

6种竹材的微纤丝角的比较研究

陈美玲, 王传贵*, 张双燕, 武 恒, 裴韵文, 刘成倩

(安徽农业大学林学与园林学院, 合肥 230036)

摘 要: 为合理开发利用竹材资源及遗传改良提供科学依据, 利用 X 射线衍射技术对 6 种竹材的微纤丝角进行测试研究。结果表明, 3 年生 6 种竹材微纤丝角不同, 其中麻竹最大, 刺黑竹最小, 其他 4 种无显著差别; 1、3 和 4 年生的慈竹和孝顺竹微纤丝角随着年份的增长先降低, 然后趋于稳定, 刺黑竹的微纤丝角也呈现先增加然后减小的趋势。

关键词: 竹材; X 射线衍射; 微纤丝角

中图分类号: S781.9

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2015)01-0031-03

Comparison of microfibril angle of six bamboos by X-ray diffraction

CHEN Meiling, WANG Chuangui, ZHANG Shuangyan, WU Heng, PEI Yunwen, LIU Chengqian

(School of Forestry & Landscape Architecture, Anhui Agricultural University, Hefei 230036)

Abstract: In order to provide a scientific basis for bamboo development, utilization, and genetic improvement, X-ray diffraction was used to study the variation of microfibril angle (MFA) in six bamboos. The results indicated that the MFA of the six 3-year-old bamboos was different from each other. *Dendrocalamus latiflorus* Munro has the biggest and *Chimonobambusa neopurpurea* has the smallest MFA, while no significant difference was observed among other bamboos. The MFA of 1, 3, and 4 years old *Neosinocalamus affinis* and *Bambusa multiplex* increased firstly and then decreased to steadily with the rising of ages. The MFA of *Chimonobambusa neopurpurea* also increased firstly and then decreased.

Key words: bamboo; X-ray diffraction; microfibril angle

微纤丝角 (microfibril angle, MFA) 是指木质细胞次生壁中层微纤丝和细胞轴之间所构成的角度^[1]。研究表明, 微纤丝角的大小与木材微观、宏观的性能有关。在微观上与纤维强度、管胞长度^[2]、纤维素的结晶度以及木材的介电特性有关^[3]; 在宏观上与材料的物理性能, 机械性能以及化学性能有关, 同时也直接关系到木材的机械和化学加工利用^[4]。目前常用测定微纤丝角的方法有显微技术法、X 射线法和近红外光谱预测法 3 种^[5-6], 而 X 射线衍射法由于在测量速度、数据统计意义方面的独特优势, 且 X 射线衍射技术已经在竹材微纤丝角的径向变异, 以及竹节长度与微纤丝角之间的关系中得到了广泛的应用^[7]。近年来, 国内外对木材微纤丝角的研究也越来越重视, 但对竹材的研究却少有报道。

因此, 本试验选取不同年份的 6 种常见经济型竹材进行研究, 探究其微纤丝角及其变化规律, 为合理地开发竹资源以及遗传改良提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试材采自四川省长宁县, 选取无病虫害的 6 种竹种, 分别为慈竹 *Neosinocalamus affinis*, 刺黑竹 *Chimonobambusa neopurpurea*, 麻竹 *Dendrocalamus latiflorus* Munro, 绵竹 *Bambusa intermedia*, 孝顺竹 *Bambusa multiplex* 和硬头黄竹 *Bambusa rigida*。其中 1 年生麻竹, 绵竹和硬竹取 3 株, 1、3 和 4 年生的慈竹, 刺黑竹和孝顺竹分别取 3 株, 实验室气干。气干含水率为 12.5%, 在胸径 1.3 m 处取样, 由于

收稿日期: 2014-07-11

基金项目: 国家“十二五”林业科技支撑计划“竹材制浆造纸废水处理过程固体废弃物利用”(2012BAD23B0204)资助。

作者简介: 陈美玲, 硕士研究生。

* 通信作者: 王传贵, 教授。E-mail: nj230036@163.com

竹材直径较小，手工制样，砂纸打磨成型，制成 1 mm×4 mm×10 mm（径向×弦向×纵向）的规格，每个竹种取 10 个样本，待测。

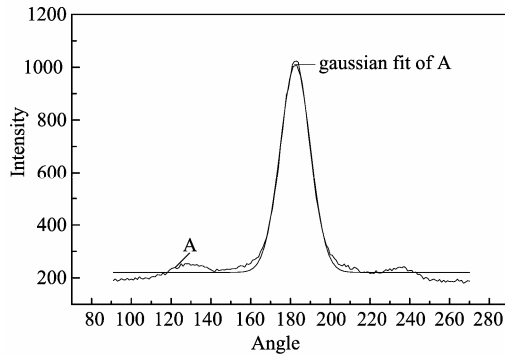


图 1 4 年生孝顺竹 XRD 曲线

Figure 1 The XRD of 4-year-old *Bambusa multiplex*

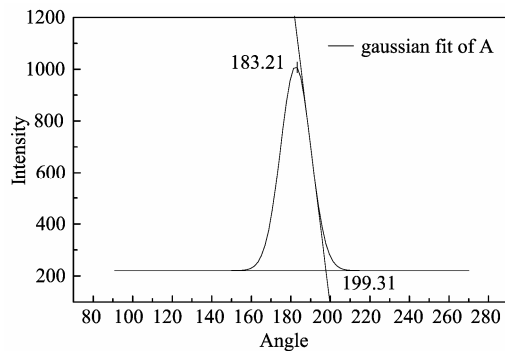


图 2 4 年生孝顺竹 XRD 拟合曲线

Figure 2 The gaussian fitted curve of 4-year-old *Bambusa multiplex*

1.2 试验方法

采用 X-射线衍射法测定微纤丝角，测试仪器为北京普析通用仪器有限责任公司生产的 XD-3 型 X 射线粉末衍射仪，样品用双面胶垂直固定在旋转样品台上，采用点聚焦光源，透射衍射模式。入射光与试样弦面垂直，接收光与入射光的夹角为 22.4°，

主要扫描参数如下：管电压 36 kV，管电流 20 mA，扫描步进 4°，样品台旋转范围 0°~360°，根据衍射图谱强度，采用 0.6 T 法用高斯函数拟合并计算微纤丝角度。

1.3 微纤丝角计算方法

X 射线衍射法测试木材微纤丝角度的常用计算方法有 4 种^[8]：M50 法，M40 法，0.6 T 法和 Yamato 二次曲线法。作者采用 0.6 T 法，即在强度分布曲线上找出拐点，然后过拐点做出图形切线，取与基线相交的两点距离的一半定为角距离 T，MFA=0.6 T。以 4 年生孝顺竹为例，具体步骤如下，将使用 X 射线衍射仪测得试验数据导入到 Origin 中，试验所得的曲线如图 1 中曲线 A 所示，将曲线 A 进行高斯函数拟合（Gaussian）得到图形（如图 2），再用软件找到拟合图线的峰值、基线以及切线与基线交点，最后根据公式算出微纤丝角，即 $MAF=0.6T=0.6 \times (199.31 - 183.21) = 9.66^\circ$ 。

2 结果与分析

2.1 3 年生的 6 种竹材微纤丝角

试验测得 6 种竹材微纤丝角如表 1 所示。从最大值来看，试验测得麻竹的微纤丝角最大，为 14.11°，刺黑竹的微纤丝角最小，为 10.03°，刺黑竹、绵竹、孝顺竹的微纤丝角基本一致；从最小值来看，麻竹的微纤丝角最大为 11.99°，硬头黄竹的微纤丝角最小，为 8.45°，刺黑竹、绵竹、硬头黄竹的微纤丝角相差不大。为了减小试验误差，对试验数据求平均值。从表 1 可以看出，麻竹的微纤丝角最大，为 13.03°，而刺黑竹的微纤丝角最小，为 9.52°，且绵竹、孝顺竹以及硬头黄竹的微纤丝角无显著差异，在 9.7°~10°之间。6 种竹材的微纤丝角大小顺序为麻竹>慈竹>绵竹≈孝顺竹>硬头黄竹>刺黑竹。

表 1 一年生不同竹种微纤丝角
Table 1 The MFA of 1-year-old bamboos

种类 Kind	最大值 Maximum	最小值 Minimum	平均值 Average
慈竹 <i>Neosinocalamus affinis</i>	11.56	9.68	10.36
刺黑竹 <i>Chimonobambusa neopurpurea</i>	10.03	9.07	9.52
麻竹 <i>Dendrocalamus latiflorus Munro</i>	14.11	11.99	13.03
绵竹 <i>Bambusa intermedia</i>	10.97	8.84	9.95
孝顺竹 <i>Bambusa multiplex</i>	10.42	9.45	9.90
硬头黄竹 <i>Bambusa rigida</i>	11.92	8.45	9.74

2.2 不同年份与不同种类的竹材微纤丝角

试验对 1、3 和 4 年生的慈竹、刺黑竹以及孝顺竹进行微纤丝角的测量，试验结果如表 2 所示。

从平均值来看，试验测得 1 年生慈竹的微纤丝角最大，为 13.93°，1 年生刺黑竹的微纤丝角最小，为 10.79°；3 年生的刺黑竹微纤丝角最大，为 13.03°，

3 年生的孝顺竹最小, 为 9.90° ; 4 年生的慈竹微纤丝角最大, 为 10.79° , 4 年生孝顺竹微纤丝角最小, 为 9.66° 。慈竹 1 年生的微纤丝角最大, 4 年生的微

纤丝角最小; 3 年生的刺黑竹微纤丝角最大, 4 年生的最小; 1 年生的孝顺竹微纤丝角最大, 4 年生的最小。不同年份慈竹的微纤丝角均大于孝顺竹。

表 2 不同年份不同种类竹材微纤丝角

Table 2 The MFA of different kinds of bamboos

(°)

项目 Item	慈竹			刺黑竹			孝顺竹		
	<i>Neosinocalamus affinis</i> Munro			<i>Chimonobambusa neopurpurea</i>			<i>Bambusa multiplex</i>		
	1 年生 One year old	3 年生 Three years old	4 年生 Four years old	1 年生 One year old	3 年生 Three years old	4 年生 Four years old	1 年生 One year old	3 年生 Three years old	4 年生 Four years old
最大值 Maximum	14.29	11.56	11.87	12.57	14.11	10.42	14.48	10.42	10.81
最小值 Minimum	13.56	9.68	9.70	10.42	11.99	9.33	10.71	9.45	8.96
平均值 Average	13.93	10.36	10.79	11.50	13.03	9.99	13.05	9.90	9.66

慈竹的微纤丝角随着竹龄的增加, 呈现先减小后增加的趋势, 但增加幅度很小, 不显著, 增加幅度约为 4.2%, 这说明, 随着竹龄的增长, 慈竹的微纤丝角趋于稳定; 孝顺竹的微纤丝角随年份的增加, 呈减小的趋势, 1 年生到 3 年生减小幅度为 24.2%, 3 年生到 4 年生减小幅度为 2.4%, 这说明, 随着竹龄的增长, 孝顺竹的微纤丝角也逐渐趋于稳定; 刺黑竹的变化呈现先增大后减小的趋势, 变化趋势明显, 其中增大幅度为 13.3%, 减小幅度为 23.3%。刺黑竹的微纤丝角变化不同于慈竹和孝顺竹, 这可能不同的竹材变化趋势不同, 变化幅度也不相同^[9], 从而随着竹龄的增长, 刺黑竹的微纤丝角变化波动较大。

3 结论

麻竹的微纤丝角最大, 为 13.03° , 刺黑竹的微纤丝角最小, 为 9.52° , 绵竹、孝顺竹和硬竹的微纤丝角差别不大, 在 $9.7^\circ \sim 10^\circ$ 之间。通过 0.6T 方式计算得出 3 年生的不同竹材的微纤丝角大小顺序为麻竹 > 慈竹 > 绵竹 ≈ 孝顺竹 > 硬头黄竹 > 刺黑竹。

慈竹的微纤丝角随着竹龄的增长, 呈现先减小后增加的趋势, 增加幅度不显著, 约为 4.2%; 孝顺竹的微纤丝角随年份的增加, 呈减小的趋势, 1 年生到 3 年生减小幅度较大, 为 24.2%, 而 3 年生到 4 年生减小幅度较小, 为 2.4%; 刺黑竹的变化呈现

先增大后减小的趋势, 变化趋势明显, 增大幅度为 13.3%, 减小幅度为 23.3%。

随着竹龄的增长, 慈竹和孝顺竹的微纤丝角逐渐趋于稳定, 刺黑竹的微纤丝角变化波动较大。

参考文献:

- [1] Walke J C F, Butterfield B G. The importance of micro-fibril angle for the processing industries [J]. New Zealand Forestry, 1995, 40(4): 34-40.
- [2] 郭德荣, 杨彩民, 林彦. 人工林红松纤维倾角变异与管胞长度和拉伸强度的关系[J]. 东北林学院学报, 1982, 10(2): 39-48; 191-193.
- [3] 冯利群. 4 种灌木材微纤丝角及其变异性研究[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(7): 2747-2748; 2752.
- [4] 洪香香, 杨文忠, 方升佐. 木材微纤丝角研究的现状和发展趋势[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2002, 26(6): 83-87.
- [5] 黄艳辉, 赵荣军, 费本华, 等. 木材微纤丝角的测定方法及其进展[J]. 西北林学院学报, 2006, 21(4): 184-188.
- [6] 欧阳靓, 罗蓓. 木材微纤丝角两种测试方法的对比研究[J]. 山东林业科技, 2011(3): 9-12.
- [7] 江泽慧, 邹惠渝, 阮锡根, 等. 应用 X 射线衍射技术研究竹材超微结构 I. 竹材纤维角[J]. 林业科学, 2000, 36(3): 122-125.
- [8] 张波. 马尾松木材管胞形态及微力学性能研究[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2007.
- [9] 韩国刚, 陈立新, 程志华, 等. 慈竹密度和微纤丝角变异规律研究[J]. 木材加工机械, 2012(4): 22-23.