

文章编号: 1000-5692(2000)04-0345-05

黑杨派南方型新无性系纸浆材 材性株内变异规律

童再康¹, 郑勇平², 罗士元³, 杨惠平³, 朱玉球¹

(1. 浙江林学院 资源与环境系, 浙江 临安 311300; 2. 浙江省林业局 种苗站, 浙江 杭州 310006; 3. 浙江省临海市林特局, 浙江 临海 317000)

摘要: 系统研究了来自浙江临海黑杨派南方型新无性系试验林 20 个无性系的纸浆材主要木材性状。结果表明: 黑杨派新无性系树干的纤维长度自上而下逐渐增长, 树冠上部枝条的纤维较中、下部枝条为短; 树干木材的基本体积质量则以下部的为高, 上部稍大于中部; 树枝条的基本体积质量, 以树冠下部的为最小, 自下而上增大。不同树干部位木材纤维的长短频率分布均匀且遵从正态分布。树干纤维长度均值差异主要表现在组中值 0.7 mm 以下和 1.3 mm 以上的纤维数量上的差异。20 个无性系树干各部位纤维长度为 0.940 0~1.005 9 mm, 均达到国际木材学会规定的中级纤维标准, 基本体积质量为 0.333 3~0.346 7 g·cm⁻³; 树枝条的纤维长度为 0.686 1~0.725 2 mm, 基本体积质量为 0.358 8~0.368 8 g·cm⁻³。由此, 对新无性系作为纸浆纤维材培育与利用提出了建设性意见。表 4 参 9

关键词: 杨树; 无性系; 木材性质; 基本体积质量; 纤维性能; 频率分布; 黑杨派

中图分类号: S722.3; Q319 **文献标识码:** A

黑杨派南方型新无性系自 90 年代初引入浙江省作栽培试验以来, 经初步选择, 其中一些速生无性系(如 1388, 367, 366, 370, 351, 121 和 106 等)已在营建纸浆、胶合板等工业原料林以及防护林中得到广泛应用。如何提高杨树木材的产量与质量, 实现工业原料林的优质、高产、高效, 是黑杨派新无性系引种和选择的最主要目标。众多的研究表明, 木材的基本体积质量、木材纤维长度和宽度等指标是衡量纸浆原料林木材质量优劣的最主要的材性指标^[1,2], 也是对新无性系开展遗传选择和确定其工业适用性的关键技术指标。利用这些指标, 国内外学者在许多树种上都作了研究, 并取得了预期的效果^[1~3]。然而, 在众多的研究中, 多以树干胸高部位的样品材性值作为该树干的木材材性值进行种源、家系或无性系间的比较研究^[1~9]。但就全树利用而言, 则必须了解不同部位的树干和枝条的材性情况。作为纸浆纤维材经营的杨树无性系, 研究其不同部位木材的基本体积质量和纤维性状更有必要。本文报道了 20 个无性系的不同部位枝条和 3 个典型无性系不同部位树干的 4 个材性性状的变异及其规律, 为新无性系纸浆纤维材的合理利用提供科学依据。

1 材料与方 法

材料取自浙江省临海市的黑杨派南方型新无性系试验林和短伐期中径材定向培育试验材。各试验

收稿日期: 2000-03-17; 修回日期: 2000-09-19

基金项目: “八五”国家科技攻关项目(85-17-02)

作者简介: 童再康(1963-), 男, 浙江兰溪人, 副教授, 博士生, 从事树木遗传学研究。

林概况详见文献6。选取测定材性的无性系共计20个(其中69, 72和63为对照无性系), 各无性系的概况见表1。

表1 参试新无性系概况

Table 1 The background of the new clones involved in the test

无性系	杂交组合	树高/m	胸径/cm	材积/m ³	冠幅/m	枝下高/m
205	72×63	10.6	10.0	0.0390	2.8	2.4
117	69×小叶杨	11.2	10.1	0.0457	2.7	2.4
105	69×小叶杨	13.6	13.3	0.0961	4.0	2.6
302	69×63	12.1	12.8	0.0777	4.0	2.5
351	69×63	13.8	18.5	0.1806	4.3	3.0
375	69×63	12.5	12.8	0.0797	3.8	2.5
381	69×63	11.1	16.8	0.1277	5.5	1.3
366	美洲黑杨	14.0	18.9	0.1908	4.2	2.9
50	美洲黑杨	14.1	17.6	0.1664	4.4	2.7
S ₁₋₈	欧美杨	13.7	17.8	0.1662	4.5	2.5
106	69×小叶杨	15.3	16.7	0.1603	4.0	2.8
378	69×63	13.7	14.4	0.1088	3.8	2.5
725	美洲黑杨	14.1	17.9	0.1721	4.6	2.6
21	69×小叶杨	15.0	18.2	0.1873	4.4	2.6
370	69×63	16.2	18.3	0.2020	4.3	2.9
367	美洲黑杨	16.2	18.5	0.2064	4.3	2.9
1388	69×45	17.0	19.7	0.2438	4.6	3.0
63	美洲黑杨	13.9	16.0	0.1359	4.5	3.1
69	美洲黑杨	14.0	15.2	0.1234	4.2	2.9
72	欧美杨	13.8	17.6	0.1634	4.4	3.0

说明: 树高、胸径等生长性状系该试验林5年生生长量

1.1 待测试样的选取

首先测定各试验林各无性系单株的生长(树高、胸径), 然后在无性系测定林的3个区组中每个无性系各选1株平均木, 伐倒。把树干平均分成上、中、下3个区段, 其中基部区段在1.3m处取1个10cm厚的圆盘, 中、上2段分别也在其中部取1个圆盘。同样, 把树冠也分成上、中、下3部分, 每部分分别随机取枝条样品(每一枝条各段均匀取样后混合)。

1.2 木材材性的测定

各圆盘样品先截取2cm左右厚的一段, 在其上取1个自髓心至形成层的约15°扇形木块作为测定材性样品^[7]。连同木芯样品一起, 用排水法测定湿材体积, 在105℃下烘绝干以测定基本体积质量(V_w)。

测定基本体积质量后的试材, 按整个样品各部分体积比例随机取样。用硝酸-氯酸钾法离析纤维, 并经番红染色, 在XST-2型投影显微镜下测量纤维长度(L)和宽度(W), 每个样品测定50根完整的纤维。

测定数据的处理和统计分析方法参考文献[8]。

2 结果与分析

2.1 树体不同部位木材的材性变异

表2列出了枝条和树干在上、中、下3个部位的 L , W , L/W 和 V_w 的表型值。为验证部位间材性的差异性, 表3列出了方差分析结果。

由2~3可见, 纤维长度在部位间有显著或极显著的差异。20个无性系不同部位枝条平均纤维长度变动于0.6861~0.7252mm之间。由多重比较知, 树冠上部枝条的纤维最短, 显著低于中、下部的纤维长度(0.7150~0.7252mm), 后二者无显著差异。这是不同部位枝条的年龄差异所致, 树冠

上部枝条发育年龄最短。树干的情况也相似, 自下而上纤维逐渐变短 (1.005 9~0.940 0 mm)。这恰好是不同部位木材的平均年龄自下而上减小的反映。从纤维长度看, 不同位置树干的纤维均达到国际木材学会规定的中级纤维标准 (0.9~1.6 mm)^[9], 而枝条纤维均达不到中级标准。在实际使用时, 应考虑用量比例来生产不同质量的纸张。纤维宽度及长宽比在部位间差异不显著。树干木材基本体积质量在部位间有显著差异水平, 而枝条基本体积质量在部位间仅有 0.1 水平的差异。在树干上, 以中部的基本体积质量较低, 上部的略高, 胸高部位的超过中部 4.0%。枝条基本体积质量则以上部的最高, 下部最低 (二者相差 0.01 g·cm⁻³)。这与中、上部枝条髓心占的比例大有关。这一结论从另一角度验证了木材体积质量随年龄呈高一低一高的变异规律。从基本体积质量测定值看, 20 个无性系树干平均基本体积质量变动于 0.333 3~0.346 7 g·cm⁻³之间, 枝条的平均基本体积质量变动于 0.358 8~0.368 8 g·cm⁻³之间, 在速生树种中属于木材体积质量“低”的范围。结合纤维长宽比均大于 37.38 这一特性, 可以认为, 所测定的黑杨派新无性系木材, 尤其是树干材, 均为优良的纸浆原料。

表 2 树体不同部位木材的材性

Table 2 Timber properties of different parts of an individual tree

部位	树 干				枝 条			
	L/mm	W/ μ m	L/W	V_w (g·cm ⁻³)	L/mm	W/ μ m	L/W	V_w (g·cm ⁻³)
上部	0 940 0	25.46	37.38	0 339 0	0.686 1	17.79	38.71	0 368 8
中部	0 989 9	23.95	41.24	0 333 3	0.725 2	17.97	40.47	0 361 0
下部(胸高)	1 005 9	25.43	39.88	0 346 7	0.715 0	17.80	40.42	0 358 8

说明: 树干下部指在胸高 1.3 m 处; 枝条的上、中、下部指按树冠平均划分的 3 部分

表 3 树体不同部位材性方差分析结果

Table 3 Variance analysis for the timber properties of different parts of an individual tree

性 状	变异来源	树 干			枝 条		
		自由度	均方	F 值	自由度	均方	F 值
纤维长度 (L)	部位间	2	0.010 08	7.71 **	2	0.008 230	3.91 *
	重复间	8	0.004 05		19	0.005 185	
	机 误	16	0.001 31		38	0.002 107	
纤维宽度 (W)	部位间	2	6.75	1.60	2	0.196 3	0.15
	重复间	8	9.63		19	2.18	
	机 误	16	4.23		38	1.31	
长/宽 (L/W)	部位间	2	34.40	3.18	2	19.99	1.51
	重复间	8	31.86		19	25.58	
	机 误	16	10.81		38	13.25	
基本体积质量 (V_w)	部位间	2	0.000 646	4.58 *	2	0.000 547	2.68
	重复间	8	0.000 691		19	0.000 746	
	机 误	16	0.000 141		38	0.000 204	

说明: $F_{0.05}(2, 38) = 3.25$, $F_{0.05}(2, 16) = 3.63$, $F_{0.01}(2, 38) = 5.20$, $F_{0.01}(2, 16) = 6.23$, $F_{0.1}(2, 38) = 2.45$, $F_{0.1}(2, 16) = 2.67$

2.2 木材纤维的整齐度与分布

优质纸浆材的衡量标准除了纤维长度、纤维长宽比和基本体积质量等性状的均值以外, 长短纤维的分布情况是另一个十分重要的指标。本文选择了 106, 1388 和 121 等 3 个典型无性系, 取其树干不同部位试样的纤维长度测定值, 按照 0.2 mm 的间距, 分别统计各组中值的纤维数目和频率。结果见表 4。

由表 4 可见, 不同树干部位的纤维长度均值的差异, 其主要表现在组中值 0.7 mm 以下和 1.3 mm 以上的纤维数目上的差异。其中, 下部树干木材纤维长度大于 1.3 mm 的比例显著高于上部树干, 即随木材年龄增大, 长纤维的比例增高, 总体上纤维材的质量趋优。进一步统计检验知, 3 个无性系各

树干部位的木材纤维长度的频率分布均遵从正态分布。

表 4 3 个无性系不同树干部位木材纤维长度的频率分布

Table 4 The frequency distribution of the trunk wood fiber length of 3 clones in different parts

部位	106				1388				121			
	组距/ mm	组中值/ mm	频率/ %	均值/ mm	组距/ mm	组中值/ mm	频率/ %	均值/ mm	组距/ mm	组中值/ mm	频率/ %	均值/ mm
上部	0.4~0.6	0.5	2.6		0.4~0.6	0.5	0.7		0.4~0.6	0.5	0.0	
	0.6~0.8	0.7	26.8		0.6~0.8	0.7	20.8		0.6~0.8	0.7	23.8	
	0.8~1.0	0.9	42.9		0.8~1.0	0.9	39.2		0.8~1.0	0.9	38.9	
	1.0~1.2	1.1	24.1	0.899 6	1.0~1.2	1.1	28.9	0.960 5	1.0~1.2	1.1	26.1	0.956 7
	1.2~1.4	1.3	3.0		1.2~1.4	1.3	7.7		1.2~1.4	1.3	8.2	
	1.4~1.6	1.5	0.6		1.4~1.6	1.5	2.7		1.4~1.6	1.5	2.4	
	1.6~1.8	1.7	0.0		1.6~1.8	1.7	0.0		1.6~1.8	1.7	0.6	
中部	0.4~0.6	0.5	1.1		0.4~0.6	0.5	0.0		0.4~0.6	0.5	0.0	
	0.6~0.8	0.7	21.0		0.6~0.8	0.7	21.5		0.6~0.8	0.7	18.1	
	0.8~1.0	0.9	43.1		0.8~1.0	0.9	41.9		0.8~1.0	0.9	30.6	
	1.0~1.2	1.1	26.1	0.942 9	1.0~1.2	1.1	19.8	0.979 6	1.0~1.2	1.1	30.5	0.956 7
	1.2~1.4	1.3	7.5		1.2~1.4	1.3	9.5		1.2~1.4	1.3	12.3	
	1.4~1.6	1.5	1.2		1.4~1.6	1.5	6.7		1.4~1.6	1.5	7.2	
	1.6~1.8	1.7	0.0		1.6~1.8	1.7	0.6		1.6~1.8	1.7	1.3	
下部	0.4~0.6	0.5	1.0		0.4~0.6	0.5	1.1		0.4~0.6	0.5	0.0	
	0.6~0.8	0.7	19.7		0.6~0.8	0.7	21.5		0.6~0.8	0.7	19.5	
	0.8~1.0	0.9	29.2		0.8~1.0	0.9	28.0		0.8~1.0	0.9	29.7	
	1.0~1.2	1.1	32.4	0.997 5	1.0~1.2	1.1	29.5	1.000 5	1.0~1.2	1.1	29.3	1.019 6
	1.2~1.4	1.3	15.6		1.2~1.4	1.3	14.8		1.2~1.4	1.3	15.7	
	1.4~1.6	1.5	1.5		1.4~1.6	1.5	3.5		1.4~1.6	1.5	4.6	
	1.6~1.8	1.7	0.6		1.6~1.8	1.7	0.6		1.6~1.8	1.7	1.2	

3 结论与建议

木材树干的平均纤维长度自上而下逐渐增长，树冠上部枝条的纤维较中、下部枝条的短；树干木材的基本体积质量则以下部的为高，上部稍大于中部。而树枝条的基本体积质量则不同，以树冠下部的为最小，自下而上增大。这种纵向的材性变异规律与木材横向变化相一致。

不同树干部位木材纤维的长短频率分布均遵从正态分布。所测定的 3 个无性系不同树干部位纤维长度均值差异主要表现在组中值 0.7 mm 以下和 1.3 mm 以上的纤维数量上的差异。即随年龄增大，长纤维的比例增加，短纤维比例减少。

20 个无性系树干不同部位的纤维长度为 0.940 0~1.005 9 mm，均达到国际木材学会规定的中级纤维标准，基本体积质量为 0.333 3~0.346 7 g·cm⁻³；树枝条的纤维长度为 0.686 1~0.725 2 mm，基本体积质量为 0.358 8~0.368 8 g·cm⁻³。

木材纤维长度和基本体积质量等材性性状在株内的这种规律性变异直接关系到优质纸浆材和纤维材原料林的培育技术。在确定主伐年龄时必须同时考虑产量和质量。针对已选取出的 1388, 367, 366, 370, 351, 121, 106 和 50 等速生无性系，在一般立地条件下可采用高密度集约经营，首轮主伐可以确定在 3~4 a，此时其生物产量已达到较高水平，而纤维质量也已达相对稳定，而且萌芽性能良好，有利于下一轮经营。第 2 轮主伐期一般 3 a 可以达到要求。此外，从全树利用角度考虑，可以按生产不同质量的纸浆来确定树枝条的使用比率。

参考文献:

- [1] 施季森, 叶志宏. 杉木生长与材性联合遗传改良研究[J]. 南京林业大学学报, 1993, 17(1): 1-7.

- [2] 刘洪涛, 童再康, 刘力, 等. 杂种杨树纸浆用材良种材性的遗传变异和选择[J]. 浙江林学院学报, 1994, 11(1): 1-6.
- [3] Zobel B, Talbert J. *Applied Forest Tree Improvement*[M]. New York: John Wiley & Sons, 1984. 376-407.
- [4] 洪昌端, 沈辛作, 陈天霞, 等. 杉木种源木材密度的遗传变异与选择[J]. 浙江林学院学报, 1992, 9(3): 246-252.
- [5] 王明麻, 黄敏仁, 李火根, 等. 黑杨派新无性系研究 XI. 木材性状的遗传改良[A]. 王明麻. 美洲黑杨×小叶杨新无性系研究报告[C]. 北京: 中国林业出版社, 1988. 42-49.
- [6] 童再康, 郑勇平, 罗士元, 等. 杨树工业用材林适生无性系的筛选[A]. 徐锡增. 杨树定向培育技术[C]. 北京: 中国林业出版社, 1997. 111-121.
- [7] 叶志宏, 施季森. 杉木木材材性的遗传和变异研究 I. 材性性状的株内变异及取样方法[J]. 南京林业大学学报, 1987, 11(3): 1-11.
- [8] 唐守正. 多元统计分析方法[M]. 北京: 中国林业出版社, 1986.
- [9] 曹福亮, 吕士行, 徐锡增, 等. 南方型无性系制浆性能的研究[A]. 曹福亮. 黑杨派南方型无性系速生丰产技术论文集[C]. 北京: 学术书刊出版社, 1989. 111-121.

Variations of paper pulpwood properties within individual of new Aigeiros clones of southern type

TONG Zai-kang¹, ZHENG Yong-ping², LUO Shi-yuan³, YANG Hui-ping³, ZHU Yu-qiu¹

(1. Department of Resources and Environment, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China; 2. Forst Station of Seeds and Nursery Stocks, Forestry Department of Zhejiang Province, Hangzhou 310004, Zhejiang, China; 3. Forest Enterprise of Linhai City, Linhai 317000, Zhejiang, China)

Abstract: A systematic study made in a clonal test forest in Linhai on timber properties of paper pulpwood of 20 new aigeiros clones of southern type shows that the fiber length in the trunk of these new clones gradually increases from the top to bottom, the fiber of the branches in the upper part of the canopy being shorter than that of the branches in the middle or lower part of the canopy; the specific gravity in the lower part of the trunk is high as compared with that in the upper part, the latter being slightly higher than that in the middle part; and the specific gravity is the smallest for the branches in the lower part of the crown, which gradually increases upwards. The frequency of the wood fiber length in different parts of the trunk is in evenly normal distribution. The difference in average values of the fiber length of the trunk is mainly reflected by the difference in the quantity of the fiber that is either shorter than 0.7 mm, a mid-value of classes, or longer than 1.3 mm. For the trunk of the 20 clones, the fiber length is between 0.940 0 and 1.005 9 mm, which meets the standard laid down by the International Timber Society for the fiber of middle rank and the specific gravity ranges from 0.333 3 to 0.346 7 g·cm⁻³ in different parts. For branches, the fiber length changes from 0.6861 to 0.725 2 mm and the specific gravity from 0.358 8 to 0.368 8 g·cm⁻³. Finally, some constructive suggestions on tending and utilization of these new clones as a kind of paper pulpwood are put forward.

Key words: *Populus*; clone; wood property; specific gravity (basic volumetric mass); fiber properties; frequency distribution; Aigeiros