

不同立地条件的白蜡杆生长规律及纤维形态特征研究

杨红旗^{1,3}, 刘艳萍², 陈广辉¹, 李江晓¹, 杨亚峰¹, 陈志林^{3*}

(1. 河南农业大学, 河南 郑州 450002; 2. 河南省林业科学研究院, 河南 郑州 450008; 3. 中国林业科学研究院, 北京 100091)

摘 要:以 6 年生白蜡杆为研究对象, 采用树干解析和木材离析方法, 对不同立地条件上白蜡杆的树高、地径和材积生长量进行了测定和分析; 借助电子显微镜, 从微观角度对白蜡杆木材解剖性质及其径向和轴向变异规律进行了测定和分析。结果表明, 不同立地条件上白蜡杆树高、地径和材积生长量差异显著, 2 个立地条件上纤维长度、纤维宽度和纤维长宽比径向变异规律一致, 纤维形态特征在株内不同高度间差异显著。

关键词:白蜡杆; 立地条件; 生长规律; 纤维形态

中图分类号:S781.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2012)03-0197-04

Growth Regularity and Fiber Morphology of *Fraxinus chinensis* Growing in Different Site Conditions

YANG Hong-qi^{1,3}, LIU Yan-ping², CHEN Guang-hui¹, LI Jiang-xiao¹, YANG Ya-feng¹, CHEN Zhi-lin^{3*}

(1. Henan Agricultural University, Zhengzhou, Henan 450002, China; 2. Henan Academy of Forestry, Zhengzhou, Henan 450008, China; 3. Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

Abstract: Stem-analysis and timber segregation examination were conducted to investigate the effects of different site conditions on the height, ground diameter, volume and fiber morphology of *Fraxinus chinensis* of 6-year-old. The anatomical properties and their variation patterns were systematically studied by using electronic microscope. The results showed that the growth difference was significant in different sites, it grew better in site with sufficient water and fertilizer and good soil texture. The radial variation of the fiber length, fiber width, ratio of fiber length to width were consistent in different site conditions. The fiber morphological features in different tree heights were significantly different.

Key words: *Fraxinus chinensis*; site; growth regularity; fiber morphology

白蜡杆是白蜡树(*Fraxinus chinensis*)以灌木条用林为经营目的的产物。白蜡树为木犀科(Oleaceae)、白蜡属(*Fraxinus*)落叶乔木, 高可达 15 m, 是我国经济树种之一^[1-2]。河南省白蜡树种主要为绒毛白蜡, 集中分布于商丘、开封两地区, 尤以宁陵县栽培最多, 其次为郑县、内黄等县, 多呈片状矮林或小网格的农田林网^[3]。河南宁陵白蜡杆又受到国家地理标志产品保护。白蜡杆不仅是防风固沙的主要树种之一, 而且材质洁白、结构均匀、纹理致密、耐水湿, 坚硬而富有韧性, 是制作曲木家具、体育器

械的优质材料^[4-8]。到目前为止, 对白蜡杆生长规律和材性特征的研究少有报道^[9-10]。为了更好地利用这一资源, 以期对白蜡杆弯曲木家具、纤维造纸和纤维制板利用提供理论基础, 针对不同立地条件上白蜡杆的生长规律和纤维形态进行了研究。

1 材料与方法

1.1 试材采集

试材采自河南省宁陵县。分别在不同立地条件选择有代表性的条带设置 50 m×4 m 的标准地, 标

收稿日期: 2011-06-13 修回日期: 2011-07-27

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划项目(2006BAD18B06); 河南省科技攻关项目(102102110124)。

作者简介: 杨红旗, 男, 副教授, 博士, 主要从事家具设计制造与木基复合装饰材料研究。E-mail: yhq0373342@163.com

* 通讯作者: 陈志林, 男, 研究员, 硕士生导师, 主要从事木基功能材料研究。E-mail: chenzt@caf.ac.cn

准地的具体情况如下:

A:属沙、壤、粘的人工混合土耕地,其质地近似壤质,肥水充足。

B:属青沙土或沙壤质耕地,在土壤剖面中多有粘质间层。

在标准地内选有代表性的墩对白蜡杆进行每木检尺,测量树高和地径。根据每木检尺的结果,每一立地选出 10 株标准木。

1.2 试验方法

1.2.1 生长量计算 由于所调查的白蜡杆为 6 年生,树高和地径较小,故以 0.7 m 为一个区分段截取圆盘,各圆盘位置分别为:0.00、0.35、1.05、1.75、2.45、3.15……m。刨光圆盘工作面,并通过髓心画出东西、南北两条直径线,测量直线上每一年轮的宽度,计算各年的树高、地径和材积生长量;并绘制各种生长量的生长过程曲线^[11]。

1.2.2 纤维形态特征的测定 采用硝酸—铬酸法将试样离析,然后在电子显微镜下拍照片,在电脑中用专业软件进行测量,每试样测量 30 根纤维取其平均值^[12-13]。纤维所测指标主要有纤维长度、纤维宽度、纤维长宽比。然后应用数理统计方法,采用 Excel 软件、SPSS10.0 等软件进行数据处理和统计分析,研究各项纤维指标的差异^[14]。

2 结果与分析

2.1 树高生长对比

对白蜡杆试样进行测定和树干解析,结果表明,白蜡杆树高生长快,6 年生白蜡杆树高最高可达 5.47 m,平均树高在 4.00 m 左右。图 1 为 A、B 两个立地的白蜡杆树高连年生长量曲线图。

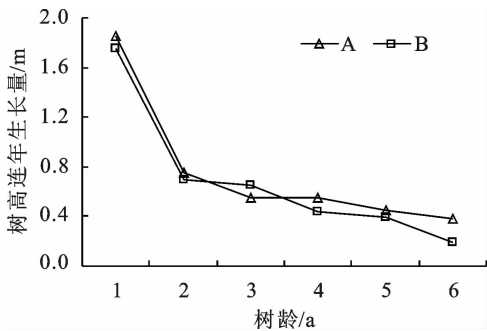


图 1 不同立地条件的白蜡杆树高连年生长量

Fig.1 CAI of height of *Fraxinus chinensis*

从图 1 可见,除第 3 年外,其他年份 A 立地标准木的树高连年生长量都高于 B 立地。对白蜡杆树高连年生长量进行方差分析表明,不同立地条件上树高连年生长量差异显著。由此可见,肥水和土壤质地对白蜡杆树高的生长影响较大。

2.2 地径生长对比

从图 2 中可以看到,A、B 两个立地上白蜡杆地径连年生长量变化趋势大致相似,即在 1~2 a 内迅速下降,2 a 后开始逐渐上升;但除了第 2 年后,A 立地上白蜡杆地径连年生长量明显高于 B 立地。肥水条件和土壤质地可促进白蜡杆地径的生长。

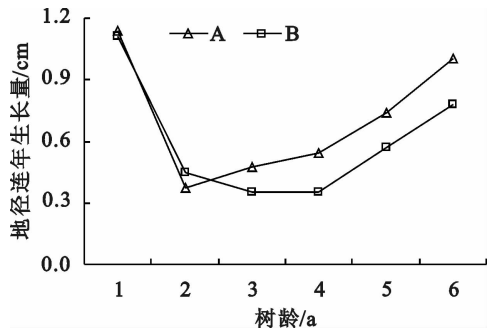


图 2 不同立地条件的白蜡杆地径连年生长量

Fig.2 CAI of ground diameter of *F. chinensis*

2.3 材积生长对比

从 A、B 两个立地上白蜡杆材积连年生长量变化模式(图 3)可见,两立地上白蜡杆材积连年生长量 1~4 a 增长缓慢,4 a 后迅速增长,二者的变化趋势趋于一致,但总的来说,A 立地白蜡杆材积生长量略高于 B 立地的。

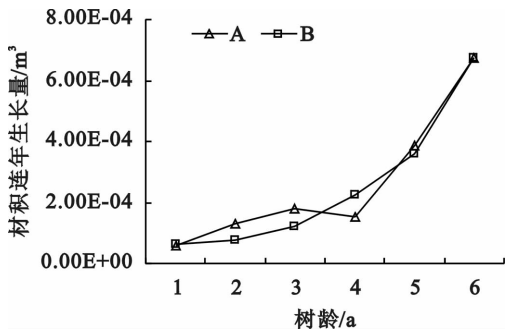


图 3 不同立地条件的白蜡杆材积连年生长量

Fig.3 CAI of volume of *F. chinensis*

2.4 白蜡杆纤维形态及其变异

白蜡杆木纤维占木材总体积的 50% 以上,其纤维长度、纤维宽度、纤维长宽比等形态特征,对木材的物理、力学性质、加工利用有着重要的影响,是反映白蜡杆材性及其加工利用的重要指标^[15]。

2.4.1 纤维长度 图 4 为不同立地条件下白蜡杆 1.05 m 处圆盘纤维长度的径向变异情况。由图 4 可见,纤维长度由髓心向外逐年递增,1~4 a 增长缓慢,4~6 a 增加迅速。A、B 立地上径向(年轮间)的纤维长度分别为 624~1 091、602~1 027 μm 。方差分析表明,不同年轮间纤维长度在 0.05 水平上差异不显著。

白蜡杆不同立地上纤维长度的轴向变异情况

(图 5)可以看出,不同立地上白蜡杆的纤维长度随着树干高度的增加先增加,到一定高度开始减小。在树干基部,A、B 两个立地上白蜡杆的纤维长度值分别为 905.8、911.4 μm 。随着高度的增加,纤维长度逐渐增加,A 立地的纤维长度在树干高度为 1.75 m 处时达到最长,为 1 142.4 μm ;B 立地的纤维长度在树干高度为 1.05 m 处时达到最长,为 1 026.667 μm ,以后随着树干高度的增加,白蜡杆纤维长度就明显下降。方差分析表明,不同高度上纤维长度差异显著($p<0.05$)。

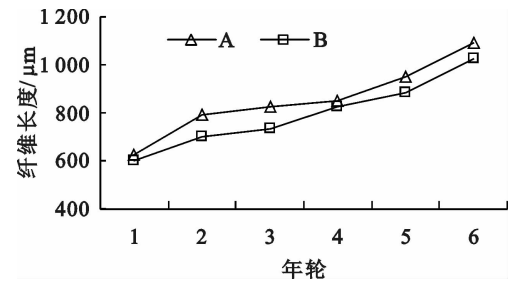


图 4 不同立地的白蜡杆纤维长度的径向变异

Fig. 4 Radial variation in fiber length of *F. chinensis* in different sites

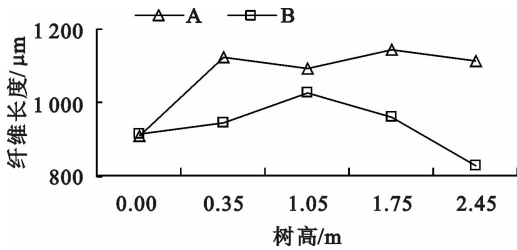


图 5 不同立地的白蜡杆纤维长度的轴向变异

Fig. 5 Axial variation in fiber length of *F. chinensis* in different sites

2.4.2 纤维宽度 图 6 为白蜡杆纤维宽度径向变异情况。A 立地上是先增后降再增然后又下降;而 B 立地上是先增后降再增再降然后又增加的波浪式起伏,二者相比 A 立地上的纤维宽度在径向上变异较为稳定。A、B 两个立地上白蜡杆径向纤维宽度均值分别为 17.48、15.13 μm ,相差幅度较大;年轮间差异显著($p<0.05$)。

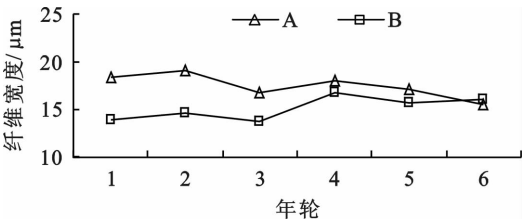


图 6 不同立地的白蜡杆纤维宽度的径向变异

Fig. 6 Radial variation in fiber width of *F. chinensis* in different sites

图 7 为白蜡杆纤维宽度轴向变异情况。纤维宽度轴向上由树干基部向树冠方向呈下降趋势。两个

立地上 0.00 m 处纤维宽度值分别为 18.69、15.73 μm ,1.75 m 处则分别下降到 17.24、14.93 μm 。年轮间和树高间的差异均达到 0.05 的显著水平。

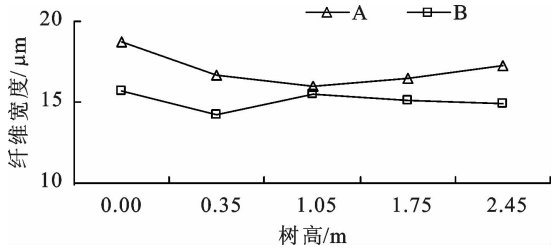


图 7 不同立地的白蜡杆纤维宽度的轴向变异

Fig. 7 Axial variation in fiber width of *F. chinensis* in different sites

2.4.3 纤维长宽比 图 8 为白蜡杆不同立地上纤维长宽比的径向变异模式。两个立地上白蜡杆纤维长宽比在径向上都有增加的趋势,A 立地上 1~3 a 增加较为迅速,3 a 后下降,4~6 a 又快速增加,B 立地上 1~5 a 缓慢增加,第 6 年急剧增加。方差分析表明,不同立地之间、不同生长轮之间纤维长宽比差异不显著。

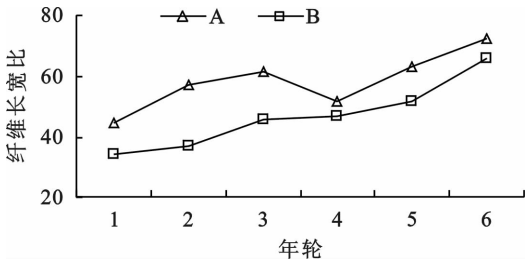


图 8 不同立地的白蜡杆纤维长宽比的径向变异

Fig. 8 Radial variation of fiber length width ratio of *F. chinensis* in different sites

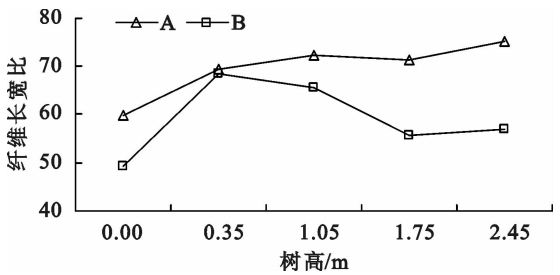


图 9 不同立地的白蜡杆纤维长宽比的轴向变异

Fig. 9 Axial variation of fiber length width ratio of *F. chinensis* in different sites

白蜡杆木材纤维长宽比的轴向变异规律不明显。随着树干高度的增加,A 立地白蜡杆的纤维长宽比由树干基部向上略有增加,到树高 2.45 m 处最大;而 B 立地白蜡杆的纤维长宽比自树干基部向上是先增加然后又缓慢下降,最大值出现在 0.35 m 处(图 9)。方差分析表明,两个立地条件上其长宽比、株内不同高度间其长宽比均达显著差异水平。

3 结论与讨论

不同立地条件上白蜡杆树高、地径和材积生长量差异显著,A 立地 6 年生白蜡杆树高平均为 4.53 m,B 立地 6 年生白蜡杆树高平均为 4.12 m;A 立地 6 年生白蜡杆地径平均为 4.26 cm,B 立地 6 年生白蜡杆地径平均为 3.61 cm;A 立地 6 年生白蜡杆材积平均为 $1.583\times 10^{-3}\text{ m}^3$,B 立地 6 年生白蜡杆材积平均为 $1.523\times 10^{-3}\text{ m}^3$ 。立地条件对树高、地径和材积生长都有影响,肥水条件和土壤质地可明显促进白蜡杆的生长。

两个立地条件上纤维形态特征径向变异规律是一致的。白蜡杆纤维长度、纤维宽度、纤维长宽比,不同立地上差异显著,其中纤维长度在株内不同高度间显著差异($p<0.05$),纤维宽度分别在株内不同高度间和径向年轮间差异均达到了显著水平。纤维长宽比在株内不同高度间差异显著。

白蜡杆纤维长度较短,造纸通常要求木材纤维的长度在 0.90~3.00 mm 之间,而白蜡杆木纤维的长度在 0.6~1.1 mm 之间,不适合作为纸浆的原料。但从纤维的长度、纤维长宽比来看,白蜡杆纤维适合作为纤维板生产的原料。

参考文献:

[1] 郑万钧. 中国树木志(第四卷)[M]. 北京:中国林业出版社,1983:19-22.

[2] 中南林学院. 经济林栽培学[M]. 北京:中国林业出版社,1983:267-280.

[3] 刘元本,刘玉萃. 河南森林[M]. 北京:中国林业出版社,2000:315-330.

[4] 刘艳萍,陈志林,张洋,等. 白蜡条木材解剖性质及其变异的研究[J]. 南京林业大学学报:自然科学版,2009,33(4):125-128. LIU Y P, CHEN Z L, ZHANG Y, *et al.* Wood anatomical properties and their variations of *Fraxinus chinensis*[J]. Journal of Nanjing Forestry University: Natural Sciences, 2009, 33(4):125-128. (in Chinese)

[5] 钱世江,孙晓薇,于磊,等. 白蜡杆软化和防蛀技术研究[J]. 河南林业科技,2008,28(4):1-4.

[6] 唐兴平. 白蜡木干缩和湿胀性能的研究[J]. 福建农林大学学

报:自然科学版,2007,36(4):381-384.

TANG X P. Study on white ash wood shrinkage and swelling [J]. Journal of Fujian Agricultural and Forestry University: Natural Sciences, 2007,36(4):381-384. (in Chinese)

[7] 樊巍,高喜荣,郭良,等. 灌木状白蜡——农作物间作系统的生物量及养分分配的初步研究[J]. 林业科学,2000,36(1):109-113.

FAN W, GAO X R, GUO L, *et al.* A preliminary study on biomass and nutrient constitution in the shrubby Chinese ash-crop intercropping system[J]. Scientia Silvae Sinicae, 2000,36(1):109-113. (in Chinese)

[8] 成俊卿,杨家驹,刘鹏. 中国木材志[M]. 北京:中国林业出版社,1992:476-478.

[9] 刘艳萍,陈志林,曾辉,等. 白蜡杆材性及其曲木家具生产工艺[J]. 林业科技开发,2008,22(8):82-84.

[10] 陈之群,刘志敏. 绒毛白蜡茎段的组织培养及植株再生[J]. 安徽农业科学,2006,34(3):472-473.

[11] 孟宪宇. 测树学[M]. 2 版. 北京:中国林业出版社,1996:211-217.

[12] 多化琼,王喜明,王悦东. 利用傅立叶变换研究闽楠木材纤维细胞尺寸[J]. 西北林学院学报,2009,24(3):159-162. DUO H Q, WANG X M, WANG Y D. Analysis of the fiber size in *Phoebe bournei* using Fourier transformation[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2009,24(3):159-162. (in Chinese)

[13] 袁进东,夏岚,陈杰,等. 苹果木木材纤维形态变异对其工业化利用的影响[J]. 中南林业科技大学学报,2009,29(4):169-175. YUAN J D, XIA L, CHEN J, *et al.* Effects of morphological variation of *Malus pumila* wood fiber on its industrialized utilization[J]. Journal of Central South University of Forestry & Technology, 2009, 29(4):169-175. (in Chinese)

[14] 刘主凤,王水英,林金国,等. 不同海拔人工林毛竹材纤维形态和化学成分的差异[J]. 西北林学院学报,2011,26(2):196-199. LIU Z H, WANG S Y, LIN J G, *et al.* Difference in fiber morphology and chemical composition of *Phyllostachys heterocycla* cv. *pubescens* from plantation of different altitude [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2011,26(2):196-199. (in Chinese)

[15] 徐有明,方洪元. 意杨纸浆材材性变异[J]. 木材工业,1994(1):38-44.