

De zaadgaarden van Staatsbosbeheer *)

I Over zaadgaarden

The seed orchards of the State Forest Service

E. M. van 't Leven

*Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw „De Dorschkamp”,
Wageningen*

Inhoud

I Over zaadgaarden*)

- 1 Inleiding
- 2 Het doel van zaadgaarden
- 3 De opzet van een zaadgaard
- 4 Het verwachte rendement
- II **Zaadgaarden van groveden*)**
 - 1 Historie
 - 2 De nakomelingentoetsing aangelegd in 1960-1962
 - 3 De bevindingen van Squillace c.s.
 - 3.1 Variatie in hoogtegroei bij de nakomelingschappen
 - 3.2 Variatie in schotresistentie van de nakomelingschappen
 - 3.3 Het effect van de standplaats van ouderbomen op de nakomelingschappen
 - 3.4 Genetische vooruitgang
 - 4 Huidige resultaten en verdere ontwikkelingen
 - 5 De opzet en aanleg van zaadgaarden van groveden in Nederland
 - 6 Onderhoud en beheer
 - 7 Bloei- en zaadproductie van de zaadgaarden
 - 7.1 Variaties in bloei, zaad- en kegeldracht
 - 7.1.1 De aanleg van bloeiwijzen
 - 7.1.2 De zaadvorming
 - 7.1.3 De kegeldracht
 - 7.2 De productie van grovedennezaad
 - 7.2.1 Productieverschillen binnen de zaadgaarden
 - 7.2.2 Huidige productie en toekomstverwachting
- III **Hybride larikszaadgaarden*)**
 - 1 Inleiding
 - 2 Eigenschappen van de hybriden
 - 2.1 Groei

Summary

In a first and general paper the aim of seed orchards, the problems of establishment and the expected benefits are examined. In the Netherlands the selection programmes are based on progeny testing to reveal genetic differences. Since 1965 several seed orchards have been established using trees that have proved to be the best parents in the progeny tests. The last few years these orchards are receiving more public interest since seed production is increasing considerably.

*In a second and third paper, appearing in following issues of this journal, information will be given about the Dutch seed orchards of Scots pine (*Pinus sylvestris*) and hybrid larch (*Larix x eurolepis*). This includes the historical background, the breeding programmes and the layout of the seed orchards and a review of the available data about flowering, cone and seed production.*

- 2.2 Resistentie
- 2.3 Stamvorm
- 2.4 Kruisingsmogelijkheden
- 3 Overzicht van het veredelingswerk
 - 3.1 Probleemstelling
 - 3.2 Het selectie- en veredelingswerk
 - 3.3 De aanleg van zaadgaarden
 - 3.4 De resultaten
- 4 Van zaadproductie tot oogst
 - 4.1 Huidige zaadproductie
 - 4.2 Pogingen tot bloeibevordering
 - 4.3 De zaadoogst

1 Inleiding

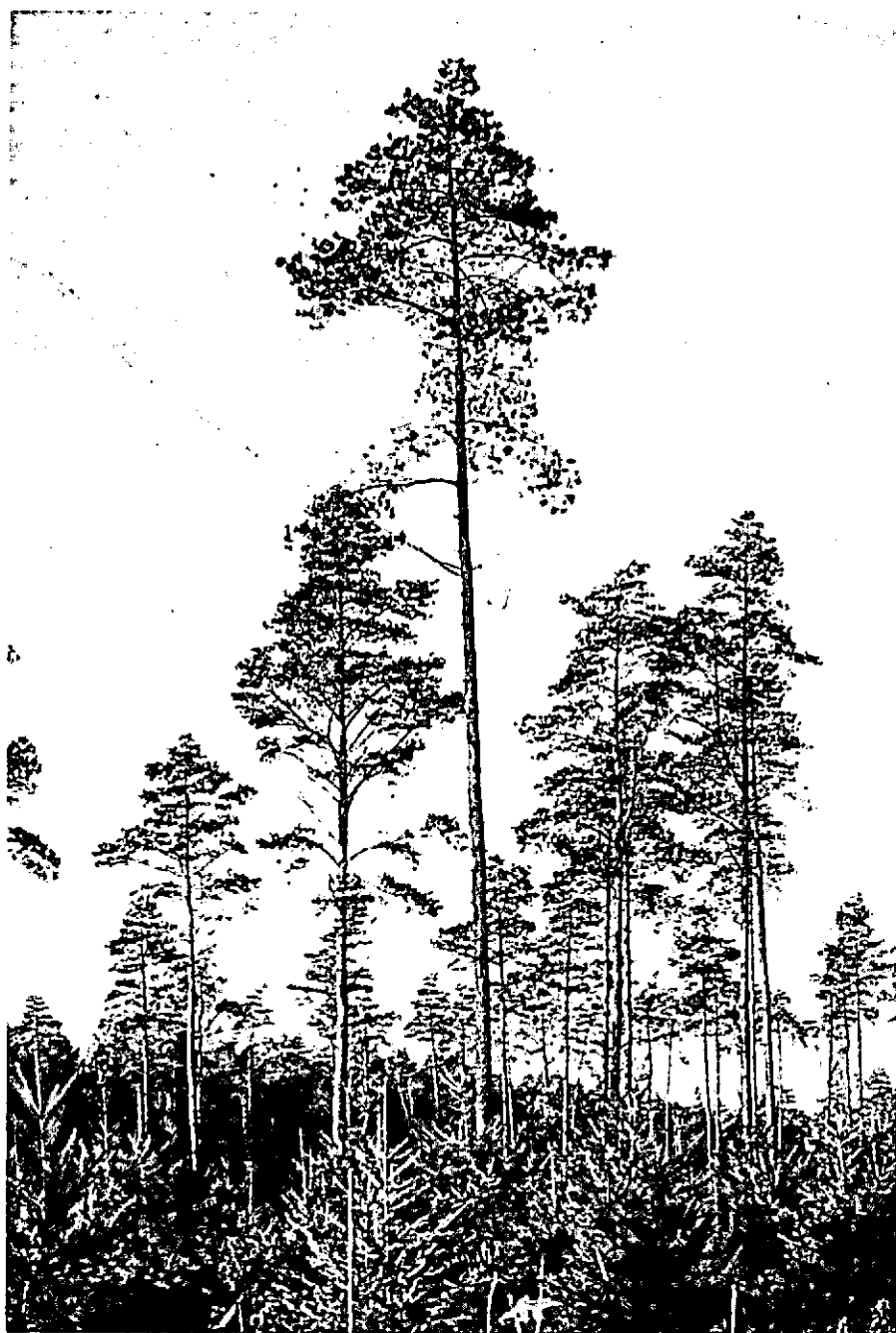
In de meeste landen wordt voor de bosaanleg nog overwegend gebruik gemaakt van zaad afkomstig uit ongeselecteerde populaties. De laatste tientallen ja-

ren komt daar duidelijk verandering in door het toenemend gebruik van op uiterlijke kenmerken geselecteerde (fenotypisch superieure) opstanden; zgn. zaadopstanden als zaadleverancier (Faulkner 1975). Door middel van herkomstenonderzoek worden tevens opstanden en gebieden voor zaadoogst uitgezocht.

Een volgende stap in de richting van de verbetering van de kwaliteit van het zaad is het vegetatief

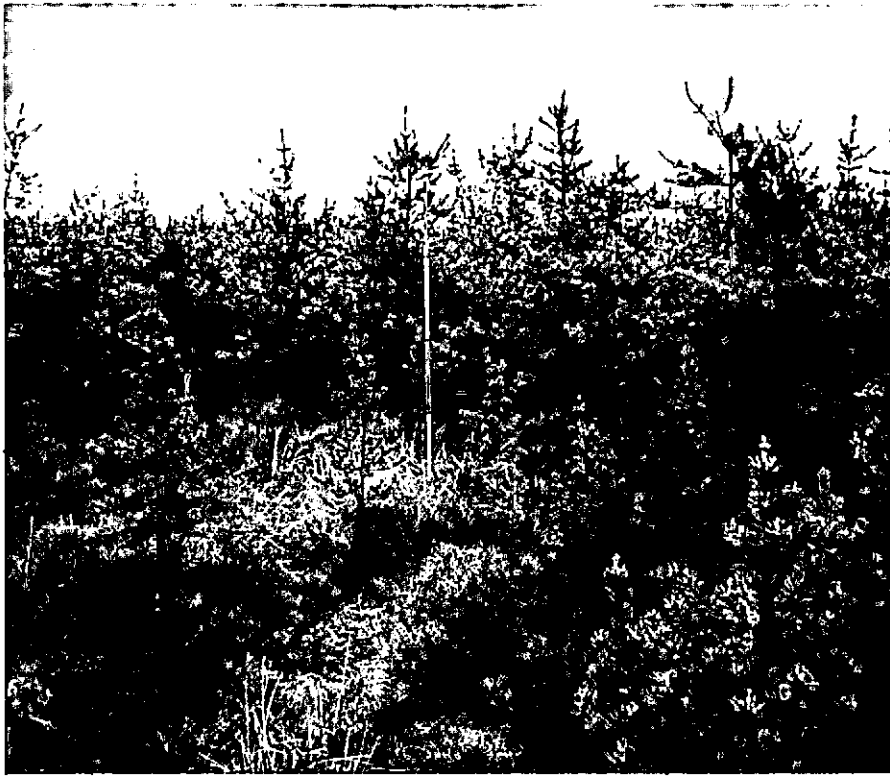
vermeerderen van plusbomen (op uiterlijke kwaliteiten geselecteerde bomen) en die samenbrengen in klonale zaadgaarden (ook zaadtuinen genoemd). Later werden zaadgaarden aangelegd, gebaseerd op klonen geselecteerd door middel van nakomelingen toetsproeven.

Door de IUFRO Working Party werd de volgende definitie opgesteld (Barner en Koster, 1978): Een zaadgaard is een aanplant van geselecteerde klonen



De eerste stap bij de nakomelingentoetsing; het selecteren van waardevolle moederbomen.

The first step in progeny testing; selection of valuable mother trees.



Duidelijke verschillen in groei en uitvalpercentage treden op bij de nakomelingen van diverse ouderbomen. Hier drie families (voor, midden, achter) van *Pinus banksiana* in de nakomelingenstoetsproef in het Loobos.

Striking differences in height and survival between progenies of various parents. Three families of Pinus banksiana in Loobos progeny trial.

of nakomelingen die is aangelegd voor de productie van zaad en zodanig opgezet en beheerd dat zelfbevruchting en verdere ongewenste combinaties van de componenten worden geminimaliseerd. Hierbij is het een vereiste dat iedere component identificeerbaar is en getoetst, waarna de genetisch ongewenste componenten zijn verwijderd en dat de zaadgaard is geïsoleerd of wordt beheerd om bestuiving door externe bronnen te vermijden of te verminderen.

Een dergelijke zaadgaard dient men niet te verwarren met een zaadopstand waaronder wordt verstaan een goede, bestaande natuurlijke of aangeplante opstand waaruit de fenotypisch inferieure bomen zijn verwijderd, geselecteerd voor zaadproductie.

De naam zaadgaard is gekozen naar analogie van de term boomgaard. In een zaadgaard wordt evenals in een boomgaard, een veredeld, hoogwaardig produkt geteeld.

Zaadgaarden bevatten meestal bomen van één bepaalde soort (of variëteit). Een douglaszaadgaard bevat alleen exemplaren van douglas (*Pseudotsuga menziesii*). Soms zijn twee verschillende soorten aanwezig om hybriden te verkrijgen (bijv. *Larix leptolepis* en *Larix decidua*).

Er zijn thans vele duizenden hectaren zaadgaard aangelegd over de hele wereld. Goede resultaten zijn o.a. bekend uit Zweden. In 1970 behelsde het

areaal zaadgaarden reeds 700 ha waarvan 2/3 *Pinus sylvestris* (groveden) en de rest vooral *Picea abies* (fijnspar). In Denemarken werd in 1946-1947 een hybride larikszaadgaard aangelegd van 1 ha. De resultaten met nakomelingen hiervan waren zo positief dat er een vraag naar zaad ontstond waar niet aan kon worden voldaan (Feilberg et al 1975).

Rond 1967 waren in de Verenigde Staten reeds 2310 ha zaadgaard aangelegd. Uit deze gegevens blijkt wel de interesse die in zaadgaarden is ontstaan.

Onder verantwoordelijkheid van het Staatsbosbeheer werden in Nederland na 1965 meerdere naaldhoutzaadgaarden aangelegd. De zaadgaarden van groveden en lariks raken steeds meer in de belangstelling omdat hun productie sinds enkele jaren sterk begint toe te nemen. In het tweede en derde deel van deze serie zal op elk van deze typen zaadgaard verder worden ingegaan. De douglaszaadgaard aangelegd in 1973 is nog niet in productie. In het hierna volgende zal daar geen aandacht aan worden besteed.

2 Het doel van zaadgaarden

Het doel van zaadgaarden is het produceren van kwalitatief beter zaad dan tot nu toe gebruikt werd. De selectie is gericht op de verbetering van de gene-

tische (erfelijke) eigenschappen van het zaad, hetgeen tot uitdrukking komt in snellere groei- en volumeraanwas, betere boomvorm, hogere ziekteresistentie en betere houtkwaliteit van de uit het zaad ontstane bomen.

Een kwalitatieve verbetering van het plantmateriaal zal bijv. een wijder plantverband mogelijk maken. Een snellere hoogtegroei, al is het maar in de jeugd, zal indirect de kosten van onkruidbestrijding drukken. De telkens terugkerende selectie- en dunningswerkzaamheden vragen veel werk en brengen steeds stijgende kosten met zich mee terwijl genetisch hoogwaardig materiaal later geen hogere kosten meer met zich meebrengt dan materiaal van mindere genetische kwaliteit (Syrach-Larsen 1972).

Zolang men ten aanzien van zaad afhankelijk is van invoer heeft men vaak geen zekerheid omtrent de herkomst of de kwaliteit van de ouderbomen. Op internationaal niveau worden door de OESO (Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling) in Parijs vier zaadkwaliteiten onderscheiden:

- geïdentificeerd naar herkomst
- geselecteerd
- zaad van ongetoetste zaadgaarden
- zaad van getoetste zaadgaarden.

Door de EEG (Europese Economische Gemeenschap) in Brussel worden de eisen voor de kwaliteit van het zaad anders ingevuld. De eerste categorie is niet aanvaardbaar voor zaad geproduceerd binnen de EEG. Voor import uit derde landen alleen op speciale machtiging.

- geselecteerd zaad is de laagste EEG-categorie
- Verder onderscheidt de EEG nog:
- getoetst d.w.z. dat in vergelijkende toetsproeven een zekere superioriteit van het zaad is aangetoond
 - zaad van zaadgaarden.

De categorie "geselecteerd zaad" heeft als nadeel dat het de vraag is of zaad van bepaalde herkomsten die enkele tientallen jaren geleden werden geselecteerd nu nog gewonnen kan worden omdat kaprijpe opstanden verdwijnen. Hetzelfde probleem treedt op bij uitgezochte zaadopstanden in eigen land. In een zaadgaard worden daarom de beste exemplaren, eventueel na toetsing in het veld, verzameld voor verdere zaadproductie.

Een praktisch nut van zaadgaarden is dat zaadgaarden zodanig kunnen worden beheerd dat het zaad vrij gemakkelijk geoogst kan worden. Het alternatief is schudden van of klimmen in hoogopgaande bomen van zaadopstanden verspreid over grote af-

Het in 1968 geplante gedeelte van de zaadgaard Grubbenvorst waar 30 moederbomen elk met 15 enten vertegenwoordigd zijn.

Part of the Grubbenvorst seed orchard established in 1968, in which 30 mother trees are represented by 15 grafts each.





De produktie van de zaadgaarden begint sinds enkele jaren sterk toe te nemen.
Production of the seed orchards is increasing considerably during the last few years.

standen.

De zaadgaarden kunnen verder dienst doen bij onderzoek naar voortgezette genetische verbetering door het maken van kruisingen.

3 De opzet van een zaadgaard

Alvorens tot aanleg van een zaadgaard over te gaan worden ouderbomen geselecteerd. In Nederland werd uitgegaan van een groot aantal als zeer goed beoordeelde ouderbomen. De nakomelingen hiervan worden in vergelijkende proeven getoetst. De ouders wier nakomelingen de beste zijn gebleken na een toetsperiode van tien jaar zijn de klonen in de zaadgaard geworden. Bij deze selectie treedt een grote reductie van het aantal kandidaten op. Bij groeven werden na toetsing de beste 10% (ongeveer) van het oorspronkelijke aantal geselecteerde bomen voor de zaadgaarden bestemd. In veel gevallen ontbreekt de tijd voor een volledige toetsing van het

materiaal, bestemd voor de zaadtuin. Men heeft dan wel goede fenotypes uitgezocht (op het uiterlijk beoordeeld) maar heeft over het genotype (de erfelijke eigenschappen) geen gegevens. Om aan dit bezwaar enigermate tegemoet te komen worden dan, na de aanleg, proeven aangelegd om alsnog informatie over het genotype te verwerven.

Van doorslaggevend belang voor het welslagen van een zaadgaard is de groeiplaats waarop wordt geplant. Bergman (1968) constateerde bij *Pinus taeda* een kwantitatief verschil van 400% bij de zaad oogst van dezelfde kloon op twee standplaatsen. Volgens Sarvas (1970) beïnvloedt de groeiplaats zowel de kwantiteit als de kwaliteit van het te oogsten zaad. Men is het er algemeen over eens dat meer dan gemiddelde bodemvruchtbaarheid een eerste vereiste is.

Wanneer de klimatologische omstandigheden ongunstiger worden, worden er minder kegels en procentueel minder volle zaden geproduceerd, Brown

(1971) raadt daarom beschutting aan tegen harde wind om vroegtijdig afvallen van de kegels te beperken. Volgens Sweet (Kozlowski 1973) is de situering van de zaadgaard ook met betrekking tot het klimaat van belang voor een maximale zaadproduktie. Er bestaan duidelijke aanwijzingen dat droogte bloei kan induceren (Sweet 1975). Daarna is de aanwezigheid van voldoende vocht noodzakelijk voor een goede ontwikkeling van het zaad. Dit houdt in dat droge gronden en droge zomers een positief effect kunnen hebben op de zaadproduktie mits er voor of in de periode waarin de bloeiwijzen worden aangelegd wordt bevoeid.

Bemesting (met stikstof, kali en fosfaat) kan, afhankelijk van de groeiplaats, positieve maar soms ook negatieve invloed hebben op de produktie van pollen en vrouwelijke bloei, de kegeldracht en het percentage volle zaden (Faulkner 1975). Een kritische analyse van het bemestingseffect in samenhang met de elementaire groeiplaatsgegevens is daarom gewenst.

Een zaadgaard, vooral van windbestuivers, moet worden aangelegd op zekere afstand van reeds bestaande opstanden en boomgroepen van dezelfde soort of een verwante soort als in de zaadgaard, om ongewenste bestuiving met vreemd pollen te voorkomen. Om de kans op bestuiving met vreemd pollen te verminderen is het volgens Wright (1953) tevens van belang dat de zaadgaard zelf overvloedig produceert.

De bomen worden in een tamelijk wijd verband geplaatst, in de Verenigde Staten gemiddeld 5 à 6 meter, in Nederland om de 3 à 6 meter, om de bloei te bevorderen en om de kegelooft te vergemakkelijken.

In de Verenigde Staten worden vaak dunningen uitgevoerd omdat met grote machines het zaad wordt geoogst en men tussen de breeduit groeiende bomen door moet kunnen. Steeds meer blijkt dat het op de lange duur veelal economischer is in het begin lagere zaadopbrengsten te accepteren door het gebruiken van nog grotere plantafstanden, dan later systematisch waardevolle enten in een dunning te moeten verwijderen.

Wanneer de kegels met de hand worden geplukt zoals in ons land gebruikelijk is, dan is het voldoende om de bomen regelmatig te snoeien en eventueel te toppen zodat een brede, bereikbare kroon ontstaat met vaak takken tot op de grond.

Het aantal gebruikte klonen of families in de meeste zaadgaarden ligt volgens Giertych (1975) tussen de 20 en 50. Vaak ligt het aanbevolen aantal hoger dan wat thans gebruikt wordt onder meer omdat men moeilijkheden heeft bij het vinden van plus-

bomen of geselecteerde klonen en door mislukking van enten (wat bij de ene kloon vaker voorkomt dan bij de andere).

Men wordt zich overigens steeds meer bewust van de gevaren die kunnen ontstaan als gevolg van een te smalle genetische basis van het uitgangsmateriaal.

Zelfbevruchting (bevruchting na bestuiving met eigen pollen) heeft vele lege zaden tot gevolg en de zaailingen die ontstaan zijn uit volle zaden zijn meestal veel zwakker dan zaailingen ontstaan na kruisbevruchting. Sarvas (1962) is daarom van mening dat het belangrijk is zelfbevruchting in een zaadgaard zoveel mogelijk te voorkomen. Dit kan men bewerkstelligen door ten eerste van zoveel mogelijk klonen uit te gaan en deze op de meest efficiënte wijze over de zaadgaard te verdelen, ten tweede door klonen te gebruiken die niet of nauwelijks zichzelf kunnen bevruchten.

In klonale zaadgaarden, waar meerdere exemplaren behoren tot één en dezelfde kloon, dus afkomstig zijn van één boom, zal een deel van de bestuiving door pollen van dezelfde kloon ook tot zelfbevruchting gerekend moeten worden.

Ter verkleining van deze kans op zelfbestuiving binnen klonen zijn diverse plantschema's opgesteld (Giertych 1975). In het ideale geval bloeien alle enten in de zaadgaard in dezelfde periode en leveren dezelfde hoeveelheid zaad terwijl alle klonen even goed met elkaar combineren, de zelfde mate van resistentie tegen zelfbevruchting en dezelfde groei- en kroonvorm vertonen. Het is duidelijk dat dit ideale beeld nooit wordt gerealiseerd en nooit gerealiseerd kan worden.

Voor beter inzicht zal het verzamelen van alle mogelijke informatie over het gedrag en de mogelijke combinaties van bepaalde klonen en het omzetten van deze informatie in praktische toepassingen van grote waarde zijn voor deze en volgende generaties zaadgaarden.

4 Het verwachte rendement

Een economische evaluatie van de bosboomveredeling als investering is moeilijk te maken. Reeds in 1964 wijzen Barber en Dorman erop dat schattingen van de verhoogde waarde van bos ontstaan uit genetisch verbeterd zaad hebben uitgewezen dat het economisch verantwoord is om aan een zaadgaard een behoorlijke hoeveelheid geld te besteden ook al kan slechts een betrekkelijk geringe toename in houtproduktie worden verkregen.

Een economische studie door Davis (1967) over de kosten van het zaad in een *Pinus taeda* zaad-

gaard, wees uit dat de houtopbrengst van opstanden ontstaan uit zaden van deze zaadgaard 2 tot 5% hoger zou moeten liggen dan de houtopbrengst van opstanden uit handelszaad van mindere kwaliteit. De voorspelde opbrengstverhoging van aanplanten die aangelegd zijn met zaad uit zaadgaarden varieert volgens hem van 5 tot 10%. Investerings voor de betreffende zaadgaard lijken dus economisch verantwoord.

Carlisle en Teich (1972) komen ook tot de conclusie dat de kosten die ontstaan bij het produceren van genetisch goed zaad gedekt zijn bij een toename van 2-5% in de houtmassa.

De gevonden en/of verwachte volume-toename bij gebruik van de nakomelingen van geselecteerde ouders varieert voor verschillende Pinus-soorten in diverse landen van 2 tot 38% (Van Buytenen 1975). Uit deze cijfers valt af te leiden dat het aanleggen van een zaadgaard economisch verantwoord zou zijn.

Om de effectiviteit van een zaadprogramma te bepalen speelt niet alleen de genetische winst door verhoogde volumeaanwas een rol. Eigenschappen als betere houtkwaliteit, hogere ziekteresistentie, uniformiteit van de afmetingen (een voordeel voor mechanisch oogsten) en betere bodembedekking zijn moeilijk naar waarde te schatten. Maar alle zullen ze bijdragen om de hogere kosten van verbeterd zaad te compenseren.

Bloeibevorderende technieken, betere beheersmaatregelen en verdere selectie zullen de hoeveelheid en de kwaliteit van het per oppervlakte-eenheid geproduceerde zaad verbeteren. De dalende kosten en de stijgende kwaliteit van het zaad samen met de vereenvoudigde wijze van zaadoogsten zullen zaadgaarden dan ook steeds aantrekkelijker maken.

Literatuur

- Barber, J. C., and K. W. Dorman. 1964. Clonal or seedling seed orchards? *Silvae Genetica* (13): 11-17.
- Barner, H., and R. Koster. 1978. Terminology and definitions to be used in certification schemes for forest reproductive materials. IUFRO Working Party S2-10-2. Intern rapport Bosbouwproefstation, Wageningen, nr. 137.
- Bergman, A. 1968. Variation in flowering and its effect on seed costs: a study in seed orchards of Loblolly pine. Tech. Rep. Sch. For Resources. N.C. St. Univ. 38.
- Brown, I. R. 1971. Flowering and seed production in grafted clones of Scots pine. *Silvae Genetica* 20 (4): 121-132.
- Buytenen, J. P. van 1975. Planning and strategy of seed orchard programmes - including economics. In: *Seed Orchards* (R. Faulkner ed.). Forestry Commission Bulletin, nr. 54 9-22m
- Carlisle, A., and A. H. Teich. 1972. The cost and benefits of tree improvement programs. *Publ. For. Serv. Can.* nr. 1302.
- Davis, L. S. 1967. Investments in Loblolly pine seed production areas. *Proc. South. Conf. Forest Tree Improvement* 7: 44-49.
- Faulkner, R. 1975. *Seed Orchards*. Forestry Commission Bulletin, nr. 54.
- Fellberg, L., B. Sjøgaard. 1975. Historical review of seed orchards. In: *Seed orchards* (R. Faulkner ed.). Forestry Commission Bulletin, nr. 54: 1-7.
- Glertych, M. 1975. Seed orchard designs. In: *Seed Orchards* (R. Faulkner ed.). Forestry Commission Bulletin, nr. 54: 25-37.
- Sarvas, R. 1962. Investigations on the flowering and seed crop of *Pinus sylvestris*. *Comm. Inst. Forest Fenniae*, nr. 53.
- Sarvas, R. 1970. Establishment and registration of seed orchards. *Folia Forestalia*, nr. 89.
- Sweet, G. B. 1975. Flowering and seed production. In: *Seed orchards* (R. Faulkner ed.). Forestry Commission Bulletin, nr. 54: 72-82.
- Syrach-Larsen, C. 1972. Seed orchards in Forestry. *Forest Tree Improvement. Arboretet Hørsholm* nr. 4: 7-20.
- Wright, J. W. 1953. Pollen dispersion studies: some practical applications. *J. For.* 51(2): 114-118.

GEVRAAGD:

Grote en kleine partijen

- ★ POPULIEREN
- ★ BEUKEN
- ★ EIKEN en
- ★ DENNEN RONDHOUT

Fa. Gebr. van Vilsteren,

houtverwerkende industrie, Postbus 296,
Zwolle, Tel. 05200-13364.