	4.16	3.92	3.01	1.86	8.04	6.80	2.31
	T/R	1.88	1.98	1.84		3.16	2.17	
4	a)	7.71	7.09	5.87	2.44	23.90	15.25	6.26
	b)	3.35	2.09	3.51	1.95	7.23	6.80	2.13
	T/R	2.31	1.84	2.31		3.19	2.24	
5	a)	8.51	7.39	6.67	2.03	24.89	16.65	6.68
	b)	4.03	3.80	3.85	1.46	6.20	7.54	1.68
	T/R	2.02	1.95	1.58		3.88	2.39	
6	a)	7.81	5.98	5.11	2.61	20.93	12.19	4.48
	b)	3.98	3.25	2.94	1.23	8.02	5.95	1.58
	T/R	2.02	1.91	1.75		2.63	2.13	
***LSD (Vekstmedium):		2.41	3.61	3.46		5.79	4.26	
a)								
b)		1.05	0.91	1.01		0.94	1.21	

\* Se tabell 6. See table 6

\*\* Gjødslingsstart: Start of fertilizing:

g1: 4 uker etter såing

4 weeks after sowing

g2: 8 uker etter såing

8 weeks after sowing

g3: 12 uker etter såing

12 weeks after sowing

g1.1: Som g1, 1. vekstsesong og standardgjødsling 2. vekstsesong

As g1, 1<sup>st</sup> growth season and routine fertilizing the 2<sup>nd</sup> growth season

g1.2: Som g2, 1. vekstsesong og standardgjødsling fra 12 uker etter knoppsskyting 2. vekstsesong

As g2, 1. growth season and routine fertilizing from 12 weeks after bud break in the 2<sup>nd</sup> growth season

\*\*\* LSD (p  $\leq$  0.05) (n=260)



Tabell 11. Mineralkonsentrasjon i nåler av gran etter avsluttet vekstsesong ved ulike vekstmedier og gjødsling-sopplegg

Table 11. Mineral concentration in needles of Norway spruce seedlings after ended growth season at various growth substrates and programmes of fertilizing

Vekstmedium <i>Growth substrate</i>	*Gjødslingsopplegg <i>Fertilizing of programme</i>	Mineralkonsentrasjon (mmol/kg t.v.) <i>Mineral concentration (mmole/kg dw)</i>							
		Ca	K	Mg	Mn	Kj.-N	P	S	B
Torv/perlit,	<u>1. år 1. year</u>								
75/25	g1	57.2	276	58.4	4.46	1819	94.6	50.1	2.85
Peat/perlite,	g2	72.4	299	57.5	5.58	1942	110	57.2	2.89
75/25	g3	107	285	65.2	6.45	1942	125	65.2	3.38
	<u>2. år 2. year</u>								
	g1.1	39.1	208	55.0	3.57	1848	84.1	55.2	3.49
	g1.2	52.3	225	54.6	3.97	1648	86.8	49.2	3.71
Komp.	<u>1. år 1. year</u>								
furubark/torv,	g1	161	281	49.8	22.8	1772	95.4	48.7	1.94
75/25	g2	164	290	48.4	22.4	1595	97.4	47.4	1.92
Composted pine bark/peat,	g3	164	268	46.1	23.4	1675	94.5	43.9	1.74
75/2									
	<u>2. år 2. year</u>								
	g1.1	121	220	52.9	17.1	1542	80.7	46.9	2.68
	g2.1	124	248	49.5	13.9	1486	79.9	49.1	2.31
	g3.1	115	218	40.4	14.5	1498	76.8	46.1	2.68
	g1.2	113	235	43.8	17.6	1164	67.7	43.8	2.66
	g2.2	121	231	42.4	16.5	1123	66.1	36.8	2.59
	g3.2	115	215	45.4	16.7	1142	66.5	39.8	2.21
Komp.	<u>1. år 1. year</u>								
furubark/torv,	g1	134	263	51.3	18.4	1704	93.4	50.5	2.09
50/50	g2	136	264	45.4	20.3	1746	88.7	46.9	1.92
Composted pine bark/peat,	g3	142	260	47.7	22.9	1602	96.6	46.0	1.88
50/50	g1.1	77.8	231	46.7	11.0	1533	77.5	59.3	2.47
	g2.1	83.3	222	48.5	11.6	1535	77.2	46.3	2.90
	g3.1	93.1	225	45.2	13.6	1484	76.0	50.8	3.41
	g1.2	78.1	190	37.2	12.1	1147	64.0	38.3	2.39
	g2.2	98.8	209	41.5	13.7	1092	64.3	38.5	2.39
	g3.2	96.0	207	38.8	15.9	1078	63.8	43.6	2.30

\* Se forklaring under tabell 10

See text under table 10

sopplegget 1. året. Utsatt gjødsling 2. vekståret har derimot ført til en betydelig nedgang i N-innholdet. Den samme situasjon finner en også igjen hos de barkbaserte plantene.

Når det gjelder S, er bildet prinsipielt det samme som for Mg. B-innholdet synes relativt upåvirket av typen vekstmedium, og det har reagert på gjødsling-sopplegget omtrent på samme måte som Mg.

## Ett-årig furu

### 1. Spiring

Ifølge tabell 12 var det klart bedre spiring av furu i det torvbasert medium med

perlit enn med fersk furubark som dekk-lag. Også i forhold til de barkbaserte medier ligger torvmediet best an. Av barkmediene viser tabellen tendens til redusert spiring ved bruk av Närke-torv som blandingskomponent. For alle mediene er det relativ klar tendens i retning av økt andel 0-potter ved utsettelse av gjødslingen utover 8 uker etter produksjonsstart.

### 2. Høydevekst

Tabell 13 viser en sikkert bedre høydevekst på plantene i de barkbaserte mediene i forhold til de torvbaserte, og denne forskjellen viser forsterket tendens jo senere gjødslingen startet opp.

Tabell 12. Prosent potter i M95 produksjonsbrett uten furuplanter (0-potteprosent) ved ulike vekstmedier og gjødslingsopplegg

Table 12. Percentage of pots in M95 production trays without pine seedlings (% 0-pots) at different growth substrates and fertilizing programmes.

* Vekstmedium <i>Growth substrate</i>	Uker etter såing <i>Weeks after sowing</i>	Gjødslingsstart etter såing (uker): <i>Start of fertilizing after sowing (weeks):</i>		
		4	8	12
		% potter uten furuplanter <i>% pots without pine seedlings</i>		
1	4	1.4	1.5	1.6
	15	3.3	3.2	2.7
2	4	11.1	11.1	16.7
	15	9.1	9.1	9.6
3	4	7.2	6.1	8.6
	15	7.5	6.7	8.1
4	4	4.6	7.3	8.1
	15	4.9	7.8	8.3
5	4	4.9	4.9	8.1
	15	5.9	5.6	8.3
6	4	8.4	7.2	11.6
	15	8.3	10.7	15.4
** LSD	15	3.4	5.2	5.3

\* Se tabell 6. See Table 6

\*\* LSD ( $p \leq 0.05$ ) ( $n=570$ )

Vekstreduksjonene ved utsatt gjødsling er statistisk sikre for torvmediene, men ikke for de barkbaserte mediene.

### 3. Topp/rot-forhold

Hos plantene på de torvbaserede mediene har toppveksten reagert sikkert negativt på utsatt gjødslingsstart. For rotveksten har utslaget vært mindre og resultatet er avtagende topp/rotforhold med utsatt gjødslingsstart. For de barkbaserte plantene er utslaget av gjødslingsstarten noe mer usikker. Men både topp- og rotveksten viser nedadgående tendens ved gjødslingsstart utover 8 uker etter produksjonsstart. Utslagene synes sterkest ved bruk av Nårke-torv som blandingskomponent.

## Ett-årig bjørk

### 1. Spirings

Tabell 15 viser at det foregikk en betydelig avdøding av bjørkespirer i perioden 4-15 uker etter såing. Denne prosessen

viste seg langt mer markant ved bruk av fersk furubark som dekklag enn med perlit. Også de barkbaserte medier med fersk furubark som dekklag, viser en høyere prosent med pletter uten planter enn standardmediet.

Materialet (tabell 15) viser tendens til bedret spiring ved utsatt gjødslingsstart, men resultatene er variable og ikke sikre.

### 2. Høydevekst

I forhold til referansemediet har de barkbaserte medier gitt en sikker bedre høydevekst, og forskjellen er mer markant jo lengre en utsetter gjødslingsstarten (tabell 16). Mellom barkmediene er det derimot ingen sikre forskjeller. Med standardmedium har en utsettelse av gjødslingsstart gitt sikker nedgang i høydeveksten og utslaget er størst ved en utsettelse på 8 uker i forhold til produksjonsstart. Nedgangen i høydevekst er sikker for begge typer dekklag. Mellom de barkbaserte

Tabell 13. Plantehøyder på 1/0 furu etter avsluttet vekstsesong i M95 brett ved ulike vekstmedier og gjødsling-sopplegg.

Table 13. Height growth responses of 1/0 Scots pine seedlings to different growth substrates and fertilizing programmes after end of the growth season in M95 production trays

* Vekstmedium Growth substrate	Gjødslingsstart etter såing (uker): Start of fertilizing after sowing (weeks):			** LSD
	4	8	12	
	Plantehøyder (cm) Plant height (cm)			
1	9.8	7.8	5.2	2.9
2	9.5	7.3	5.2	2.6
3	12.2	13.8	12.3	4.4
4	13.8	13.7	11.0	5.2
5	13.7	14.4	12.0	4.9
6	13.4	13.2	11.1	4.5
** LSD	2.1	4.3	3.9	

\* Se tabell 6. See Table 6

\*\* LSD ( $p \leq 0.05$ ) ( $n=570$ )

Tabell 14. Topp-/rotvekst og -forhold hos 1/0 furu i M95 brett ved ulike vekstmedier og gjødslingsopplegg  
 Table 14. Top/root weights and ratio of 1/0 pine seedlings in M95 production trays at different growth substrates and programmes of fertilizing

* Vekst-medium <i>Growth substrate</i>	Etter avsluttet vekstsesong <i>After ended growth season</i>	** Gjødslingsstart etter såing (uker) <i>Start of fertilizing after sowing (weeks)</i>			**LSD (gjødsling)
		4	8	12	
1	a) Toppvekt (g) <i>Top weight (g)</i>	5.14	2.65	1.42	0.55
	b) Rotvekt (g) <i>Root weight (g)</i>	2.55	1.62	1.09	0.69
	T/R	2.12	1.76	1.30	
2	a)	4.26	2.65	1.61	0.97
	b)	2.51	1.92	1.23	0.46
	T/R	2.44	1.43	1.27	
3	a)	7.11	8.13	6.76	2.51
	b)	1.38	3.38	2.98	1.38
	T/R	2.10	2.16	2.29	
4	a)	7.36	8.46	6.16	2.58
	b)	3.18	3.48	3.18	0.97
	T/R	2.34	2.48	1.88	
5	a)	7.02	7.36	5.43	2.47
	b)	3.45	3.20	2.31	1.54
	T/R	2.02	2.34	2.22	
6	a)	6.23	7.73	1.48	1.18
	b)	3.08	3.22	2.83	1.08
	T/R	2.01	2.40	1.97	
**LSD (Vekstmedium)					
a)		2.19	1.84	1.43	
b)		0.94	0.98	0.85	

\*: Se forklaring under tabell 6  
 See text under Table 6

\*\* LSD ( $p \leq 0.05$ ) (n=570)

ved utsettelse av gjødslingsstart opp til 8 uker, men tendensen er likevel negativ. Gjødsling etter 12 uker har derimot gitt et mer markert utslag.

### 3. Topp/rot-forhold

Utsatt gjødslingsstart av standardmediet har i følge tabell 17, resultert i en sikker

nedgang av både topp- og rotvekt. Dette gjelder spesielt i det tilfelle gjødslingstart er utsatt fra 4 til 8 uker. Et tildels kraftig avtagende topp/rot-forhold viser at den overjordiske veksten av bjørkeplantene har vært langt mer følsom for manglende gjødsling enn rotveksten. En finner den samme utvikling der fersk furubark er

Tabell 15. Prosent potter i M60 produksjonsbrett uten bjørkeplanter (0-potteprosent) ved ulike vekstmedier og gjødslingsopplegg

Table 15. Percentage of pots in M60 production trays without birch seedlings (% 0-pots) at different growth substrates and fertilizing programmes

*Vekstmedium Growth substrate	Uker etter såing Weeks after sowing	Gjødslingsstart etter såing (uker): Start of fertilizing after sowing (weeks):		
		4	8	12
		% potter uten bjørkeplanter % pots without birch seedlings		
1	4	17.0	11.3	11.1
	15	21.5	29.6	22.5
2	4	26.1	22.0	28.9
	15	35.7	32.8	27.6
3	4	22.8	15.9	18.4
	15	36.1	24.9	20.1
4	4	19.8	16.1	20.6
	15	31.7	24.5	21.4
5	4	25.0	16.3	17.1
	15	34.1	28.4	21.7
6	4	19.2	23.9	25.1
	15	32.0	31.4	30.1
**LSD	15	10.25	10.84	10.31
* Se forklaring under tabell 6 See text under Table 6				
** LSD ( $p \leq 0.05$ ) (n=570)				

brukt som dekkmedium på referansemediet, og det samme gjelder også barkmediene selv om utslagene der er mindre.

### Virkning på levermose

#### 1. Vekstmedium/dekklag/vanningsfrekvens

Tabell 18 viser at ved laveste vanningsfrekvens var det vekst av levermose bare på standard torvmedium med dekklag. Ved vanning 3 ganger pr. uke var det til-

groing i alle ledd med størst dekning i potter med torv og perlit og særlig med perlit som dekklag. Perlitdekning ga også størst vekst, mens furubark som dekklag ga en vesentlig reduksjon.

#### 2. pH i vanningsvannet

pH i vanningsvannet har ifølge tabell 19 hatt en markert virkning på utbredelsen av levermose. Dette gjelder uavhengig av vekstmedium og dekklag. En optimal pH for levermosen synes å ligge på den

Tabell 16. Plante høyder av bjørk etter avsluttet vestsesong i M60-brett ved ulike vekstmedier og gjødslingsopplegg

*Table 16. Height growth responses of birch seedlings to different growth substrates and fertilizing programmes after the end of the growth season in M60 production trays*

*Vekstmedium <i>Growth substrate</i>	Gjødslingsstart etter såing (uker): <i>Start of fertilizing after sowing (weeks):</i>			** LSD
	4	8	12	
	Plante høyder (cm) <i>Plant height (cm)</i>			
1	23.2	5.2	1.5	7.4
2	21.5	9.1	3.1	8.7
3	40.4	37.3	20.3	15.9
4	38.5	31.7	16.0	18.2
5	36.7	34.3	21.7	19.6
6	35.6	33.2	18.7	19.1
** LSD	12.6	11.9	9.3	

\* Se forklaring under tabell 6  
*Se text under Table 6*

\*\* LSD ( $p \leq 0.05$ ) (n=360)

basiske siden. En senking av pH fra 6 til 4, har ifølge tabell 19, mer enn halvert mengden av levermose i forsøkskarene og denne virkningen er blitt forsterket av fersk furubark som dekklag.

## Diskusjon

### Strukturen i barkmediet

I litteraturen spriker opplysninger om hva som kan regnes som et optimalt porevolum i vekstmediet. Men Grable (1966) antyder et minimumsvolum på ca 10%. Men dette er artsavhengig. Tomat f.eks. har behov for opp mot 30% luftvolum for at veksten skal bli maksimal. For skogsplanter foreligger det ingen klare mål for hvilket luftvolum en ønsker i mediet. Men et stort luftvolum skaper lett surstofftilgang til røttene med de positive konse-

kvenser dette har. På den annen side fører det til mindre vanninnhold og raskere uttørking, og dette fører igjen til et hyppigere behov for vanning. Langerud & Sandvik (1987) fant negativ sammenheng mellom volumet gassfylte porer og tørrvekten av granplanter dyrket på f.eks. blandingen torv/perlit, og de tilla årsaken til dette en rask uttørking av mediet. Innblanding av torv øker imidlertid vannkapasiteten og vanntransporten i bark, og en slik innblanding fører også til at opptaket av vann skjer raskere enn ved bruk av bark eller torv alene (Solbraa & Njøs 1978).

Resultatene fra dette prosjektet viser at luftvolumet i den komposterte barken i vannmettet tilstand avtok fra ca 40% i fersk furubark til ca 19% i bark som ble kompostert i 18 uker. Ved den aktuelle komposteringstid (ca 10 uker) lå luft-

Tabell 17. Topp-/rotvekt og -forhold hos 1/0 bjørk i M60-brett i ulike vekstmedier og gjødslingsopplegg  
 Table 17. Top/root weights and ratio of 1/0 birch seedlings in M60 production trays in different growth substrates and programmes of fertilizing

* Vekst-medium Growth substrate	Etter avsluttet vekstsesong After the end of growth season	Gjødslingsstart etter såing (uker) Start of fertilizing after sowing (weeks)			** LSD (gjødsling)
		4	8	12	
1	a) Toppvekt (g) Top weight (g)	6.90	0.88	0.13	0.90
	b) Rotvekt (g) Root weight (g)	3.37	1.34	0.25	0.71
	T/R	1.95	1.00	0.69	
2	a)	6.33	1.68	0.38	0.85
	b)	3.08	1.21	0.68	0.69
	T/R	2.05	1.46	0.87	
3	a)	13.65	12.08	6.45	3.83
	b)	5.28	4.65	4.60	1.70
	T/R	2.53	2.63	1.36	
4	a)	12.93	9.97	0.85	2.37
	b)	5.36	3.93	3.09	1.51
	T/R	2.34	2.48	1.01	
5	a)	14.65	12.23	5.12	3.90
	b)	5.05	4.77	3.58	1.55
	T/R	2.78	2.66	1.45	
6	a)	14.16	13.25	5.63	5.12
	b)	5.63	5.56	3.66	1.79
	T/R	2.46	2.30	1.49	
** LSD (Vekstmedium):					
a)		4.59	2.77	1.00	
b)		1.67	1.31	1.01	

\*: Se forklaring under tabell 6  
 See text under Table 6

\*\* LSD ( $p \leq 0.05$ ) ( $n=260$ )

volumet på noe over 20%.

Ved 10 cm sug på sandunderlag, økte luftvolumet til 55% for fersk og til 40% for kompostert bark. En økning av suget fra 10 cm til 50 cm sandunderlag viste en bare mindre økning av luftvolumet.

Grovstrukturert torv oppblandet med

perlit viste et betydelig høyere luftvolum både i tørr og vannmettet tilstand enn finstrukturert torv og barkbaserte medier. Innblanding av fersk furubark, torv eller sagflis i den komposterte barken (10 ukers komposteringstid) ga relativt lite utslag på luftvolumet. Ved vannmetning lå dette

Tabell 18. Virkning av vekstmedium og vanningsfrekvens på etablering og utvikling av levermose (*Marchantia* spp.)Table 18. The effect on liver moss (*Marchantia* spp.) of growth substrate and frequency of irrigation

Vekstmedium (75/25-blanding) Growth substrate (75/25-mixture)	Dekklag <i>Cover</i>	% dekning av levermose <i>% cover of liver moss</i>	
		Vanningsfrekvens <i>Frequency of irrigation</i>	
		1 gang pr uke <i>Once a week</i>	3 ganger pr. uke <i>3 times a week</i>
Torv/perlit <i>Peat/perlite</i>	Perlite	13.3	46.7
	Fersk furubark <i>Fresh pine bark</i>	12.0	40.0
	Ingen <i>None</i>	0.0	31.7
Komp. furubark/torv <i>Composted pine bark/peat</i>	Perlite	0.0	27.0
	Fersk furubark <i>Fresh pine bark</i>	0.0	17.0
	Ingen <i>None</i>	0.7	18.3

generelt på ca 20%. I ublandet kompostert bark og torv oppblandet med 25% perlit, lå luftvolumet i vannmettet medium 4-5% høyere. I følge Prasad (1978) vil innblanding av perlit for å øke luftvolumet være avhengig av kornstørrelsen. Fin og middels kornstørrelse av perlit ved 25-50% innblanding i torven, vil redusere luftvolumet, mens grovstrukturert perlit (minimum 50% av perlitvolumet > 2 mm partikkelstørrelse) vil ha en motsatt virkning.

Erfaringer fra pilotprosjektet (Lund-Høie & Solbraa 1992) viste at strukturen i kompostert bark kunne variere med kva-

liteten på den ferske furubarken. Bark fra virke med en stor andel levende bark har en større andel av lett nedbrytbare partikler enn grovt virke med stor andel korkbark, og dette vil føre til en fortetning av mediet utover i produksjonsperioden. For å kunne holde porevolumet på et gitt nivå, er det derfor viktig at en bare bruker barken fra grovt furutømmer som råstoff til et eventuelt vekstmedium.

Tettheten i mediet viste en viss nedgang etter ca 6 ukers komposteringstid. Etter denne tid stabiliserte den seg på omtrent samme nivå som for fersk furubark (170-180 kg/m<sup>3</sup>)



Tabell 19. Virkningen av pH i vanningsvannet på etablering og utvikling av levermose (*Marchantia* spp.) i ulike vekstmedier.

Table 19. The effect of pH in the irrigation water on establishment and growth of liver moss (*Marchantia* spp.) in various growth substrates

Vekstmedium (75/25-blanding) Growth substrate (75/25-mixture)	Dekklag <i>Cover</i>	Friskvekt (g) av levermose <i>Fresh weight (g) of the liver moss</i>			
		pH i vanningsvannet <i>pH in the irrigation water</i>			
		2	4	6	8
Torv/perlit <i>Peat/perlite</i>	Perlite	0	13.5	38.6	23.8
Torv/perlit <i>Peat/perlite</i>	Fersk furubark <i>Fresh pine bark</i>	0	11.3	39.2	42.7
Komp. furubark/torv <i>Composted pine bark/peat</i>	Perlite	0	18.5	39.6	40.6
Komp. furubark/torv <i>Composted pine bark/peat</i>	Fersk furubark <i>Fresh pine bark</i>	0	14.1	29.7	44.3

Finstruktureret torv viste tilnærmet samme tetthet som den komposterte furubarken. Den grovstrukturerte torven (Närke) var bare halvparten så tung pr volumenet. Dette stemmer også overens med erfaringene fra pilotprosjektet (Lund-Høie & Solbraa 1992).

### Kjemiske forhold i mediet *Næringsforhold.*

Ifølge Gislørød et al. (1985) er innholdet av tilgjengelig nitrogen i kompostert bark generelt relativt lavt. Kalsium - og manganinnholdet er derimot svært høyt.

Som nevnt under avsnittet "Forsøksopplegg", ble furubarken gjødslet opp med 2 kg urea og 2 kg P-9 pr m<sup>3</sup> før komposteringsprosessen startet, og næringsinnholdet i denne komposten kan derfor ikke uten videre sammenliknes med de data en finner i ovennevnte pu-

blikasjon. Men som det går fram av næringsanalysene for de kompostene som ble produsert i 1992 og 1993, er næringsnivåene i de to årskompostene relativt forskjellige. 1993-komposten viser betydelig høyere næringsverdier enn 1992-utgaven. Årsaken til dette er ikke kjent, men det er antydning under nevnte "Forsøksopplegg" at innholdet av tynnbark i barkråstoffet kan ha vært utslagsgivende. Analysene viser også at det tilgjengelige nitrogenet i komposten alt vesentlig forelå som ammonium.

I et arbeid av Bågstam (1978) blir det hevdet at i en barkkompost av gran bør det optimale forhold mellom nitrogen og fosfor være 1 : 0,4. I de furukompostene som denne undersøkelsen bygger på, var tilsvarende forhold i 1992-utgaven det samme som ovennevnte. I 1993-komposten var forholdet 1 : 0,7.

Undersøkelsen av ledetallet over tid viser at barkbaserte medier har relativt liten evne til å holde på næringsstoffene når det gjelder den del som ligger over ca 2 mSi. Under dette nivå synes ledetallet å holde seg langt mer stabilt. Dette kan ha sammenheng med kationsombyttingskapasiteten i komposten.

Settes 0,5 mSi i jordvannet som indikator på når en bør starte oppgjødslingen i et produksjonssystem, vil en med kompostert furubark enten ublandet eller i blanding med 25% torv, kunne utsette gjødslingsstart 10-12 uker etter produksjonsstart (f.eks. såing). Ved bruk av standardmediet torv/perlit, er tilsvarende tidspunkt 3-4 uker.

### *pH*

i de barkbaserte medier bør generelt ligge innenfor området pH 6-7,2 for at mikroorganismene skal få optimale betingelser. Sopper tolererer et noe videre pH-område enn bakteriene (Bågstad 1978). I denne undersøkelsen lå pH innenfor dette området i den ferske furukomposten for så å falle ned mot 4,0-4,5 etter en produksjonsperiode på 15 uker. Denne nedgangen kan bl.a. ha sammenheng med produksjon av organiske syrer under den fortsatte omdanning av komposten. Samme utvikling ble også registrert i standardmediet torv/perlit. Men her lå pH generelt betydelig lavere (pH 3,9-2,8). Det relativt høye pH-nivå i den komposterte barken kan ha sammenheng med et relativt høyt Ca-innhold. Ved produksjon av skogsplanter vil derfor kompostert furubark i en pH-sammenheng representere et mer optimalt vekstmedium enn torv.

### *Temperatur i vekstmediet*

En skulle tro at et mørkt dekklag som fersk furubark ville føre til en høyere temperatur i spiresjiktet enn den kvite perlit som dekklag. Undersøkelsen viste at dette

ikke var tilfellet. Men ved begge typer dekklag på et barkbasert medium, lå spiresjikttemperaturen 4-5°C under lufttemperaturen i den varmeste tiden av døgnet. Utenom denne perioden lå den tilsvarende antall grader over.

### **Etablering av levermose**

Et økende problem med levermose i nordiske skogplanteskoler var den direkte foranledningen til at dette prosjektet ble startet opp.

Levermose er en rikholdig artsgruppe med ca 300 arter her i landet. Den mest vanlige gruppen under våre forhold er tvaremose (*Marchantia polymorpha*). Under gode vekstforhold, dvs. relativ høy temperatur og luftfuktighet, kan levermosen formere seg raskt. I så måte er veksthuskulturer særlig utsatt, og problemet blir ytterligere forsterket ved at torv som er det vanlige vekstmedium i planteskolene, også er et attraktivt medium for levermosen.

Kjemisk sett kan levermosen holdes i sjakk med algemidlet kvinoklammin (Mogeton) (Lund-Høie & Netland 1994).

Etablert levermose som drepes kjemisk har sammen med alger lett for å kitte seg sammen på overflaten på vekstmediet med de negative følger dette kan ha for veksten av kulturplantene. Tiltak som hindrer levermosen i å etablere seg, er derfor å foretrekke.

Resultatene fra dette prosjektet viser klart at under normale fuktighetsforhold er et kompostert furubarkbasert vekstmedium et gunstig alternativ til kjemiske behandling. Resultatene viser også at under slike forhold vil fersk furubark som dekklag forsterke den forebyggende virkningen. Under tørre forhold synes imidlertid det eksponerte barkmediet å gi bedre virkning enn når en bruker perlit eller fersk furubark som dekklag. Den samme situasjonen ser en også ved bruk

av torv/perlit som vekstmedium. Årsaken til dette ligger sannsynligvis i at under tørre forhold tørker overflaten av begge typer medier raskt opp og hindrer derved sporene i å utvikle seg. Ved å dekke vekstmediene med perlit eller fersk furubark går uttørkingen langsommere og dette gir levermosen de nødvendige livsbetingelser. At tørre forhold reduserer angrep av levermose er også bekreftet av Cronberg (1991). Ved å bruke dekkmateriale med svake kapillære egenskaper som f.eks polystyrenkuler eller kvartssand som raskt tørker ut, vil en oppnå en betydelig bedre forebyggende virkning mot levermosen enn ved bruk av f.eks. perlit.

Fersk bark inneholder veksthemmende stoffer (Solbraa 1979, Vester 1989), og disse kan også medvirke til å redusere etablering av levermosen.

For å oppnå ønsket virkning mot levermose og ugras bør ifølge Vester (1989), partikkelstørrelsen på dekkbarken ligge mellom 5 og 20 mm. I dekkbarken som ble brukt i prosjektet lå partikkelstørrelsen under 9 mm.

Levermosen er kjent for å være pH-følsom (Cronberg 1991). I følge denne forfatter har pH en fytotoksisk virkning på levermosen med en terskelverdi på pH 4,2-4,4.

Resultatene fra dette prosjektet bekrefter Cronbergs konklusjon. Surt vanningsvann hemmet utviklingen av levermosen sterkt og reaksjonen var relativt uavhengig av vekstmedium og dekklag. pH-verdier rundt 6 synes å gi optimal vekst.

### **Vekstreaksjoner på medier og gjødslingsopplegg** *Spiring.*

Resultatene fra prosjektet viser at spiringen av de aktuelle treslag gran, furu og bjørk er relativt uavhengig av de vekstmedier og dekklag som inngikk i prosjek-

tet. Furu viste tendens til bedre spiring på torv enn på et barkbasert medium. Den grovstrukturerte Nærketorven som komponent i det barkbaserte vekstmedium, reduserte spiringen noe i forhold til den finstrukturerte Nittedaltorven. Årsaken til dette er uklar. Det er sannsynlig at denne torven gir en periodisk uttørking som hemmer spiringen. Erfaringene fra prosjektet viste at kompostert bark med Nærketorv tørket ut betydelig raskere enn når Nittedaltorv ble brukt som komponent. I tillegg var Nærkemediet svært vanskelig å fukte opp etter uttørking.

Når det gjelder overlevelsessevnen til de aktuelle bartreslag etter spiring, var denne relativt uavhengig av gjødslingsstart innenfor en ramme av 12 uker etter såing. Men for bjørk var det en markert nedgang i planteprosenten i perioden 4 til 15 uker etter såing. Bjørk er generelt mer lysavhengig enn nåletreslagene, og ved den registrerte store spredning på plante høydene i M60 brettene, ble de minste plantene konkurrert ut på grunn av lysmangel.

### **Kimrotutvikling hos granspirer**

Resultatene fra prosjektet viser at høy temperatur og luftfuktighet under spiringen kan gi en betydelig frekvens av unormal kimrotutvikling. Med unormal kimrotutvikling i dette tilfellet menes kimrøtter som vokser oppe på spiremediet uten å trenge ned. Frekvensen ble forsterket ved kombinasjonen kompostert furubark/torv som vekstmedium og perlit som dekklag. Fersk furubark eller kvartssand som dekklag reduserte frekvensen. Også pakkingen av vekstmediet synes å virke inn på kimrotutviklingen idet en lett pakking eller løs struktur i mediet skapte færre spirer med unormal kimrot.

Årsaken til at kimrøttene på granspirer kan utvikle seg på nevnte, unormale måte, er ikke kjent. Men det er kjent at etylen

kan ha en betydelig vekstregulerende virkning på rotveksten (Jackson 1985). Det er også kjent at enkelte typer av mikroalger er nært knyttet til vekstmedier i planteskoler og veksthusgartnerier (Skulberg 1994), og i henhold til Skulberg produserer disse algene betydelige mengder av etylen. Skulberg ser derfor en mulig sammenheng mellom tilstedeværelsen av mikroalger i vekstmediet og som følge av det en mer eller mindre høy etylenkonsentrasjon i spiresjiktet, og en unormal kimrotutvikling. Men dette må undersøkes nærmere.

### Høydevekst

Resultatene fra dette prosjektet bekrefter erfaringene fra pilotforsøket (Lund-Høie & Solbraa 1992) at barkbaserte medier (kompostert furubark/torv) gir sikkert bedre høydevekst enn standardmediet torv/perlit. Dette gjelder både gran, furu og bjørk. Men forsøkene viste at det vekstmessig er uheldig med en grovstrukturert torv som komponent i barkblandingen.

Forsøkene viste at høydeveksten ikke reagerte nevneverdig om torvandelen i barkblandingen økte fra 25% til 50%.

I en praktiske planteproduksjon med standard vekstmedium (torv/perlit), starter gjødslingen av plantene ca 4 uker etter oppstarting av en produksjon og ved knoppbryting ved produksjon av to-årige planter. Forsøkene viste at standardmediet er svært følsomt for utsettelse av denne gjødslingen, og da spesielt ved produksjon av bjørk. Det er spørsmål om en for denne kulturen burde starte gjødslingen enda tidligere enn de nevnte 4 uker etter oppstarting av produksjonen.

For bjørk som dyrkes i et barkbasert medium kan en relativt trygt utsette gjødslingsstart til 8-9 uker etter produksjonsstart. For gran og furu kan en utsette gjødslingsstart ytterligere 3-4 uker. I så fall

kan en risikere en svak nedgang i høydeveksten, men uten at dette vil ha vesentlig praktisk betydning. Ved en to-årig produksjon av gran kan en utsette gjødslingsstart 2. vekståret til midten av jul når første års gjødsling startet opp senest 8 uker etter produksjonsstart.

Nitrogennivået i nålene fra ett-årig gran dyrket på torv/perlit viste overraskende liten avhengighet av gjødslingsstart. I så måte var det liten eller ingen sammenheng mellom vekstintensiteten i plantene gjennom vekstsesongen og nitrogennivået i nålene etter avsluttet vekstsesong. Barkbaserte planter viste generelt noe lavere nitrogennivå i nålene enn de torvbaserte planter. Men det kan tenkes at den betydelig bedre høydeveksten hos de barkbaserte plantene kan ha resultert i en uttynningseffekt av nitrogenet i nålene. Det kan også tenkes at en videre dekomponering av den komposterte barken i produksjonsperioden har ført til økt forbruk av nitrogen. Det er grunn til å merke seg at et relativt høyt nitrogennivå i nålene fra torvbaserte planter etter avsluttet vekstsesong ikke førte til stimulert høydevekst den påfølgende sesong. Hos de barkbaserte plantene var det både et relativt lavere nitrogennivå på høsten og en betydelig vekstøkning i forhold til de torvbaserte plantene den påfølgende vekstsesong. Dette gir grunnlag å stille et spørsmålstegn ved berettigelsen av å bruke nitrogennivået i nålene om høsten alene som en kvalitetsindikator.

Nåleanalysene av gran viste også at Ca-innholdet lå ca 3 ganger høyere for plantene i de barkbaserte mediene enn i nålene fra de planter som var produsert på torv/perlit. Dette Ca-innholdet viste seg relativt uavhengig av gjødslingsopp- legget 1. vekstsesongen. Forholdet gjaldt også 2. vekstsesongen, men da lå nivået generelt ca 40% lavere.

Typisk for et medium av kompostert furubark, er et høyt Mn-innhold (Gislerød et al. 1985).

Hvis Mn-innholdet i nålene gjenspeiler situasjonen i mediet, stemmer det ovennevnte også for det barkmedium som ble brukt i dette prosjektet. Resultatene viser 4-5 ganger høyere Mn-konsentrasjon i nåler fra de barkbaserte mediene enn fra de torvbaserte. Men det ble ikke registrert symptomer på Mn-skade på granplantene. For de øvrige makro-/mikrostoffer var det relativt små forskjeller mellom de bark- og torvbaserte medier. Men det var tendens til at både Mg- og P-nivået i nålene lå noe lavere i planter fra de barkbaserte medier enn fra de torvbaserte.

### Topp/rot-forhold

Det generelle inntrykket fra prosjektet er at ved et normalt gjødslingsopplegg har rotutviklingen hos ett-årig gran og furu i grove trekk fulgt utviklingen hos den overjordiske del av plantene slik at topp/rot-forholdet har holdt seg relativt konstant og relativt upåvirket av medium. Den samme situasjon finner en hos gran også ved utsatt gjødsling 1. vekstsesong og også hos de barkbaserte furuplantene. De torvbaserte furuplanter har derimot reagert på utsatt gjødslingsstart med redusert topp/rot-forhold.

Ved bruk av en grovstrukturert torv som komponent i barkblandingen, er det tendens til redusert topp/rot-forhold ved utsatt gjødslingsstart 1. vekstsesongen. Dette tyder på at den grove torven relativt sett har ført til noe bedre rotutvikling enn den finstrukturerte torven.

Utsatt gjødslingsstart 2. vekstsesongen førte hos torvbasert gran til et betydelig redusert topp/rot-forhold. Hos de barkbaserte plantene ser en det omvendte forhold. Dette kan bety at ved redusert næringstilgang til plantene påvirkes rot-

veksten langt mindre enn toppveksten. Ved rikelig næringstilgang som tilfellet er i barkbaserte medier, påvirkes begge planteorganer i tilnærmet samme grad.

Hos bjørk reagerte den overjordiske del relativt langt sterkere på redusert næringstilgang enn rotveksten, og resultatet ble en kraftig reduksjon av topp/rot-forholdet ved redusert næringstilgang. Dette gjaldt uansett vekstmedium.

### Sammendrag

Rapporten beskriver forsøk som ble utført i perioden 1992-93 med ulike typer barkbaserte vekstmedier og med kulturrene gran, furu og bjørk. Forsøkene ble gjennomført både i veksthus og under fri-landsforhold i Ås og i Prestebakke og Buskerud skogplanteskoler.

Prosjektet var en videreføring og utdyping av enkelte av de mest aktuelle spørsmål og problemstillinger som ble avdekket gjennom et forprosjekt som ble avsluttet i 1992. Målsettingen var å undersøke de fysiske og biologiske egenskaper til kompostert furubark som vekstmedium for produksjon av de nevnte treslag som et potensielt alternativ til standardmediet torv/perlit. Av forsøks-spørsmål kan nevnes: Strukturelle forhold i mediene, temperaturforhold i spiresjiktet, virkning på etablering og utvikling av levermose og spiring og utvikling av de aktuelle treslag. Alle disse parametre ble vurdert ved ulike blandingsforhold mellom den komposterte barken og torv og ved ulike typer av dekklag. I tillegg forsøkte en å komme fram til kriterier som kunne karakterisere optimal gjødslingsstart. I alle disse undersøkelsene ble standard vekstmedium brukt som referansemedium.

Resultatene kan konkluderes som følger:

1. Kompostert furubark bør utvilsomt ha et stort potensiale som vekstmedium i den fremtidige planteproduksjon i skogplanteskoler såvel som i hagebrukets planteskoler. Men det synes nødvendig å standardisere kvaliteten på det komposterte produkt både hva angår råstoffets sammensetning og partikkelstørrelse og næringsinnhold. Innblanding av torv i mediet synes ikke å være en forutsetning for en optimering av kvaliteten. Eventuelt bør andelen torv i mediet ikke overskride ca 25%. Kvaliteten på denne torven er også av stor betydning.
2. Etter 10-12 ukers komposteringstid lå porevolumet i barkmediet i vannmettet tilstand på ca 20% og med pH ca 6. Etter en 15 ukers produksjonsperiode uten oppgjødsling av mediet sank pH til 4-4,5. For referansemediet var tilsvarende pH-verdier 3,1 og 2,8.
3. Oppgjødslingen av et barkbasert medium kunne utsettes 10-12 uker etter såing eller oppstarting for nåleplantene og ca 8 uker etter såing for bjørk. Forutsatt normalgjødsling første produksjonsåret av barkmediet, kunne gjødslingsprogrammet for 2-års gran utsettes til ca midten av juli.
4. Biologisk sett vil fersk furubark være et aktuelt dekklag på et barkbasert medium. Men da det er avdekket visse tekniske problemer ved bruken av et slikt dekklag, har forsøkene vist at kvartssand med 2-3 mm partikkelstørrelse er et fullgodt alternativ både biologisk og teknisk. Perlit som dekklag må ikke kombineres med et barkbasert medium.
5. Spiringen av de aktuelle treslag syntes tilnærmet uavhengig av typen dekklag og medium. Men høy temperatur og luftfuktighet førte til en viss frekvens av unormal kimrotutvikling hos granspirer. Denne effekten ble for-

sterket ved bruk av perlit som dekklag over et barkbasert medium. Temperaturen i spiresjiktet viste seg relativt upåvirket av typen dekklag. På dagtid lå denne temperaturen 3-4°C under lufttemperaturen, gjennom nattetimene lå den tilsvarende høyere. Temperaturen kunne imidlertid reguleres ved overrisling av vann.

6. De barkbaserte plantene viste en betydelig bedre både rot- og høydevekst enn de torvbaserede referanseplantene (opp mot 100%).
7. Nåleanalyser av gran viste noe lavere innhold av total-N i barkplanter enn i referanseplantene, men betydelig større innhold av Ca, Mn og Ba. Strekningsveksten 2. året hos gran kunne ikke korreleres med N-innholdet i nålene før strekningsvekst.

## Etterord

Prosjektet ble delfinansiert med midler fra Landbruksdepartementet og Det norske skogselskap. En spesiell takk til forskningssjef Knut Solbraa, NISK for verdifull konsultativ bistand.

## Litteraturoversikt

Bågstam, G. 1978. Composting of spruce-bark under controlled conditions. Doktoravh. Kungl. Tekn. Högskolan, Inst. för biokemi ock biokemisk teknologi, Stockholm, Sverige 31 ss.

Cronberg, N. 1991. Åtgärder för kontroll av lungmossa i plantskolemiljö. Plantnytt, Skogshögskolan, Garpenberg, Sverige (6): 4 ss.

- Galaaen, R. & K. Venn 1979. *Pythium sylvaticum* Campell & Hendrix and other fungi associated with root dieback of 2-0 seedlings of *Picea abies* (L.) Karst. in Norway. Medd. Inst. skogforsk. 34: 265-280
- Gislerød, H. R., M. D. Sant, A. R. Selmer-Olsen & K. Solbraa 1985. Physical and chemical characteristics of some bark composts with emphasis on N-requirement when growing lettuce. Medd. Norges landbr.høgskole, 64 (10): 11 ss.
- Grable, A.R. 1966. Soil aeration and plant growth. Adv. Agron. 18:57-106
- Jackson, M. B. 1985. Ethylene and responses of plants to soil waterlogging and submergence. Ann. Rev. Physiol.:145-74
- Kai, H., T. Ueda & M. Sakaguchi 1990. Antimicrobial activity of bark-compost extracts. Soil Biol. Biochem. 22 (7): 983-986
- Langerud, B. R. & M. Sandvik 1987. Ulike vekstmedia evaluert i praktiske dyrkingsrutiner. (In Norwegian, English abstract: Different growth media evaluated in commercial production systems). Rapp. Nor. inst. skogforsk, 13/87: 1-16
- Lund-Høie, K. & K. Solbraa 1992. Barkbaserte vekstmedier ved produksjon av skogsplanter - forløpige resultater. Statens plantevern, 1432 Ås, 6. januar: 29 ss.
- Lund-Høie, K. & J. Netland 1994. Mogeton - et nytt middel mot levermose i planteskoler. Fagnytt (3): 2 ss.
- Prasad, M.. 1979. Physical properties of media for container-grown crops. II. Peat mixes. Scient. Hort. 10: 325- 330.
- Skulberg, O. M., T. Enzenberger & R. Skulberg 1994. Alger i planteskoler og veksthusgartnerier. En orienterende studie. Norsk inst. vannforsk.. Oslo: 92 ss.
- Solbraa, K. 1967. Fersk og kompostert bark som jordforbedringsmiddel og kompostering av bark. Medd.norske skogfors.ves. 23: 299-380
- Solbraa, K. 1977. Skader på agurk i barkkompost - årsak og mottiltak. Gartneryrket 67: 1024-1026
- Solbraa, K. 1978. Mangan i barkprodukter. Jord og Myr 2: 53-64
- Solbraa, K. 1979a. Composting of bark I. Different bark qualities and their uses in plant production. Medd. Norsk inst. Skogforsk. 34: 281-333
- Solbraa, K. 1979b. Composting of bark II. Laboratory experiments. Medd. Norsk inst. Skogforsk. 34: 335-386
- Solbraa, K. 1979c. Composting of bark III. Experiments on a semi-practical scale. Medd. Norsk inst. Skogforsk. 34: 387-439
- Solbraa, K. 1979d. Composting of bark IV. Potential growth-reducing compounds and elements in bark. Medd. Norsk inst. Skogforsk. 34: 443-508
- Solbraa, K. & A. Njøs 1978. Dyrkningsmedier av bark og barkblandinger. Undersøkelser av fysiske forhold. Jord og Myr (3): 53-64

- Solbraa, K., M. D. Sant, A. R. Selmer-Olsen & H. R. Gislerød 1983. Composting of soft and hardwood barks. *BioCycle* 24 (4): 44-48
- Solbraa, K. & A. R. Selmer-Olsen 1981. Manganese toxicity - in particular when growing plants in bark compost. *Acta Agric. Scand.* 31: 29-39
- Vester, J. 1989. Dækmaterialers egnethed til ukrudtsbekæmpelse. *Proceedings Danske planteværnskonference/ ikke kemisk ukrudtsbekæmpelse*: 158-177
- Warren - Wilson, J. & J. Tunny, 1965. Defects of perlite as medium for plant growth. *Australian J. Exp. Anim. Husb.* 5: 137-140



# **Virkingen av sortsblanding i bygg på visse agronomisk viktige egenskaper**

## *Effects of a barley cultivar mixture on certain agronomically important characteristics*

MAURITZ ÅSSVEEN & TROND GUNNARSTORP

Planteforsk, Apelsvoll forskingssenter, Kapp, Norge

*The Norwegian Crop Research Institute, Apelsvoll Research Centre, Kapp, Norway*

Åssveen, M 1996. Effects of a barley cultivar mixture on certain agronomically important characteristics. Norsk landbruksforskning 10:149-158. ISSN 0801-5333.

16 large-scale trials were carried out in eastern Norway 1993-95 with four barley cultivars in monocultures and in a cultivar mixture. During these trials, attacks from powdery mildew (*Erysiphe graminis* f.sp. *Hordei*) and other diseases were negligible. It was found that there was no reduction in disease attacks in mixed stands compared with the mean values for individual cultivars in monocultures. Cultivar mixtures increased yield only slightly but the effects tended to be positive. Yield stability analysis showed that the cultivar mixture was more stable than any of the respective cultivars that made up the mixture. Barley cultivar mixtures can be recommended as a means of obtaining more stable yields, and as a means of controlling severe disease attacks.

Key words: Barley cultivars, cultivar mixtures, disease development, grain yield, yield stability

*Mauritz Åssveen, Apelsvoll Research Centre, N-2858 Kapp, Norway*

Med sortsblanding menes en mekanisk blanding av sorter der hver sort går inn i blandingen med en nærmere angitt prosentvis andel. Det mest vanlige er at alle sortene i en blanding går inn med like store andeler.

Ideen med bruk av sortsblandinger er gammel. Den ble opprinnelig lansert som en metode for å hindre eller utsette nedbryting av sjukdomsresistens i kornsorter. I en rekke undersøkelser er det funnet en klar nedgang i frekvensen av luftbårne sykdommer (mjøldogg og rust) i sortsblandinger i forhold til gjennomsnittlig angrep på de sortene som inngikk i blan-

dingene (Wolfe, 1978; Stølen et al., 1980; Day, 1981; Wolfe et al., 1981; White, 1982; Welling et al., 1983; Bengtsson, 1986; Jørgensen, 1989). Det blir ofte rapportert om reduksjoner i sjukdomsangrep på 50-70 prosent. Reduksjonen i angrep skyldes først og fremst en forsinkelse av angrepene basert på ulike virkningsmekanismer (Johnson & Allen, 1975; Chin & Wolfe, 1984; Wolfe, 1985).

Reduksjon av sjukdomsangrep i en sortsblanding vil kunne føre til større eller mindre avlingsgevinster i forhold til gjennomsnittsavlingen for de sortene som går inn i blandingene. Avlingsgevinsten

øker som regel med økte sjukdomsangrep (Wolfe, 1978; Shorter & Frey, 1979; Wolfe & Barrett, 1989; Stølen et al., 1987; Stuke & Fehrmann, 1987; Åssveen, 1991).

En sortsblending vil også kunne gi økt avling på grunn av at den kan utnytte variasjoner i vekstforholdene bedre enn det enkeltsorter kan gjøre (Frey & Maldonado, 1967; Stølen et al., 1987; Aufhammer & Stützel, 1989).

De ulike effektene av sortsblending gjør seg først og fremst gjeldende ved dyrking på større areal der vekstforholdene varierer og enkelte vekstfaktorer er til stede i underoptimale mengder. Det kan være vanskelig å få fram disse effektene i forsøk med små forsøksruter som legges på jevnest mulig jord.

Derfor ble det startet en forsøksserie med sortsblending i bygg på storparseller (0,5-1,0 dekar) for om mulig å få påvist forsøksmessig de effektene en kan vente i praktisk dyrking.

## Materiale og metoder

Undersøkelsen ble gjennomført som blokkforsøk med følgende sorter:

1. 'Tyra'
2. 'Tea'
3. 'Kinnan'
4. 'Sunnita'
5. Sortsblending av disse 4 sortene

De fire sortene inngikk i blandingen med et like stort antall spiredyktige korn pr. m<sup>2</sup>. Sortene og sortsblendingen ble sådd ut på langstrakte storparseller (0,5-1,0 dekar) og det ble tatt ut høsteruter fra 6 gjentak spredt fra den ene til den andre enden av parsellene. Ideen var å oppnå størst mulig variasjon mellom gjentak,

men minst mulig variasjon innen gjentak.

Det ble i perioden 1993-95 gjennomført 16 forsøk. Alle var plassert på Østlandet. Forsøkene ble gjødslet og vatnet i tråd med feltvertens praksis. Det ble ikke brukt hverken soppmidler eller stråforkortingsmidler, men forsøkene ble sprøytet mot ugras på samme måte som åkeren forøvrig.

De registreringene som ble foretatt i veksttida, var stort sett sjukdoms- og legdenotater. I tillegg ble det for et utvalg av feltene tatt ut prøver for analysering av kornets vanninnhold ved høsting.

Den statistiske behandlingen av materialet ble gjort etter følgende modell:

$$x_{ijk} = \mu + F_i + (B_i F)_{ij} + s_k + (Fs)_{ik} + E_{ijk}$$

der  $x_{ijk}$  er den observerte verdien av ledd  $k$  i gjentak  $j$  og felt  $i$ ,  $\mu$  er det totale gjennomsnittet,  $F_i$  er effekten av felt  $(B_i F)_{ij}$  er effekten av gjentak innen felt,  $s_k$  er effekten av sort,  $(Fs)_{ik}$  er samspillet sort x felt og  $E_{ijk}$  er tilfeldig feil.

I tillegg ble det foretatt ulike analyser for å klarlegge sortsblendingens avlingsstabilitet i forhold til sortene i renbestand. Blant annet bestemte en økovalens som kan defineres som den enkelte genotypes bidrag til den totale samspillskvadratsummen for genotype x miljø. Den kan beregnes slik:

$$W_i = \sum_j (x_{ij} - \bar{x}_i - \bar{x}_j + \bar{x}_{..})^2$$

der  $x_{ij}$  er observasjonen for genotype  $i$  i miljø  $j$ ,  $\bar{x}_i$  er gjennomsnittet for genotype over alle miljø,  $\bar{x}_j$  er gjennomsnittet for miljø  $j$  over alle genotyper og  $\bar{x}_{..}$  er totalgjennomsnittet over alle genotyper og miljø.

En genotype defineres som stabil når

$W_i=0$ .  $W_i$  uttrykkes ofte i prosent av den totale samspillkvadratsummen.

Regresjon og avvik fra lineær regresjon blir også brukt som stabilitetsparametre. Ideen bak regresjonsmetoden er å uttrykke genotype  $x$  miljøsamspillet som en lineær funksjon av en miljøindeks,  $I_j$ , og et avvik fra regresjonslinja,  $d_{ij}$ .

$$(GM)_j = b_i I_j + d_{ij}$$

der  $b_i$  er den lineære regresjonskoeffisienten. Miljøindeksen  $I_j$  kan betraktes som differansen mellom middelavling for alle geotyper i ett miljø og middelavling for alle geotyper summert over alle miljø.

$$I_j = \bar{x}_{.j} - \bar{x}_{..}$$

$$d_{ij} = (x_{ij} - \bar{x}_{i.}) - b_i (\bar{x}_{.j} - \bar{x}_{..})$$

Den lineære regresjonskoeffisienten kan uttrykkes ved:

$$b_i = \frac{\sum_j x_{ij}(\bar{x}_{.j} - \bar{x}_{..})}{\sum_j (\bar{x}_{.j} - \bar{x}_{..})^2}$$

Feilen på regresjonskoeffisienten ( $s_{b_i}$ ) kan også brukes som stabilitetsmål:

$$s_{b_i} = \frac{\sum_j s_{d_i}^2 / (n-2)}{\sum_j (\bar{x}_{.j} - \bar{x}_{..})^2}$$

Dette uttrykket vil gi samme stabilitetsrangering av sortene som det kvadratiske avviket fra regresjonslinja ( $s_{d_i}^2$ ) da nevneren i uttrykket er lik for alle sortene i et forsøk.

I denne undersøkelsen ble ikke regresjonskoeffisienten ( $b_i$ ) betraktet som et direkte stabilitetsmål, men mer som et responsparameter som viser hvordan en

genotype reagerer på endringer i miljøet. I en del litteratur blir lav regresjonskoeffisient ( $<1,0$ ) tatt som et tegn på høy stabilitet, mens genotyper med høy regresjonskoeffisient ( $>1,0$ ) blir karakterisert som ustabile. En lav regresjonskoeffisient er ikke nødvendigvis en ønsket egenskap dersom det er knyttet til en lav gjennomsnittsavling, noe som ofte er tilfelle.

Vi vil her betrakte en ønskelig sort som en sort som best mulig kombinerer følgende egenskaper:

1. Den reagerer positivt på bedringer i miljøet, dvs. at regresjonskoeffisienten ( $b_i$ ) er høy.
2. Den har høy middelavling målt over en rekke miljøer.
3. Den er stabil. Det vil si at parametre som økvalens ( $W_i$ ) eller avvik fra regresjon ( $s_{b_i}$ ) er lavest mulig.

## Resultater

Et sammendrag av resultatene fra de 16 forsøksfeltene på Østlandet i perioden 1993-95 er vist i tabell 1.

### Effekt på sjukdomsangrep

Sjukdomsangrepene var stort sett svært små i forsøksperioden. Mjøldogg ble bare notert på 2 forsøksfelt. 'Tyra' hadde sterkest angrep. Sortsblanding hadde samme angrep som gjennomsnittet av sortene i renbestand. De registrerte forskjellene var ikke signifikante på 5% nivå.

### Effekt på modning

Vannprosenten gir et brukbart bilde av hvor langt kornet er kommet i modning ved høstetidspunktet. Ved et normalt

Tabell 1. Effekt av sortsblanding i bygg på visse agronomiske egenskaper. Middeltall for 16 forsøk på Østlandet, 1993-95

Table 1. The effect of barley cultivar mixtures on certain agronomic characteristics. Mean values of 16 trials in eastern Norway, 1993-95

Sorter	Vann%	Avl.kg/daa	Legde%		Mjøldogg
	v/høsting	15% vann	tidl.	v/høst.	%
Cultivars	Grain moisture	Grain yield	Lodging %		Mildew
	at harvest	15% moisture	Early	At harvest	%
'Tyra'	20,1	489	6	8	10
'Tea'	21,6	463	1	3	2
'Kinnan'	22,5	476	14	22	2
'Sunnita'	20,6	455	8	38	1
Blanding	21,7	476	6	27	4
<i>Mixture</i>					
LSD 5%	1,5				
Significans	*	n.s.		n.s.	n.s.
Ant. felt	14	16	1	2	2
No. of trials					

n.s. = not signifikant ( $p > 0.05$ )

modningsforløp vil en prosentenheter økning i vannprosenten tilsvare ca 1 dag seinere modning. Tabell 1 viser at 'Tyra' er den tidligste og 'Kinnan' den seineste av sortene. Den modner ca 2-3 dager seinere enn 'Tyra'.

Sortsblandingene hadde 0,5 prosentenheter høyere vanninnhold enn gjennomsnittet av sortene i renbestand, men forskjellen var ikke statistisk sikker.

### Effekt på legde

Tabell 1 viser at tidlig legde ble notert bare på ett felt, mens sein legde ble notert på to felt. Sortene 'Tyra' og 'Tea' er mer stråstive enn 'Kinnan' og 'Sunnita'. Blandingen av de fire sortene ga noe mindre tidlig legde, men mer sein legde enn gjen-

nomsnittet av sortene i renbestand. Forskjellene var imidlertid ikke signifikante på 5% nivået.

### Effekt på kornavling og avlingsstabilitet

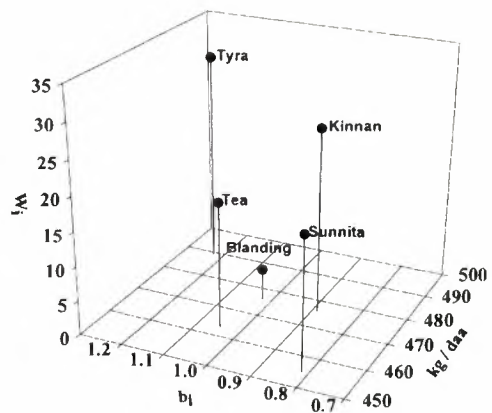
Tabell 1 viser at 'Tyra' ga høyest og 'Sunnita' lavest avling i renbestand. Blandingen av de fire sortene ga 5 kg (1%) høyere avling enn gjennomsnittet av sortene. Avlingsforskjellene var heller ikke signifikante.

Avlingsstabilitet for de ulike sortene og for sortsblandingen er beregnet ved hjelp av økvalens og feilen på regresjonskoeffisienten. Regresjonskoeffisienten er også beregnet som et uttrykk for sortenes respons på miljøendringer.

Tabell 2 viser at økovalens rangerte 'Tyra' som den minst stabile av sortene. 'Tyra' bidro med over 30 prosent av den totale samspillskvadratsummen for genotype x miljø. Også 'Kinnan' ble vurdert som relativt ustabil med nær 27 prosent av samspillskvadratsummen. 'Tea' og 'Sunnita' var de mest stabile av sortene med 18-19 prosent av kvadratsummen. Med 4,6 prosent av den totale kvadratsummen var sortsblendingen klart mer avlingsstabil over ulike miljøer enn selv de mest stabile av enkeltsortene i blandingen.

Feilen på regresjonskoeffisienten ( $s_{b_i}$ ) ga stort sett samme bilde som bruk av økovalens. 'Tyra' og 'Kinnan' framsto som de minst stabile av enkeltsortene, mens sortsblendingen var mest avlingsstabil.

Figur 1, som er framstilt på grunnlag av tabell 1 viser sammenhengen mellom middelavling, regresjonskoeffisient og økovalens for de enkelte sorter og for sortsblendingen.



Figur 1. Sammenhengen mellom gjennomsnittsavling (kg/daa), regresjonskoeffisient ( $b_i$ ) og økovalens ( $W_i$ ) for fire byggsorter og en blanding av disse. 16 forsøksfelt i perioden 1993-95

Figure 1. The relationship between mean yield (kg/0.1 ha), regression coefficient ( $b_i$ ) and the stability parameter ecovalence ( $W_i$ ) for four barley cultivars and a mixture of them in 16 trials, carried out in the period 1993-95

## Diskusjon

Et viktig argument for bruk av sortsblandinger er at sjukdomsangrep kan reduseres gjennom ulike virkningsmekanismer. Dette gir grunnlag for redusert bruk av fungicider. Den reduksjonen i sjukdomsfrekvensen som er funnet i en rekke andre undersøkelser, ble ikke registrert i disse forsøkene. Dette skyldes nok i stor grad at sjukdomsangrepene var svært små i forsøksperioden. Mjøldogg ble bare registrert på to av forsøksfeltene og angrepene på disse feltene var svært små. Ved små angrep vil det være vanskelig å foreta sikre graderinger av forskjeller mellom sorter og endel av de virkningsmekanismene som fører til reduserte angrep i sortsblandinger, vil ikke tre i funksjon (White, 1982). Den infeksjonen en finner under slike forhold skyldes stort sett

Tabell 2. Avlingsstabilitet målt med parametrene økovalens ( $W_i$ ), regresjonskoeffisient ( $b_i$ ) og avvik fra regresjonslinja ( $s_{b_i}$ ). Middeltall for 16 forsøk i årene 1993-95

Table 2. Yield stability. Stability parameters are the ecovalence ( $W_i$ ), the regression coefficient ( $b_i$ ) and the deviation from the regression line ( $s_{b_i}$ ). Mean values of 16 trials during the years 1993-95

Sorter			
Cultivars	$W_i$ (%)	$b_i$	$s_{b_i}$
'Tyra'	30,9	1,224	0,119
'Tea'	18,3	1,048	0,102
'Kinnan'	26,9	0,888	0,121
'Sunnita'	19,3	0,814	0,093
Blanding	4,6	1,021	0,052
Mixture			

primærsmitte fra eksterne kilder og ikke infeksjonssykluser innenfor plantebestandet. Dermed kommer ikke de mekanismene som forsinker og hindrer spredning av smitte i sortsblandinger i virksomhet og blandingseffektene blir ubetydelige.

Tidligere norske forsøk har vist at sortsblandinger kan redusere mjøldoggangrep også under våre forhold (Åssveen, 1991). Med dagens norske sortsmateriale i seint bygg er ikke mjøldogg noe stort problem på Østlandet. En vil kunne forvente bedre effekt av å blande de tidlige byggsortene, som har en dårligere mjøldoggresistens enn de seine sortene som var med i disse forsøkene.

Det var svært lite legdepress i de årene denne undersøkelsen pågikk og det ble notert tidlig legde i bare ett og sein legde i to av forsøkene. Den effekten sortsblending kan ha på legdefrekvensen er derfor i liten og usikker grad blitt bestemt i denne undersøkelsen. En kan tenke seg en positiv effekt på legdefrekvensen ved å blande sorter med ulik stråstyrke ved at stråstive sorter i blandingen støtter opp de mindre stråstive. Utslagene kan imidlertid gå i motsatt retning ved at lange, kraftige og stråsvake sorter bryter ned korte og stråstive sorter i blandingen. Dette kan være årsaken til at sein legde har vært større i sortsblandingen i disse forsøkene enn gjennomsnittet for sortene i renbestand. 'Kinnan' og 'Sunnita' er lengre og klart mindre stråstive enn 'Tyra' og 'Tea'.

Resultater fra utenlandske forsøk viser også at en ikke uten videre kan regne med redusert legdefrekvens i sortsblandinger. I tillegg til det som er nevnt ovenfor er utfallet avhengig av flere andre faktorer der m.a. tidspunktet for legdepresset i forhold til sortenes utviklingsstadium er av sentral betydning. Dersom utviklingsrytme og veksttid varierer mye

for de sortene som inngår i blandingen, kan det føre til mer legde enn det enkelt-sortenes stråstyrke skulle tilsi (Lang et al., 1975). Stützel og Aufhammer (1989) fant i sine undersøkelser at det særlig var tidlig legde som ble redusert i sortsblandinger. Det stemmer bra med resultatene fra disse norske forsøkene.

Ellers er det et generelt trekk at en oppnår størst positiv blandingseffekt på legdefrekvensen ved sterk N-gjødsling og uten bruk av vekstregulatorer (Houmøller et al., 1986; Stützel & Aufhammer, 1989). Ibenthal et al. (1988) fikk også best virkning av sortsblandinger på jord i god hevd.

Modningsforløpet i en sortsblending i forhold til gjennomsnittet av sortene i renbestand kan påvirkes av flere faktorer, m.a. legdeutvikling og sortenes konkurransevne i blandingen. Økt legde kan føre til høyere vannprosent i kornet ved høsting. Vanligvis vil det være av større betydning i hvor stor grad sortene innenfor en blanding konkurrerer. Hvis den tidligste sorten i blandingen er den svakeste konkurrenten, vil vannprosenten for blandingen kunne øke. Den økningen som ble registrert i disse forsøkene, kan skyldes dette forholdet. 'Tyra' er nok en relativt svak konkurrent og den tidligste av sortene i forsøket.

Rent avlingsmessig ga ikke disse forsøkene noen signifikant blandingseffekt i forhold til gjennomsnittet av sortene i renbestand, selv om det var en tendens til positive utslag (1%).

I disse forsøkene har reduserte sjukdomsangrep hatt liten eller ingen betydning og har ikke kunnet bidra til noen positiv avlingseffekt. Resultatene er godt i samsvar med utenlandske forsøk med ubetydelige sjukdomsangrep. Wolfe (1978) fikk 1-2% avlingsøkning i felt med lite mjøldogg. Day (1981) beregnet ved

ekstrapolering en avlingsgevinst på 2-3% uten sjukdomsangrep. I sortsblandinger av bygg fikk Wolfe og Barrett (1980) en avlingsgevinst på 3% ved små mjøldoggangrep.

Hovedidéen med denne forsøksserien var at en ved å så sortene og sortsblandingen på storparseller, bedre kunne få utslag for virkningsmekanismene beskrevet i innledningen. Når dette likevel ikke har resultert i vesentlige avlingsgevinster for sortsblandingen, kan det skyldes at variasjonen i vekstforholdene innenfor parsellene ikke var stor nok til å gi sikre utslag.

Avlingsstabilitet er et sentralt spørsmål i diskusjonen omkring sortsblandinger. Den enkelte korndyrker er interessert i mest mulig stabile sorter, der avlingene varierer minst mulig både innenfor et skifte og mellom år. Samtidig er han interessert i at disse sortene gir en høyest mulig gjennomsnittsavling. Dette er egenskaper som ikke alltid er så lett å kombinere innenfor en og samme sort. En har ofte en positiv sammenheng mellom god avlingsstabilitet og en lav gjennomsnittsavling. Ved hjelp av sortsblandinger kan en bryte denne sammenhengen og lage stabile blandinger som opprettholder en høy gjennomsnittsavling målt over ulike miljøer.

Avlingsstabilitet kan defineres på ulike måter, og det hersker stor uenighet om hvilke stabilitetsmål som er best egnet til å måle avlingsstabilitet i ulike situasjoner (Lang et al., 1975):

- En stabil sort viser liten variasjon i forhold til gjennomsnittet for alle sorter som er prøvd sammen over en rekke miljøer
- En stabil sort viser liten variasjon i forhold til sin egen gjennomsnittsavling når den dyrkes i en rekke ulike miljøer

Dette samsvarer med de to konsepter som Becker og Léon (1988) har definert som dynamisk og statisk stabilitet, eller agromisk og biologisk stabilitet (Becker, 1981). Den siste måten å måle avlingsstabilitet på er lite interessant da den favoriserer sorter med lavt avlingsnivå.

I denne undersøkelsen har en brukt stabilitetsparametrene økovalens og feilen på regresjonskoeffisienten som begge sorterer inn under det dynamiske eller agromiske prinsipp. I flere utenlandske publikasjoner blir økovalens framhevet som et brukbart stabilitetsmål når en er interessert i å sammenligne stabiliteten til akkurat de sortene som inngår i et bestemt forsøk (Lin et al., 1986; Luthra & Singh, 1974; Becker & Léon, 1988).

Undersøkelsen viste at sortsblandingen, målt med begge disse målene, var klart mer avlingsstabil enn selv den mest stabile av enkeltsortene som gikk inn i blandingen. Dette er i samsvar med både utenlandske og norske undersøkelser (Marshall & Brown, 1973; Åssveen, 1991). Utslagene var imidlertid klart mer markerte enn i den tidligere norske undersøkelsen. Det kan tyde på at en ved hjelp av storparseller har fått større positive utslag på avlingsstabilitet enn ved dyrking på småruter der variasjonene i vekstforholdene er mindre. Ved dyrking på store skifter vil disse forholdene i enda sterkere grad kunne gjøre seg gjeldende.

En bør skille mellom en stabil sort og en ønskelig sort. Som nevnt tidligere er ikke stabilitet i seg selv noe mål hvis det medfører lav gjennomsnittsavling. De ulike stabilitetsparametrene bør derfor vurderes sammen med sortenes gjennomsnittsavlinger og regresjonskoeffisienter. Utfra figur 1 kan en si at en ønskelig sort skal være plassert nærmest mulig øvre venstre hjørne i horisontalplanet, samtidig som den har en lav søyle for stabili-

tetsparametret økovalens. Figuren viser at 'Tyra' har en bra plassering i horisontalplanet, men stabiliteten er dårlig. 'Sunnita' har en bedre stabilitet, men en dårligere plassering i horisontalplanet. Sortsblandingen kombinerer disse egenskapene på en brukbar måte. Disse resultatene samsvarer godt med de tidligere gjennomførte norske forsøkene (Åssveen, 1991).

Et av problemene med å komponere effektive sortsblandinger ligger i sortenes ulike konkurransevne. Det er ofte en negativ sammenheng mellom god konkurransevne og et høyt avlingspotensiale for en sort. Det vil si at det ofte er sorter med lavt avlingspotensiale i renbestand som framstår som den sterkeste konkurrenten i sortsblandinger (Suneson, 1949; Sandfær, 1970). Hvis en har med slike sorter i en sortsblanding, vil blandingens avling vanskelig overskride gjennomsnittsavlingen for sortene i renbestand. Dette har nok til en viss grad gjort seg gjeldende i denne undersøkelsen. 'Sunnita' som er den minst yterike av sortene i renbestand, har en bedre konkurransevne enn 'Tyra' som er den mest yterike sorten.

## Sammendrag

Fire seine byggsorter og en blanding av disse ble prøvd på storparseller i 16 forsøk på Østlandet i perioden 1993-95. Svake sjukdomsangrep førte til liten effekt av sortsblanding på sjukdomsfrekvensen. Det ble registrert litt lavere frekvens av tidlig legde, men økt sein legde i sortsblandingen sammenlignet med gjennomsnittet for sortene i renbestand. Vannprosenten i kornet ved høsting økte svakt for sortsblandingen i forhold til gjennomsnittet for sortene.

Det ble registrert en avlingsøkning på 1% for sortsblandingen i forhold til gjennomsnittet av sortene i renbestand. Når det gjelder avlingstabilitet målt med parametrene økovalens og feilen på regresjonskoeffisienten, viste sortsblandingen seg å være klart mer avlingsstabil enn selv den mest stabile av enkelt-sortene i blandingen.

Sortsblandinger anbefales som en metode til å opprettholde stabile avlinger både innenfor uensartede skifter det enkelte år, og fra år til år. I år med sterke mjøldoggangrep har sortsblandingene evne til å redusere sjukdomsfrekvensen og dermed gi grunnlag for redusert fungicidforbruk og et bedret nettoresultat. Rent sjukdomsmessig vil sortsblandinger være mer aktuelle i tidlig enn i seint bygg.

## Litteratur

- Aufhammer, W. & H. Stützel 1989. Sorten-Mischungseffekte in Wintergerstenbeständen in Abhängigkeit von Standort und Produktionsintensität. *J. Agron. Crop Sci.* 162: 180-191.
- Becker, H.C. 1981. Correlations among some statistical measures of phenotypic stability. *Euphytica* 30: 835-840.
- Becker, H.C. & J. Léon 1988. Stability analysis in plant breeding. *Plant Breeding* 101: 1-23.
- Bengtsson, A. 1986. Sortblandningar i korn. Fakta, Sveriges Lantbruks-universitet 9, 1986. 2 s.
- Chin, K.M. & M.S. Wolfe 1984. The spread of *Erysiphe graminis* f.sp. *hordei* in mixtures of barley varieties. *Plant Path.* 33 (1): 89-100.
- Day, K.L. 1981. Spring barley variety



- mixtures as a means of powdery mildew control. *J. Natn. Inst. Agric. Bot.* 15: 421-429.
- Frey, K.J. & U. Maldonado 1967. Relative productivity of homogeneous and heterogeneous oat cultivars in optimum and suboptimum environments. *Crop Sci.* 7: 532-535.
- Houmøller, M.S., U. Henneberg & C.C. Olsen, 1986. Sortsblandinger af vinterbygg 1983-85. *Tidsskr. Plant* 90: 15-26.
- Ibenthal, W.D., M. Göbel, G. Willnecker & L. Bernhold, 1988. Ertragsniveau, Krankheitsbefall und Mehltauvirulenz in Sortenmischungen von Sommergerste (1984-86). *Zeitschr. für Pflanzenkrankh. und Pflanzenschutz*, 95 (6): 561-571.
- Johnson, R. & D.J. Allen, 1975. Induced resistance to rust diseases and its possible role in the resistance of multiline varieties. *Ann. appl. Biol.* 80:359-363.
- Jørgensen, J.H. 1989. Resistente bygg-sorter, sortsblandinger og/eller fungicider? 6. Dansk Planteværnskonference 1989: 159-171.
- Lang, R.W., J.C. Holmes, B.R. Taylor & H.A. Waterson, 1975. The performance of barley variety mixtures. *Expl. Husb.* 28:53-59.
- Lin, C.S., M.R. Binns & L.P. Lefkovich, 1986. Stability analysis: where do we stand? *Crop Sci.* 26: 894-900.
- Luthra, O.P. & R.K. Singh 1974. A comparison of different stability models in wheat. *Theor. Appl. Genet.* 45: 143-149.
- Marshall, D.R. & A.H.D. Brown, 1973. Stability of performance of mixtures and multilines. *Euphytica* 22: 405-412.
- Sandfær, J. 1970. An analysis of the competition between some barley varieties. *Risø Report no. 230*, 114 s.
- Shorter, R. & K.J. Frey 1979. Relative yields of mixtures and monocultures of oat genotypes. *Crop Sci.* 19: 548-553.
- Stuke, F. & H. Fehrmann 1987. Sortenmischungen im Weizenanbau. *Nachr. Dent. Pfl.* 39: 53-57.
- Stølen, O., J.E. Hermansen & J. Løhde 1980. Varietal mixtures of barley and their ability to reduce powdery mildew and yellow rust diseases. *Kgl. Vet. og Landbohøjsk. Årsskr.* 1980: 109-116.
- Stützel, H. & W. Aufhammer 1989. Effects of winter barley cultivar mixtures on lodging. *J. Agric. Sci., Camb.* 112: 47-55.
- Suneson, C.A. 1949. Survival of four barley varieties in mixture. *Agronom. J.* 41:459-461.
- Welling, B., M. Lønbæk, C.C. Olsen & M.S. Houmøller, 1983. Sortsblandinger af vårbygg. *Tidsskr. Planteavl* 87:527-538.
- White, E.M. 1982. The effects of mixing barley cultivars on incidence of powdery mildew (*Erysiphe graminis*) and on yield in Northern Ireland. *Ann. Appl. Biol.* 101:539-545.
- Wolfe, M.S. 1978. Some practical implications of the use of cereal variety mixtures. In: P.R. Scott & A. Bainbridge (ed.), *Plant Disease Epidemiology* Blackwell Sci. Publ., Oxford: 201-207.

Wolfe, M.S. & J.A. Barrett 1980. Can we lead the pathogen astray? *Plant Disease* 64: 148-155.

Wolfe, M.S., J.A. Barrett & J.E.E. Jenkins 1981. The use of cultivar mixtures for disease control. In: J.F. Jenkyn, & R.T. Plumb (ed.), *Strategies for the Control of Cereal Disease* Blackwell Sci. Publ., Oxford; 73-80.

Wolfe, M.S. 1985. The current status and prospects of multiline cultivars and variety mixtures for disease resistance. *Ann. Rev. Phytopathol.* 23: 251-273.

Åssveen, M. 1991. Konkurransoeffekter i bygg (*Hordeum vulgare* L.). Doctor Scientiarum Theses, Norges Landbruks-høgskole, 1991:20.

Norsk landbruksforskning  
Norwegian Agricultural Research  
Vol. 10 Nr. 2 1996

**Innhold/Content**

**Side/Page**

Nitrogengjødsling til eng . Kan forsøksresultatene utnyttas bedre?..... <i>Nitrogen fertilization of leys. Utilization of experimental results</i>	Ole Hans Baadshaug, Bjørn Grønnerød & Arne O. Skjelvåg.....	87
Utvalg av kloner av valbjørk ( <i>Betula pendula f. carelica</i> ) <i>Selection of clones of curly birch (Betula pendula f. carelica)</i>	Torfinn Hodnebrog.....	101
Virkninger av nitrogengjødsling til bringebærsorten "Glen Moy"..... <i>Effects of nitrogen fertilization on the red raspberry cultivar "Glen Moy"</i>	Kristian Lie Kongsrud.....	109
Barkbaserte vekstmedier ved produksjon av skogsplanter..... <i>Composted pine bark as growth substrate for production of forest nursery species</i>	Kåre Lund-Høie & Robert Andersen.....	117
Virkningen av sortsblending i bygg på visse agronomisk viktige egenskaper..... <i>Effects of a barley cultivar mixture on certain agronomically important characteristics</i>	Mauritz Åssveen & Trond Gunnarstorp.....	149

Forskningsparken i Ås AS, Sagabygget, N-1432 Ås, Norge  
Ås Science Park Ltd., Sagabygget, N-1432 Ås, Norway