

S722

Proceedings of
the Symposium
on Forest Tree
Genetic Improvement
May 1991, Hunan

林木遗传改良讨论会文集

杉木、马尾松等树种



中国林学会遗传育种学会

一九九一年五月 湖南通道

前 言

我国解放前，除少数私有林外都把森林当成野孩子一般对待，肆意掠夺，没有营造和管抚，使我国广大林区森林面临“绝迹”的危机，洪涝成灾，河流干涸，给工农业生产和人民生命财产造成巨大威胁。解放后虽党政领导十分重视林业，大力发展营林事业，但由于基础薄弱，加上某些失误，到现在我国的森林覆被率还只占国土面积的 12.98%，距规划目标 25% 还相差悬殊。在这严峻问题的面前，如何治理“两危”，实现林业的“两个良性循环”，就得靠科学与生产相结合，培育良种，提高营林技术，扩大造林面积，加速林木生长。

这次在湖南省通道县召开全国性的林木遗传育种学术报告会，就是给予林木遗传育种的专家、技术员和工人同志以机会，与领导一起交流经验，互相学习，把科研成果迅速转化为生产力，为我国的林业建设提供科学依据和营造速生丰产林提供技术措施。现在把大会上的优秀论文汇集成册供工作中参考。

这本文集共汇集了学术论文 56 篇。其中杉木方面 25 篇；马尾松方面 20 篇，油茶等其他方面 11 篇。内容涉及到群体遗传、数量遗传、选择育种、无性系育种及育种策略等。由于这次会议论文的征集、文集的编辑印刷等工作时间非常急促，错误或不当之处一定存在不少，敬请同志们批评指正。

湖南省通道县为这次大会的召开给予我们经济上和物质上的大力资助，并为大会的召开提供很好的条件，特此致以衷心的感谢。

中国林学会遗传育种学会主任委员

东北林业大学树木遗传育种学教授

张培泉

一九九一年五月

湖南省怀化地区林业情况简介

怀化地区，位于湖南省西南部，西邻贵州，南连广西，东部和北部与省内的娄底、益阳地区、常德、邵阳市以及湘西土家族苗族自治州接壤。属云贵高原向湘桂丘陵盆地的过渡地段，武陵、雪峰两大山脉纵贯全境。

全区辖 10 县 2 市，有 337 个乡镇，4065 个村，105 万户，445 万人，其中农业人口 380 万。总土地面积 2.7 万平方公里（合 4140.13 万亩），其中山地面积 3000 万亩。按农村人口计，人平 8 亩；耕地 337 万亩（水田 321 万亩，旱地 56 万亩），按农业人口人平近 1 亩，是“八山一水一分田”的山区。

怀化是湖南省的“西大门”，也是我国南方重点林区之一，有巨大的开发潜力和优势。第一，有丰富的自然资源。林业用地面积 2893.9 万亩，“六·五”清查有林地面积 1762.6 万亩，森林覆盖率 47.7%，森林蓄积量 4500 万立方米，占全省四分之一。地处准热带和亚热带之间，最适宜林木生长，林木年综合生长率为 9.62%，林木轮伐期为北方林区的三分之一至四分之一。盛产“广木”“辰杉”，是全国杉木中心产区之一和全国杉木良种基地之一。为了选育杉木优良品种，实现采种基地化，生产专业化，质量标准化，造林良种化，促进林木速生丰产，怀化地区一九七三年开始与部、省联合建设以杉木为主的良种基地。按照部、省建国要求，现已完成林木良种基地面积 4297 亩，其中种子园 3072.8 亩（杉木 2904.8 亩，槲木 79 亩，松木 92 亩）。营造珍贵实生母树林 218 亩（其中国外松 120 亩，马尾松 20 亩，樟木 12 亩，楠木 24 亩，水杉 8 亩，池杉 5 亩，云南松 5 亩）。建立良种采穗田 65.2 亩，丰产实验林 11000 亩，营造杉木子代林 1681 亩，杉木优良无性系鉴定林 369.06 亩。种子园母树大部分面积已进入结果期，年产杉木良种 4—5 千公斤。种子产量、质量逐年提高，深受省内外用种单位好评；第二，有优越的地理位置。怀化地区处在东南沿海经济发达区和西南广大非经济发达区之间，有利于东引西联，区内物产丰富、品种差异大，有利互通有无；第三，有便利的交通条件。湘黔、枝柳铁路和 320、209 国道交汇于怀化市，形成重要交通枢纽。全区 12 个县市，有 11 个县市通火车。除此以外，还有沅水贯穿全区半数县市，水运方便。另有芷江、溆浦两处机场，海陆空运输方便在全国山区是不多的。沿海地区全方位开放和湖南省湘南改革开放试验区的建立，又为怀化地区农副产品和劳务的输出，技术、信息、资金的引进和发展外经外贸提供了新的机遇。1988 年 8 月，湖南省委省政府批准怀化地区为山区开放开发试验区，1990 年 11 月，国务院又批准将怀化地区山区开放开发试验区列为全国农村改革试验区，1991 年 4 月，林业部又决定把怀化试验区纳入林业改革试验区管理。

怀化地区林业局

1991.5

通道县的森林与林业

——美哉，这块绿涛翻滚的土地……

初春，当你踏上通道侗乡这块土地，你就会被她那郁郁葱葱的绿树所迷恋。从眼前扩展延伸开去的是绿色，从远方袭袭来的是绿色，山是绿的，水是绿的，侗乡人的心更是绿透了。

通道，这块聚居着 20 多万侗、汉、苗、瑶 13 个民族的沃土，位于湘、黔、桂交界之地，青山环抱山峦叠翠，珍杖奇树，古木苍劲，奇花异草，绿水缠绕。全县有森林面积 165 万亩，森林蓄积量 521 万立方米，森林覆盖率达 52%。这里汇集了华中、华南和滇、黔、桂三个区系的植物群落，不少地段还有热带沟谷雨林的独特景观。据调查，全县有树木 110 科，1118 种，其中古老、稀有、珍贵树种有 22 科，38 种。其中，有国家二级保护树 18 种，如伯乐树、篦子三尖杉、杜仲、香果树、银杏、胡桃、巴东木莲、白豆杉、观光木、木瓜红等。此外，还有穗花杉、天竺桂、川桂皮、沉水樟、伞花木、银钟花、厚朴、凹叶厚朴、红花木莲、楠木、白章木、银鹊树、红豆杉等珍贵树种。

据考察，全县可供药用的植物达 200 余种，篦子三尖杉、竹柏、喙核桃最为珍贵。

在木脚和临口一带的 100 年至 500 年的原始次生林，堪称为“树种大观园”。这里的奇峰异石、飞瀑流泉，参天古树，灌木藤蔓与常年云雾缭绕、溪河漫流，构成了一幅逼真的江南山水画，既典型、华贵，又不失其浓淡互托，相得益彰。这里有木本植物 50 多科，600 多种，活立木 100 多万立方米，除常见的杉、松、杨、椿、青刚木等外，有被称为“活化石”的银杏和稀民奇木香果树，有石老的伞花树、香榧，百年不失芳香的楠木和沉水樟，有誉为“中国桃花之木”的毛红椿，有木质细硬的樟、楠、桐、檀木。原始次生林中的树木、有的高耸入云，直插云霄，有的如撑开的巨伞，巍巍壮观。

在这些琳琅满目的树种中，通道侗家的当家树，可数马尾松了。全县有马尾松 83 万亩，占用材林的 59.41%。每年出售的 10 万立方米的木材中，马尾松就占了 80%，它成了侗山经济的主要支柱。

涉足浓郁、茂密的森林，还可发现另一番景象：百花竞放，万紫千红。新春樱花吐艳，初夏泡桐花开，立秋金桂飘香，入冬腊梅送旧。各种花卉达 600 多种，名贵的观赏花木，阔瓣白兰，红、紫杜鹃花、山茶花等争芳斗妍。山里的野生药材和山珍特产更是随处可见。有治头痛头晕的天麻，治毒蛇咬伤的七叶一枝花，有强筋壮骨的淫羊藿，有麻醉镇痛的四两麻，有滋阴补血的大血藤，还盛产香菇、玉兰片、党参、当归、八角莲等。桐油、茶油、乌柏、生漆、核桃、板栗、杨梅、五倍子、山苍子等也都是名传遐迩的土特产。

通道山高林茂，珍禽异兽时常出没。华南虎、原猫、金钱豹、娃娃鱼、水鹿、岩羊、野牛、锦鸡、白头翁等，构成一个热闹的动物世界，为这绿的海洋又添几分景色。

然而，聚居在绿海中的侗家人，不会困惑，不会茫然，他们有绿一样萌动，绿一样的生命力，他们正用自己聪颖的智慧和勤劳的双手，编织着生活，创造着未来，实现着一个绿色的梦。

与侗家人生活有着紧密联系的鼓楼、风雨桥、风景林，可堪称侗寨三宝。侗乡几乎村

村有鼓楼、寨寨有风雨桥，屯屯有风景林。到侗家做客，你不要怕迷路，见到这“三宝”便知到了侗家。鼓楼象似宝塔又似楼阁，高达八、九层，重檐下的彩绘，有龙、凤、鱼、鸟、葫芦、花草等图案，十分精美壮观。平时，这里是侗家集会、议事的地方，贩年过节便成了人们吹芦笙，踩歌堂，载歌载舞的舞台。风雨桥，又称花桥，亦称福桥，集宝塔、楼阁和木桥为一体，兼实用和观赏于一身，造型优美，它横卧溪流，如长虹饮泉、气势恢宏。这两大艺术与侗寨栉比鳞次的吊脚楼，都纯属木质结构，不用一钉一铆，全用长短凿榫嵌合而成，显示了侗族人民惊人的艺术构思和高超的创造力。其中建于清代的马田鼓楼、白衣观、回龙桥均被列为省级重点文物保护单位。在村寨周围风景林，以及水井边，古庙旁的风景树被侗乡人民奉为“神林”和“神树”，任何人不得侵犯。它与寨中的鼓楼、风雨桥交相辉映，构成了侗寨特有的姿态和韵味。风景林，体现侗族早期人类的生态观，是侗族人民崇拜大自然的产物。

然而，现在的侗家人不仅仅只满足于修几栋鼓楼、几座花桥，盖几间吊脚楼，而是要怎样把资源优势变成商品优势进而转化成经济优势。

近几年来，县委、县政府总结过去“失误在山”的教训，向人平 16 亩的山地进军，全方位进行林业开发，积极开展营林生产和多种经营，取得可喜成绩。(1) 造林育林有较大突破。县委、县政府制定了“三年消灭荒山，五年绿化通道”的兴林规划，率领侗乡人民在 336 万亩的土地上进行着造林育林的伟大工程。1985 年以来，采取了“先建场后造林”的工程造林方法，推行“土地入股，集体建场，统一营造，统一管理，林木分成，劳务归己”的办法，坚持走用材林、经济林、封山育林与造林、面上造林与基地造林、造林与营林相结合的路子，累计造林 34 万多亩，建成乡、村、组三级集体林场 229 个，封山育林累计 120 多万亩。(2) 科技兴林和林业科研取得较大收获。1984 年以来，县里先后投资 100 多万元办起了林业职业高中，先后为县、乡、村输送 200 多名初级林业技术人才；还选送了 18 名干部到中南林学院、华中农业大学等院校深造，并请一些教授专家来通讲课 4 次，拓宽了眼界，增长了知识。同时，在县林业局还设立了科教股和林科所两个科研机构，从事林业科研工作。从 1985 年以来，全县开展林业科研课题研究 30 多次，通过省、地、县鉴定和验收的 17 项。其中同华中农业大学合作研究的“杉木良种快速繁殖技术研究”，通过省科委鉴定，与“杉木早期速生技术组装试验”被列入怀化地区科委“八五”科技成果推广项目；与中南林学院合作研究的“森林植物区系和珍稀树种研究”，获得省科技进步三等奖。这些科技的发展和科研成果的运用，使侗乡许多绿色的梦变成了现实。1990 年，中共怀化地委、行署授予我县“全区科技工作先进单位”称号。(3) 林业运输条件得到较大改善。县里每年拿出 万元用于林区公路建设。经过几年的努力，目前所辖的 24 个乡镇和 60% 的村都通了公路，还治理开发了 7 条运输河道，林区公路通车里程达 650 公里，加上贯穿全境通往大西南的 209 国道和贯穿全县南北 6 个乡镇的枝柳铁路，终于告别了“蛮烟瘴雨，鸟道羊肠”的过去。县里还建成了一个具有现代化装卸设备的贮木场，年可集材 20 多万立方米，每年将 11 万多立方米木材销往全国各地。(4) 林产品的加工有了较大发展。县里除向外销售原木外，还积极开发林产品加工，实现以工促林，以林养工的发展战略。已建成了年产 5000 吨的机制纸厂和一批乡镇竹木制品厂，以及一小部分林化厂。目前，正积极筹备 1.7 万吨的纸浆厂和木质素开发厂，逐步形成林产品开发系列，为林区经济的发展走出一条希望之路。

通道是镶嵌在祖国南方的一颗绿色翡翠，了解通道的人都说，通道是我国南方一块不可多得的宝地。我们热诚欢迎这次全国树木遗传改良学会在我县召开学术讨论会，更欢迎海内外各界人士来观光考察。通道社会风气良好，民风淳朴，党政关系融洽，崇尚集体主义和艰苦奋斗精神，本着互惠互利的原则，以优惠条件，真诚与国内外各界朋友进行广泛地合作与交往。

通道侗族自治县林业局

一九九一年五月

目 录

正确对待各种育种方式,繁荣我国育种事业	(1)
杉木种子园建立技术研究进展	(6)
杉木种子园的营建与管理技术	(14)
杉木种子园花粉飞散规律的观测与分析	(19)
无性系产地、密度和立地条件与杉木种子园产量的关系	(25)
浙江省杉木种子园施肥研究总结	(30)
气候与杉木种子园产量的关系	(37)
杉木优良家系选择的研究	(44)
融江流域杉木良种系统选择研究	(48)
浙江省杉木造林区优良种源选择及其应用	(52)
黄山地区杉木优良家系区域选择及效果研究	(60)
杉木子代基因型×环境互作和稳定性的研究	(65)
杉木 11 个亲本双列交配遗传分析	(69)
杉木亲本的配合力测定	(74)
杉木优树子代测定遗传效应与分析	(78)
杉木种子园后代测定与家系选择研究	(83)
杉木近期良种选育的基本策略	(87)
杉木无性系利用的正确方法	(94)
杉木无性系造林的基本策略和技术要领	(99)
杉木不同繁殖材料无性系群体造林效果研究	(103)
杉木无性系造林	(107)
杉木无性系选择和利用	(112)
杉木优树复壮和无性繁殖技术的研究	(114)
杉木采穗圃营建技术的研究	(117)
杉木 PER 同工酶分析与“PG”法的研究	(124)
马尾松的遗传变异与改良策略	(128)
马尾松育种区划分和改良对策	(132)
马尾松无性系种子园建立技术的研究	(137)
马尾松群体遗传及变异规律的研究	(143)
马尾松种源性状间相关性研究	(147)
马尾松种源的树干、枝叶生物量的变异及其预测	(154)
马尾松不同种源幼林生长和生物量的初步研究	(161)
马尾松自由授粉家系与环境的互作及其基因型稳定性的研究	(165)
马尾松子代测定中的指数选择	(171)
马尾松优树主缩差组合选择方法的探讨	(177)
马尾松数量性状相关遗传参数的多元分析与比较	(183)
马尾松第一轮选择遗传增益的研究	(188)

马尾松生长性状的早晚期相关与早期预测	(192)
马尾松嫩枝嫁接技术的基本问题	(197)
马尾松制浆材材性的遗传变异及其改良的若干问题	(205)
马尾松木材比重, 管胞长度的地理变异	(210)
马尾松纸浆材种源选择	(216)
马尾松天然林优树自由授粉子代木材比重遗传变异的研究	(222)
马尾松胚胎发育的观察研究	(228)
马尾松离体胚的组织培养	(234)
油茶优良无性系选育及其授粉生物学特性	(236)
油茶优良品种(类型)表型选择的研究	(243)
油茶遗传改良工程措施浅论	(247)
促进湿地松母树林结实技术试验报告	(251)
黄山松种源区划的初步研究	(257)
黄山松种源选择及其遗传稳定性	(263)
平坝华山松种子园无性系生长规律的研究	(271)
种子园中华山松嫁接方法的研究	(277)
全息生物学与林木遗传改良育种	(280)
林木遗传改良实用统计应用软件包(SPQR)简介	(284)
英文目录	(288)

正确对待各种育种方式，繁荣我国育种事业

沈熙环

(北京林业大学, 北京 100083)

【摘要】 常规林木育种是一个完整的体系。它是由不同的选育方法, 相应配合不同的遗传测定和繁殖方式, 构成的发展层次不同、增益有异, 但相互配合、彼此补充、和谐的各种育种方式。育种工作者应根据树种生物学和林学特性, 以及造林地区的自然生态条件, 社会经济情况, 有侧重地, 综合运用各种育种方式, 在可能投入的人力、物力条件下, 为当前林业生产取得最大的效益, 同时为树种的长期改良准备条件。

一. 林木育种已形成具有特色的植物育种分支

从法国人 de Vilmorin 在巴黎附近首次开展欧洲赤松种源试验迄今恰好有 170 年的历史了。林木遗传育种作为植物育种的一个分支, 经过几代人的艰辛努力, 不懈探索, 发展成为今天的林木育种。虽不能说今天的林木育种已臻善臻美, 但她符合林木本身的特点, 适合林业生产的需要和条件, 从育种的途径到方法, 都颇具特色, 有别于其他育种分支, 对林业生产实践已作出了重要的贡献。

常规的林木育种, 包括三个主要环节, 即繁殖材料的选育、遗传测定和良种的繁殖推广。林木育种的目标是最充分、最有效地利用自然界早已存在的各个层次的变异, 或人工创造的变异类型。选育的方法有: 引种, 种源选择, 林分 and 优树的选择, 及杂交育种等。由于繁殖方式分为有性(种子)和无性繁殖(插条)两种, 遗传测定和良种的繁殖和推广各有不同。前者相应采用子代测定, 并通过母树林和种子园生产种子; 后者用无性系测定, 通过采穗圃繁殖。不同方式的组合, 可以构成多种育种方式, 适合不同的树种, 不同的自然生态和社会经济条件。

二. 不同育种方式利用不同层次的变异, 符合不同的生产水平

林业生产是不断向前发展的，对种苗品质的要求也是不断提高的。林木遗传育种工作者的职责就是向生产部门提供品质愈来愈高的种苗。引种是树种改良的第一步，是利用不同树种种间的变异。外来树种通过多个阶段的试验，从中筛选出来的优良树种可以直接为林业生产服务。对筛选出来的优良树种应该进一步利用它种内的变异。

在同一个树种内，存在着多个层次的变异。其中，种源变异是第一个层次的变异。通过种源试验，可以为不同造林地区提供最佳种源。如果优良种源林地面积大，可以直接为生产提供大量种苗，否则要通过营建母树林或种子园等办法生产种苗。在同一个地区不同林分间也会存在差异，可通过林分选择筛选出优良林分，改建或营建母树林，生产种子。在优良种源区中可以筛选优良林分。同一林分内个体间存在的差异，通过优树选择，挑选优良的单株。可见，种源选择、优良林分和优良单株的选择都不是孤立的、更不是对立的措施，而是相互配合、不断上升的不同育种环节。

筛选出来的优树树种，如果不适合用营养繁殖大量推广，目前国内外通用的办法是营建种子园，由种子园大量生产种子供造林之用。对能营无性繁殖的树种，繁殖推广的途径比仅能用种子繁殖的广，它还可通过采穗圃等形式生产大量插条苗。凡由未经遗传测定的材料营建的种子园或采穗圃提供的种苗，必然仍会存在良莠不齐现象，总的增产幅度受到限制。根据遗传测定数据，去劣疏伐，改建原有的园圃，或用经过遗传测定的材料，营建新的繁殖园圃，都可以提高改良的效果。这一过程可以循环反复，使改良效果不断提高。为防止遗传基础变窄，要有丰富的育种资源作后盾，不断补充新的育种材料。

上述几种方式都是利用自然界现有的财富。杂交是创造新的变异的过程。由杂交产生的杂种，特别是远缘杂种，要经过选择、遗传测定后才能投入到良种生产环节。

不同的选育方法，配合相应不同的遗传测定和繁殖方式，构成了发展层次不同、增益有异，但相互配合、彼此补充、和谐的多育种方式，共同组成了今天的常规林木育种系统。不同的育种方式，适合于生物学和林学特性不同的树种，适合于不同的自然和社会条件，也适用于不同的育种目的。因此，可以根据不同的条件，各得其所的采用适宜的方式。

三. 制定完善的育种计划

一个完善的育种计划，要根据育种目标、改良树种的生物和林学特性、育种资源状况、造林地的自然条件、经营单位的技术力量和财力等多种因素妥善安排，以便取得最佳的改良效果，既能满足当前生产的需要，又能符合树种长期改良的要求。

在制定一个地区的育种计划时需要考虑和明确的主要问题有：确定明确的育种目标，因为大径级建筑用材的培育不同于小径级的，更不同于纸浆材、薪炭材，或抗性育种；根据育种目的，选择最适宜的树种，了解资源状况；了解改良树种的对环境条件的适应能力和要求，生长进程，种子和营养繁殖等林学和生物学特性；了解种内各个层次的变异规律和变异幅度，如果没有现成资料可作参考，应尽快布置这方面的试验；熟悉花粉采集及杂交等技术，加速育种世代，作交配设计，掌握育种参数；研究种子繁殖和营养繁殖技术，提高苗木的数量和品质；准备不同的各类育种群体，为树种的长期改良作准备；考虑资金来源、技术力量和协作等问题；以及今后市场可能发生的变化，采用其他技术措施替代育种措施的可能性等。

育种方式简繁不一。从选择的优树上采集种子或穗条，混合繁殖，不作遗传测定是简单方式，但改良的效果不会太好。对选择的单株，作单亲或控制授粉，作子代测定，估算一般配合力、特殊配合力和遗传力等参数，作再选择，是比较繁杂的方式，但改良效果会比前者好。当进行轮回选择时，选育工作是在多个世代中开展，还要防止和避免近亲交配，工作无疑更较复杂，可是遗传增益也会随着世代的上升而不断提高。

四. 辩证地对待有性繁殖和无性繁殖

林木的基本繁殖方式不外是种子繁殖和插条繁殖两种。种子繁殖是古老的繁殖方式。本世纪三十年代在北欧出现了种子园的雏形，到五、六十年代种子园在全世界范围内推广，给这一古老的繁殖形式赋予了新的内容。构成了生产针叶树种良种的主要形式。种子繁殖是当今针叶造林树种的基本方式，对一些树种迄今仍是无可取代的唯一方式。瑞典、芬兰、挪威、丹麦诸国的欧洲赤松造林全部用种子造林，且种子园种子占很大比重；欧洲云杉在近十多年来，由于营养繁殖技术有所提高，且种子生产不稳定，供应不足，因此用插条苗造林的比重有所增加，但实生苗造林仍是主要的。美国东南部湿地松和火炬松全部用实生苗造林，种子园是种子的主要来源。美国西北部地区的主要造林树种花旗松也是用实生苗。据我在欧洲和美国等十多个国家实地考察的印象，当今针

叶树种基本上是种子造林，而采种经营造林地苗木都靠种子园供应。种子园生产的苗木增产效果显著，未见对经营种子园的热情和关注的下降。

国内的生产情况大家都熟悉，主要针叶造林树种迄今仍以有性繁殖为主，种子园的增益也是明显的。就以杉木为例，广西已营建杉木种子园8800多亩，至1989已生产种子26276公斤。对各试验点3-9年生4千亩子代林的测定结果，子代平均树高、胸径、材积分别比对照大5.3%、7.0%和23.7%。广西的试验同时表明，在优良种源区内选择优树，可以达到锦上添花的作用：融江流域选出的优树子代的平均树高和单株材积，分别比融水优良种源大6.6%和15.1%。广东自1973年迄今已营建杉木种子园3800亩，11年累计生产种子11060公斤，可造林44万亩以上。在共771个参试家系中，筛选出优良家系43个，材积增益达36.51-52.63%。福建省营建杉木种子园6千亩以上，累计生产种子3万多公斤，造林140多万亩。贵州省从5-11年生的414个家系中，以0.2入选率筛选出优良家系86个。入选家系的树高和材积分别比对照高出10-37%、20-69%。上述数例，可以说明种子园在中国的林业生产中也已发挥了作用，增益也是明显的。

从理论上考虑，种子园主要是利用遗传变量中的加性效应变量，即通过入选优树优良基因频率的提高，以及有效地防止近交、基因互补等作用提高种子遗传品质的。一株优树通过有性繁殖不一定能将优良的性状全部传递给子代，也就是说优树的子代并不一定如其亲代。而营养繁殖却与有性繁殖不同，能够将原株的全部遗传信息转移到无性系中，在无性系中表达。无性系可以保持原株的优良特性，生长整齐，增产效益高。从育种方式的阶梯上考虑，无性系选择和营养繁殖是常规育种中最高形式。

自七十年代后无性系选育得到了世界各国林学界的普遍重视。1973年后，国际学术活动频繁，着重研讨了营养繁殖技术、机理、难题及解决途径、林业生产中的应用等问题。一个新的术语——无性系林业 (Clonal Forestry) 在文献中出现了。进行无性系选择和造林的树种和规模都有增加。特别在桉树等阔叶树种中，成绩更为突出。日本对柳杉营无性繁殖已有几百年的历史了，欧洲的云杉、新西兰的辐射松等针叶树种也已有一定的生产规模。在我国，杨树无性繁殖已有悠久的历史，近年桉树的无性繁殖，包括组培苗造林已初具规模。重要造林树种杉木，在解决插条繁殖技术之后，逐步扩大造林面积，研究林分成长中的各个方面的问题，深化杉木无性系选育和繁殖问题，是顺理成章的事。

对待一切事物，不宜绝对化，二分法更符合客观世界。无性系林业有诸如上述优点，但迄今无性繁殖中的年龄效应、位置效应，虽然已有了一些处理办

法，但远不能说问题已经解决。同时，无性系林分的经营管理，无性系林分的生长和材质也有待观察。种子园虽然有投产年限长，结实不稳定，产量低，采种不方便，以及有的家系增产效益不显著等现象，但通过近年的研究，对提高种子园的产量和品质，已经有了较好的解决办法（将另文阐述）。初级种子园存在的缺点，不可能构成种子园本身存在的威胁，也不会成为可用插条大量繁殖树种决不再搞种子园的理由。笔者认为，根据自然生态条件，社会—经济情况，以及树种生物学特性，各有侧重，各得其所，综合运用各种育种方式，在可能投入的人力物力条件下，为当前林业生产取得最大的效益，同时为树种的长期改良创造条件，才是正确的做法。国外比较成功的树种改良计划，如德国下萨克斯州的欧洲云杉的改良计划；意大利的欧美杨改良计划；美国北卡罗来纳州的火炬松改良计划，都体现了上述原则。

*

*

*

我国林木育种工作起步稍晚，发展过程中又有些风波，受过些挫折，但总的过程还较正常，特别是近十多年来，国家对林木良种工作比较重视，科研和生产配合默契，我国南方的自然条件又较优越，常规育种工作进展快，已缩小了与林业发达国家的差距，有些领域已接近了国际先进水平。全国林木遗传育种工作者为祖国林业事业继续努力，我们一定能开创更辉煌的明天，中华民族一定能对世界林木育种作出应有的贡献。

杉木种子园建立技术研究进展^{*)}

施 季 森

(南京林业大学, 南京 210037)

摘 要

本文对全国杉木种子园建立技术“七五”攻关研究的主要进展进行了综述。“七五”攻关期间, 杉木种子园攻关协作组在杉木种子园种子产量影响因素及提高种子产量的综合措施; 杉木优良家系区域试验及其与环境的交互作用; 杉木生长与材性联合改良; 第二代改良的初步效果; 杉木抗逆性遗传改良; 林木遗传改良实用统计应用软件包的研制与开发; 杉木遗传改良的经济效果等方面进行了系统研究, 取得一系列成果。同时, 还对杉木种子园建立技术研究的“七五”攻关的经济效果, 成果的推广和应用前景; “八五”攻关乃至未来 10 年杉木遗传改良的研究方向等问题进行了讨论。

关键词: 杉木 种子园 种子产量 生长—质量改良 抗性改良 区域试验
多世代改良 实用软件包 经济效果

一、概 况

《杉木种子园建立技术的研究》来源于国家“七五”攻关主要树种良种速生丰产栽培项目, 合同编号为[(75)-07-01-(32)], 是国家“六五”攻关的结转专题。

本专题结转为“七五”攻关课题以后, 于1986年8月底在广西柳州召开了一次协作会议, 落实了“七五”攻关的组织和各项具体任务; 1987年9月在南京召开了第二次协作会议; 1988年12月在浙江建德林场召开了第三次协作会议; 1989年9月在广东省韶关市召开了第四次协作会议; 第五次协作会议1990年8月在浙江富阳召开。从第二次协作会议开始, 协作组会议除了交流检讨“七五”攻关的执行情况以外, 还分别组织了访问新西兰、澳大利亚林木育种考察报告会; 赴西德、美国访问报告会; 参加了由加拿大艾贝塔大学叶祖豪博士主讲的森林群体、数量遗传学研讨班; 通过这一系列活动, 使协作组的全体成员进一步了解了世界林木遗传改良的最新动态, 提高了研究的水平。

“七五”攻关的最终目标是选出 290 个速生、丰产、优质、抗性强和遗传稳定性好的家系及亲本; 同时为当前生产上研究和解决这些优良材料的繁育途径和推广技术。从理论研究和技术贮备的角度, 要初步解决多世代改良、多性状和多种用途选择方法和技术, 为杉木第二代遗传改良, 提供物质和技术基础。围绕这个目标, 协作组展开了第1、5代种子园建立技术及其效果的研究; 种子园种子丰产技术的研究; 优良家系与环境交互作用的研究; 进行杉木育种区划的研究; 第二代改良原理和方法的研究; 杉木材性和抗逆性遗传改良原理和方法; 杉木遗传改良经济效果分析模型等一系列的研究。

^{*)} 《杉木种子园建立技术的研究》为国家“七五”攻关专题, 本文在总结的基础上改写完成。
主持单位: 南京林业大学 林科院亚林所。参加单位有广东省林科所、广西(区)林科所、贵州省林科所、湖南省林科所、四川省林科所、江西省林科所、福建省林科所、福建省林业厅林木种苗总站、浙江省林科所、林科院大岗山实验局、赣州地区林科所、贵州市林科所、咸宁地区林科所、福建省林业厅洋口林场和三明市官庄林场十七个单位。

二、‘七五’科技攻关研究进展

通过攻关研究,各子专题的主要进展分述于后。

(一)、种子园种子产量影响因素分析及种子丰产技术

1. 种子园种子产量主要影响因素分析

为了全面和系统地分析种子园种子产量的影响因素,除了从胚胎学的角度对杉木的大小孢子发育过程进行研究,了解杉木大小孢子发育过程中的致畸因子以外,协作组在全国范围内对部省联营重点杉木种子园按统一方案进行综合调查和分析,并提出两套实施方案。第一套方案包括林业部1982年设置的杉木第一代种子园试点推广的10个种子园,第二套方案包括全国有代表性的27个种子园。通过对种子园种子产量影响因素的综合分析,可归纳为以下几个问题:

- A. 种子园种子产量年度间波动同当地当年三月的降水量和日照关系密切。花期降水过度(150mm)和日照少于100小时,将妨碍杉木种子园母树的正常开花和传粉,雌球花开放后不能正常授粉而败育,导致种子产量下降;最严重的年份雌球花的败育率可达到90%。影响种子产量的气象因子还有花期的倒春寒引起的雌球花和幼果低温冻害;6月中下旬胚胎发育前期的平均温度过低同样会引起胚胎败育。
- B. 与光照条件和空气温湿度直接有关的坡向、种子园的密度和透光度也直接影响到种子园内的花粉飞散当量和雌球花的授粉,阴坡和半阴坡要比阳坡和半阳坡的种子产量下降27%;密度过大的种子园,自然整枝严重,树冠交叉,使得种子园内的光照强度下降2-17倍,开花高峰期花粉飞散当量下降2倍以上。
- C. 建园无性系亲本间开花结实能力存在明显的遗传差异和地理变异。无性系的子代生长量与其种子园的结实母树结实能力之间关系表现为三种不同的型式:生长和结实存在负相关型、不相关型、正相关型的差异。杉木种子园无性系结实能力的地理变异表现为:来自杉木中心产区的亲本无性系种子产量较低,而中心产区偏南或偏北起源的亲本无性系结实量较多,呈现“V”字型变化趋势。
- D. 种子园球果蛀食害虫是导致种子园种子产量下降的主要因素之一。据在福建省林业厅洋口林场种子园1988-1990年连续调查表明,杉木球果和幼果的平均被害率分别为25%、26.2%和30%。麦蛾是危害杉木球果的新虫种。杉木麦蛾、螟蛾和扁长蠹是直接危害杉木球果的主要害虫。幼果和球果被害后开始变色、畸形、干枯。它们一般每年发生一代,但虫龄很不整齐,形成了不同世代之间的交替危害,给予防治带来了很大的困难。另外,主要反复危害杉木当年抽出的嫩梢的杉小卷蛾,直接影响当年的花芽的分化。蛀梢害虫导致的种子产量损失的严重性还没有引起人们充分重视。

2. 种子园种子丰产技术措施

- A. 选用了子代遗传增益高,结果性能好的无性系亲本是提高种子园种子产量的根本措施。南京林业大学和福建省林业厅林木种苗总站、福建省林业厅洋口林场、福建省三明市官庄林场合作在杉木第一代种子园亲本群体中选择出6个遗传增益和种子产量双高无性系亲本建立的8亩

特殊配合力种子园,1988年的种子亩产量为8斤,1989年的种子亩产量为13.6斤,1990年的种子亩产量为22.0斤。在当前种子园种子产量普遍下降的情况下,这样高的种子亩产量颇为难得。

B. 准确选择种子园园址和控制种子园的建园连续面积的大小,以避免不良地形条件和不良气候条件的影响,是实现双高无性系种子高产稳产的关键外部环境条件控制技术措施。其中有两个问题直得进一步研究:

第一是关于全国范围内种子园的合理布局问题。种子园园址从杉木的中心产区适当南移或北移有提高杉木种子园无性系亲本开花结实能力的趋势,尤其是适当南移能避开许多不良气候条件的影响。

第二是园址的具体立地条件的控制。种子园必须选择地形开阔的阳坡(至少是半阳坡),园址的海拔高度以50-300米为适宜地带。种子园的连续面积不能过大,以控制在6-10公顷之间为好。

C. 采用防治病虫害综合措施保花保果,是在实现无性系亲本、种子园园址条件控制之后,种子园种子高产稳产的重要保证。在福建省林业厅洋口林场的试验表明,采取如下措施效果显著。

1)清除害虫越冬场所每年11月结合采种,将树上的隔年干枯球果、枯雄球花序、虫害果全部采下,集中烧毁,消灭越冬场所。

2)4-6月份施用呋喃丹颗粒剂,每株0.5-1.0公斤。

3)用“敌杀死”、“久效磷”在树干上高压注射。

通过上述防治措施,1989年施药区平均产量提高20%,1990年春调查幼果被害率下降了16%;1990年11月经福建省林业厅科教处组织有关专家现场测查,通过综合防治健康球果率由原来的30%提高到88%。

D. 进行种子园结实母树养分监测,适时合理施肥,是提高立地条件中等以下种子园种子产量的重要措施。据在浙江余杭和淳安、湖南攸县、福建沙县等地施肥试验结实表明,施肥量以每年每株施N 50 G、P 50 G、或P 50 G、K 50 G;或N P K 复合肥效果均十分明显。施肥时间以当年球果胚胎发育前期--6月下旬最为关键,其次为次年花芽分化期--8月下旬和当年幼果授精期--4月下旬。

E. 适时疏伐,是种子园稳产的有效措施之一。1988年开始在洋口林场对12年生(嫁接后)的杉木初级种子园进行疏伐试验,面积267亩。每亩种子园初植密度平均为30-37株,疏伐强度为40-50%,平均每亩保留15-20株。疏伐后连续二年对种子园各种生态因子和开花生物学特性进行了观察。结果表明,疏伐后明显改善种子园内的各种生态因子,提高了开花期间园内的温度,降低了相对湿度,大大改善了种子园内的空气对流程度和光照条件。增加了花期的花粉飞散当量,提高了园内花粉浓度。据二年调查,疏伐区雌、雄球花和表示种子园树冠恢复能力的新萌枝梢数分别比对照区提高了3.3倍、2.1倍和2.5倍,球果产量提高1.2倍。1991年春调查结果表明,雌球花量明显提高。

F. 激素处理、辅助授粉是提高种子园种子产量的重要补充措施。通过在浙江、福建等地开展的激素处理对种子园开花结果的影响的试验表明,使用GA₃激素处理的11个无性系,三种不同GA₃浓度处理与对照比较达极其显著的差异。三种不同剂量的处理后,幼果数分别比CK增加70%(15mg)、28.8%(20mg)和13.6%(10mg)。浙江、广西的试验也表现了同样的效应。

(二) 杉木优良家系与环境交互作用的研究