

不同年龄 47号杨木材性质变异研究*

李金花, 张绮纹

(中国林业科学研究院林业研究所, 北京 100091)

摘要: 1998年在辽宁省建平县对 47号杨的 2、4、5、6、7、9、12 a 基本材性进行了分析研究, 结果表明: 不同年龄间的基本密度、纤维长度、1% NaOH 抽提物和壁腔比差异极显著; 树干上、中和下 3个取材部位间的基本密度和壁腔比差异极显著; 基本材性的年龄×取材部位交互效应微弱或不存在。木材材性性状随着年龄变化存在一定的变异规律, 随树高变异规律性不明显。材性和生长早晚相关分析表明: 第 2年与第 12年木材密度、与第 5年纤维长度、与第 7年胸径之间相关极显著, 与第 12年木材壁腔比和 1% NaOH 抽提物之间相关显著; 第 5年与第 9年木材基本密度和树高、与第 7年 1% NaOH 抽提物之间相关显著或极显著; 第 4年与第 12年胸径间相关显著, 表明可以在第 2年、第 4年和第 5年分别对第 9年或 12年的相关性状进行早期选择。

关键词: 47号杨; 木材基本性质; 1% NaOH 抽提物; 年龄效应; 相关分析; 早期选择

中图分类号: S792.11 文献标识码: A

Variation of Wood Qualities along Tree Height and Growth and Correlation Analysis of Multiple-traits in Poplar Hybrid

LI Jin-hua, ZHANG Qi-wen

(Research Institute of Forestry CAF, Beijing 100091, China)

Abstract Three clones of 2-, 4-, 5-, 6-, 7-, 9- and 12-year-old of *Populus × euramericana* cv 'N2136' were randomly selected from plantations grown at the spacing of 3 m × 4 m from Jianping County in Liaoning Province. For each clone, 5 cm disks were taken from 40 cm, 1/2 and 2/3 heights for measurement and analysis for basic density, fiber length, and ratio of width to space and 1% NaOH extractant of wood. Their heights, DBHs and diameters on 1/3 and 2/3 whole height were also measured and analyzed. The results showed that there existed significant difference of four wood qualities among clones of different ages. It also proved that the interaction between age and height of wood qualities did not exist or was not significant. Although no uniform trend in the changes of all wood qualities at different heights were observed, it was found that all qualities showed increasing or decreasing trends with ages and no clear pattern was indicated. Relationship between the early and the late for wood and growth of was analyzed, which showed relative coefficients between the early and the late were significant. According to the relative coefficients, early selection could be undertaken for wood qualities and growth in late age. It also suggested that early and late utilization of wood should be carried out during 4th- and 12th-year.

Key words *Populus × euramericana* cv 'N2136'; wood quality; age effect; genetic variance; correlation analysis; early selection

收稿日期: 2004-4-19

基金项目: 国家“九五”科技攻关“杨树纸浆材用材林树种良种选育及培育技术研究”专题

作者简介: 李金花 (1970-), 女, 新疆石河子人, 副研究员, 在职博士生。

* 参加人员还有中国林业科学研究院林业研究所的苏晓华研究员和朱春全研究员, 马浩博士参加了部分试材的调查和取样等研究工作, 特此感谢!

生长和材性的遗传改良是林木遗传育种研究的重要目标^[1,2]。杨树是优质、速生的工业原料树种之一,我国的杨树遗传改良工作已进行了几十年并广泛地开展了生长和材性性状的遗传变异和相关选择研究,加强了杨树性状遗传规律及早晚相关性的研究,期望提高选择育种的效率和性状改良的潜力^[2]。目前,有关杨树材性遗传变异的研究甚多,由于受研究材料的限制,多是利用生长锥钻取多年生树木木芯或圆盘年轮来进行材性变异研究。

本研究选取同一立地条件下 7 个不同年龄的 47 号杨无性系为材料,截取不同树高部位的木材圆盘进行了 4 个基本材性的分析以及生长量测定,意在揭示不同年龄、树干不同取材部位的材性遗传变异规律,有助于材性性状的可靠评定和选择,同时进行生长和材性的早晚相关性研究,为性状的早期相关选择提供依据。目前,类似试验材料的生长与材性相关研究仅在国外辐射松 (*Pinus radiata* D. Don)^[3]、桉树杂种^[4,5]、美洲黑杨 (*Populus deltoids* Marsh.)^[6] 和黑杨派杂种无性系^[7] 中有过报道,在国内尚为首次研究,对于杨树材性和生长综合选育和早期选择研究具有重要意义。

1 材料和方法

1.1 材料

47 号杨 (*Populus × euramericana* (Dode) Guineir cv. 'N2136') 雄株,原产于美国,是由美国育种学家 Schreiner 利用人工杂交方法选育的欧美杨无性系,正式定名为 "Agathe F" ('阿盖特'杨),由张绮纹研究员于 1983 年由荷兰 (编号为 'N2136') 引入我国,简称 "47 号杨"。在寒冷半干旱地区的辽宁省西部建平县北部黑水林场,47 号杨与同时引进的其它 30 多个无性系,经过了耐寒杨树良种无性系的引种试验,又经过苗期和幼龄期抗寒、抗病性筛选和半个轮伐期生长测试后,是最终选出的 5 个抗寒速生无性系中表现最优良的一个,已在新疆北部、内蒙古中部、河北北部和吉林东部引种、试种,表现良好,是很有前途的优良无性系^[8]。

1.2 试验地自然概况

试验地建在辽宁省建平县黑水林场 (41°30' N, 119°25' E), 海拔 660 m, 气候干燥, 自然灾害严重, 年均气温 5.5℃, 最高绝对气温 41.5℃, 最低绝对气温 -31.4℃, 年降水量 308 mm, 年蒸发量 1 950 mm, 相对湿度 55%, 地下水位 2~3 m, 土层厚度约 2 m, pH

7.2~7.5 属于寒冷半干旱草原气候带, 河滩沙荒地。于 1986、1989、1991、1992、1993、1994 和 1996 年在建平县章京营子区 "国外杨树引种对比林" 中采集 47 号杨的插穗, 分别在黑水林场和毗邻的热水科技站河滩地上营造试验林, 株行距 3 m × 4 m。

1.3 性状测定

1998 年 4 月在 47 号杨的 2、4、5、6、7、9、12 a 的试验林中, 各选取 3 株接近代表性的平均木伐倒, 在各伐倒木的上部 (2/3 树高)、中部 (1/2 树高) 和下部 (距地面 40 cm) 3 个部位锯取厚 3~4 cm 的圆盘, 在圆盘上从髓心到树皮、由南向北方向截取宽 1 cm 的试条, 再劈分为上、下两部分试样。

1.3.1 生长性状 取样前测定各伐倒木的胸径 (D , cm)、树高 (H , m), 并测定取材部位上部 (2/3 树高处) 直径 ($D_{2/3H}$, cm) 和中部 (1/3 树高) 直径 ($D_{1/3H}$, cm)。

1.3.2 木材基本密度 将试条上半部试样再劈分为三部分, 各部分试样按照排水法^[9] 测定基本密度 ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$), 而后求出其平均值。

1.3.3 纤维形态 将上述试样劈成火柴梗大小的木杆, 每部分随机选取 2 根经硝酸法离析后, 在 XST-Z 型投影显微镜下, 每个样品随机选取 50 根完整纤维 (每株树共计 300 根), 测定纤维长度 (mm)、纤维宽度 (μm) 和纤维腔径 (μm), 求平均值后再计算出壁腔比^[9]。

1.3.4 1% NaOH 抽提物 将木条下半部试样切片, 粉碎至能通过 40~60 目的筛子风干贮存, 按照国家标准^[10] 进行 1% NaOH 抽提物的测定。

1.4 统计分析

应用 Excel 97 软件对生长和材性的性状数据进行录入和核对, 应用 SAS 6.2 版软件对数据进行统计分析。方差分析的线性模型为:

$$Y_{ijk} = \mu + C_i + P_j + CP_{ij} + e_{ijk}$$

式中: Y_{ijk} 为第 i 龄无性系的第 j 个取材部位的第 k 个观测值; μ 为总体平均值; C_i 表示年龄第 i 个效应值; P_j 表示取材部位第 j 个效应值; CP_{ij} 表示年龄和取材部位的交互效应值; e_{ijk} 表示误差。

2 结果与分析

2.1 47 号杨材性性状的变异

2.1.1 材性性状的方差分析 表 1 表明, 无性系不同年龄的木材基本密度、纤维长度和 1% NaOH 抽提物差异极显著 ($\alpha = 0.001$), 壁腔比差异显著 ($\alpha =$

0.01); 3 个不同取材部位之间木材基本密度和壁腔比差异极显著 ($\alpha = 0.001$), 纤维长度差异仅达 $\alpha = 0.1$ 的显著度; 年龄 \times 取材部位的交互效应在木材纤维长度上只有 $\alpha = 0.05$ 水平的显著度, 在壁腔比

和 1% NaOH 抽提物上仅达到 $\alpha = 0.1$ 水平的显著度, 而在木材基本密度上不存在年龄 \times 取材部位的交互效应。

表 1 不同年龄 47 号杨和不同取材部位木材材性方差分析结果

材性性状	变异来源	自由度	平方和	均方	F 值	Pr > F
基本密度	年龄	6	23 934.0	3 989.01	20.76 ^{***}	0.0001
	部位	2	7 191.9	3 595.96	17.72 ^{***}	0.0001
	年龄 \times 部位	12	1 633.53	136.1	0.71NS	0.7344
纤维长度	年龄	6	0 728.6	0.1214	15.99 ^{***}	0.0001
	部位	2	0 039.6	0.0198	2.61 Δ	0.0855
	年龄 \times 部位	12	0 237.5	0.01979	2.61 [*]	0.0109
壁腔比	年龄	6	0 011.1	0.00184	3.45 ^{**}	0.0074
	部位	2	0 026.5	0.01323	24.67 ^{***}	0.0001
	年龄 \times 部位	12	0 012.6	0.0011	1.96 Δ	0.0534
1% NaOH 抽提物	年龄	6	90.58	15.096	37.23 ^{***}	0.0001
	部位	2	0 939.0	0.4695	1.16	0.3239
	年龄 \times 部位	12	8 478.7	0.7066	1.74 Δ	0.0916

注: ***, $\alpha = 0.001$; **, $\alpha = 0.01$; *, $\alpha = 0.05$; Δ , $\alpha = 0.1$; NS, 差异不显著。

2.1.2 不同年龄和不同取材部位材性性状变异

王明麻等^[10]利用 6 年生 F69 杨 \times 小叶杨 (*P. canadensis* Moench cv 'I-69/55' \times *P. sinonü* Carr) 和 F69 杨 \times 欧洲黑杨 (*P. canadensis* Moench cv 'I-69/55' \times *P. nigra* L.) F₁ 子代各 6 个无性系为材料, 从 1.03656 和 7.6 m 高处截取圆盘进行木材性状遗传变异分析, 研究发现: 相同年龄区段的纤维长度随着树高逐渐降低, 但基本密度随着树高逐渐减小。江波等^[11]对 3.57 a 的 F72 杨 (*P. canadensis* Moench cv 'F72/58') 材性

遗传变异研究发现: 纤维长度随着年龄的增长而提高。Shukla 等^[11]利用美洲黑杨 10 年生无性系 5 株, 在树高 0.36912 m 的部位取材进行材性分析, 发现木材密度在基部最小, 随树高而表现出增大的趋势, 但规律性不明显。本研究根据 7 个不同年龄及 3 个不同取材部位木材材性性状的均值, 绘制出了材性性状随年龄和树高变化的变异图 (图 1), 材性性状随年龄变化存在一定的变异规律性, 但规律性不明显。第 2~4 年时基本密度、纤维长度和壁腔比均增大, 1% NaOH 抽提物减少; 第 4

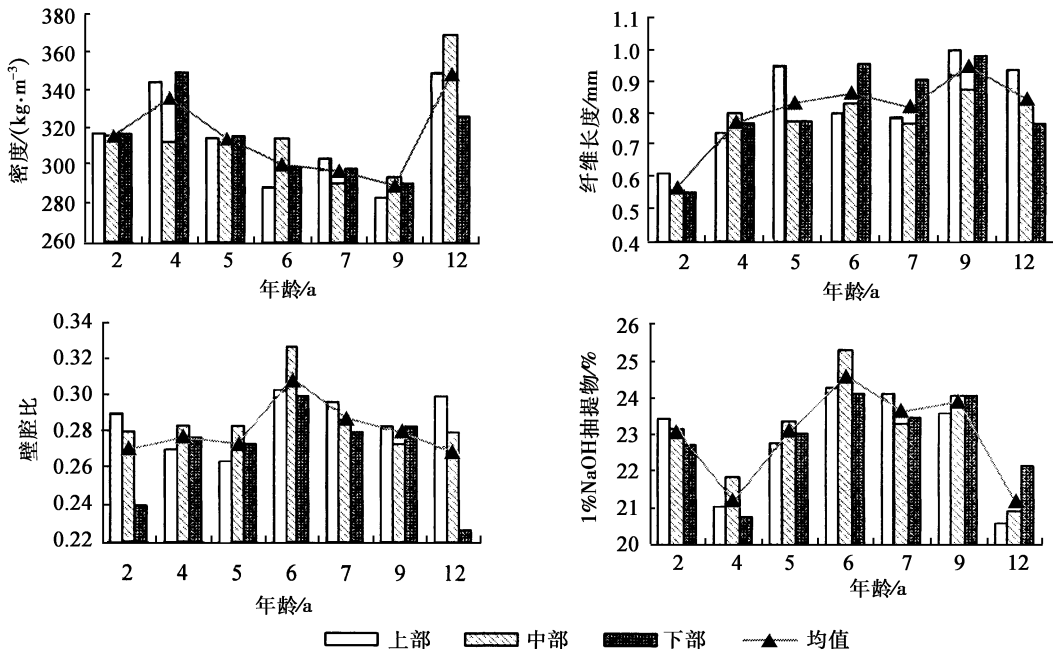


图 1 47 号杨 4 个木材性状随年龄和树高变化的变异图

~9年基本密度减小,纤维长度增大,而壁腔比和1% NaOH抽提物第4~6年增大、第6~9年减小;第9~12年基本密度增加到最大,纤维长度和壁腔比减少,1% NaOH抽提物迅速减小。材性性状随树干不同取材部位的变异规律性不明显,如12年生树干中部木材密度最大,而下部壁腔比和上部1% NaOH抽提物最小。

2.1.3 47号杨材性性状的相关性分析 王明麻等^[10]对6年生I-69杨×小叶杨和I-69杨×欧洲黑杨F₁无性系进行木材性状相关性分析研究,结果发现基本密度和纤维长度在不同年轮上没有稳定变化趋势,认为两个性状间在遗传上可能是相互独立的,受不同遗传控制,可以独立地进行选择。本研究对不同年龄47号杨进行4个材性基本性状的相关分析,结果(表2)表明各性状间表型相关均不显著。从遗传相关系数上来看,基本密度与1% NaOH抽提物间呈负相关($\alpha = 0.01$),壁腔比与1% NaOH抽提物间呈正相关($\alpha = 0.05$),可根据这一结果对材性性状进行间接选择,对于不同年龄的47号杨无性系,木材的基本密度大而1% NaOH抽提物小,可以选择木材基本密度大而1% NaOH抽提物量小的年龄进行采伐利用。

2.2 47号杨生长性状的变异

赵天锡等^[7]对包括47号杨的23个无性系进行

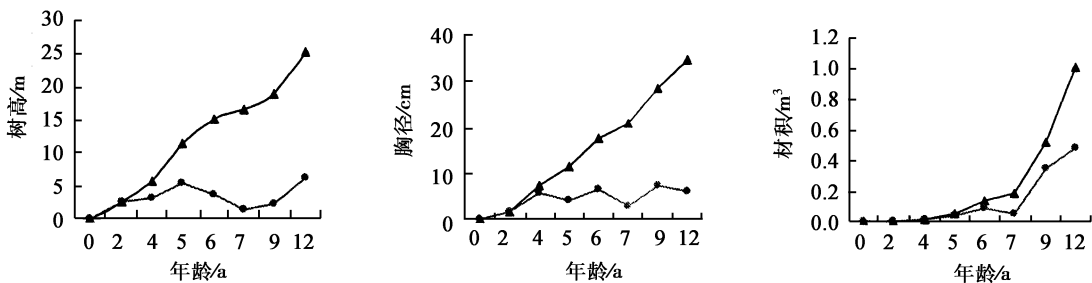


图2 47号杨不同年龄树高、胸径和材积性状变异图(▲为总生产量,●为连年生长量)

2.3 47号杨材性和生长早晚相关性分析

2.3.1 材性性状早晚相关性分析 表3和表4表明:基本密度的第2年与第12年($r = -0.8689$)、第5年与第7年($r = 0.8347$)和第9年($r = 0.8536$)间、第6年与第9年($r = 0.9034$)间相关极显著;纤维长度的第2年与第5年间相关极显著($r = 0.8526$);壁腔比的第6年与第7年间相关极显著($r = 0.8535$),第2年与第12年($r = 0.7971$)、第

表2 47号杨4个基本材性性状表型和遗传相关系数

木材性状	基本密度	纤维长度	壁腔比	1% NaOH抽提物
基本密度	1	-0.217 1	0.194 7	-0.633 9
纤维长度	-0.304 8	1	0.044 4	0.053 5
壁腔比	-0.547 3	0.362 6	1	0.247 5
1% NaOH抽提物	-0.927 8 ^{**}	0.231 6	0.692 5 [*]	1

注:右上角为表型相关系数,左下角为遗传相关系数;**为 $\alpha = 0.01$,*为 $\alpha = 0.05$ 。

生长量预测,利用逐年调查的树高、胸径实测数据进行回归分析及回归参数值相似性分析和聚类分析,发现了包括47号杨的5个无性系的生长表现突出,47号杨生长最快,材积生长在第10年时仍呈上升趋势,认为还需要3~5a甚至更长时间才能达到数量成熟。由图2可以看出:47号杨树高、胸径和材积总生长量均表现出随年龄增大而增加的趋势,但连年生长量变化趋势则不同,树高在第2~5年持续增加,第5~7年缓慢下降,第7~12年持续增加;胸径在第2~4年持续增加,第4~12年则有降有升;但材积在第2~6年缓慢增加,第6~7年略降,第7~12年迅速上升,说明材积生长还表现为增加的趋势。

4年与第5年($r = 0.7078$)、第6年($r = 0.7135$)、第7年($r = 0.7214$)间相关显著;1% NaOH抽提物的第5年与第7年间相关极显著($r = -0.8673$),第2年与第12年间相关显著($r = -0.7521$)。因此,根据47号杨材性早晚相关性分析结果可以进行性状的早晚相关选择,例如利用2年生无性系木材密度、壁腔比和1% NaOH抽提物,对第12年生无性系进行早期选择。

表 3 47号杨木材基本密度和纤维长度早晚相关系数

树龄 /a	2	4	5	6	7	9	12
2	1	0.723 0 ^f	0.089 5	-0.386 3	0.239 6	-0.140 6	-0.868 9 ^{e*}
4	-0.446 3	1	0.528 9	-0.030 9	0.776 4 ^e	0.329 3	-0.393 8
5	0.852 6 ^{e*}	-0.587 0	1	0.622 5	0.834 7 ^{e*}	0.853 6 ^{e*}	0.351 2
6	-0.642 0	0.067 4	-0.566 2	1	0.371 4	0.903 4 ^{e*}	0.525 6
7	-0.311 9	-0.118 2	-0.084 4	0.366 8	1	0.708 0 ^f	0.209 1
9	0.216 3	-0.670 8	0.628 7	-0.043 8	0.384 3	1	0.464 3
12	0.459 7	0.516 3	0.301 4	-0.337 7	-0.245 1	-0.325 5	1

注: 左下半部分为纤维长度早晚相关系数, 右上半部分为基本密度早晚相关系数; $N=9$, * 为 $\alpha=0.05$, ** 为 $\alpha=0.01$ 。

表 4 47号杨壁腔比和 1% NaOH 抽提物早晚相关系数

树龄 /a	2	4	5	6	7	9	12
2	1	-0.046 5	-0.094 5	0.130 4	0.225 3	-0.036 2	0.797 1 ^f
4	0.232 8	1	0.707 8 ^f	0.713 5 ^e	0.721 4 ^e	0.448 4	0.320 2
5	-0.191 6	0.403 9	1	0.672 8 ^e	0.513 3	0.621 6	0.357 4
6	0.171 3	-0.004 3	0.168 3	1	0.853 5 ^{e*}	0.574 2	0.523 9
7	0.486 3	-0.562 2	-0.867 3 ^{e*}	-0.015 5	1	0.494 0	0.552 9
9	-0.400 9	-0.263 5	-0.309 1	0.376 8	0.145 9	1	0.524 4
12	-0.752 1 ^f	0.223 2	0.132 5	-0.296 2	-0.549 3	0.071 7	1

注: 左下半部分为 1% NaOH 抽提物早晚相关系数, 右上半部分为壁腔比相关系数; $N=9$, * 为 $\alpha=0.05$, ** 为 $\alpha=0.01$ 。

2.3.2 生长性状早晚相关性分析 分析结果(表 5)表明: 47 号杨胸径的第 2 年与第 7 年间 ($r=0.998 8$)、第 4 年与第 12 年间 ($r=0.999 7$) 相关均

显著; 材积的第 4 年与第 6 年间 ($r=0.999 9$) 相关极显著。

表 5 47号杨胸径和材积早晚相关系数

树龄 /a	2	4	5	6	7	9	12
2	1	-0.935 9	0.602 5	-0.654 7	0.998 8 ^e	-0.026 2	-0.927 2
4	-0.584 1	1	-0.282 7	0.879 0	-0.951 7	0.376 8	0.999 7 ^f
5	0.382 9	0.526 2	1	0.208 8	0.563 5	0.782 0	-0.259 6
6	-0.589 9	0.999 9 ^{e*}	0.520 1	1	-0.690 2	0.772 8	0.890 2
7	0.778 2	-0.964 3	-0.282 3	-0.966 2	1	-0.074 2	-0.944 1
9	-0.831 7	0.936 5	0.194 5	0.939 0	-0.995 9	1	0.398 9
12	-0.490 4	0.993 8	0.617 4	0.993 0	-0.929 0	0.891 7	1

注: 左下半部分为材积早晚相关系数, 右上半部分为胸径早晚相关系数; $n=3$, * 为 $\alpha=0.05$, ** 为 $\alpha=0.01$ 。

3 讨论与结论

随着制浆造纸工业大量利用木材为原料, 杨树成为优质造纸原料树种, 木材 1% NaOH 抽提物是纸浆材测定的主要性状, 但对杨树此性状的遗传变异研究较少^[11]。本研究利用 7 个不同年龄 47 号杨进行木材基本材性和 1% NaOH 抽提物的变异分析, 结果表明不同年龄间均存在极显著或显著差异; 树干不同取材部位(上、中、下)间的基本密度和壁腔比差异极显著。丰富的变异奠定了选择利用的潜力^[12], 这些研究结果为欧美杨 47 号不同年龄及不同取材部位木材的评价奠定了基础。

研究木材材性与年龄相关性是研究木材早期选择的基本前提。国内外许多研究证实, 木材基本密度和纤维长度随年龄的增加逐渐增加, 到一定年龄趋于相对稳定^[7]。本研究发现 47 号杨的材性随年龄变化存在一定的变异规律性, 但随年龄的变化有升有降, 且不同取材部位的材性变化无规律性。根据 47 号杨的材性性状随年龄变化的变异规律, 其纸浆材特性在 4 年生时为最佳, 基本密度较大(仅次于最大值 12 年生), 纤维长度略低于 5 年生, 壁腔比略大于 5 年生, 1% NaOH 抽提物最少; 稍晚为 12 年生, 基本密度最大, 壁腔比较小, 1% NaOH 抽提物最少, 纤维长度仅比最大的 9 年生的低。不同树高处的木

材材性存在差异,第 4 年的上、下部(基本密度大、壁腔比小)和第 12 年的中部(基本密度大)、下部(壁腔比小)的木材特性为最佳。

性状早晚期相关分析是研究性状早期选择的重要方法^[12-14]。47号杨第 2 年与第 12 年的木材密度间、与第 5 年的纤维长度间相关极显著,第 2 年与第 12 年的木材壁腔比和 1% NaOH 抽提物之间相关显著,为这些性状的早期选择提供了科学依据。因此,在第 2 年、第 4 年分别对第 5 年和第 12 年进行相关性状的早期选择是可行的。

参考文献:

- [1] 王世绩. 杨树研究进展 [M]. 北京:中国林业出版社,1995
- [2] 鲍甫成,江泽慧. 中国主要人工林树种木材性质 [M]. 北京:中国林业出版社,1998
- [3] Lausbege M J F, Cown D J, Gikhrst K F. Physiological aging and site effects on wood properties of *Pinus radiata* [J]. New Zealand Journal of Forestry Science, 1995, 25(2): 189~199
- [4] Shukla N K, Rajput S S, Lal Mohan et al. Studies on effect of age on strength of *Eucalyptus* hybrid [J]. J Timb Dev Assoc (India), 1991, 37(2): 19~24
- [5] Shukla N K, Rajput S S, Lal Mohan et al. Studies on the variation of strength along the tree height in *Eucalyptus* hybrid from Punjab [J]. J Ind Acad Wood Sci 1994 40(1): 27~31

- [6] Shukla N K, Rajput S S, Lal Mohan. Strength variation in *Populus deltoides* study on bottom to top variation [J]. J Ind Acad Wood Sci 1995-1996, 26(27(1&2)): 65~69
- [7] 王明麻,黄敏仁,阮锡根,等. 黑杨派新无性系木材性状的遗传改良 [J]. 南京林业大学学报, 1988(1): 1~9
- [8] 赵天锡,陈章水. 中国杨树集约栽培 [M]. 北京:中国科学技术出版社,1994
- [9] 成俊卿. 木材学 [M]. 北京:中国林业出版社,1985
- [10] GB/T 2677.5-1993. 造纸原料 1% 氢氧化钠抽出物含量的测定 [S]
- [11] 江波,袁位高. 纸浆林培育与利用 [M]. 上海:上海科学技术文献出版社,1996
- [12] Bisoffi S, Gullberg U. Poplar breeding and selection strategies [A]. In Stettler R F, Jr Branshaw H D, Heimann P E et al Part I Chapter 6. Biology of *Populus* and its Implications for Management and Conservation [C]. Ottawa: NRC Research Press National Research Council of Canada 1996 139~158
- [13] Rimenschnieder D E, Berguson W E, Dickmann D I et al. Poplar breeding and testing strategies in the north central US: demonstration of potential yield and consideration of future research needs [J]. Forestry Chronicle 2001, 77(2): 245~253
- [14] DeBell D S, Singleton R, Harrington C A, et al. Wood density and fiber length in young *Populus* stems: Relation to clone, age, growth rate, and pruning [J]. Wood and Fiber Science 2002, 34(4): 529~539

《紫胶虫生物多样性研究》专著发行

由中国林业科学研究院资源昆虫研究所所长,国家林业局“资源昆虫培育与利用”重点实验室主任,中国林学会资源昆虫专业委员会主任,中国昆虫学会资源昆虫专业委员会副主任陈晓鸣研究员编著的《紫胶虫生物多样性研究》一书于 2005 年 8 月由云南科技出版社正式出版,全书 20 余万字,图文并茂,分为六个章节,其中紫胶虫的分类体系、遗传多样性、生态环境、资源价值评述、紫胶虫育种五个章节主要为项目研究成果。

本书是一部系统论述紫胶虫生物多样性的专著,作者在资源昆虫的收集、保存和利用研究方面,进行了长达 10 余年的研究,从紫胶虫的物种多样性、遗传多样性和对生态环境适应性以及紫胶虫育种等方面对紫胶虫进行深入的研究和分析,以期了解和合理利用这一珍贵的昆虫资源,达到保护和利用协调统一,可持续发展的目的。

本书定价 45 元(精装本),如需者,请与中国林业科学研究院资源昆虫研究所科技处联系。地址:昆明市白龙寺 邮编:650224 联系电话:0871-3860022。