

Proveniensenforsøk med svartor (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) i Norge

*Provenances of black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) in Norway.*

Ketil Kohmann og Nils Lexerød



Forord

Uten hjelp fra mange ville ikke disse forsøkene blitt gjennomført. Fylkesskogetaten var i 1993 behjelpelig med å registrere og sende inn opplysninger om svartorbestand i fylkene som grunnlag for frøsanking. På Vestlandet sanket herredskogmestrene frøet, mens ingeniør Christian Kierulf (Skogforsk) sanket frøet på Østlandet og assisterte ved produksjon av plantene. Likeledes hadde han ansvar for anlegg og revisjon på Østlandet, mens ingeniør Åge Østgård (Skogforsk) har anlagt og revidert feltene på Vestlandet. Ingeniør Robert A. Andersen (Skogforsk) har utført siste revisjon av feltene på Østlandet. Feltvert Lars Rosland har ytet god assistanse. Hoveddelen av kostnadene er finansiert over Skogforsks grunnbevilgning, men også Skogfrøverket har finansiert en del. Utviklingsfondet for skogbruket har finansiert den siste revisjonen av denne undersøkelsen, mens arbeidet med publisering er støttet av Gudrun og Sigurd Haaheims Minnefond. Vi takker også alle som har vist interesse for arbeidet og treslagets spesielle plass i norsk skogbruk.

Sammendrag

KETIL KOHMANN OG NILS LEXERØD, 2004: Proveniensenforsøk med svartor (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) i Norge. *Provenances of black alder* (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) in Norway. Rapport fra skogforskningen 3/04:1-28.

Hovedformålet med undersøkelsen var å kartlegge forskjeller mellom populasjoner av svartor når det gjaldt egenskaper som etablering, høydevekst og kvalitet. Samtidig ble treslagets vekstrytme og genetiske variasjon undersøkt. Vi ville også komme frem til praktiske anbefalinger med hensyn til bruk av ulike frøkilder. Sekundært var formålet å etablere bestand som kan utnyttes i fremtidig foredling av treslaget.

Ni proveniensenforsøk og ett avkomforsøk med svartor ble anlagt våren 1996. Frøet ble sanket fra hovedutbredelsesområdet for svartor i Sør-Norge og i Nord-Trøndelag. I hver populasjon ble det sanket frø fra inntil 15 trær, og frøene fra hvert tre (familie) ble sådd atskilt. Forsøkene ble plantet med én plante fra hver populasjon i hvert av de 40 gjentakene i proveniensenforsøkene, mens det i avkomforsøket ble plantet én plante fra hver familiene innen hver populasjon i hvert av de 40 gjentakene. I alle forsøksfeltene ble avgang, høydeutvikling, skader og kvalitet registrert. I avkomforsøket i Hobøl ble vekststart om våren registrert gjennom 3 år. For å studere vekstavslutningen ble høydeveksten ved ulike datoer registrert sommeren 2000 på feltene Fritzøe og Hobøl.

Det var klare forskjeller mellom populasjonene i tidspunktet for vekststart, men denne forskjellen kunne ikke relateres til populasjonens geografiske opprinnelse. De nordlige populasjonene avsluttet imidlertid veksten som regel før de sørlige, og innlandspopulasjonene avsluttet som regel før de kystnære. Flytting nordfra og sørover vil derfor gi herdige planter, men veksten må forventes å avta noe. Flytting av populasjonene nordover gav som regel god vekst, men ofte på bekostning av lavere overlevelse. Det var imidlertid flere signifikante avvik fra disse generelle trendene.

På Østlandet er det flere populasjoner som kan anvendes, men populasjonen fra Risør er antagelig den beste både på indre Østlandet og for kystnære områder i Telemark og Aust-Agder. Populasjonen fra Siljan kan også brukes på sørlige deler av Østlandet. Det må regnes med stor avgang på frostutsatte lokaliteter ved bruk av populasjonene fra Asker, Larvik, Risør og Arendal. På slike steder kan med fordel mer herdige innlandspopulasjoner som Løten, Ringsaker og Aremark brukes. Det kan ikke anbefales å bruke populasjoner fra Østlandet på Sør-Vestlandet, med unntak av populasjonen fra Risør. Populasjonene Farsund og Hjelmeland var de beste både når det gjaldt vekst og for andre karakterer som liten frekvens av flere stammer og feiging, og bør derfor brukes i dette området. Populasjonen Fosnes, som sannsynligvis er en naturlig krysning med gråor (*Alnus incana* (L.) Moench) var betydelig bedre enn de andre populasjonene fra Nord-Trøndelag på feltet i Mosjøen. Populasjonen bør bevares på stedet med tanke på frøforsyningen i nordlige regioner. Flytting av sørlige populasjoner til denne regionen kan ikke anbefales. I Trøndelag var det ikke anlagt forsøk, men Snåsa-populasjonen viste stor tilpasningsevne i de andre forsøkene, og kan trygt anbefales.

Nøkkelord: *Alnus glutinosa*, svartor, vekstrytme, høydevekst, avgang, klinal variasjon, planteforedling

Key words: *Black alder*, *Alnus glutinosa*, *growth rhythm*, *mortality*, *height growth*, *clinal variation*, *breeding*

Innhold

1. Innledning	5
2. Materiale og Metode.....	6
3. Resultater	10
3.1. Fritzøe, Hoxmark og Aschjem	10
3.2. Rosslund, Hjelmeland og Stend	12
3.3. Brandsøy og Balestrand	13
3.4. Mosjøen	14
3.5. Avkomforsøket i Hobøl	15
4. Diskusjon.....	20
4.1. Vekst, avgang, skader og kvalitet.....	20
4.2. Vekstrytme.....	22
4.3. Klinal variasjon.....	22
4.4. Foredling.....	23
5. Konklusjon	24
Summary	25
Litteratur	26

1. Innledning

Det skjer kontinuerlig en omdisponering av arealer fra jordbruk til skogbruk, og flere treslag kan være aktuelle ved etablering av skog på tidligere jordbruksarealer (Frivold 1993). Svartor (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) har imidlertid flere egenskaper som gjør treslaget egnet for etablering på tidligere jordbruksmark. Blant annet er treslaget lite etterstrebet av hjorteviltet, og lavt preferert blant gnagere som mus og vånd (Wahlgren 1914). I Danmark brukes svartor ofte som forkultur ved etablering av skog på tidligere jordbruksarealer på grunn av treslagets gode økologiske egenskaper (Larsen & Møller 1997). De positive egenskapene med hensyn til etablering på tidligere jordbruksmark gjør svartor til et aktuelt alternativ til gran og hengebjørk.

I tillegg til gode biologiske forutsetninger har svartor et markedspotensial som substitutt for tropisk tømmer i trelastindustrien. Splint og kjerneved er likeartet hos svartor. Vedstrukturen kan minne om bjørk, men fargen er rødlig. Densiteten er et sted mellom gran og bjørk (Institutt for skogskjøtsel 1985). I kombinasjon med rette stammer gir dette kvalitetsegenskaper av stor verdi, og svartor er blant annet etterspurt til panel, innredning og møbler (Matthews 1987, Malmqvist & Woxblom 1991).

Til Norge innvandret svartoren for ca 8000 år siden (Moen 1999), og den finnes i dag spredt over store deler av landet. På Østlandet finnes svartor inn til Rendalen, Engerdal, Gran på Hadeland, Flå og Rollag. Treslaget forekommer sjeldent over 300 m o.h., men i Engerdal finnes svartor på 660 m o.h. (Lid 1994). Svartor forekommer langs hele kysten til Nordmøre (Tollan 1939). Fraværet av svartor i Sør-Trøndelag ble beskrevet allerede i 1871 (Schiötz 1871) "*Svartor er meget sjeldnere enn foregaaende, især jo længere Nord man kommer, indtil den henimot Surendalen forsvinder ganske; som bekjendt findes den slet ikke i det Trondhjemske. Den opnaar iøvrigt ganske anseelige Dimensjoner*". Svartor finnes igjen i Nord-Trøndelag nord til Værøy, Fosnes og Snåsa der Helland (1912) fant at tetratermen var 12,4°C. Etter dette har svartor blitt vurdert som et varmekrevende treslag under norske forhold. I Bottenviken finnes svartor nord til Haparanda (Sjørs 1967) og Kemi (Nitzelius 1958). Treslaget har sitt optimumsområde i Baltikum (Lid 1994).

Svartor har en vid økologisk spennvidde. På en del marginale områder kan treslaget kanskje betraktes som en standhaftig reminisens etter den postglasiale varmetid. Treslaget har stor toleranse med hensyn til oversvømmet mark (svartor-sumpskog). Det er neppe noen annet treslag som kan benytte slike voksesteder bedre enn svartor. Best forstlig utvikling får imidlertid svartor på dyp, leirblandet, kalkholdig jord med stabil fuktighet (Frivold 1994). Svartor opptrer ofte som sekundært suksesjonstre på gras- og røsslyngmark og på tidligere beitearealer (Fremstad 1983). På Vestlandet kan den imidlertid også være pionertre på magrere mark (Stølen 1986). På grunn av de nitrogenfikserende rotnodulene må svartor betegnes som en jordforbedrende art med sitt næringsrike og lett nedbrytbare lauv. Med sin gode utvikling på strandenger helt ned til vannkanten har treslaget åpenbart også stor toleranse overfor saltvann.

Studier av trær tilpasning til ulike voksesteder og klimaforhold har fått økt aktualitet som følge av de klimatrender som nå registreres i form av lengre vekstperiode om høsten, mer variable temperaturforhold om vinteren og tidligere vår (Benestad 2000). En veltilpasset vekstrytme gir frostherdige planter med god tilpasning til vekstsesongen. Klimatiske forhold på voksestedet vil medføre for-

skjeller i vekstrytme mellom populasjoner, og på nordlige breddegrader ($> 60^\circ \text{N}$) kan det derfor ofte skje en naturlig seleksjon for vekstrytme (Eriksson 1997). Svartor bruker kort tid frem til frøsetting, og vil derfor kunne tilpasse seg nytt klima hurtig gjennom naturlig seleksjon. Unntaket kan være små og isolerte populasjoner hvor den genetiske diversiteten er liten.

Den genetiske variasjonen for svartor er ikke tidligere studert under norske forhold, men Baliuckas *et al.* (1999) fant forskjeller både mellom og innen svenske populasjoner i tidspunkt for vekststart og vekstavslutning. Vekststart var korrelert med breddegrad idet nordlige populasjoner startet veksten tidligere enn sørlige populasjoner. Det var også forskjeller i høydevekst mellom populasjoner, men ingen klinal variasjon kunne påvises. Også andre studier har påvist forskjeller i vekstrytme, høydevekst og avgang mellom ulike provenieser av svartor (McVean 1953, Kjersgård 1963, Funk 1979, Maynard & Hall 1981, DeWald *et al.* 1983, DeWald & Steiner 1986, Ruetz *et al.* 2000).

Hovedformålet med denne undersøkelsen var å kartlegge forskjeller mellom populasjoner av svartor med hensyn til etablering, høydevekst og kvalitet. Også treslagets vekstrytme ble undersøkt. Det var videre ønskelig å komme frem til praktiske anbefalinger med hensyn til bruk av ulike frøkilder. Sekundært var formålet å etablere bestand som kan utnyttes i fremtidig foredling av treslaget.

2. Materiale og metode

Høsten 1993 sanket vi frø fra ti bestand med 12 - 15 mortrær og fra syv bestand med 3 - 9 mortrær (Tabell 1a). I tillegg ble det høstet samsprøver fra tre klimatisk marginale bestand. Bestandene ble valgt på grunnlag av andelen trær som visuelt gav inntrykk av å være gode fenotyper. Trærne kan imidlertid ikke betegnes som plusstrær fordi utvalget av trær i enkelte populasjoner var for lite til at bare gode fenotyper kunne velges. Betegnelsen *bestand* er brukt ved omtale av de opprinnelige bestandene der frø ble høstet, mens betegnelsen *populasjon* er brukt om avkommene fra disse bestandene.

Frøet ble sådd i plantebakker og deretter priklet over i pottebrett av typen M60 for videre dyrking ut året 1995 på Skogforsks forsøksstasjon Hoxmark. Forsøkene ble plantet våren 1996 som ti proveniensforsøk og ett avkomforsøk i Hobøl. Tabell 1b gir oversikt over beliggenheten. I proveniensforsøkene var planteavstanden 2 m, mens avkomforsøket i Hobøl ble plantet med 1,3 m avstand, begge i kvadratisk forband. Ett proveniensforsøk ble nedlagt etter tre år på grunn av stor avgang som følge av vårfrost. Proveniensforsøkene ble plantet med én plante fra hver populasjon i hvert gjentak, og i avkomforsøket ble det plantet ut én plante fra hvert mortre innen populasjonen, maksimalt 15 planter, pr. gjentak. I alle forsøk ble det lagt ut 40 gjentak. Proveniensforsøkene besto av ni ulike populasjoner, mens avkomforsøket besto av 11 populasjoner.

Tabell 1a. Bestand, kommune, breddegrad, høyde over havet for de bestand som ligger mer enn 100 m o.h., fylke og antall trær som det er høstet frø fra brukt på de ulike forsøksfelt. X er handelsfrøpartier fra et ukjent antall trær.

Population, district, latitude, longitude, elevation (m. asl) for the stands above 100 m, county and numbers of trees from which seeds were collected for the respective field trials. X is commercial bulked seed lots.

Bestand og kommune <i>Population and district</i>	Breddegrad, °N <i>Latitude, °N,</i>	Fylke <i>County</i>	Forsøksfelt og antall halvsøskenfamilier fra bestandet <i>Field trials and number of half sib families from the population</i>									
			Hoxmark, Ås	Aschjem, Ås	Fritzøe	Rosslund	Hjelmeland	Stend	Brandsøy	Balestrand	Mosjøen	Hobøl, avkomforsøk
Fosnes, Ø. Bolvika	64°45'	Nord-Trøndelag									X	
Nærøy, Abelvær	64°43'	Nord-Trøndelag									X	
Snåsa, Tynestangen	64°12'	Nord-Trøndelag							15	15	15	15
Steinkjer, Valøen	64°08'	Nord-Trøndelag									8	
Verdal, Stiklestad	63°52'	Nord-Trøndelag									9	
Leksvik, Hjellup	63°40'	Nord-Trøndelag									3	
Midsund, Hagset	62°38'	Møre & Romsdal							4	4	4	
Flora, Tonheim	61°36'	Sogn & Fjordane				15	15	15	15	15		15
Balestrand, Skaasheim	61°12' 120 m o.h.	Sogn & Fjordane							15	15		
Stord, Haukanes	59°49'	Hordaland				15	15	15	15	15		
Hjelmeland, Mjøllhus	59°36'	Rogaland				14	14	14	14	14		
Sokndal, Eia	58°26'	Rogaland				15	15	15				
Farsund, Farbrot	58°07'	Vest-Agder			15	15		15				
Åmot, S. Løset	61°22' 270 m o.h.	Hedmark	3								3	1
Ringsaker, Brumunddal	60°53'	Hedmark		X							X	
Løten, Rokoşjøen	60°45' 290 m o.h.	Hedmark	5	5								5
N-Odal, Øvre Holt	60°16' 250 m o.h.	Hedmark	6									6
Asker, Nesøya	59°52'	Akershus	15	15	15	15	15	15				15
Våler, Rødsund	59°26'	Østfold		12	12				12	12		
Aremark, Holt	59°17'	Østfold	15	15	15							15
Hvaler, Kråkerøy	59°11'	Østfold	15	15		15	15	15				15
Skien, Flittig	59°19' 150 m o.h.	Vestfold	15	15	15	15	15	15				15
Siljan, Sølverød	59°17' 400 m o.h.	Vestfold	11	11	11							
Larvik, Kvelde	59°12' 125 m o.h.	Vestfold			14				14	14		14
Risør, Hammartjenn	58°44'	Aust-Agder		15	15	15	15	15				15
Arendal, Stampefoss	58°27'	Aust-Agder			15				15	15		

Tabell 1b. Oversikt over beliggenheten til forsøksfeltene. Alle felt ligger lavere enn 150 m o.h.

The geographic origin of the experiments. All sites are below 150 m asl.

Feltforsøk <i>Experiment</i>	Breddegrad, °N <i>Latitude, °N</i>	Lengdegrad, °Ø <i>Longitude, °E</i>
Vest-Norge		
<i>West-Norway</i>		
Rosslund	58°23'	6°18'
Hjelmeland	59°14'	6°11'
Stend	60°16'	5°17'
Brandsøy	61°36'	5°08'
Balestrand	61°11'	6°31'
Øst-Norge		
<i>East-Norway</i>		
Fritzøe	59°06'	10°31'
Hoxmark	59°40'	10°43'
Aschjem	59°41'	10°48'
Hobøl	59°32'	10°53'
Nord-Norge		
<i>North-Norway</i>		
Mosjøen	65°50'	13°13'

I alle forsøksfeltene ble avgang og høydeutvikling registrert. I tillegg ble det gitt karakterer for kvalitetskriterier som flerstammethet, langkrok og skader som beiteskader, feiging av rådyr og soppangrep. Det ble også subjektivt gitt anmerking for trær med ekstra god form og vekst - såkalte elitetrær. Hovedrevisjonen av feltene ble foretatt om høsten etter vekstavslutning. I ett proveniensforsøk (Fritzøe) ble høyden registrert den 12. juli, 9. august, 31. august og 15. oktober i året 2000 for å undersøke vekstavslutning for populasjonene. Høyden ved ulike datoer ble satt i prosent av sluthøyden. I avkomforsøket ble tidspunkt for vekststart (tidlighet) målt i 1997, 1998 og 1999 etter skalaen i Tabell 2. I 1997 ble tidlighet målt ved ett tidspunkt, i 1998 ved tre og i 1999 ved to tidspunkter. Høyden i de fire mest homogene gjentakene (gjentak 1-4) med hensyn til topografi og jordsmonn ble målt den 10. juli, 8. august, 30. august og 10. oktober år 2000. Den 10. oktober ble det også registrert, på alle gjentak, om trærne fortsatt hadde grønne blader i toppen.

I avkomforsøket utførte vi temperaturregistreringer i årene 1997, 1998 og 1999 med en datalogger (DL2 - Delta-T Devices Ltd) på to målestasjoner som var plassert ca 50 m fra hverandre og med en høydeforskjell på ca 3 m. Sensorer ble på begge steder plassert 10 cm og 200 cm over bakken, og vi registrerte temperaturen fire ganger pr. time fra midten av mars til begynnelsen av juni. Temperatursummen frem til ulike faser av tidlighet ble beregnet med både 0°C og -3°C som basistemperatur. Døgnetts middeltemperatur beregnet vi som gjennomsnittet av de fire målepunktene middeltemperatur.

Tabell 2. Skala for registrering av knopp-, blad- og skuddutvikling.

Classes for the recording of bud break, development of leaves and the first elongation of the shoots.

Klasser <i>Classes</i>	Beskrivelse <i>Description</i>
0	Hvilende knopper <i>Dormant buds</i>
1	Knoppkjellene begynner å åpne seg <i>The bud scales tends to open</i>
2	Knoppkjellene mer åpne, men dekker fortsatt nye blad <i>The bud scales more open, but covers still the new leaves</i>
3	Nye blad strekker seg utenfor knoppkjellene inntil 1 cm <i>New leaves up to 1 cm outside the bud scales,</i>
4	Bladene strekker seg 1 - 2 cm utenfor knoppkjellene <i>The leaves are 1-2 cm outside the bud scales</i>
5	Bladene strekker seg 2 - 5 cm utenfor knoppkjellene <i>The leaves are 2-5 cm out of the bud scales</i>
6	Strekingsvekst har begynt, 1 - 2 cm <i>The elongation of the new shoot has begun, 1- 2 cm</i>
7	Strekingsvekst, 2 - 5 cm <i>Shoot elongation, 2-5 cm</i>
8	Strekingsvekst, 5- 10 cm <i>Shoot elongation, 5-10 cm</i>
9	Strekingsvekst, 10-20 cm <i>Shoot elongation, 10-20 cm</i>

Alle forsøk er analysert med variansanalyse (GLM) med statistikkprogrammet SAS (SAS Institute Inc. 1989). Analyser innen hvert felt er basert på en modell med populasjon som fast effekt og gjentak som tilfeldig effekt. I analyser over flere felt ble felt og samspill mellom felt og populasjon i tillegg inkludert som tilfeldige effekter. Forskjeller mellom populasjoner ble testet med SNK-test. I alle tester ble signifikansnivået $p=0,05$ brukt. Korrelasjonsanalysene ble basert på middeltall for hver populasjon.

Den klimatisk marginale populasjonen Løset i Åmot hadde i avkomforsøket bare én populasjon i hvert gjentak og ble derfor utelatt i de statistiske analysene.

Ved beregning av frekvenser for kvalitetskriterier og skader ble fem gjentak som lå ved siden av hverandre slått sammen slik at variasjonen i fysiske faktorer ble liten. Frekvensverdiene ble deretter vinkeltransformert for ikke å bryte forutsetningen om normalfordelte verdier og homogen varians mellom grupper (Snedecor & Cochran 1972). De registrerte verdiene for tidlighet ble transformert slik at de ble tilnærmet normalfordelte. De opprinnelige frekvenser av utfall i hver av de ulike tidlighetsklassene ble brukt til å lage et kumulativt forløp av frekvenser fra 0 til 1 som følger normalfordelingen (Ericsson 1994).

3. Resultater

3.1. Fritzøe, Hoxmark og Aschjem

De tre feltene hadde populasjonene Asker, Siljan, Aremark og Skien felles. Beregninger for disse frøpartiene viste at Skien hadde signifikant mindre høydevekst enn Asker og Siljan (Tabell 3). Avgangen var mellom 25 % og 30 %, og det var ingen signifikant forskjell mellom populasjonene. Det var ikke signifikant samspill for 'populasjon x felt' verken med hensyn til høyde ($p=0.79$) eller avgang ($p=0.36$). Asker hadde signifikant flere elitetrær, i alt 3 %, enn Aremark hvor ingen trær hadde fått slik karakteristikk. Frekvensen av flerstammete trær varierte mellom 22 % og 33 %. Det var ingen signifikante forskjeller mellom populasjonene.

Tabell 3. Gjennomsnittlige verdier for fire felles populasjoner på feltene Hoxmark, Aschjem og Fritzøe. Populasjoner med samme bokstav er ikke signifikant forskjellige.

Means for the experiments Hoxmark, Aschjem and Fritzøe for four populations in common. Populations with the same letter are not significantly different.

Populasjon <i>Population /</i> Karakterer <i>Traits</i>	Asker	Siljan	Aremark	Skien
Høyde, 1997, cm <i>Height</i>	30 A	31 A	32 A	32 A
Høyde, 2000, cm <i>Height</i>	213 A	204 A	194 AB	185 B
Tilvekst 1997-2000, cm <i>Increment</i>	181 A	176 A	162 AB	155 B
Døde, % <i>Mortality</i>	28 A	29 A	25 A	24 A
Elitetrær, % <i>Elite trees</i>	3 A	1 AB	0 B	1 AB

Fritzøe

Avgangen på feltet var i gjennomsnitt 10 %. Populasjonene Risør og Aremark hadde begge signifikant mindre avgang enn Arendal og Siljan. Risør hadde også signifikant mindre avgang enn Farsund. Populasjonene Asker og Risør hadde signifikant større høyde enn Farsund. For karakteren flerstammethet var det Siljan som hadde lavest andel med 10 %, og det var signifikant mindre enn Våler (30 %). Populasjonene Farsund, Våler og Siljan hadde flest trær med langkrok (2,5 %). Det var ingen signifikante forskjeller med hensyn til frekvensen av elitetrær. I gjennomsnitt hadde 1 % av trærne fått denne karakteristikken. Den stedeagne populasjonen Larvik utmerket seg ikke verken med hensyn til avgang, vekst, skader eller kvalitet. Fig. 1. viser små, men signifikante, forskjeller i vekstrytme. Den 12. juli hadde Skien vokst til 90 % av slutthøyden, mens Farsund hadde vokst til 86 % av slutthøyden. Etter 9. august var forskjellene mindre og ikke signifikante. Etter den 30. august vokste trærne i gjennomsnitt ca. 3 cm, og de kunne derfor fortsatt være sårbare for frost.

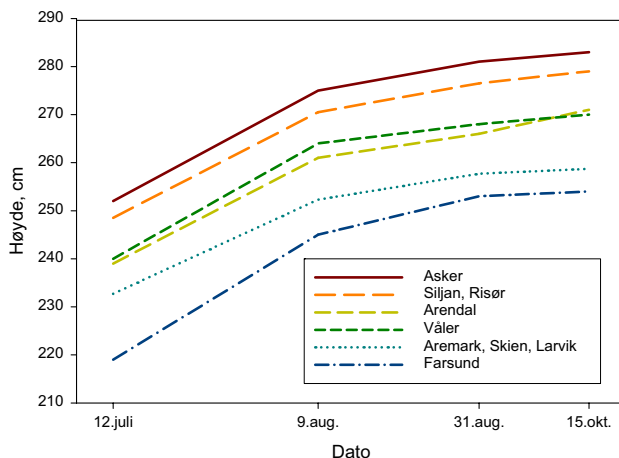


Fig.1. Høydeutviklingen for ulike populasjoner i år 2000 på feltet Fritzøe.
The height development of the different populations in year 2000 in the Fritzøe experiment.

Hoxmark, Ås

Avgangen på feltet var i gjennomsnitt 36 %. Årsaken var antagelig vårfrost de tre første årene etter planting. Populasjonene Skien og Siljan hadde minst avgang med 30 %, men det var ikke signifikant mindre enn Asker med 37 % og Åmot med 44 % avgang. I tillegg hadde også vånd gjort noe skade, og noen få trær var feiet av rådyr. Det var ingen signifikante forskjeller mellom populasjonene i sluttthøyde, men derimot i tilvekst. Populasjonen Asker hadde signifikant større tilvekst enn plantene fra Nord-Odal og Hvaler. Det var ikke signifikante forskjeller mellom populasjonene med hensyn til skader. Løten og Asker hadde imidlertid 8 % elitetrær, og det var signifikant flere enn de øvrige populasjonene.

Aschjem, Ås

Også på dette feltet var avgangen stor av samme årsak som på Hoxmark. Våler kom best ut med en avgang på 25 %. Det var signifikant bedre enn Risør med 48 % og Asker med 52 %. Avgangen for Hvaler (30 %) var også signifikant mindre avgang enn Asker og Risør. Det var også signifikante forskjeller i høydevekst mellom populasjonene. Risør, Siljan, Våler og Ringsaker hadde større tilvekst enn Skien. Risør hadde også større tilvekst enn Løten og Hvaler. Siljan hadde ingen flerstammete trær, mens Asker og Våler hadde henholdsvis 18 % og 17 %. Ringsaker hadde flest elitetrær med 10 %, signifikant flere enn Asker, Skien, Hvaler, Aremark og Siljan. Av trærne fra Løten ble 4 % vurdert som elitetrær, signifikant flere enn fra Asker og Skien.

3.2. Rossland, Hjelmeland og Stend

Feltene hadde åtte populasjoner felles, og felles beregning av feltene viste signifikant større avgang for populasjonen Flora enn for Sokndal, og signifikant større tilvekst for Risør enn for Asker, Skien, Sokndal, Flora og Hvaler (Tabell 4). Skien hadde signifikant flere skader som følge av beiting enn Hjelmeland og Stord. Risør hadde spesielt fine stammer og signifikant flere elitetrær enn Hjelmeland, Stord, Flora og Hvaler.

Tabell 4. Gjennomsnittlige verdier for feltene Rossland, Hjelmeland og Stend for ni felles populasjoner, rangert etter tilvekst. Populasjoner med samme bokstav er ikke signifikant forskjellige.

Means for the experiments Rossland, Hjelmeland and Stend for nine populations in common, ranged by increment. Populations with the same letter show non significant differences.

Populasjon <i>Population/ Karakterer Traits</i>	Hjelme- land	Risør	Stord	Flora	Skien	Sokndal	Asker	Hvaler
Høyde, 1996, cm <i>Height</i>	44 BC	43 BC	41 C	43 BC	46 AB	42 C	46 ABC	48 A
Høyde, 2000, cm <i>Height</i>	262 B	262 B	246 BC	238 C	236 C	221 C	232 C	229 C
Tilvekst, cm <i>Increment</i>	222 B	221 B	217 B	199 C	194 C	190 C	187 C	181 C
Døde, % <i>Mortality</i>	27 AB	20 AB	27 AB	25 B	18 AB	16 A	20 AB	16 AB
Elitetrær, % <i>Élite trees</i>	8 B	14 A	5 B	6 B	10 AB	11 AB	10 AB	8 B
Flerstammet, % <i>Plural stems</i>	30 A	25 A	27 A	30 A	24 A	26 A	30 A	24 A
Rette stammer, % <i>Straight stems</i>	81 A	71 A	76 AB	81 AB	69 A	70 A	77 AB	77 AB
Mekaniske skader, % <i>Physical damage</i>	5 B	10 A	6 B	4 A	15 A	7 A	11 A	10 A

Rossland

Den dårlige veksten på feltet skyldtes antagelig sur jord, lav bonitet og stor konkurranse fra ulike grasarter. Populasjonen Hjelmeland hadde størst avgang med 63 %, og den var signifikant større enn Asker, Skien, Sokndal og Hvaler som hadde minst med 26 %. Hjelmeland hadde imidlertid vokst signifikant bedre enn de andre populasjonene. I tillegg hadde Hjelmeland ingen skader som skyldtes beiting eller feiing, og det var signifikant forskjellig fra Asker og Risør med henholdsvis 25 % og 22 % skader. Flora hadde 3,1 % skader som følge av beiting eller feiing, og det var signifikant færre enn Risør og Hvaler med ca. 14 % skader. Trær fra Hjelmeland hadde derimot flest langkrok, mens populasjonen Stord hadde færrest. Med hensyn til flerstammethet kom trær fra Flora dårligst ut med 29 %, signifikant flere enn

Skien med 4 %. Elitetrær ble bare registrert for populasjonene Sokndal og Hvaler med 2 % hver.

Hjelmeland

Flora hadde størst avgang med 22 % og det var signifikant større enn for alle de andre populasjonene. Risør hadde størst tilvekst og det var signifikante forskjeller i forhold til Sokndal, Flora, Hvaler og Asker. Risør hadde også flest elitetrær med 5 % og det var signifikant flere enn Asker, Hjelmeland, Flora og Hvaler som ikke hadde noen elitetrær.

Stend

Plantene hadde vokst svært godt og avgangen var moderat i dette forsøket. Størst avgang hadde populasjonene Asker og Stord med 20 %. Det var imidlertid ikke signifikant forskjellig fra de øvrige populasjonene (10-15 %). Risør hadde signifikant høyere tilvekst enn Farsund, Sokndal, Stord, Flora, Hvaler og Asker. Likeledes hadde planter fra Skien større tilvekst enn planter fra Sokndal, Flora og Hvaler. Planter fra Risør hadde også signifikant færre stammesleng enn planter fra Farsund og Stord. Asker hadde også signifikant færre stammesleng enn Stord. Stord hadde i tillegg signifikant flere trær med dobbeltstammer enn Hjelmeland, mens Risør og Asker hadde signifikant flere dobbeltstammer enn Farsund.

3.3. Brandsøy og Balestrand

Populasjonene Larvik, Hjelmeland og Arendal hadde størst tilvekst og signifikant større enn Flora og Stord (Tabell 5). Stord hadde ikke bare minst høyde, men også størst avgang. Avgangen var signifikant større enn for populasjonene Hjelmeland og Balestrand. Fra Stord kom det heller ingen elitetrær, signifikant færre enn fra Flora. Midsund skilte seg signifikant fra populasjonene Våler, Stord, Larvik og Arendal med høyere frekvens av flerstammete trær. Brandsøy ligger i det vestligste fjordområdet, mens Balestrand hører med til de midtre fjordstrøk. Dette kan forklare hvorfor testene viste forskjeller mellom feltene for de fleste karakterer.

Brandsøy

Det var relativt god vekst på feltet selv om en kraftig grasvegetasjon satte veksten noe tilbake i starten. Larvik hadde signifikant høyere tilvekst enn alle de andre populasjonene bortsett fra Hjelmeland, Arendal og Våler. Fire populasjoner hadde avgang under 10 %. Det var imidlertid ingen signifikante forskjeller. Larvik hadde signifikant færre trær med flere stammer og dobbeltstammer enn Hjelmeland, Midsund og Snåsa. Stord hadde med 21 % skader signifikant høyere frekvens enn Arendal, Hjelmeland og Midsund.

Tabell 5. Gjennomsnittlige verdier for feltene Brandsøy og Balestrand for ni felles populasjoner, rangert etter tilvekst. Populasjoner med samme bokstav er ikke signifikant forskjellige.

Means for the experiments Brandsøy and Balestrand for nine populations in common, ranged by increment. Populations with the same letter show non significant differences.

Populasjon <i>Population/ Karakterer Traits</i>	Larvik	Hjelmeland	Arendal	Balestrand	Våler	Snåsa	Mid-sund	Flora	Stord
Høyde,1997, cm <i>Height</i>	38 A	34 BC	38 A	34 BC	37 AB	33 BC	30 C	33 BC	30 C
Høyde 2000, cm <i>Height</i>	184 A	175 AB	178 AB	167 AB	169 AB	165 AB	155 B	154 B	152 B
Tilvekst, cm <i>Increment</i>	145 A	144 A	142 A	136 AB	135 AB	132 AB	127 AB	120 B	120 B
Døde, % <i>Mortality</i>	18 AB	10 A	13 AB	11 A	17 AB	18 AB	20 AB	18 AB	24 B
Elitetrær, % <i>Elite trees</i>	8 AB	5 AB	6 AB	7 AB	7 AB	8 AB	7 AB	9 B	0 A
Flerstammet, % <i>Plural stems</i>	13 A	19 AB	13 A	14 AB	9 A	16 AB	27 B	16 AB	13 A
Rette stammer, % <i>Straight stems</i>	13 A	15 A	17 A	12 A	16 A	17 A	19 A	18 A	18 A
Mekaniske skader, % <i>Physical damage</i>	24 A	11 A	10 A	15 A	25 A	25 A	13 A	12 A	23 A

Balestrand

Avgangen varierte mellom 12 % og 25 %. Det var imidlertid ingen signifikante forskjeller mellom populasjonene. Det var heller ingen signifikante forskjeller i høyde eller tilvekst mellom populasjonene, men Hjelmeland og Arendal hadde hatt størst tilvekst. Våler hadde 2,5 % flerstammete trær, signifikant færre enn Larvik og Flora med ca. 21 %.

3.4. Mosjøen

Forsøkfeltet ligger ca. en breddegrad nord for populasjonen fra Øvre Bolvika i Fosnes kommune som er den nordligste populasjonen i undersøkelsen. Populasjonen fra Fosnes hadde utviklet seg best med 36 % større høyde enn nest høyeste populasjon som var Snåsa (Tabell 6). Vi har imidlertid indikasjoner på at denne populasjonen er en krysning med gråor (*Alnus incana* (L.) Moench). De tre nordligste populasjonene hadde minst avgang, mens den sørlige kystpopulasjonen fra Midsund hadde klart seg dårlig både med hensyn til vekst og avgang.

Tabell 6. Gjennomsnittlige verdier for feltet Mosjøen, rangert etter høyde. Populasjoner med samme bokstav er ikke signifikant forskjellige.
Means for the experiment Mosjøen. Populations with the same letter are not significantly different.

Populasjon <i>Population/ Karakterer</i>	Fosnes	Snåsa	Verdal	Steinkjer	Åmot	Nærøy	Rings- aker	Leksvik	Midsund
<i>Traits</i>									
Høyde, cm <i>Height</i>	242 A	178 B	174 BC	166 BCD	148 BCD	138 CD	128 D	128 D	84 E
Døde, % <i>Mortality</i>	18 B	20 B	35 AB	23 B	29 B	18 B	24 B	39 AB	64 A
Elitetrær, % <i>Élite trees</i>	11 A	4 A	2,5 A	0 A	3 A	0 A	8 A	0 A	0 A
Flerstammet, % <i>Plural stems</i>	71 A	56 A	54 A	53 A	53 A	56 A	52 A	71 A	41 A
Rette stammer, % <i>Straight stems</i>	71 A	75 A	73 A	83 A	67 A	49 A	71 A	62 A	62 A
Mekaniske skader, % <i>Physical damage</i>	79 A	70 A	78 A	51 A	84 A	90 A	70 A	72 A	41 A

3.5. Avkomforsøket i Hobøl

Vekst, avgang, skader og kvalitet

Etter første vekstsesong var Larvik signifikant større enn alle de andre populasjonene, mens Åmot og Nord-Odal hadde de signifikant minste plantene (Tabell 7). Risør var høyest etter 5 år, og signifikant høyere enn Åmot, Flora, Hvaler og Snåsa. Plantenes høyde avtok signifikant med økende breddegrad for frøbestandet. Populasjonene Løten, Nord-Odal og Aremark hadde best vekst i toårsperioden fra 1997 til 1998, og veksten var signifikant bedre enn for Hvaler, Flora og Skien. I toårsperioden fra 1999 til 2000 var det små forskjeller mellom populasjonene i tilvekst, men Risør hadde signifikant større tilvekst enn alle de andre populasjonene. For hele perioden fra og med 1997 til 2000 rangerte fortsatt Løten, Risør, Aremark og Nord-Odal høyt med hensyn til tilvekst. Av de 10 trærne med størst tilvekst var 5 fra Risør.

Etter de to første årene var avgangen i gjennomsnitt 18 %. Det var ingen signifikante forskjeller mellom populasjonene (Tabell 7). I 2000 var avgangen steget til 36 %. Snåsa hadde minst avgang med 32 %, signifikant mindre enn Flora med 45 %. Våren 1998 var det betydelige frostskafer på plantene. Snåsa var den populasjonen som klarte seg best mot frostskafer på 4 % av plantene. Det var signifikant mindre enn Risør som hadde frostskafer på 10 % av plantene. Snåsa hadde også, sammen med Hvaler, signifikant færre dobbelt- eller flerstammete trær enn Larvik.

Tabell 7. Gjennomsnittlige verdier for avkomforsøket i Hobøl, rangert etter tilveksten 1997-2000. Populasjoner med samme bokstav er ikke signifikant forskjellige. Populasjonen Åmot hadde ett tre i hvert gjentak og er ikke tatt med i variansanalysen for kvalitative egenskaper.

Means for the progeny experiment at Hobøl, ranged by the increment in 1997-2000. Populations with the same letters are not significantly different. The population Åmot had a bulked seed lot from two trees and was excluded from the variance analyses for qualitative traits

Populasjon <i>Population/ Karakterer Traits</i>	Løten	Risør	Aremark	Skien	Nord- Odal	Larvik	Asker	Snåsa	Hvaler	Flora	Åmot
Høyde 1996, cm <i>Height</i>	61 CDE	65 B	59 ED	64 B	53 F	69 A	63 BCD	57 E	61 CDE	59 E	55 F
Høyde 2000, cm <i>Height</i>	314 AB	317 A	304 ABC	299 ABC	296 BCD	307 ABC	301 ABC	292 BC	287 C	282 C	264 D
Tilvekst 1997-1998 Increment, cm	89 A	81 AB	88 A	75 B	89 A	80 AB	80 AB	84 AB	77 B	77 B	81 AB
Tilvekst 1999-2000 Increment, cm	165 B	178 A	160 B	164 B	156 B	166 B	164 B	153 B	153 B	155 B	131 C
Tilvekst 1997-2000 Increment, cm	254 A	253 A	244 AB	236 BC	243 AB	240 AB	239 AB	235 AB	226 BC	225 B	209 C
Døde 1997 % <i>Mortality</i>	22 A	19 A	20 A	21 A	17 A	21 A	18 A	19 A	16 A	16 A	8
Døde 2000, % <i>Mortality</i>	35 AB	43 AB	33 AB	39 AB	33 AB	40 AB	35 AB	32 B	36 AB	45 A	25
Elitetrær, % <i>Elite trees</i>	10 A	5,3 AB	1,9 BC	3,6 ABC	1,1 C	5,2 AB	2,7 BC	2,9 BC	2,2 BC	1,9 BC	0
Buskform, % <i>Bushy formed</i>	2,8 AB	3,2 AB	2,5 AB	3,4 AB	5,2 AB	2,5 AB	4,6 A	0 B	6,4 A	4,6 A	5,8
Flerstammet, % <i>Plural stems</i>	13 AB	19 AB	15 AB	17 AB	13 AB	22 A	19 AB	12 B	12 B	17 AB	5
Grønn topp, % <i>Green leaves on the top shoot</i>	0 C	3,1 AB	0,7 ABC	1,5 ABC	0,5 BC	1,3 ABC	1,5 ABC	0 C	2,4 AB	4,4 A	0

Det ble ikke funnet noen signifikante sammenhenger mellom breddegrad eller høyde over havet og avgang eller skade.

Ved siste registrering høsten 2000 ble det registrert angrep av en sopp (*Taphrina Tosquinetii* (Westend.) Magn.) på blader og skudd på 4,7 % av trærne. Bladene blir store og pløsete og skuddene deformerte. Det var signifikant forskjell mellom gruppene ($p=0,045$) med hensyn til frekvens av angrepne trær når populasjonene ble gruppert med Aremark, Nord-Odal, Løten og Snåsa mot de kystnære populasjonene. Det var de kystnære populasjonene samt Løten som var minst angrepet.

Løten hadde 10 % elitetrær, og det var nesten dobbelt så mange som Risør og Larvik som rangerte som henholdsvis nummer to og tre (Tabell 7). Likevel hadde Løten bare signifikant flere elitetrær enn Snåsa, Hvaler, Aremark, Nord-Odal og Flora. Snåsa hadde ingen buskformete trær, signifikant færre enn Flora, Asker og Hvaler.

Vekststart

Fig. 2a viser de døgnlige middeltemperaturer, og Fig. 2b viser de døgnlige minimumstemperaturer for årene 1997 til 1999. 1997 skilte seg ut med utpregete kalde perioder i midten av mars og i siste halvdel av april. Så sent som 30. mai 1997 var gjennomsnittlig minimumstemperatur for de fire målepunkter lavere enn 0°C , og på den nedre målestasjonen ble det registrert $-1,9^{\circ}\text{C}$. Temperatursummen i 1997 skilte seg også vesentlig fra de to påfølgende årene (Tabell 8). Ved registrering av tidligheten den 21/5 i 1997 hadde plantene mottatt en temperatursum på henholdsvis 397° og 568° beregnet for de to basistemperaturene. Den gjennomsnittlige tidlighets-karakter på dette tidspunktet var 2,0. I 1998 og i 1999 hadde plantene mottatt omtrent det halve av disse temperatursummene da de hadde nådd den samme fasen (Tabell 9).

Variansanalysen for tidlighet ble utført på transformerte verdier for å tilfredsstille forutsetningen om normalfordeling. I Tabell 9 er det imidlertid brukt de observerte middelverdier. Rangeringen og bokstaver som indikerer signifikante forskjeller kan derfor avvike noe for enkelte populasjoner. For eksempel gjelder dette populasjonene Nord-Odal, Snåsa og Løten som er svært like med hensyn til utviklingen av blader i 1998. Snåsa var imidlertid signifikant forskjellig fra Asker, men lå nærmere Asker i verdi enn Løten som ikke var signifikant forskjellig fra Asker. Korrelasjonen mellom knoppsskyting og strekningsvekst i 1999 var $r=0.94$. De to registreringene ble derfor slått sammen (Tabell 9).

Populasjonene rangerte forskjellig for tidlighet i de ulike årene (Tabell 9), og analysene viste samspill mellom år og populasjon. I 1998 og i 1999 var for eksempel populasjonen fra Asker tidligst, mens den i 1997 var blant de tre seneste. Det var også samspill mellom år og populasjon for målingene 21/5 i 1997 og 30/4 i 1998. På disse tidspunktene hadde populasjonene i gjennomsnitt nådd samme tidlighet, men det var ingen korrelasjonen ($r=0,043$) mellom de to målingene. For 1998 og 1999 var det ikke tilstede et slik samspill. Korrelasjonen mellom tidligheten den 30/4 i 1998 og 26/4 i 1999 var $r=0,72$.

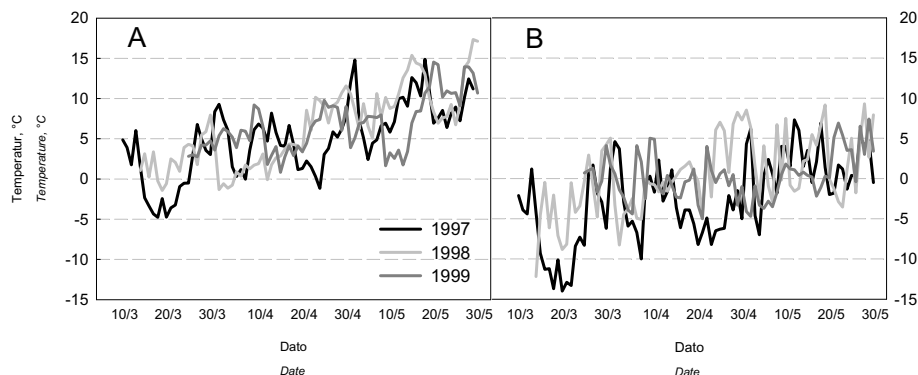


Fig. 2: A) Døgnlige middeltemperatur for årene 1997-1999 på forsøkfeltet i Hobøl.
B) Døgnlige minimumstemperaturer for årene 1997-1999 på forsøkfeltet i Hobøl.

A) *The diurnal mean temperatures for the years 1997-1999 in the Hobøl experiment.*

B) *The diurnal minimal temperatures for the years 1997-1999 in the Hobøl experiment.*

Tabell 8. Temperatursum i døgngader ved datoen for registrering av tidlighet, og den gjennomsnittlige tidlighet for alle populasjoner.

Sum of temperature at the recording date for bud break, leaf development and the first shoot elongation, and the mean earliness at these dates.

År <i>Year</i>	Dato <i>Date</i>	Tidlighet <i>Earliness</i>	Temperatursum ved ulike basistemperaturer	
			<i>Sum of temperature at two threshold values</i>	
			0°C	-3°C
1997	21/5	2,0	391	568
1998	30/4	2,1	163	272
	11/5	4,3	250	389
	4/6	7,2	532	743
1999	26/4	1,7	150	246
	4/5	2,9	215	338

Tidligheten i 1997 viste større korrelasjon med tilveksten i hele perioden ($r=0,45$) enn tidligheten i 1998 ($r=0,26$) og i 1999 ($r=0,33$). Tidlig vekststart gav høyere tilvekst. Den begynnende strekningsveksten som ble målt 1998 viste størst sammenheng med tilveksten ($r=0,59$). Det var populasjonene Risør, Flora og Asker som hadde størst positiv korrelasjon mellom begynnende strekningsvekst og tilvekst med $r=0,50$, mens for populasjonene Løten, Aremark og Snåsa var korrelasjonen $r=0,28$.

Tabell 9. Utvikling av knopper, blad og skuddstrekning for de ulike populasjonene i 1997, 1998 og 1999, rangert etter knopp utviklingen i 1999. Populasjoner med samme bokstav er ikke signifikant forskjellige.

Development of buds, leaves and first elongation of the shoot for the years 1997, 1998 and 1999, ranged by the bud break in 1999. Populations with the same letter are not significantly different.

Populasjon <i>Population/ Karakterer Traits</i>	Asker	Nord- Odal	Risør	Skien	Løten	Snåsa	Larvik	Åmot	Hvaler	Flora	Are- mark
Knopper, 1997 <i>Buds</i>	1,69 C	1,86 BC	1,74 C	1,85 BC	2,31 A	2,17 AB	1,76 C	1,66	1,78 BC	1,85 C	1,85 BC
Knopper, 1998 <i>Buds</i>	2,41 A	2,30 AB	2,21 ABC	2,10 ABCD	2,09 ABCD	1,91 CD	2,08 ABCD	2,40	1,94 BCD	1,75 D	1,88 CD
Blader, 1998 <i>Leaves</i>	4,46 A	4,43 A	4,27 AB	4,25 AB	4,33 AB	4,23 ABC	4,35 AB	4,40	4,12 BC	3,95 C	4,13 BC
Strekning, 1998 <i>Elongation</i>	7,21 ABC	7,45 A	7,05 C	7,15 C	7,48 AB	7,43 AB	7,18 BC	7,00	6,98 CD	6,74 D	7,19 BC
Knopper, 1999 <i>Buds</i>	2,61 A	2,49 AB	2,42 ABC	2,39 ABC	2,36 ABC	2,27 BC	2,26 BC	2,18	2,14 CD	2,13 CD	1,92 D

Vekstavslutning

Snåsa hadde vokst 41 % av den totale strekningsveksten i 1999 per 30. juni. Det var, til tross for små forskjeller, signifikant mer enn de andre populasjonene med unntak av Løten og Nord-Odal. Flora og Aremark hadde vokst minst med henholdsvis 34 % og 36 % av den totale strekningen det året (Tabell 10). Ved registrering den 10. juli 2000 hadde alle populasjoner vokst ca 50 % av årets vekst, og det var bare signifikant forskjell mellom Snåsa, med størst andel av årets vekst, og Hvaler med minst. Ved registrering den 8. august 2000 hadde populasjonene vokst ca. 90 % av den totale strekningsveksten. Registreringene på dette tidspunktet gav det beste uttrykket for vekstavslutning. Til tross for små forskjeller skilte det godt mellom enkelte populasjoner. For eksempel avsluttet Aremark veksten signifikant senere enn Snåsa. Snåsa var på dette tidspunkt nesten ferdig med skuddstrekningen, og det var signifikant tidligere enn alle populasjonene med unntak av Nord-Odal. Risør hadde vokst minst av den totale strekningsveksten på dette tidspunktet, men var bare signifikant senere enn Snåsa og Nord-Odal. Den 30. august var igjen forskjellene små, og det nærmet seg full vekstavslutning for alle populasjonene. Fortsatt var Snåsa og Risør signifikant forskjellige. Planter som avsluttet tidlig hadde lav tilvekst, men korrelasjonen mellom vekstavslutning og tilvekst var liten.

Tabell 10. Skuddstrekning målt som prosent lengde av årets skudd ved gitt dato, rangert etter strekningsveksten 8. august. I 1999 er det målt på alle gjentak, i 2000 på de 4 første gjentak.

The shoot growth at different dates recorded as percentage of the total shoot length of the year, ranged by shoot length of August 8th. In 1999 all blocks were recorded, in 2000 only the first four blocks.

Populasjon <i>Population/</i> Dato <i>Date</i>	Snåsa	Nord- Odal	Løten	Åmot	Aremark	Asker	Skien	Hvaler	Larvik	Flora	Risør
30. juni, 1999 <i>June 30th.</i>	41 A	39 AB	40 AB	38	36 D	38 BCD	36 CD	36 CD	37 BCD	34 D	37 BCD
10. juli, 2000 <i>July 10th.</i>	56 A	52 AB	51 AB	52	48 AB	49 AB	51 AB	47 B	50 AB	49 AB	48 AB
8. aug., 2000 <i>August 8th.</i>	95 A	93 AB	91 BC	91	90 BC	89 C	89 C	88 C	88 C	87 C	87 C
30. aug., 2000 <i>August 30th.</i>	99 A	98 AB	98 AB	98	98 AB	98 AB	97 AB	98 AB	98 AB	97 AB	96 B

Vekstavslutningen ble også forsøkt angitt ved å registrere grønne blader i toppen på trærne den 10. oktober. Metoden viste sikre forskjeller mellom kystpopulasjonen Flora med senest vekststans og innlandspopulasjonen Løten og den nordlige populasjonen Snåsa med tidligst vekststans (Tabell 7). Det var god korrelasjon ($r=0.60$) mellom frekvens av grønne blader og tilveksten i perioden 8. til 30. august

Åmot, som var unntatt fra statistiske analyser på grunn av få trær, viste et vekstforløp som ikke tydet på at den var verken spesielt tidlig eller sen. Populasjonen var mest lik Løten og Nord-Odal. Snåsa, Nord-Odal, Løten, Åmot og Aremark ble gruppert som nordlige og/eller kontinentale populasjoner, mens Risør, Flora, Larvik, Hvaler, Skien og Asker ble gruppert som maritime og/eller sydlige populasjoner. De nordlige/kontinentale populasjonene hadde kommet signifikant nærmere vekstavslutning på alle registreringstidspunkt. I perioden mellom 10. juli og 30. august var det imidlertid ikke forskjeller i veksten ($p=0,14$) mellom gruppene, mens det derimot var sikre forskjeller i vekst i periodene mellom 8. til 30. august og 30. august til 10. oktober. De nordlige/kontinentale populasjonene vokste mer tidlig om sommeren og mindre på ettersommeren og om høsten enn de maritime/sørlige populasjonene.

4. Diskusjon

4.1 Vekst, avgang, skader og kvalitet

Forflytninger nordover av boreale treslag vil ofte medføre god vekst, men økende avgang som følge av senere vekstavslutning (Eriksson & Ekberg 1997) De undersøkte populasjonene av svartor fulgte i all hovedsak et slikt mønster. Det var imidlertid noen unntak, for eksempel Farsund som var flyttet lengst nordover, men hadde dårligst tilvekst på Fritzøe-feltet. Årsaken kan ha vært skader som følge av for

sein vekstavslutning. Det samme gjaldt antagelig for populasjonen Hvaler på feltene i Ås, samt populasjonene fra indre Østlandet på feltet i Mosjøen. Populasjonen Hjelmeland vokste godt på Vestlandet enten den ble flyttet sørover (Rosland) eller nordover (Brandsøy). Forflytning sørover medførte imidlertid betydelige skader. Betydelige skader som følge av forflytning sørover ble også observert for populasjonen Flora på feltene Rosland, Hjelmeland og Stend. Grunnen kan ha vært dårlig klimatilpasning med tidlig vekststart og påfølgende skader som følge av vårfrost.

Populasjoner fra høyereliggende strøk er ofte mer herdige og har derfor mindre avgang enn populasjoner fra lavereliggende områder (Eriksson & Ekberg 1997). Siljan var populasjonen fra størst høyde over havet (400 m o.h.) i denne undersøkelsen, men den viste ingen tegn på å være mer herdig enn andre populasjoner. På Fritzøe-feltet hadde tvert imot Risør signifikant mindre avgang enn Siljan. Det var ingen generelle trekk å observere som følge av forflytninger fra Østlandet til Vestlandet. De kystnære østlandspopulasjonene Risør, Larvik og Arendal vokste alle bra i feltene på Vestlandet, mens populasjonene Asker og Hvaler vokste mindre godt. Hvordan innlandspopulasjonene på Østlandet utvikler seg på Vestlandet ble ikke undersøkt.

Utviklingen i høydetilvekst i Hobøl tyder på at det ennå skjer endringer i rangeringen mellom populasjonene, og utviklingen bør derfor følges i flere år fremover. Spesielt vil det være interessant å følge Snåsa-populasjonen. Observasjoner av bjørk på Vestlandet som er flyttet nordfra eller fra innlandet på Østlandet har vist at vekst og vitalitet kan bryte sammen etter flere års god vekst. Trolig har dette sammenheng med tidlighetskarakteren og variable temperaturforhold om vinteren eller en tidlig vår med påfølgende frostperiode (Kohmann 2001 upublisert). Snåsa hadde bedre vekst enn de mer lokale populasjoner Midsund, Flora og Stord på feltene Brandsøy og Balestrand. Om denne tendensen videreføres bør derfor følges på så vel det typisk maritime feltet Brandsøy som på det noe mer innlandspregete Balestrand.

Avgangen i forsøkene var betydelig. Blant de viktigste årsakene var smågnager-skader, frost og stress som følge av etablering i nye omgivelser og konkurranse fra annen vegetasjon. Avgangen rett etter etablering var ofte tilfeldig, og antagelig mer avhengig av plantekvalitet enn av opprinnelse. Etter etablering var det derimot tydelig at avgangen var mer avhengig av plantens evne til å tilpasse seg de klimatiske forholdene på voksestedet. Det medførte signifikante forskjeller mellom populasjoner i avgang i hele forsøksperioden. Beiteskadene var jevnt over beskjedne i forsøkene, og det var få signifikante forskjeller mellom populasjonene. Forskjellig frekvens av beiteskader mellom populasjoner kan skyldes rent fysiske forhold som greintykkelse og stivhet, men kan også skyldes tiltrekking på grunn av ulik smake-lighet (Rousi 1990). Ingen populasjoner skilte seg ut som spesielt motstandsdyktige mot beiteskader, kanskje med unntak av populasjonen Hjelmeland i forsøket på Rosland, men denne karakteren kan ha liten betydning ved foredling siden svartor ikke er blant de mest utsatte treslagene. Soppangrepene som ble registrert i Hobøl førte ikke bare til misdannede, utbulete og enorme blader, men soppen angrep også øverste del av skuddet som fikk en flat utforming og tørket ut. Dersom toppskuddet var angrepet, hvilket var det mest vanlige, fortsatte høydeveksten gjennom en sidegrein. Inntil videre får toppen et busket preg og høydeveksten blir satt ned. Infeksjon av soppen skjer gjerne året i forveien (Ferdinandsen og Jørgensen 1938-

39), og våren og sommeren 1999 var både våt og kald. Angrepene har ikke fortsatt i årene etter (observert til og med 2003).

4.2 Vekstrytme

Den store forskjellen mellom år i tidspunkt for vekststart kan bare forklares av det kompliserte samspillet mellom temperatur og fotoperiode. Den sene vekststarten våren 1997 var ikke forårsaket av at plantene hadde mottatt for lav temperatursum siden de i 1997 hadde mottatt omtrent samme temperatursum som på tilsvarende tidspunkt i 1998 og 1999. Under norske forhold er svartorens krav til kjøling oppfylt selv under milde vintre (Heide 1993). Den sene vekststarten i 1997 kan derfor ikke forklares med utilstrekkelig kjøling. Lave temperaturer etter avbrutt hvile kan imidlertid forsinke vekststart i flere uker (Wareing 1969). Det er derfor mer trolig at det er de meget lave temperaturene våren 1997 i mars og april (Fig 2) som forsinket utviklingen eller også skadet eller forstyrret utviklingen av knoppene. Etter Perry (1971) må plantene i tillegg utsettes for et minimum av timer med høye temperaturer for å skyte. I 1997 inntraff ikke dette før i midten av mai, og vekststarten ble registrert i slutten av denne måneden. Et slikt forløp skulle tilsi at den lineære sammenhengen mellom temperatur og vekststart som forutsettes ved beregning av temperatursum ikke bestandig passer for svartor.

Mens måling av strekningsveksten er en effektiv metode for å undersøke vekstrytmen til gran (Skrøppa & Magnussen 1993), gav tilsvarende målinger for svartor bare små forskjeller selv for populasjoner med stor geografisk avstand. Det ble derfor forsøkt å gi et mål på vekstavslutningen ved å registrere grønne blader i toppen på trærne på slutten av vekstsesongen. Metoden viste sikre forskjeller mellom kystpopulasjonen Flora med seneste vekststans og populasjonene Løten og Snåsa med tidligst vekststans. Registrering av grønne blader i toppen av treet kan mest sannsynlig brukes som karakter for vekstavslutning også for andre lauvtreslag.

4.3 Klinal variasjon

Korte dager, lave natttemperaturer og høye dagtemperaturer på ettersommeren og høsten induserer vekstavslutning (Robak 1957, Magnesen 1971, Håbjørg 1972). Dette skulle tilsi at populasjoner med nordlig eller kontinental opprinnelse skal avslutte veksten før populasjoner fra sørlige breddegarder. En slik klinal variasjon i vekstavslutning ble observert på feltet i Hobøl, og er tidligere observert for gran (Kohmann 1996, 1998), hengebjørk (*Betula pendula* Roth) (Langhammer 1981), dunbjørk (*Betula pubescens* Ehrh.), gråor (*Alnus incana* (L.) Moench) og spisslønn (*Acer platanoides* L.) (Håbjørg 1978). Det ble også observert at planter med nordlig opprinnelse hadde lavere plantehøyde enn planter med sørlig opprinnelse. En slik negativ sammenheng mellom plantehøyde og breddegrad er tidligere funnet for europeiske provenienser av svartor (Maynard & Hall 1981), mens det ble ikke funnet noen sammenheng for svenske populasjoner med snevrere geografisk utbredelse (Baliuckas *et al.* 1999).

I denne undersøkelsen fant vi ingen sammenheng mellom breddegrad og vekststart. Andre undersøkelser har vist at svartor med nordlig opprinnelse starter tidligere

enn planter med sørlig opprinnelse (Maynard & Hall 1981, Baliuckas et al. 1999). Det samme er tilfellet for vestamerikansk rødor (*Alnus rubra* Bong.) (Hamann et al. 1998). På de Britiske øyer er det imidlertid også observert at svartor med sørlig opprinnelse starter tidligst (McVean 1953, Maynard & Hall 1981). Avvikende mønstre i tidspunkt for vekststart er også observert for europeiske provenienser av svartor (DeWald & Steiner 1986) og bøk (Madsen 1995, von Wühlich et al. 1995). Kravene til kjøling er normalt innfridd på nordlige breddegrader (Heide 1993), så utilstrekkelig kjøling vintrene 1998 og 1999 kan ikke forklare den sene vekststarten til de nordlige og kontinentale populasjonene.

Rask reaksjon på effektive temperaturer er en naturlig tilpasning til korte og kjølige somrer. Det var jevnt stigende temperaturer i slutten av april årene 1998 og 1999 (Fig 2), men på dette tidspunktet kan daglengden ha vært for kort til at den nordlige populasjonen Snåsa reagerte på økningen. På tidspunkt for knoppsprett var Snåsa blant de seneste populasjonene, mens den var av de populasjonene som hadde raskest utvikling i strekningsvekst (Tabell 9 og 10). Dette kan tyde på en rask og effektiv tilpasning til økende temperatur dersom daglengden er tilstrekkelig. Den tidlige vekststarten for sørlige populasjoner i forhold til nordlige kan muligens også forklares med høyere gjennomsnittstemperatur i frøbestandet (DeWald & Steiner 1986, Madsen 1995). Det kan imidlertid også være at populasjonene i denne undersøkelsen, hvor mange var geografisk atskilte og uten utveksling av pollen med andre populasjoner, var egne økotypen. Også tilfeldigheter (genetisk drift), kan ha bestemt hvilke egenskaper som dominerer i populasjonen (Eriksson & Ekberg 1997).

Det ble heller ikke observert noen tydelig sammenheng mellom avgang og breddegrad slik det er funnet i andre proveniensforsøk med svartor (Maynard & Hall 1981, DeWald & Steiner 1986). Ljunger (1959) mener svartor er følsom for frost under etableringen, og at lengre forflytninger fra sør mot nord derfor bør unngås. Betydelig avgang på populasjoner som ble flyttet nordover er også observert i denne undersøkelsen, for eksempel Risør på feltene i Hobøl og Ås.

4.4 Foredlingspotensial

Det er stor variasjon mellom populasjoner av svartor. Frø fra et tilfeldig bestand kan lett gi en lite veksterlig populasjon selv om bestandet er lokalt og trærne fine. Det motsatte kan imidlertid også være tilfellet slik som for mortrærne i Fosnes. Disse var små, kraggete og buskformete, men gav opphav til fine planter. Vi ser imidlertid ikke bort fra at avkommet kan være en krysning med gråor. Uansett, en ensidig vurdering av mortrær med hensyn til enkeltpopulasjoner er derfor ikke godt nok som utvalgsriterium.

Det er sannsynlig at svartor i de fleste år vil starte veksten før frostfaren er over. Når i tillegg forskjellene i tidspunkt for vekststart er små mellom populasjoner kan en seleksjon for sen knoppsprett ha liten effekt. Toleranse ovenfor frost er sannsynligvis en like viktig egenskap som evnen til å unngå frost (DeWald & Steiner 1986). Foredling av svartor bør derfor skje med hovedvekt på vekst og avgang. Et utvalg basert på høydevekst bør gjøres først etter minimum fem år. Dette skyldes at sammenhengen mellom plantehøyde få år etter utplantning og tilveksten over en femårsperiode var liten. Det var flere eksempler på populasjoner med god

vekst de to første årene, men hvor tilveksten over hele forsøksperioden var lav. Et utvalg for høydevekst etter fem år anses som forsvarlig siden det er funnet signifikante sammenhenger mellom tilvekst de første årene og senere tilvekst for blant annet gran (Skrøppa *et al.* 1999) og svartor (Funk 1979). Dersom et slikt tidlig utvalg ikke gir de populasjonene med best vekst over hele omløpstiden vil det med temmelig stor sikkerhet ha selektert bort de med dårligst vekst.

Et utvalg av populasjoner basert på vekst vil kunne øke veksten i etableringsfasen med mellom 15 % og 20 %. Det samsvarer med antatt foredlingsgevinst for hengebjørk (Langhammer 1982). En seleksjon på bakgrunn av høydevekst hos svartor vil ikke kunne ha negative konsekvenser for vedkvaliteten slik som i gran. Skrøppa *et al.* (1999) fant negativ sammenheng mellom høyde og densitet for gran. Svartor er imidlertid et spredtporet treslag og densiteten er for en stor del uavhengig av årringbredden.

Ved foredling av svartor vil det være hensiktsmessig å foreta en fremoverrettet foredling. Det vil si at det tas utgangspunkt i avkommet og bruker dette videre i kryssing eller ved vegetativformering. Med kort tid til frøsetting og blomstring (Matthews 1987), som gir kort rotasjonstid mellom generasjonene, vil foredling basert på fremoverrettet utvalg være kostnadseffektivt. Den første blomstringen i Hobøl begynte allerede våren 1999, og vil om noen år kunne bli stor nok til at kontrollerte krysninger kan utføres. Det kan også være aktuelt å bruke feltet som frøbestand. Frø bør da høstes fra de største og mest formsikre individer innenfor de beste populasjonene. Stiklingsproduksjon kan også være aktuelt. Fordi svartor setter stubbeskudd kan mortreet holdes ungt, og man unngår dermed de uheldige alderseffektene som gjør stiklingsformering av gran (Kleinschmit & Smith 1977) og bjørk lite hensiktsmessig og kostbart. Svartor har ikke evne til å sette rotskudd slik som gråor, men roting av stiklinger byr ikke på store problemer (Hartmann & Kester 1975, Saul and Zsuffa 1982).

5. Konklusjon

De nordlige populasjonene avsluttet som regel veksten før de sørlige, og innlandspopulasjonene avsluttet som regel før de kystnære. Flytting nordfra og sørover vil derfor gi herdige planter, men veksten må forventes å avta noe. Flytting av populasjonene nordover gav som regel god vekst, men ofte på bekostning av lavere overlevelse. Forsøkene ble fulgt over relativt kort tid, og særlig når det gjelder populasjoner som er flyttet langt bør man være forsiktig med konklusjoner på dette stadium.

Det kan likevel gis noen foreløpige anbefalinger om hvilke populasjoner som bør brukes i ulike regioner. På Østlandet er det flere populasjoner som kan anvendes, men populasjonen fra Risør er antagelig den beste både på indre Østlandet og for kystnære områder i Telemark og Aust-Agder. Populasjonen fra Siljan kan også brukes på sørlige deler av Østlandet. Det må imidlertid regnes med stor avgang på frostutsatte lokaliteter ved bruk av populasjonene fra Asker, Larvik, Risør og Arendal. På slike steder kan med fordel mer herdige innlandspopulasjoner som Løten, Ringsaker og Aremark brukes. Det er ikke grunnlag for å bruke populasjoner fra Østlandet på Sør-Vestlandet, med unntak av populasjonen fra Risør. Populasjonene Farsund og Hjelmeland var de beste både når det gjaldt vekst og andre

karakterer og bør derfor brukes. Populasjonene fra Åmot og Ringsaker hadde begge dårlig vekst og overlevelse på feltet i Mosjøen, og kan derfor ikke anbefales brukt i dette området. Flytting av andre sørlige populasjoner til denne regionen kan heller ikke anbefales uten videre. Populasjonen Fosnes var betydelig bedre enn de andre populasjonene fra Nord-Trøndelag. Vi vil undersøke nærmere om vår hypotese om at avkommet kan være en krysning med gråor holder stikk. Populasjonen bør uansett bevares med tanke på frøforsyningen i nordlige regioner. I Trøndelag var det ikke anlagt forsøk, men Snåsa-populasjonen viste stor tilpasningsevne i de andre forsøkene, og kan trygt anbefales her.

Summary

The aim of the present study was to analyse different populations of black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) in Norway with respect to survival, growth and qualitative traits. The growth rhythm and genetic variation were also investigated. Another objective was to give practical recommendations regarding the use of different populations. The last objective was to establish seed stands of black alder for future breeding.

Nine provenance and one progeny trial were established in the spring 1996. Seeds were collected from populations representing the distribution of black alder in Norway. Seeds were collected from at least 15 trees within each population, and the seeds from each tree (family) were sown separately. One seedling from each population was planted in each of the 40 blocks in the provenance trials, while one seedling from each family was planted in each of the 40 blocks in the progeny trial. Survival, height growth, damages and stem quality were registered in all trials. Bud burst was recorded during three successive years in the progeny trial. Growth cessation was assessed by registration of seedling height at different dates during the summer 2000 in the trials Fritzøe and Hobøl.

There were significant differences between populations with respect to bud burst, but the differences could not be explained by the geographic origin of the populations. The northern populations finished, in most cases, growth before the southern ones, and populations from the inland finished growth before populations from the coast. Transferring of populations from north to south will give seedlings with lower frequencies of frost damages, but growth will most certainly be reduced. Transferring of populations from south to north resulted in increased growth, at the expense of increased mortality. There were, however, some significant deviations from these general trends.

Several populations can be used in eastern Norway, but the population Risør is probably superior both in the inland and near the coast. The population Siljan can also be used in the southern parts of eastern Norway. A relatively large mortality should be expected at sites exposed to frost if the populations Asker, Larvik, Risør and Arendal are used. The populations Løten, Ringsaker and Aremark should be used on such sites instead. Populations from eastern Norway should not be used in the western parts, except for the population Risør. The populations Farsund and Hjelmeland were the best populations with respect to both growth and survival in the south-western parts of Norway. The population Fosnes was superior to the other populations from central Norway at the trial in Mosjøen, and the population should

be preserved as a seed-stand for northern Norway. However, we have indications that the progeny might be a natural hybridisation with grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench). Transferring populations from other parts of Norway to this region can not be recommended. No trials were established in Mid-Norway, but the population Snåsa adapted well to new conditions in the other trials and can be recommended.

Litteratur

- Baliuckas, V., Ekberg, I., Eriksson, G. & Norell, L. 1999. Genetic variation among and within populations of four Swedish hardwood species assessed in a nursery trial. *Silvae Genetica* 48 (1): 17-25.
- Benestad, R. E. 2000. Future Climate Scenarios for Norway based on linear empirical downscaling and inferred directly from AOGCM results, DNMI-Report KLIMA 23/00. 127 s.
- DeWald, L. E., Steiner, K. C. & Carter, K. K. 1983. Juvenile performance in three black alder provenance plantations in the north-east. Proceedings of the north-eastern forest tree improvement conference 28: 37-49.
- DeWald, L. E. & Steiner, K. C. 1986. Phenology, height increment, and cold tolerance of *Alnus glutinosa* populations in a common environment. *Silvae Genetica* 35: 205-211.
- Ericsson, T. 1994. Lodgepole pine (*Pinus contorta* var. *latifolia*) breeding in Sweden - results and prospects based on early evaluations. Dissertation. Swedish University of Agricultural Sciences. Faculty of Forestry. Department of Forest Genetic and Plant Physiology. Umeå. 14 s.
- Eriksson, G. 1997. Sampling for gene resource populations in the absence of genetic knowledge. i: Turok, J., Collin, E., Demesure, B., Eriksson, G., Kleinshmidt, J., Rusanen, M. Stephan, R. (red.): Noble Hardwoods Network. Rep. Sec. Meet. Lourizian, Spania: 61-75.
- Eriksson, G. & Ekberg, I. 1997. Skogsgenetikk – en introduktion. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. 105 s.
- Ferdinansen, C. og Jørgensen, C. A. 1938-39. Skovtrærnes sygdomme. Gyldendalske boghandel. Nordisk forlag. København. 570 s.
- Fremstad, E. 1983. Role of Black alder (*Alnus glutinosa*) in vegetation dynamics in West Norway. *Nord. J. Bot.* 3(3): 393-410.
- Frivold, L. H. 1993. Kulturlandskap og forstlige oppgaver. *Landbruksøkonomisk Forum* 2/93: 57-66.
- Frivold, L. H. 1994. Trær i kulturlandskapet. Landbruksforlaget, Oslo. 224 s.
- Funk, D. T. 1979. *Alnus glutinosa* provenance trials on Ohio strip-mines: sixteen year results. Proceedings of the north-eastern tree improvement conference 1: 28-32.
- Hamann, A., El-Kassaby, Y. A., Koshy, M. P. & Namkoong, G. 1998. Multivariate analysis of allozymatic and quantitative trait variation in *Alnus rubra*, geographic patterns and evolutionary implications. *Can. J. For. Res.* 288 (10): 1557-1565.
- Hartmann, H. T. & Kester., D.E. 1975. Plant propagation. Principles and practices. 3th ed. Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J. 662 s.
- Heide, O. M. 1993. Day length and thermal time responses of bud burst during dormancy release in some northern deciduous trees. *Physiol. Plant.* 88: 531-540.
- Helland, A. 1912. Trægrændser og sommervarmen. *Tidsskr. f. skogbruk* 20 (5,6,8): 131-146, 167-175,303-313.

- Håbjørg, A. 1972. Effects of photoperiod and temperature on growth and development of three latitudinal and three altitudinal populations of *Betula pubescens* Ehrh. Meldinger fra Norges landbrukshøgskole 51: 1-27.
- Håbjørg, A. 1978. Photoperiodic ecotypes in Scandinavian trees and shrubs. Meldinger fra Norges landbrukshøgskole 57: 1-33.
- Institutt for skogskjøtsel. 1985. Bjørk Osp Or, veiledning for det praktiske skogbruk. Institutt for skogskjøtsel, Norges landbrukshøgskole. 187 s.
- Kjersgård, O. 1963. To proveniensforsøg i rødel. Dansk Skovforenings Tidsskrift 48: 167-170.
- Kleinschmit, J. & Smith, J. 1977. Experiences with *Picea abies* cuttings propagation in Germany and problems connected with large scale application. *Silvae Genetica*. 26: 173-178.
- Kohmann, K. 1996. Nattlengdereaksjonen til granplanter fra ulike provenienser og frøplantasjer. Rapp. Skogforsk (15): 1-20.
- Kohmann, K. 1998. High correlation between night length reactions and clinal variation of *Picea abies* (*Picea abies* (L.) Karst.) in Norway. *Forest Tree Improvement* 26: 26-37.
- Langhammer, Aa. 1981. Breddegradskotyper av lavlandsbjørk (*Betula verrucosa* Ehrh.) i Norge. Meldinger fra Norges landbrukshøgskole 60(1): 1-12.
- Langhammer, Aa. 1982. Vekststudier av hengebjørk (*Betula verrucosa* Ehrh.) i Norge. Meldinger fra Norges landbrukshøgskole 61(23): 1-43.
- Larsen, J. B & Møller, I. S. 1997. Rødel – proveniensvariation og frøkildevalg. In: Larsen, J. B. (ed.) Træarts- og proveniensvalget i et bæredygtigt skovbrug. Dansk Skovbrugs Tidsskrift 82: 123-128.
- Lid, J. 1994. Norsk flora. 6. utgave. Det Norske Samlaget, Oslo. 1014 s.
- Ljunger, Å. 1959. Al och alförädling. *Skogen* 46: 115-117.
- Madsen, S. F. 1995. International beech provenance experiment 1983-1985. Analysis of the Danish member of the 1983 series. In: Madsen, S. F. (red.): Genetics and Silviculture of Beech. Proceedings of the 5th Beech Symposium of the IUFRO Project Group P1. 10-00, 19-24 September 1994, Mogenstrup, Denmark: 35-44.
- Magnesen, S. 1971. "Eksperimentale-økologiske undersøkelser over vekst avslutningen hos frøplanter av gran (*Picea abies* (L.) Karst.) 2. Virkning av ulike varmeforhold om høsten og perioder med lav natt-temperatur." *Meddr. Vestl. for. ForsøksSta.* 14(4): 227-269.
- Malmqvist, C. & Woxblom, L. 1991. Trädslag för beskogning av åkermark – al och ask. Sveriges lantbruksuniversitet, SIMS Institutionen för Skog-Industri-Marknad Studier. Utredningar 7. 61 + 49 s. + app.
- Matthews, J. D. 1987. The silviculture of alders in Great Britain. Oxford Forestry Institute. University of Oxford. OFI Occasional Papers 34: 29-38
- Maynard, C. A. & Hall, R. B. 1981. Early results of a range-wide provenance trial of *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. Proceedings of the north-eastern forest tree improvement conference. 27: 184-201.
- Myking, T. 1998. Interrelations between respiration and dormancy in buds of three hardwood species with different chilling requirements for dormancy release. *Trees* 12: 224-229.
- McVean, D. 1953. Regional variation of *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. in Britain. *Watsonia* 3: 26-32.
- Moen, A. 1999. National atlas of Norway: Vegetation. Norwegian mapping authority, Hønefoss. 200 s.

- Nitzelius, T. 1958 Boken om träd. En illustrerad beskrivning av inhemska och främmande träd och deras odling i vårt land. Stockholm. 469 s.
- Perry, T. O. 1971. Dormancy of trees in winter. *Science* 171: 29-36.
- Robak, H. 1957. Sambandet mellom daglengden og avslutningen av den årlige vekst-perioden hos en del nåletreslag av interesse for vårt skogbruk. *Medd. Vestl. forstlige ForsøksSta.* 10: 1-62.
- Rousi, M. (1990). Breeding forest trees for resistance to mammalian herbivores - a study based on European white birch. *Acta Forestalia Fennica* (210): 1-20.
- Ruetz, W. F., Franke, A und Rau, H.-M. 2000. Prüfung der Nachkommen einiger Bestände und Samenplantagen der Schwatzerle (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.). (*Progeny Test with Black Alder (Alnus glutinosa (L.) Gaertn.) in Germany.* *Forst und Holz* 55(2): 39-43.
- SAS Institute Inc. 1989. SAS/STAT Users guide, version 6, fourth edition, Vol 2, Cary NC:SAS Inst Inc., 846 s.
- Saul, G. H. & Zsuffa, L. 1982. Vegetative propagation of Alder (*Alnus glutinosa* L.) by rooted cuttings. *Forest Research Note.* Ministry of natural resources. Maple, Ontario.(33): 1-3.
- Snedecor, G.W. & Cochran, W.G. 1972. *Statistical Methods.* 6 ed. The Iowa State University Press, Ames, Iowa. 327 s.
- Schiötz, J. 1871. Om skovforholdene i Christiania Amt. Utgivet efter Foranstaltning af Departementet for det Indre. Christiania. H. Tønsbergs Bogtrykkeri. 64 s.
- Skrøppa, T. and Magnussen, S. 1993. Provenance variation in shoot growth components of Norway spruce. *Silvae Genetica.* 42: 111-120.
- Skrøppa, T., Hysten, G. & Dietrichson, J. 1999. Relationships between wood density components and juvenile height growth and growth rhythm traits for Norway spruce provenances and families. *Silvae Genetica* 48 (5): 235-239.
- Stølen, A. 1986. En plantesosiologisk undersøkelse av svartorskog i Romsdalen, Møre og Romsdal. Intern trykk. Botanisk Institutt Universitetet i Trondheim. 112 s.
- Sjörs, H. 1967. *Nordiska växtgeografi.* 2 uppl. Stockholm. 240 s.
- Tollan, I. 1939. Skoggrenser på Nordmøre. *Meddr. Vestl. Forstl. ForsøksSta.* 20(6): 1-137.
- Wahlgren, A. 1914. Skogsskötsel. *Handledning vid uppdragande, vård och förnygring av skog.* Stockholm. 729 s.
- Wareing, P. F. 1969. Germination and dormancy. In: Wilkins, M. B. (*red.*) *Physiology of plant growth and development.* McGraw-Hill, London New York Toronto: 605-646
- Wühlich, G. von, Muhs, H-J. & Krusche, D. 1995. Early provenance variation at sites of the international beech provenance trial 1983/85. In: Madsen, S. F. (*red.*): *Genetics and Silviculture of Beech.* *Proceedings of the 5th Beech Symposium of the IUFRO Project Group P1.* 10-00, 19-24 September 1994, Mogenstrup, Denmark: 45-50.