

DOI: 10.13332/j.cnki.jbfu.2014.03.019

毛竹来鞭的纤维形态特征及差异性

刘 帅¹ 徐 斌¹ 王传贵¹ 朱 涛²

(1 安徽农业大学林学与园林学院 2 福建省木雕古典家具产品质量监督检验中心)

摘要:运用显微自动成像技术和双侧 Z 值检验显著性,对 1 年生、3 年生、5 年生毛竹来鞭的纤维形态特征及差异性进行了研究。结果表明:1)地下茎来鞭平均纤维长度 698.555 μm、纤维直径 21.710 μm、纤维腔径 11.375 μm、双壁厚 5.167 μm、壁腔比 0.483、腔径比 0.522、长宽比 34.723。2)纤维长度与长宽比均有 1 年生与 3 年生差异极显著、1 年生与 5 年生差异不显著、3 年生与 5 年生差异极显著的特点,纤维直径与纤维腔径均差异不显著,双壁厚、壁腔比与腔径比均有 1 年生与 3 年生差异显著、1 年生与 5 年生差异极显著、3 年生与 5 年生差异不显著的特点。毛竹地下茎来鞭的纤维形态特征符合纸浆材要求,但与双子叶植物相比不是十分优质的原料。

关键词:毛竹; 地下茎; 来鞭; 纤维形态; 竹龄

中图分类号:S795 文献标志码:A 文章编号:1000-1522(2014)03-0121-04

LIU Shuai¹; XU Bin¹; WANG Chuan-gui¹; ZHU Tao². **Comparative study on morphological characters and differences of fiber in *Phyllostachys pubescens* coming parts of rhizomes among different growth ages.** *Journal of Beijing Forestry University* (2014)**36**(3) 121-124 [Ch,25 ref.]

1 College of Forestry and Landscape Architecture, Anhui Agricultural University, Hefei, 230036, P. R. China;

2 Wood Carving and Antique Furniture Products Quality Supervision and Testing Center of Fujian Province, Xianyou, 351200, P. R. China.

Fiber morphological features of *Phyllostachys pubescens* coming parts of rhizome at 1-, 3- and 5-year-old were examined by digital light microscopy, and the differences among them were analyzed by Z value two-sided test. The results indicated that the average values of fiber length, fiber diameter, fiber lumen diameter, double-wall thickness, ratio of wall thickness to lumen diameter, ratio of lumen diameter to fiber diameter, and ratio of fiber length to width collected from all *P. pubescens* rhizome samples were 698.555 μm, 21.710 μm, 11.375 μm, 5.167 μm, 0.483, 0.522 and 34.723 respectively. Both fiber length and ratio of fiber length to width were significantly different between 1- and 3-year-old *P. pubescens* rhizomes, while the difference was insignificant between 1- and 5-year-old *P. pubescens* rhizomes. However, comparisons between 3- and 5-year-old rhizomes had showed that the differences were significant at 0.01 level. No significant differences were found in fiber diameter and lumen diameter among three ages. When it came to double-cell-wall thickness, ratio of wall thickness to lumen diameter, ratio of lumen diameter to fiber diameter, the difference was significant at 0.05 level for 1- and 3-year-old, significant at 0.01 level for 1- and 5-year-old, and was insignificant for 3- and 5-year-old *P. pubescens* rhizome. Therefore, fiber morphological features of *P. pubescens* rhizome meet the qualification as resource of paper & pulp, but it still inferior to dicotyledon plants in point view of paper & pulp.

Key words *Phyllostachys pubescens*; rhizome; coming parts of rhizome; fiber morphology; bamboo age

收稿日期: 2013-08-24 修回日期: 2013-10-16

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划项目(2012BAD23B0204)。

第一作者: 刘帅。主要研究方向: 木材构造和性质。Email: 13966673967@126.com 地址: 230036 安徽省合肥市蜀山区长江西路 130 号安徽农业大学林学与园林学院。

责任作者: 徐斌, 博士, 副教授。主要研究方向: 木材构造和性质。Email: xubin@ahau.edu.cn 地址: 同上。

本刊网址: <http://journal.bjfu.edu.cn>

毛竹 (*Phyllostachys pubescens*) 属于禾本科竹亚科刚竹属,单轴散生型,面积大、分布广、经济价值较高,生产潜力巨大^[1],目前国内学者对毛竹材性研究主要集中在秆茎部分^[2-7]。随着研究的不断深入和竹材资源需求量日益增加,研究领域正逐步向资源高效利用方向拓展。竹具地下茎,俗称竹鞭,竹类植物依靠地下茎吸收土壤中的水分和养分供竹叶进行光合作用,制造有机物质;而且竹类主要依靠地下茎发芽孕笋成竹,繁衍后代。根据毛竹秆基弯曲的内侧是竹鞭所在和最下盘枝的分枝方向,与竹鞭走向大致平行的规律,在笋四周寻找母竹。母竹竹秆第一分枝方向为横轴的去鞭,反方向为来鞭,来鞭与新竹的胸径、枝下高、全竹高、节间长、尖削度等生长指标有很大关系^[8-9]。地下茎作为毛竹的重要组成部分,资源丰富,其利用主要局限于竹雕等工艺品,对于毛竹地下茎解剖性质的系统研究国内外尚未见报道。本文结合课题立项依据,扩大研究范围,对1年生、3年生、5年生毛竹地下茎的来鞭部分进行了解剖特性研究,以期为毛竹高附加值利用提供一定理论依据。

1 材料与方法

1.1 材 料

毛竹来鞭采自安徽省黄山市黄山区焦村镇汤家村北坡,坡度 30°~40°,平均秆茎高 16.5 m,平均枝下高 7.1 m,平均直径 10.96 cm。先根据母竹宿存箨叶完整或腐烂程度、小枝龄痕及秆茎颜色判定竹龄,按竹秆第 1 分枝确定来鞭方向并挖出,

截取竹鞭长度约 30 cm;自母竹秆柄往来鞭方向测 10 个节间长和鞭径,并取其平均值;依据 GB/T 15780—1995^[10]按照图 1 取样,每鞭等距离取 3 段节间(长约 3 cm)作为纤维形态特征试样,1 年生、3 年生、5 年生各制作 3 个试样。

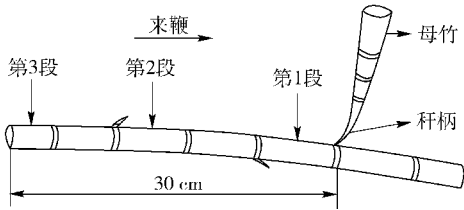


图 1 取样示意图
Fig. 1 Sketch of sampling bamboo

1.2 方 法

不同年生的 3 个试样取自毛竹来鞭的不同部位,试样应包括竹青和竹肉 2 部分。将试样放入微波炉高档火中加热,10 min 后取出更换冷水放置片刻,再放入微波炉加热,如此重复 13 次即可切片,制成永久性切片后观察其纤维形态。

将制作切片后剩余试样沿竹壁垂周方向顺纹理切开,劈成火柴棒大小粗细,置于体积比 1:1 的过氧化氢和冰醋酸混合液中,在 80 ℃ 的烘箱中离析 8 h,再随机测量不同年生毛竹来鞭纤维长度各 50 根^[11-15]。

2 结果与分析

毛竹来鞭的宏观数据见表 1,其纤维形态特征的测量结果见表 2。

表 1 毛竹来鞭的节间长度和鞭径

Tab. 1 Inter-node length and diameter about fiber parameters of coming parts of rhizome among different growth ages of *P. pubescens* cm

试样编号	节间长度	鞭径	试样编号	节间长度	鞭径	试样编号	节间长度	鞭径
1-1	4.01	2.12	3-1	7.01	2.65	5-1	3.63	2.61
1-2	3.52	2.23	3-2	6.82	2.47	5-2	3.75	2.93
1-3	3.43	1.97	3-3	6.52	2.39	5-3	3.54	2.57
均值	3.65	2.11	均值	6.78	2.50	均值	3.64	2.70

注:试样编号中第 1 个数字表示几年生,第 2 个数字表示试样号。

2.1 纤维长度差异性分析

从表 1 可知:1 年生、3 年生、5 年生毛竹来鞭平均节间长度分别为 3.65、6.78、3.64 cm,平均鞭径分别为 2.11、2.50、2.70 cm。从表 2 可知:1 年生、3 年生、5 年生毛竹来鞭平均纤维长度分别为 633.188、833.865、628.612 μm,平均纤维长度随着竹龄增加呈先增大后减小的趋势。通过计算双侧显著性检验统计量 Z,并依据 Z 值与差异显著性关系表作出判

断^[16],得知:1 年生与 3 年生来鞭纤维长度差异极显著,1 年生与 5 年生差异不显著,3 年生与 5 年生差异极显著。不同年生毛竹来鞭平均纤维长度存在差异可能与其生物学特性有关。如郑郁善等^[17]在毛竹丰产林竹鞭结构特征一文中,对笋用竹林竹鞭分布情况进行了探讨,指出竹鞭数量的多少,主要取决于总鞭长及鞭径的大小,其中壮龄鞭长度最大,幼龄鞭次之,老龄鞭最短;竹鞭的节间长度随着年龄增

表 2 来鞭纤维的参数统计

Tab. 2 Descriptive statistics about fiber parameters of coming parts of rhizome among different growth ages of *P. pubescens*

参数	测量值	平均值	标准差	组数	变异系数/%
1 年生纤维长度	633. 188 μm	698. 555 μm	143. 517	50	22. 67
3 年生纤维长度	833. 865 μm		200. 803	50	24. 08
5 年生纤维长度	628. 612 μm		132. 112	50	21. 02
1 年生纤维直径	20. 882 μm	21. 710 μm	3. 202	30	15. 33
3 年生纤维直径	21. 961 μm		3. 654	30	16. 64
5 年生纤维直径	22. 287 μm		4. 108	30	18. 43
1 年生纤维腔径	11. 670 μm	11. 375 μm	2. 497	30	21. 42
3 年生纤维腔径	11. 418 μm		3. 122	30	27. 32
5 年生纤维腔径	11. 038 μm		3. 365	30	32. 97
1 年生纤维双壁厚	4. 606 μm	5. 167 μm	1. 013	30	
3 年生纤维双壁厚	5. 272 μm		0. 962	30	
5 年生纤维双壁厚	5. 625 μm		1. 379	30	
1 年生纤维壁腔比	0. 415	0. 483	0. 133	30	
3 年生纤维壁腔比	0. 493		0. 157	30	
5 年生纤维壁腔比	0. 542		0. 174	30	
1 年生纤维腔径比	0. 557	0. 522	0. 077	30	
3 年生纤维腔径比	0. 515		0. 077	30	
5 年生纤维腔径比	0. 493		0. 086	30	
1 年生纤维长宽比	32. 935	34. 723	17. 299	30	
3 年生纤维长宽比	40. 735		30. 740	30	
5 年生纤维长宽比	30. 499		17. 377	30	

大呈递减趋势;平均鞭径变化不大,鞭段体积主要与鞭长有关,也是壮龄鞭最大,老鞭由于衰老腐烂及在挖笋过程中人为挖除而减少;李钊^[18]在研究纤维长度与节间长度的相关性时,也提出同一竹种纤维长度与节间长度呈显著正相关的观点。

2.2 纤维直径差异性分析

从表 2 可知:1 年生、3 年生、5 年生毛竹来鞭平均纤维直径分别为 20. 882、21. 961、22. 287 μm,平均纤维直径随着竹龄增加呈逐渐增大的趋势。差异显著性分析表明,不同年生来鞭间的纤维直径差异不显著。

2.3 纤维腔径差异性分析

从表 2 可知:1 年生、3 年生、5 年生毛竹来鞭平均纤维腔径分别为 11. 670、11. 418、11. 038 μm,平均纤维腔径随着竹龄增加呈逐渐减小的趋势。差异显著性分析表明,不同年生来鞭间的纤维腔径差异不显著。

2.4 纤维双壁厚差异性分析

从表 2 可知:1 年生、3 年生、5 年生毛竹来鞭平均纤维双壁厚分别为 4. 606、5. 272、5. 625 μm,平均纤维双壁厚随着竹龄增加呈逐渐增大的趋势。差异显著性分析表明,1 年生与 3 年生来鞭纤维双壁厚

差异极显著,1 年生与 5 年生差异极显著,3 年生与 5 年生差异不显著。

2.5 纤维壁腔比差异性分析

纤维壁腔比是指纤维双壁厚与长度(弦向直径)比值。从表 2 可知:1 年生、3 年生、5 年生毛竹来鞭平均纤维壁腔比分别为 0. 415、0. 493 和 0. 542,平均纤维壁腔比随着竹龄增加呈逐渐增大的趋势。差异显著性分析表明,1 年生与 3 年生纤维壁腔比差异显著,1 年生与 5 年生差异极显著,3 年生与 5 年生差异不显著。

2.6 纤维腔径比差异性分析

纤维腔径比是指纤维腔径与纤维直径的比值。从表 2 可知:1 年生、3 年生、5 年生毛竹来鞭平均纤维腔径比分别为 0. 557、0. 515 和 0. 493,平均纤维腔径比随着竹龄增加呈逐渐减小的趋势。差异显著性分析表明,1 年生与 3 年生纤维腔径比差异显著,1 年生与 5 年生差异极显著,3 年生与 5 年生差异不显著。

2.7 纤维长宽比差异性分析

纤维长宽比是指纤维长度与宽度(弦向直径)的比值。一般认为只要绝大部分纤维长度大于 0. 33 mm、长宽比值大于 35、壁腔比小于 1 且杂细胞

含量小于 50% 即可作为造纸原料^[19-20]。长宽比越大、壁腔比越小对制浆造纸越有利。从表 2 可知:1 年生、3 年生、5 年生毛竹来鞭平均纤维长宽比分别为 32.935、40.735、30.499,平均纤维长宽比随着竹龄增加呈先增大后减小的趋势。差异显著性分析表明,1 年生与 3 年生纤维长宽比差异极显著,1 年生与 5 年生差异不显著,3 年生与 5 年生差异极显著。

3 结论与讨论

1) 毛竹来鞭纤维形态测定结果为:平均纤维长度 698.555 μm、纤维直径 21.710 μm、纤维腔径 11.375 μm、双壁厚 5.167 μm、壁腔比 0.483、腔径比 0.522、长宽比 34.723。

2) 对不同年生毛竹来鞭纤维形态差异的显著性分析可知,纤维长度与长宽比均有 1 年生与 3 年生差异极显著、1 年生与 5 年生差异不显著、3 年生与 5 年生差异极显著的特点,纤维直径与纤维腔径均差异不显著,双壁厚、壁腔比与腔径比均有 1 年生与 3 年生差异显著、1 年生与 5 年生差异极显著、3 年生与 5 年生差异不显著的特点。不同年生毛竹来鞭纤维形态特征测试表明其与竹材秆茎存在很大差异,毛竹秆茎的纤维平均长度均大于 1 600 μm。与双子叶植物相比,竹鞭纤维长度低于针阔叶树材(针叶材管胞长度 3 000 ~ 4 000 μm,阔叶材纤维长 1 400 μm^[21-23]),比其他纤维原料略小(稻草、麦秸等草浆的纤维平均长度仅 1 000 μm 左右^[24-25])。故从利用的角度分析,尽管可以作为纸浆材,但综合纸张强度、耐折度、耐破度和撕裂度等因子,毛竹来鞭并不是优质的纸浆原料。

竹鞭是竹林地下系统,也是竹材的重要组成部分,尤其在低产林更新改造过程中会产生较多的剩余物。对竹鞭解剖、物理及化学性质进行全面系统研究,探讨相应特征的变化规律,不仅可对竹林经营管理提供理论参考;对扩大竹鞭的利用范围,提高竹材附加值也有重要意义。本文仅是一个初探,其他材性尚待深入研究。

参 考 文 献

[1] 江泽慧. 世界竹藤[M]. 沈阳:辽宁科学技术出版社,2002:9.
[2] 汪奎宏. 浙江效益农业百科全书:毛竹[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2004:16.
[3] 邱坚. 龙竹系列竹笋制品加工工艺的研究[J]. 西南林学院学报,2002,22(4):35-37.
[4] 武猛祥,陈宝昆,邱坚. 龙竹材的解剖性质[J]. 东北林业大学

学报,2008,36(5):40-41.
[5] 刘腾飞. 厚壁毛竹与毛竹叶的比较解剖研究[D]. 南昌:江西农业大学,2011:6.
[6] 方伟,黄坚钦,卢敏,等. 17 种丛生竹竹材的比较解剖研究[J]. 浙江林学院学报,1998,15(3):225-231.
[7] 刘主凰. 福建主要竹材纤维特性的研究[D]. 福州:福建农林大学,2011:6.
[8] 陈达,苏金德,林丽娜,等. 茶秆竹竹鞭生长规律初步研究[J]. 福建林业科技,2002,29(2):37-38.
[9] 李燕华,白尚斌,周国模,等. 自然保护区内毛竹竹鞭的动态生长研究[J]. 安徽农业科学,2010,38(18):9834-9835.
[10] GB/T 15780—1995 竹材物理力学性质实验方法[S]. 北京:中国标准出版社,1996:207-208.
[11] 李 坚,陆文达,刘一星,等. 体视显微术在木材组织学中的应用[J]. 东北林业大学学报,1986,14(3):92-94.
[12] 李正理. 植物切片技术[M]. 2 版. 北京:科学出版社,1987:90-92.
[13] 尹思慈. 木材学[M]. 北京:中国林业出版社,1996:50-63;257-260.
[14] KENNEDY R W . Wood in transverse compression: influence of some anatomical variables and density on behavior [J] . For Prod J, 1968,18:36-40.
[15] YU Y , JIANG Z H , FEI B H , et al. An improved microtensile technique for mechanical characterization of short plant fibers: a case study on bamboo fiber [J] . Journal of Materials Science, 2011,46:739-746.
[16] 孙立宏. 独立样本平均数差异的显著性检验方法与应用[J]. 职大学报,2009(4):34-36.
[17] 郑郁善,洪伟,陈礼光,等. 毛竹丰产林竹鞭结构特征研究[J]. 林业科学,1998,34(1):53-54.
[18] 李 钳. 茶秆竹撑篙竹的节间长度与纤维长度的关系[J]. 竹子研究汇刊,1984,3(1):89-94.
[19] 郭祥胜. 杨树造纸用材林短轮伐期栽培的适用性[J]. 北京林业大学学报,1989,11(4):66-73.
[20] 王菊华. 20 世纪造纸纤维形态领域的重要成就[J]. 纸和造纸,1998(4):7-9.
[21] 王昌命,王锦,王文久,等. 云南主要竹材材性与制浆造纸性能分析[J]. 中国造纸,2008,27(8):10-12.
[22] 马灵飞,马乃训. 毛竹材材性变异的研究[J]. 林业科学,1997,33(4):356-364.
[23] 崔敏. 毛竹竹龄对制浆性能的影响[D]. 北京:北京林业大学,2010:6.
[24] 谢来苏,詹怀宇. 制浆原理与工程[M]. 2 版. 北京:中国轻工业出版社,2001:1-259.
[25] 王强. 麦草化学机械法制浆及漂白的研究[D]. 济南:山东轻工业学院,2009:6.

(责任编辑 李文军)