

林 业 部 青 年

学 术 讨 论 会

● 论 文 集 ●

林业部科学技术司 编



中国林业出版社

编 委 会

主 任：寇文正

副主任：杨林梅 李二波

委 员：（按姓氏笔画为序）

王定荣 王淑元 李二波 何力春 林升寿 杨林梅

杨锋伟 寇文正

加强领导 深化改革 为培养一支优秀的 林业跨世纪的学术和工程技术带 头人队伍而奋斗

——林业部科学技术司副司长寇文正在林业部青年
学术讨论会上的讲话
(代序言)

林业部青年学术讨论会今天召开了，我代表刘于鹤副部长和科学技术司表示热烈的祝贺。参加这次会的有林业部人事教育司、山东省林业厅和烟台市林业局的领导，对于他们的光临表示感谢。这次会议将检阅以攻关、部重点专题（课题）为代表的林业青年科技工作者的水平，交流经验，以进一步提高青年科技工作者的水平，促进培养林业跨世纪学术和工程技术带头人的工作更快发展，尽快造就一支优秀的林业跨世纪科技人才队伍，为“九五”国家科技攻关项目、专题负责人的选拔打下基础。

党和国家领导人以及我国老一辈无产阶级革命家十分重视青年人才的培养工作，多次强调加速培养优秀青年科技人才的重要性、紧迫性。5月份发出的“中共中央、国务院关于加速科学技术进步的决定”和全国科学技术大会，提出了“科教兴国”的战略方针，把加速培养优秀科学技术人才做为一项十分紧迫的战略任务，要求全党、全国切实把这项工作列入发展科技工作的重要议事日程。

我国林业工作在党和国家的重视和关怀下，在各级政府和全国人民的努力下，通过广大林业工作者的艰苦奋斗，取得了较大的成绩和重要进展。林业科技工作者高举科技是第一生产力的旗帜，也做出了应有的贡献。当然，也还有相当大的潜力有待进一步发挥。目前，林业战线正依据林业部党组提出的建立比较完善的生态体系和比较发达的产业体系而努力工作。由于林业生产周期长，公益性强，基础薄弱，科技经济贡献率还相对较低，国民经济的协调发展要求林业科技做出更大的贡献。

科技人才是第一生产力的开拓者，林业科技的发展，更需要形成一支有开拓能力、无私奉献的优秀科技队伍。从林业科技队伍的实际状况出发，培养和造就一批跨世纪的学术和工程技术带头人显得更加紧迫和重要。据不完全统计，林业系统50岁以上的科技人员占33%，40~49岁的占5%左右，30~39岁的占25%，30岁以下的占37%；在部直属单位的专业技术人员中40岁以下占59%，40~49岁占15.5%，50岁以上占25.4%。但具有高级职称的50岁以上的占76.3%，现有学术、技术带头人约80%的人员，在2000年前将陆续退出工作岗位，40岁以

下的正高级专业技术人员仅有 22 人,占现有正高级专业技术人员 4.9%。上述状况说明:一、如不加速青年学术和工程技术带头人的培养,到 21 世纪前 10 年,林业科技带头人将出现一个断档期;二、在我国林业科技队伍中,中青年占 2/3,为选拔跨世纪学术和工程技术带头人创造了良好的基础。关键在于加强领导、深化改革、鼓励年青人在老专家指导下,发奋图强、刻苦努力、尽快成长。

中青年科技人才的培养和造就,需要各级领导高度重视,强化必要的措施;同时更主要的是需要青年人自身的努力。学术的带头、技术的领先是努力实践、刻苦钻研的结果。

林业科学技术研究具有长期性、复杂性、艰巨性和奉献性的特点。希望我国年青的林业科技工作者在成长过程中注意以下几个问题:一是在生产、社会实践和科学研究中,塑造共产主义人生观,全心全意为人民服务,热爱林业,献身林业。林业是一个伟大的事业,林业科技工作群体性强,需要一大批热爱林业,勇于开拓,刻苦钻研,无私奉献的年青科技工作者。党和国家创造并正在不断完善年青林业科技工作者成长的环境条件,希望你们珍视这个机遇,努力前进。在成长过程中不断克服名利思想、短期行为。二是刻苦钻研,勇于开拓,不断攀登林业科技高峰。马克思有一句名言:“在科学的攀登上没有平坦的大路,只有那些在崎岖小路上,不辞辛苦,勇于攀登的人们,才有可能达到光辉的顶点。”成果是知识积累和创造性思维与实践相结合的产物。希望年青的林业科技工作者要努力学习,掌握坚实的基础理论和广博的专业知识,结合林业生产实践和经济建设的需要创造和学习,孜孜不倦地攀登高峰。三是要尊重知识,尊重年长的林业科技工作者,虚心向广大劳动群众学习,虚心向一切学有专长的人们学习。科学技术的发展是人类智慧、技能不断积累和总结的结果,科学技术成就是继承和发展的结晶。老专家、老科技工作者的培养和带领是年青科技工作者成长的基础。老一辈科技工作者为林业科技的发展创造了辉煌的过去和现在,向老专家学习,向广大群众学习是年青人创造灿烂明天的重要起点。希望你们在实践中真心实意地做到尊重老一辈科技工作者,尊重群众,虚心学习,虚心虚心再虚心,学习学习再学习,攀登攀登再攀登。

培养和造就一支朝气蓬勃的年青科技队伍,培养和造就一大批跨世纪的学术和工程技术带头人是我们“九五”期间的重要任务。为了完成这个紧迫的战略任务,必须加强领导、强化措施。各级领导都应按中央“通知”和全国科技大会的精神,重视和做好这项工作。各级林业科技管理部门应当配合人事管理部门做好规划、制定具体措施,为青年人才尽快成长创造良好的条件。只要我们遵照中央精神,加强领导,深化改革,落实措施,在老专家的支持下,年青人自勉自励,我们就一定会造就一支优秀的跨世纪学术和工程技术带头人队伍。

1995 年 8 月 12 日

目 录

代序言

用 材 林

杉木无性繁殖中的位置效应·····	湖南省林业科学研究所	许忠坤	(3)
马尾松造纸材遗传改良现状和未来育种重点·····	中国林业科学研究院亚热带林业研究所	周志春 秦国峰	(7)
桉树抗风性状的间接选择·····	林业部桉树研究开发中心	王国祥	(14)
大青杨及其近缘种的遗传变异和系统关系研究·····	中国林业科学研究院林业研究所	苏晓华 张绮纹等	(24)
美洲黑杨×小叶杨新无性系木材性状早期选择研究·····	南京林业大学	潘惠新 黄敏仁等	(29)
毛白杨及其杂种花粉染色体加倍技术研究·····	北京林业大学	张志毅 李凤兰等	(37)
杨树抗云斑天牛育种·····	中国林业科学研究院林业研究所	王克胜 卞学瑜等	(46)
用组培法筛选抗杨树细菌溃疡病植株的研究·····	东北林业大学	刘雪峰 杨海英等	(53)
刺槐矿柱材无性系立木选择法研究·····	山东省林业科学研究所	王斐	(59)
泡桐耐旱性与膜脂肪酸饱和度关系研究·····	中国林业科学研究院林业研究所	宋露露 熊耀国等	(67)
CO ₂ 浓度增加对红松和兴安落叶松幼苗生理生态影响·····	东北林业大学	王凤友 陈雄文等	(72)
落叶松人工林土壤水分物理性质研究·····	黑龙江省林业科学院	张成林 蔡体久等	(81)
林木施肥研究有效立地指数区间与目标肥效·····	中南林学院	吴晓芙 胡日利等	(87)
湿地松、火炬松丰产栽培技术研究·····	湖南省林业科学研究所	龙应忠 吴际友等	(93)
马尾松人工林密度变化规律和调控模型研究·····	贵州农学院	丁贵杰	(100)
杉木人工林收获模型系统研究·····	中国林业科学研究院林业研究所	惠刚盈 盛炜彤	(108)
动态经济评价模块原理及其在林分经营模型中的应用·····	中国林业科学研究院林业研究所	张守攻 惠刚盈等	(115)
中国 4 种针叶树人工林与天然林木材解剖特征比较研究·····	中国林业科学研究院木材工业研究所	张立非 姜笑梅等	(121)
杨木旋切及单板质量与木材性质关系的研究·····	中国林业科学研究院木材工业研究所	李春生 王吉林	(127)
中国造纸工业进入 21 世纪的发展思考与政策选择·····	南京林业大学	任启芳	(135)

10 种短周期材制化学机械浆适应性综合评估研究	中国林业科学研究院林产化学工业研究所 房桂干 李萍等	(142)
桦木硫酸盐浆 CEH 三段漂白强化工艺研究	南京林业大学 曹云峰 李忠正	(150)
马来海松酸环氧树脂的化学结构及固化性能研究	中国林业科学研究院林产化学工业研究所 孔振武 王定选	(158)

防 护 林

中亚热带生态经济型防护树种防护特性及选择技术研究	湖南省林业科学研究所 张灿明 袁穗波等	(167)
洞庭湖水系生态经济型防护林体系功能经营区配置技术研究	湖南省林业科学研究所 袁穗波 冯菊玲	(174)
金沙江流域复合巨系统水土流失典型相关分析	云南省林业科学研究院 郎南军 郭立群等	(180)
四川盆地丘陵紫色土区优化林分模式效益综合评价研究	四川省林业科学研究院森林生态研究所 罗成荣 黎先进	(187)
三峡库区坡耕地农林复合生态系统水文效益研究	湖北省林业科学研究院 黄闰泉 胡吉明等	(197)
川江流域防护林径流效应机理研究——森林对水分的调蓄、转换和传递功能的重组作用··	四川省林业科学研究院森林生态研究所 高华东 王金锡	(204)
科尔沁沙地(东苏林场)防护林体系开发利用模式与可持续发展途径的探讨	内蒙古林业科学研究院 阎德仁	(212)
草牧场防护林主要树种适地适树研究·····	东北林业大学 赵雨森 段文标等	(217)
辽宁泥质海岸盐碱地主要造林树种适地适树研究	辽宁省林业科学研究院 赵 冰	(226)
赤桉幼林在滨海草甸盐渍沼泽土中的生长	广东省林业科学研究所 周 毅 陈远生等	(234)
沿海岩质海岸树种生长因子与立地条件间典型相关研究	浙江省林业科学研究所 高智慧 康志雄等	(240)
红树植物秋茄胚轴主要性状及其贮藏方法研究	中国林业科学研究院热带林业研究所 廖宝文	(246)
海堤林带树木根系对堤防安全影响的探讨·····	江苏省林业科学研究所 卢义山等	(254)
侧柏种源耐旱特性及其机理研究·····	北京林业大学 李吉跃 张建国等	(260)
太行山低山区不同立地土壤水分生态及综合评价研究	中国林业科学研究院林业研究所 周择福	(267)
晋东南石灰岩山地油松人工林立地类型划分及评价	山西省林业科学研究所 王 楝 沈 佐等	(275)
太行山刺槐花量与蜜源林经营·····	河北省林业科学研究所 毕 君 王振亮	(281)
中国森林水文要素地理分布规律模拟	中国林业科学研究院森林生态环境研究所 王 兵 刘世荣等	(287)

甘肃祁连山森林涵养水源效益研究	
..... 甘肃省张掖祁连山水源林研究所 车克钧 贺红元	(293)

经 济 林

余甘子营养(化学)成分研究	
..... 中国林业科学研究院亚热带林业研究所 姚小华 盛能荣	(303)
我国棕榈藤栽培区区划初探	
..... 中国林业科学研究院热带林业研究所 曹炳山 许煌灿等	(309)

其 他

花角蚜小蜂林间应用技术研究	广东省林业厅 唐子颖	(321)
泡桐脱毒和病原 MLO 检测技术研究		
..... 中国林业科学研究院森林保护研究所 田国忠 张锡津等		(327)
DCPV-Bt 复合微生物杀虫剂与 Bt 生产技术研究		
..... 中国林业科学研究院森林保护研究所 张永安 陈昌洁等		(335)
马尾松毛虫害遥感监测和评估研究		
..... 中国林业科学研究院资源信息研究所 武红敦 乔彦友等		(344)
基于图斑的遥感图像专家辅助分类系统及其应用研究		
..... 中国林业科学研究院资源信息研究所 陈永富 张玉贵等		(351)
中国东部沿海地区猛禽迁徙生态研究	全国鸟类环志中心 侯韵秋 李重和	(358)
马鹿 (<i>Cervus elaphus xanthopygus</i>) 种群结构及其动态趋势研究		
..... 黑龙江省野生动物研究所 张明海等		(364)

用 材 林

杉木无性繁殖中的位置效应

许忠坤

(湖南省林业科学研究所 湖南长沙 410004)

摘 要 杉木无性繁殖过程中存在着位置效应,6~7年生母株的根际萌条扦插苗与树干萌条扦插苗,无论是苗高生长量,还是扦插成活率都有极显著差异。各无性系位置效应程度不同,其规律是:根际萌条扦插苗苗高生长量大,树干萌条扦插苗苗高生长量小,位置效应明显。根际萌条扦插苗苗高生长量大,树干萌条扦插苗苗高生长量就大。杉木无性繁殖中的位置效应具有持久性,至少8年生幼林还保持位置效应。解决位置效应的有效方法是:在无性繁殖过程中,取材(插穗)要确保幼年性与一致性,即供扦插繁殖的插穗一定要是根际轮生叶萌条。

关键词 杉木, 无性繁殖, 位置效应, 根际萌条, 树干萌条。

1 在各种育种系统中, 都有一些妨碍选育效果和阻滞进展的技术问题, 无性系育种也不例外, 其中比较突出的是: 位置效应和成熟效应^[1,2]。

很多多年生木本植物从它们幼年部分采插条易于产生不定根或梢, 而从同一株成年部分采插条则不易产生不定根或梢, 即使生根也极少^[3]。如法国和巴西在桉树无性系育种中就遇到了此类问题, 通常成熟桉树树冠上一年生枝条难以生根, 而把40年桉树伐桩上萌生的枝条就有较好的生根能力^[4]。新西兰在辐射松的无性系育种中也遇到了此类问题, 由于辐射松根际不产生萌芽, 采穗圃母株发育到一定阶段, 其插条生根能力就下降。解决这一问题的办法是: 利用特殊配合力高的种子建立实生采穗圃, 当采穗圃母株发育到一定的阶段, 就用同样的实生苗更新。这种方法虽然可以解决位置效应和成熟效应, 但从增益来看, 它只能利用育种材料的平均值, 而不可能获得最大的遗传增益。王笑山等在研究日本落叶松整型修剪对插穗产量及生根率的影响时, 发现高柱母株上部(110~140cm)的插穗生根率显著低于下部(20cm以下), 表现出明显的位置效应^[5]。我国经过十多年的杉木无性系选育科技攻关, 已取得显著成效, 选出的一批优良无性系已在南方许多地区杉木造林区应用, 湖南已建杉木优良无性系采穗圃20hm²以上, 每年扦插育苗300多万株, 而且每年繁殖系数以几何级数上升。但是在杉木无性繁殖过程中往往忽视它的位置效应。

2 杉木无性系造林中的位置效应

杉木无性系造林一般是利用优良无性系的萌条扦插育苗, 然后进行造林。这就存在插穗

从哪个部位取的问题,势必存在位置效应和幼年性与一致性^[6]。

2.1 不同位置的萌条扦插育苗存在位置效应

据分别对 6~7 年生 13 个无性系母株,分根际萌条和距根际 10cm 以上的树干萌条,两次进行扦插育苗试验结果(见表 1)。

表 1 不同位置萌条扦插育苗比较

试 验	年 龄	系 号	苗 高 (cm)			成 活 率 (%)						
			根 萌	际 条	干 萌	上 条	根 际 大于干上 的百分比 (%)	根 萌	际 条	干 萌	上 条	根 际 大于 干 上
一 试 验	6 年 生	9	13.0		7.3		78.1	90.0		50.0		40.0
		4	14.9		8.0		86.3	75.0		75.0		0
		16	20.8		17.8		16.9	90.0		80.0		10.0
		7	14.8		8.1		82.7	65.0		70.0		-5.0
		1	20.5		9.9		107.1	100.0		85.0		15.0
		12	13.6		6.9		97.1	90.0		90.0		0
		平均	16.3		9.7		68.0	85.0		75.0		10.0
二 试 验	7 年 生	211	44.5		42.8		4.0	80.0		66.7		13.3
		77	50.1		25.1		99.6	93.3		93.3		0
		175	33.5		29.1		15.1	93.3		66.7		26.6
		195	31.2		26.8		16.4	86.7		80.0		6.7
		2	36.2		33.8		7.1	80.0		80.0		0
		79	48.8		23.1		112.6	86.7		93.1		-6.6
		101	39.8		14.7		170.7	80.0		66.7		13.3
		平均	40.6		27.9		45.5	88.7		78.1		7.6
总平均						64.1	85.4		76.6		8.8	

从表 1 看一年生根际萌条扦插苗生长量大于树干萌条扦插苗 64.1%, 其成活率高 8.8%, 经 t 检验差异均达到极显著水平(在 $\alpha=0.01$ 水平上显著), 说明扦插苗苗期存在位置效应。不同无性系的位置效应程度存在差异, 根际萌条扦插苗苗高生长量大, 树干萌条扦插苗苗高生长量小, 位置效应就非常明显, 反之则相反。经二元相关分析, 其复相关系数达 0.951**, 相关非常紧密。一元相关分析表明, 二者苗高生长量呈极显著正相关, 相关系数达 0.760**, 即根际萌条扦插苗苗高生长量大相应的树干萌条扦插苗苗高生长量就大, 反之则相反, 这与无性系本身的基因型有关。从生理上来看, 绝大多数无性系的根际萌条扦插成活率高于树干萌条, 只有个别出现例外, 其原因是少量树干根际萌条刚出土, 木质化程度不高, 在全光条件下容易枯死。

2.2 杉木无性繁殖的位置效应具有持久性

据对 5 个无性系同一位置不同大小(取萌前同一无性系的根际萌条, 经 t 检验粗细、高矮差异均极显著)的萌条进行扦插育苗、造林测定, 其结果无论是苗期生长量, 扦插成活率, 还是 5 年生幼林树高、胸径生长量均无差异。而不同位置萌条的扦插苗营造的 8 年生测定林

(采用6株小区对比排列)树高、胸径、材积生长量(见表2),经t检验差异均达到极显著水平。从苗期至8年生幼林(苗高、树高生长量)位置效应的相对值虽然有所下降,但绝对差值却一直上升,用根际萌条扦插苗营造的8年生幼林比树干萌条扦插苗的幼林材积大36.9%。造林测定结果表明,不同位置萌条无性繁殖苗造林,8年生时仍然保持有位置效应。苗期与幼林期测定结果一致,幼林期的位置效应,因无性系而异,根际萌条扦插苗的幼林树高生长量大,树干萌条扦插苗的幼林树高生长量小,位置效应就非常明显,反之则相反,其相关程度比苗期更为紧密(相关系数达0.997**)。二者生长量方面的规律性比苗期更强,即根际萌条扦插苗的幼林树高生长量大,树干萌条扦插苗幼林树高生长量就小,反之亦然,简相关系数高达0.915**。

表2 不同位置萌条扦插苗造林比较

林龄	母株年龄	系号	树高(m)			胸径(cm)			材积(m ³)		
			根 际 萌 条	树 干 萌 条	根际大于树干的百分比(%)	根 际 萌 条	树 干 萌 条	根际大于树干的百分比(%)	根 际 萌 条	树 干 萌 条	根际大于树干的百分比(%)
8年	6年	9	10.67	8.73	22.2	12.36	10.67	15.8	0.0616	0.0439	40.3
		4	8.80	7.85	12.1	13.46	12.3	9.4	0.0700	0.0538	30.1
		16	10.63	10.20	3.9	16.05	13.23	21.3	0.1203	0.0822	46.4
		7	9.34	7.87	18.7	14.52	10.94	32.7	0.0880	0.0475	85.3
		1	8.33	8.22	1.3	11.42	11.92	-4.2	0.0500	0.0546	-8.4
		12	9.52	8.85	7.6	12.35	11.27	9.6	0.0646	0.0505	27.9
		平均	9.55	8.62	10.97	13.36	11.72	14.1	0.07575	0.05542	36.9

2.3 根际萌条的主梢与侧枝表现出不一致性

当根际萌条生长发育到一定阶段时,萌条就会出现侧枝;取萌时,由于萌桩留得过高,在萌桩的中部长出的萌条,其叶表现为羽状排列。用萌条侧枝和高萌桩中部萌条作插穗,扦插成活率虽然高,但苗木表现为斜体或匍地生长。用这种苗造林,要等到苗木从土中萌发出新的轮生叶直立萌条后,代替原来的主干,才能正常生长,至少影响一年的生长量。而根际萌条的主梢(叶轮生状排列)扦插苗造林,则没有上述现象,生长量大。

3 克服位置效应的有效方法

由于根际萌条和树干萌条所处的位置不同,随着母株年龄的不断增加,二者的发育阶段出现差距,根际萌条始终处在幼龄阶段,而树干萌条随母株不断发育进入成年期,因此位置效应实质上反应成熟效应。国内外其它树种在克服这类效应时,采用伐桩(平茬)、连续扦插、幼砧连续嫁接、组培诱导等措施。我国劳动人民早在1600多年前就进行了杉木插条造林,总结出用炼山的方法来降低萌条萌发部位,刺激处于幼龄阶段部位的细胞萌蘖,群众称这种插条为“火苗”,用“火苗”插条造林来克服位置效应和成熟效应。长期驰名中外的“江华条子”,就是用这种方法生产的。对于能进行无性繁殖的树种来说,杉木具有得天独厚的有利条件,这是因为杉木根际能萌发萌条。利用优良无性系大面积造林,如果采用伐桩的“火苗”来实现,苗木来源有很大的困难,这种方法也谈不上优良无性系,只适合山区林农小面积造林,

不可能做到大面积推广。而将采穗圃母株（不论是用实生苗，还是用无性苗营造的）在1~2年生时树干压弯与地面成30°~40°夹角，然后截顶，就能促使根际萌发萌条，若在栽植时进行弯根处理^[7]萌条数量就会更多。在扦插过程中，只要坚持取根际轮生叶萌条，就可以克服位置效应和成熟效应。否则将会影响优良无性系的生长量，8年生的幼林材积生长量至少会降低30%以上，如果作继代繁殖，将会一代不如一代。因此在杉木无性繁殖过程中一定要把好这一技术关键。

参 考 文 献

- [1] 沈熙环. 正确对待各种育种方式, 繁荣我国育种事业. 林木遗传改良讨论会文集. 1991, 4
- [2] 张全仁. 杉木无性系造林. 林木遗传改良讨论会文集. 1991. 109
- [3] H. T. 哈特曼等. 植物繁殖原理和技术. 北京: 中国林业出版社, 1981. 227
- [4] 马常耕. 无性系林业与无性系育种. 湖南林业科技, 1986. 5
- [5] 王笑山. 日本落叶松整形修剪对插穗产量及生根的影响. 林业科学, 1995 (2): 116
- [6] 朱之梯. 树木的无性繁殖与无性系育种, 全国林木遗传育种第5次学术报告会论文汇编. 哈尔滨: 东北林业大学出版社.
- [7] 许忠坤. 杉木采穗圃母株弯根处理与萌条产量初探. 湖南林业科技, 19 (1): 3~4

Position Effect of Clonal Propagation of Chinese Fir

Xu Zhongkun

(Hunan Forestry Research Institute, Changsha 410004)

ABSTRACT Our study results indicates that position effect existed in clonal propagation of Chinese fir, *Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook. Both height growth and survival rates between cuttings from root shoots and from stem shoots of 6 or 7 year's old parent trees had a very significant difference. The effect extent of different positions varied. This follows a regularity — if the height growth of the cuttings from the root shoots was large and the from stem shoots small, the position effect was very obvious. The regularity between the cuttings was: if the height growth of cuttings from the root shoot was large, that of cuttings from the stem shoot would be large this corresponded to the genotype of clone. Our study also showed that the position effect of clonal propagation of Chinese fir maintained long. The afforestation test suggested that at least 8 year's old stands still held position effect. Moreover it's regularity strengthened compared with the seeding stage. The effective way to resolve this problem of position effect was suggested in this paper. This may mainly request that the cuttings should be young and similar, i. e. the cutting for cuttage propagation should be the shoots developed from the verticillate leaves around the root.

KEY WORDS Chinese fir, Clonal propagation, Position effect, Root shoot, Stem shoot.

马尾松造纸材遗传改良现状和未来育种重点

周志春 秦国峰

(中国林业科学研究院亚热带林业研究所 浙江富阳 311400)

摘 要 本文综合了作者几年来对马尾松造纸材遗传改良的研究成果,系统阐述了木材产量、木材质量和浆纸性能在种源、林分、家系、个体和个体内各层次的变异模式和规律,主要性状的遗传、遗传相关和遗传稳定性等。在木材质量与浆纸性能综合评定的基础上,确定了马尾松造纸材最优种源区和最优种源区内的最佳产地,选择了一批生长材质兼优的家系和个体。并就马尾松造纸材选择育种策略和未来遗传育种研究的重点进行了论述。

关键词 马尾松, 造纸材, 变异, 遗传, 选择, 育种策略。

马尾松是我国南方一个重要工业用材树种,是优质的制浆造纸原料。南方许多大型和中、小型纸厂都利用马尾松木材,然而目前所使用的木材主要来源于未经遗传改良的天然次生林。天然次生林单位面积木材产量低,材种规格不一,材性不均匀,致使木浆产量低,生产成本低。许多纸厂生产的新闻纸和牛皮纸等纸张,其质量难以提高,部分原因在于原料质量低劣。随着人工林面积的不断扩大和短伐期作业的实施,树木在较小年龄就能收获,此时木材幼龄材含量高,材质较劣^[1],制浆得率低而化学能耗高^[2]。在对造纸材木材产量改良同时,需兼顾木材质量和纸浆性能,并将之纳入造纸材遗传改良方案中^[2~5]。现在人们意识到完善而成功的林木育种方案应包括一个对干形、生长和适应性改良的主程序和对材性改良的次程序。马尾松遗传改良始于 80 年代初,在近 10 年里一直偏重于木材产量的改良,未针对不同材种要求进行定向培育。近年来作者针对马尾松造纸材木材质量和浆纸性能的遗传变异和综合选择作了系统深入的研究,现将研究成果和造纸材未来育种的重点进行系统论述。

1 马尾松造纸材主要性状变异模式和规律

1.1 种源变异

1.1.1 天然群体的地理模式 和多数南方松相似,马尾松天然群体的生长速率、木材密度和管胞长度都呈现从北至南逐渐增加的变异模式^[6]。木材戊糖、灰分含量、纸张抗张、耐破和撕裂指数的地理模式与纬度有关,而与经度无关。与北部天然林分相比,南部天然林分的木材戊糖和灰分含量较低,纸张撕裂指数较高而抗张和耐破指数较低^[7]。由于木材性状和浆纸性能的这种天然群体变异往往与广泛分布区域内环境条件的差异性有关,不能确切地说明地理区

域内性状的遗传变异情况,不能用来指导树木的引种。

1.1.2 地理遗传变异规律 对设立在福建邵武等 90 个产地的种源试验研究表明,马尾松 10 年生时的树干材积和木材密度具有显著的种源区和产地效应^[8]。将众多种源或产地栽植在同一个地点时,马尾松将基本保持原产地的生长特性,低纬度的种源生长快,但不耐雪压、冻害和风害。然而在新的环境中,木材性状会受到环境因子的强烈影响发生较大的变化。二维多项式趋势面分析发现树干材积由北向南逐渐增大;木材密度的最高值在分布区的西北,由北向南逐渐减少,最低值在分布区的中带,由中带向南又略有增加。管胞长度的种源区和产地效应很小,无一定的地理变异趋势。浙江、江西、福建的 43 个产地的种源试验获得了同样的结果^[9]。

对马尾松造纸材最优种源区内 30 个产地的木材化学组分和纸浆性能分析发现,多数制浆造纸特性具有显著的种源或产地效应^[10]。木材灰分含量、苯醇抽出物和纸张耐折度在产地间差异最大,其变异系数分别为 11.54%、19.51%和 28.16%;木材戊糖含量、浆的 Kappa 值、黑液残碱以及纸张抗张和撕裂指数都具有适度的产地效应,其变异系数 5.29%~9.12%,而木材中纤维素和木素含量、制浆得率和纸张耐破指数在产地间差异较小。粗浆和细浆得率的变异系数虽只有 2%左右,但得率最高和最低产地间的绝对值差异却达 4%~5%,对纸浆生产来讲,这一变异幅度其实很大,因为制浆得率提高 1%~2%就能获得可观的经济效益。

1.2 株间和株内变异

1.2.1 株间变异 对林木育种学来说最重要的是生长在同一立地条件下、相同年龄树木间的变异,因为这种变异主要受遗传控制。对浙江、安徽两省 165 株天然林优树木材密度的测定发现,林分间木材密度无显著差异,而个体间木材密度特别是幼龄材密度存在着很大差异^[11]。同一地区不同人工林分和天然林分的材性分析表明,株间和株内差异是马尾松木材密度和管胞长度的主要变异来源,两性状株间差异分别占群体总变异的 40%和 20%左右^[12]。对同一人工林分不同样木的研究也发现类似结果,胸高处晚材管胞长度的个体、年轮以及年轮×个体互作的方差分量分别占总方差的 13%、39%和 9%,株间和株内变异的方差分量比大致为 1:3^[13]。

1.2.2 株内变异^[13~15] 株内变异是木材性状最主要的变异来源,从树基至干顶,从髓心至树皮,甚至不同方位间都存在着差异,这虽使木材取样和材性的对比存在着一定困难,但为选择幼龄材含量少、幼龄期短的品系提供了可能。

1.2.2.1 树基至干顶的纵向变异 研究发现天然林样木的木材密度随距离地面高度的增加而逐渐减小,而人工林样木的木材密度在树干较低部位由下至上减少,在冠区又有增加。当考虑到年龄效应时,不管是天然林还是人工林,距髓心恒定年轮内的木材密度都随树木高度的增加而减小。天然林和人工林晚材管胞长度的纵向变异,其规律与针叶树一般变异类型相似。距髓心恒定年轮内的管胞也好,整个断面的平均管胞也好,都由树基向上一定距离内增长,达到最大值后又逐渐变短。最长管胞大致处于树干 1/3 高度的外侧,最短管胞处于树干的中心。由于年龄效应,整个断面的平均晚材率随着树高的增加而逐渐减小,但晚材率是一个易变化、难以测定的性状,距离髓心恒定的年轮是不同年代形成的,易与季节周期效应混淆,发现其纵向变异毫无规律,与树高无关。

1.2.2.2 从髓心至树皮的径向变异 天然林和人工林木材密度和管胞长度的径向变异虽因个体和抽样高度而不同,但大致具有一致的规律,即在近髓心处性状值最小,随着年龄增加

而迅速增加,达到最大值后基本保持稳定。木材密度和管胞长度这种径向变异主要与形成层年龄而非与距髓心的直线距离有关。在研究的样本中,有些样本由髓心向树皮的变异较小,均匀性较高,而有些径向变异则较大。

1.2.2.3 幼龄材和成熟材的差异 马尾松天然林木材密度和管胞长度由幼龄材向成熟材的过渡年龄大致为10年,低于同一种源区内的人工林。幼龄材和成熟材的材性差异很大,龄材分布于梢材以及干材中距髓心一定数目的年轮内。如将1~10轮和21~30轮的木材分别看作人工林幼龄材和成熟材部分时,两者平均晚材管胞长度相差21%。幼龄材相对含量虽与林木遗传因子及所处环境有关,但控制幼龄材含量最强烈的因子乃是树木年龄。

1.2.2.4 方位间的差异 研究发现天然林或人工林样本胸高处不同方位间木材密度和管胞长度的差异较小,任一方位的样品都可以用来估算胸高断面的材性值。但为了消除不定因素的影响,最好用相对两个方位的均值来代表。

2 马尾松造纸材主要性状的遗传和遗传相关

2.1 性状遗传

9年生81个自由授粉家系的研究表明^[16],高径生长、树干通直度、分枝性状及木材密度具有显著的家系效应,管胞长度在家系间的差异很小。胸径、枝粗和枝数受较强的遗传控制,其单株和家系遗传力分别为0.32~0.59和0.45~0.63;树高和枝角的遗传力略低,呈中度遗传;通直度的单株和家系遗传力分别为0.24和0.39,木材密度分别为0.19和0.33,和树高所受的遗传控制相近。对5年生自由授粉家系木材密度和管胞长度的测定发现^[17],木材密度单株和家系遗传力分别为0.41~0.56和0.49~0.81,管胞长度分别为0.23 μm 和0.22 μm 。利用种子园101个优树无性系的材料发现幼龄材木材密度和管胞长度具有显著的无性系变异,无性系重复率分别为0.66和0.47,分属高重复力和中等重复力范围^[18]。

2.2 遗传相关

在种源水平上,树干材积和木材密度呈高度负遗传相关^[8];而在家系水平上,木材密度与树高和胸径分别呈微弱正相关和微弱负相关^[16]。树干越通直,分枝越粗,其高径生长就越迅速,木材密度就越低。侧枝数与高径生长呈显著正相关,与木材密度则相互独立。分枝角可能是一个独立和独特的性状,在选择育种中要加以注意。由于形质性状与高径生长和木材密度存在着不同程度的遗传相关,可以通过树干通直度和分枝习性等外在特性对高径生长和木材密度进行间接选择以获得增益。

不同产地木材原材料对其浆纸性能具有不同的影响^[10]。树干材积生长加快,制浆得率有降低的趋势,但材积生长仅对粗浆得率有显著负效应,对细浆得率的影响不显著。研究未发现木材密度和浆纸性能有显著的相关性,不能仅依据材积生长和木材密度来最终确定最佳的产地,在确定造纸材最佳产地时还必须进行制浆造纸试验。在木材化学组分中纤维素和木素含量与浆的Kappa值、制浆得率、撕裂指数有显著相关。

2.3 基因型×环境互作和遗传稳定性^[9]

多点种源试验表明,树高的种源×地点互作效应(Gei)很小,胸径和材积的Gei却极为显著,而木材密度的Gei只在10%水平上显著,各性状的种源×地点互作项的方差分量仅占群体总变异的1%~3%,为种源方差分量的6%~19%左右。由于Gei的存在,进行材积和木

材密度选择时所引起的潜在遗传增益损失仅分别为 1.72% 和 2.39%。利用 Wricke 氏生态价和 Huhn 氏 S_L 估算 43 个产地的遗传稳定性, 发现各产地的生态价和 S_L 大致相对应。各产地的树干材积和木材密度存在着不同的稳定性, 有表现较好但不稳定的产地, 有表现好稳定性又高的产地, 这两类产地在生产上应视立地环境和气候而应用。

3 马尾松造纸材优良品系选择

3.1 最优种源区划分^[8]

在强调生长改良为主时, 对 90 个产地树干材积和木材密度做指数选择, 发现福建西部、江西中南、湖南南端、广东西北和广西东南这个呈东北至西南走向的带状区域是马尾松造纸材最优种源区。

3.2 最佳产地确定^[10]

根据马尾松造纸材最优种源区内 30 个产地的制浆造纸试验, 以当地优良种源做对照确定最佳产地。入选首要标准是其单株纸浆产量需大于对照的 5%, 在这一前提下从材积生长、木材密度、纤维形态、木材化学组分、浆纸性能和吨干浆材耗量等方面综合权衡。根据评定结果确定江西崇义、广西岑溪、广东罗定、英德、韶关和福建永定为马尾松造纸材最佳产地。与当地优良种源 (福建邵武) 比较, 6 个最佳产地单株树干材积平均高 15.2%, 木材密度平均高 4.8%, 单株纸浆产量高 19.5% (未漂白硫酸盐木浆 KP) 和 24.6% (化学热机械磨木浆 CTMP), 吨干浆材耗量低 3.6% (KP) 和 8.0% (CTMP), KP 抗张和耐破强度高 13.0% 和 5.6%, 撕裂强度和制浆得率与对照相近, CTMP 制浆得率和纸张白度高 3.8% 和 37.1%, 耗碱量低 15.4%, 动力能耗与对照相近; 这些最佳产地分布于南岭山脉东南端、云开大山两侧和武夷山脉南端。

3.3 优良家系和个体的选择^[16]

利用树高、胸径、通直度、枝角、枝粗和木材密度 6 个性状建立的约束和无约束选择指数进行优良家系评选, 目前已选择了一批生长材质兼优的家系。在优良种源和优良家系内, 以树干材积和木材密度作为双重目标, 并兼顾干形、分枝和结实习性, 已选择了 50 株优良个体。

4 马尾松造纸材的选择育种策略

在造纸材的遗传改良中, 选择是最易见效的一种育种手段。近 10 年来, 全国已建立了相当规模的各种马尾松遗传测定林, 现大多数已达 1/3~1/2 的轮伐期。几年来作者对马尾松造纸材木材量质和浆纸性能的遗传与变异进行了系统深入的研究, 积累了大量的遗传学信息, 在此基础上拟制定如下的选择育种策略:

4.1 树干材积、木材密度和制浆得率应是造纸材遗传改良的三个主要目标性状

对于马尾松纸浆生产, 应首先将适应性 (如抗寒、抗雪压、抗风倒等) 作为一个限制性因子来考虑, 在适应性条件满足的前提下或风险许可的范围内, 将树干材积、木材密度和制浆得率作为造纸材遗传改良的 3 个最主要的育种目标性状, 并根据纸厂的不同生产成本结构估算这 3 个性状的相对经济权重, 建立选择指数, 以精确地进行造纸材品系选择, 使育种目