

车筒竹、箬竹和越南巨竹竹材的主要物理性质研究

苏文会¹, 范少辉^{1*}, 彭 颖¹, 封焕英¹, 张文元²

(1. 国际竹藤网络中心, 国家林业局竹藤科学与技术重点实验室, 北京 100102; 2. 江西农业大学 园林与艺术学, 江西 南昌 330045)

摘 要:以传统材用竹毛竹为对照, 研究了大型丛生竹种车筒竹、箬竹和越南巨竹竹材的物理性质。结果表明, 3 种丛生竹竹材的基本密度分别为 0.606、0.595 g·cm⁻³ 和 0.741 g·cm⁻³, 其中车筒竹和箬竹比毛竹材的密度(0.765 g·cm⁻³)小, 而越南巨竹与毛竹差异不大; 从竹材干缩性来看, 车筒竹、箬竹和越南巨竹的气干体积干缩率分别为 7.5%、6.9% 和 6.5%, 均比毛竹的相应值要大。3 个竹种竹材的物理性能随竹秆部位不同而有差异, 从秆基部到梢部, 密度呈现逐渐上升的趋势, 而干缩性变化规律不明显。

关键词:车筒竹; 箬竹; 越南巨竹; 竹材物理性质

中图分类号:S781.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2012)03-0205-05

Study on the Main Wood Physical Properties of *Bambusa sinospinosa*, *Bambusa blumeana* and *Dendrocalamus yunnanicus*

SU Wen-hui¹, FAN Shao-hui^{1*}, PENG Ying¹, FENG Huan-ying¹, ZHANG Wen-yuan²

(1. Key Laboratory of Bamboo and Rattan, International Centre for Bamboo and Rattan, Beijing 100102, China;
2. College of Forestry, Jiangxi Agricultural University, Nanchang, Jiangxi 330045, China)

Abstract: Compared with *Phyllostachys edulis*, a traditional bamboo, the wood physical properties of *Bambusa sinospinosa*, *B. blumeana* and *Dendrocalamus yunnanicus* were studied. The results showed that their basic densities were 0.606 g·cm⁻³, 0.595 g·cm⁻³ and 0.741 g·cm⁻³ respectively. Among the densities, *D. yunnanicus* was parallel to that of *P. edulis* (0.765 g·cm⁻³), while *B. sinospinosa* and *B. blumeana* were slightly smaller. The air-dried volume shrinkage ratio of the three sympodial bamboos were 7.5%, 6.9% and 6.5% respectively, which were all higher than that of *P. edulis*. The physical properties of the three sympodial bamboos had difference in different positions of bamboo culm. From the base to the top, the wood density showed an increasing trend, but the dry shrinkage had no significant variation.

Key words: *Bambusa sinospinosa*; *B. blumeana*; *Dendrocalamus yunnanicus*; wood physical property

我国是世界上最重要的产竹国, 竹子种类、面积和蓄积量均居世界首位。近年来, 随着市场需求量的增大和竹资源培育及加工利用技术的提高, 竹产业发展迅速, 然而从当前竹资源的需求和利用状况看, 竹种开发仍较单一, 尤其是竹板材加工几乎完全依赖毛竹(*Phyllostachys edulis*), 竹原料供需矛盾突出^[1], 已成为制约竹产业的发展瓶颈问题之一。与散生竹相比, 丛生竹资源在我国分布面积大、成熟年限短、产量

高^[2], 开发潜力广阔。然而, 近几十年我国竹林培育和开发的实践表明, 大多数丛生竹由于受自身壁薄、径小等特点的限制, 目前除少数种用来造纸外, 作为板材原料加工的比例很小, 多样化利用未引起足够的重视, 相关研究也较少^[3-9], 在此背景下, 选择径级大、竹壁厚、秆形好、材性优良的丛生竹种进行研究与开发, 对改变竹材单一化利用模式、缓解竹材加工业原料成本过高的状况都具有重要意义。

收稿日期: 2011-06-11 修回日期: 2012-02-09
基金项目: 林业公益性行业专项(200904047); 校基本科研业务专项(1632010011)。
作者简介: 苏文会, 女, 助研, 主要从事竹林培育与生态学研究。E-mail: suwenhui1976@126.com
* 通讯作者: 范少辉, 男, 研究员, 博士生导师, 从事竹类植物研究。E-mail: fansh@icbr.ac.cn

车筒竹(*Bambusa sinospinosa*)、簕竹(*Bambusa blumeana*)和越南巨竹(*Dendrocalamus yunnanicus*)是主分布于云南、广西和广东等省区的大型丛生竹种,据文献记载^[10-13]和实地调查,发现该3种丛生竹秆形高大、节间较长,其中车筒竹秆高可达25 m以上,胸径达10~15 cm,节间长20~35 cm;簕竹秆高达20 m,胸径8~15 cm,节间长20~35 cm;越南巨竹秆高达24 m,胸径10~18 cm,节间长40~50 cm,均具有作为材用原料竹的开发潜力。关于车筒竹、簕竹和越南巨竹的研究,从文献资料看,主要集中在生物学特性、育苗、生理、微观形态和加工利用等方面^[11-19]。而有关材性尤其是物理性能方面的研究还鲜有报道。密度和干缩性是重要的材性指标,对竹材的加工利用有重要影响,据此,本研究对3种大径级丛生竹的竹材密度等物理性质进行了测定和分析,旨在为其作为板材用原料的适宜性和多样化利用途径提供理论依据,亦为竹林基地和加工企业优良新竹种的选择提供数据支持。

1 材料与方法

1.1 试件采集和加工

采样点设在广西省南宁市近郊竹林,根据丛生竹发育规律,3 a可基本成熟、材质较好,通常予以采伐利用,因此本研究样竹均选择3年生竹。分散选取生长良好、无病虫害的车筒竹、簕竹和越南巨竹各5株,齐地砍倒,去梢头,然后将竹秆五等分,自基部至梢部分别标记为1、2、3、4、5。取其中的1、3、5段,从靠近基部的一端向上截取约1.5 m长的竹段,分别代表各竹种的基、中和梢部,带回实验室进行测试。为更明确的反映目标竹种秆材物理性质的优劣,以相关研究最为深入的传统材用竹种毛竹为参比进行比较研究,因毛竹属于典型散生竹种,成熟采伐年龄为Ⅲ度(5~6年生),所以本研究选择6年生毛竹竹株作为样竹。各标准竹情况见表1。

表1 3种丛生竹和毛竹秆材物理性质测试的标准竹状况
Table 1 Selected samples in testing wood physical properties of three sympodial bamboos and *P. edulis*

竹种	年龄/a	株数/株	平均秆高/m	平均胸径/cm
车筒竹	3	5	15.48	14.20
簕竹	3	5	17.36	9.60
越南巨竹	3	5	12.18	11.80
毛竹	6	5	16.35	10.57

1.2 试件的制作与含水率的调整

将3个竹种的各段竹筒剖开,对称取样,自下而上分别依次截取密度、干缩性试件,保证各试件取自竹秆上相对一致的位置。取样时,试件相对的2个

径面平整并相互平行,2个弦面保留竹青与竹黄的原状。按照国家标准竹材物理力学性质试验方法的要求^[20],试件长度误差小于±1.0 mm,宽度误差小于±0.5 mm,在试件全长上宽度的相对偏差不大于0.2 mm。各试件规格为10 mm(纵向尺寸)×10 mm(弦向尺寸)×*t* mm(竹壁厚,依国标*t*为试材实际壁厚)。其中,基本密度和干缩性的试件用饱和和水分

的试条制作,其他试件用气干试条制作。
因为含水率对竹材的诸多性质有较大的影响,因此用气干试条制作的试件,在测试前调整其含水率为9%~15%的平衡状态。具体的方法为,将做好的试件置于(20±2)℃,相对湿度(65±5)%的恒温恒湿箱中,调试至平衡状态。各指标测定方法参照竹材物理力学性质试验方法^[20]。

2 结果与分析

2.1 竹材密度及其变异规律研究

2.1.1 3种丛生竹的竹材密度 密度是竹材重要的物理性质,与竹材其他物理性状和力学强度密切相关^[21-22],并对最终加工产品有较大影响。根据竹材含水率的大小,分为气干、全干密度和基本密度,为了便于竹种间或部位间密度值的比较,通常使用基本密度。由3种丛生竹与参比竹种毛竹各密度值(表2)可知,车筒竹、簕竹和越南巨竹的基本密度分别为0.606、0.595 g·cm⁻³和0.741 g·cm⁻³,均比参比竹种毛竹的相应值要小;3个丛生竹种间,以越南巨竹密度值最大,车筒竹次之,簕竹最小,这可能跟竹种所在属有关系。从气干和全干密度看,也表现出相同的差异趋势。一般说来,植物材料密度越大,其硬度、抗磨性和力学强度亦相应增大^[15]。作为材用竹,较大的强度是有利的,但密度大也会使产品降低轻便的优势。

2.1.2 3种丛生竹竹材密度在竹秆纵向部位的变异 随竹秆纵向高度的增加,各密度呈现出一定的变化规律。车筒竹、簕竹和越南巨竹的竹材密度在纵向部位的变异(图1~图3)。可以直观看出,3种丛生竹的各个密度值均随竹秆纵向高度的增加而呈现逐渐增大的趋势,这可能与竹秆从基部至梢部的纤维束变化有关。竹类植物从基部起,随秆高的增加,秆径逐渐缩小,维管束密度逐渐增大,而维管束中输导组织尤其是导管的孔径逐渐变细,导致了竹材的密度的纵向异质性。有研究认为,纤维组织比量与竹材密度的关系尤为密切^[5],据此,笔者同时对车筒竹、簕竹和越南巨竹竹材的纤维组织比量进行了研究发现,在竹秆的纵向部位,纤维组织比量梢部最大,中部次之,基部最小,这与密度的纵向变化一致。

表 2 3 种丛生竹和毛竹的竹材密度
Table 2 Wood density of the three sympodial bamboos and *P. edulis*

竹种	年龄 /a	部位	气干 含水率/%	基本密度 /(g·cm ⁻³)	气干密度/(g·cm ⁻³)		全干密度 /(g·cm ⁻³)
					w%	12%	
车筒竹	3	基	12.3	0.575	0.674	0.685	0.636
		中	13.2	0.608	0.701	0.725	0.673
		梢	14.0	0.634	0.738	0.759	0.724
		平均	13.2	0.606	0.704	0.723	0.678
簕竹	3	基	11.7	0.541	0.633	0.691	0.618
		中	12.3	0.570	0.672	0.774	0.674
		梢	13.0	0.676	0.779	0.797	0.783
		平均	12.3	0.595	0.695	0.754	0.692
越南巨竹	3	基	12.3	0.656	0.796	0.778	0.732
		中	13.3	0.763	0.892	0.885	0.838
		梢	14.2	0.803	0.927	0.916	0.888
		平均	13.3	0.741	0.872	0.860	0.819
毛竹	6	基	9.1	0.766	0.865	0.881	0.818
		中	9.7	0.758	0.835	0.840	0.814
		梢	10.0	0.789	0.933	0.940	0.894
		平均	9.6	0.765	0.878	0.887	0.842

注：“w%”和“12%” 分别表示试件测试时实际含水率(9%~15%)和 12%含水率时的气干密度。

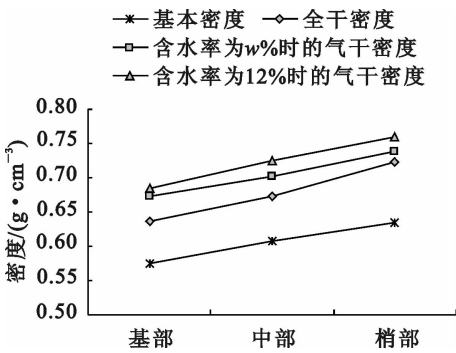


图 1 车筒竹的各密度值随竹秆部位的变化
Fig. 1 The change of density to vertical part of *B. sinospinosa* culm

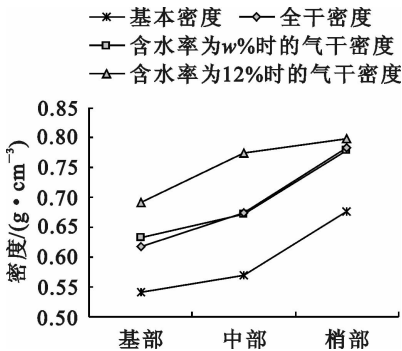


图 2 簕竹的各密度值随竹秆部位的变化
Fig. 2 The change of density to vertical part of *B. blumeana* culm

2.2 竹材的干缩性研究

2.2.1 3 种丛生竹的竹材干缩率 干缩性是竹、木材在干燥过程中因失水而引起线向和体积的收缩，是由于结构因子和化学成分造成的固有特性之一。植物材料干燥时，水分向外蒸发，细胞壁上纤丝之间、微纤丝之间和微晶之间的吸着水量减少，其间的

水层减薄，纤丝、微纤丝和微晶彼此靠拢，以致细胞壁，乃至整个木材的尺寸随之缩小^[22]。

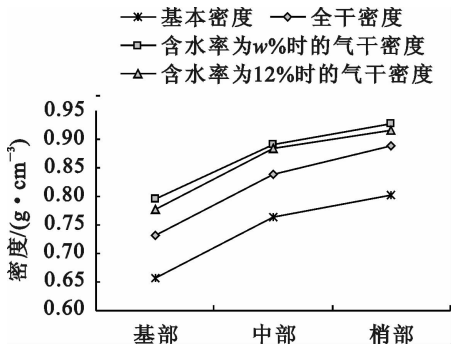


图 3 越南巨竹的各密度值随竹秆部位的变化
Fig. 3 Change of density along the vertical part of *D. yunnanicus* culm

由表 3 中数据可看出，车筒竹的气干和全干体积干缩率分别为 7.5%、12.8%，簕竹为 6.9%、11.9%，越南巨竹为 6.5%、11.0%，其中越南巨竹最小，簕竹次之，车筒竹最大，并均大于毛竹的相应值 4.6%和 9.7%。

从弦向、径向和纵向 3 个方向上的干缩性来看，3 竹种均表现为弦向干缩率最大，径向次之，纵向较小，对大型丛生竹种大木竹(*Bambusa wenchouensis*)竹材 3 个方向的干缩性进行研究，也表现出相同的变化规律^[7]，这一变化应该与竹材纤维束结构有关系。

2.2.2 3 种丛生竹干缩性在竹秆纵向部位的变异

车筒竹、簕竹和越南巨竹 3 个丛生竹及参比竹种毛竹在弦向、径向和纵向 3 个方向上的干缩率以及体积干缩率从竹秆基部到梢部有一定变化(表 3)，

但均未表现出明显的规律性,此前对大木竹的相关方面的研究,规律亦不明显^[7]。

2.2.3 3 种丛生竹的差异干缩 差异干缩是竹、木材弦向干缩率与径向干缩率的比值,是判断竹、木材在干燥时变形难易程度的一项重要指标,比值愈接近 1,表明各个方向的干缩较均匀,稳定性较好,反之,易发生翘曲与开裂。

表 3 3 种丛生竹和毛竹竹材的干缩性

Table 3 Dry shrinkages of the three sympodial bamboos and *P. edulis* wood

干缩性		车筒竹		簕竹		越南巨竹		毛竹	
		气干	全干	气干	全干	气干	全干	气干	全干
弦向干缩率/%	基	6.9	7.0	5.9	7.3	4.5	6.8	3.1	6.0
	中	6.5	7.5	5.1	6.9	3.9	5.9	2.8	5.4
	梢	7.1	9.3	6.1	8.4	4.2	6.5	2.1	5.0
	平均	6.8	7.9	5.7	7.5	4.2	6.4	2.7	5.5
径向干缩率/%	基	5.5	7.3	4.7	6.7	2.8	5.8	2.1	4.5
	中	5.9	7.1	4.2	6.9	2.9	6.4	2.3	4.4
	梢	6.2	7.9	5.1	7.1	2.5	5.4	2.1	4.9
	平均	5.9	7.4	4.7	6.9	2.7	5.9	2.2	4.6
纵向干缩率/%	基	0.8	1.9	0.6	2.6	0.5	1.3	0.5	0.6
	中	1.3	3.6	1.1	3.1	0.9	0.8	0.6	0.9
	梢	1.1	2.9	1.0	3.2	0.9	0.9	0.5	0.8
	平均	1.1	2.8	0.9	3.0	0.8	1.0	0.5	0.8
体积干缩率/%	基	6.9	12.2	6.2	11.7	6.8	10.4	4.0	9.7
	中	7.4	12.9	6.9	12.2	5.6	9.7	3.4	8.2
	梢	8.2	13.3	7.5	11.9	7.1	12.9	6.5	11.1
	平均	7.5	12.8	6.9	11.9	6.5	11.0	4.6	9.7
差异干缩	基	1.25	1.04	1.26	1.09	1.25	1.17	1.38	1.33
	中	1.10	1.06	1.21	1.03	1.34	1.03	1.22	1.23
	梢	1.15	1.18	1.20	1.18	1.38	1.20	1.03	1.03
	平均	1.17	1.09	1.22	1.10	1.32	1.13	1.21	1.20
体积干缩系数/%	基	0.596	0.695	0.509	0.624				
	中	0.796	0.802	0.573	0.715				
	梢	0.816	0.887	0.613	0.555				
	平均	0.736	0.795	0.565	0.631				

2.2.4 3 种丛生竹的体积干缩系数 体积干缩系数是竹材从气干到全干的变化过程中,含水率下降 1%时,体积的收缩量占全干体积的百分比,系数越大,说明竹材受湿度的影响越大。从表 3 中数据可看出,车筒竹、簕竹和越南巨竹 3 种丛生竹的体积干缩系数分别为 0.736%、0.795%、0.565%,同参比竹种毛竹(0.651%)相比,车筒竹和簕竹的体积干缩系数略大,而越南巨竹比毛竹的相应值小。

3 结论与讨论

3.1 竹材密度

车筒竹、簕竹和越南巨竹竹材的基本密度分别为 0.606、0.595、0.741 g·cm⁻³,略小于传统板材竹种毛竹的相应值。同其他丛生竹种相比,3 个丛生竹种竹材密度比南方笋材两用竹麻竹^[3](*Dendrocalamus latiflorus*)0.446~0.481 g·cm⁻³和云南等地重要丛

测试结果表明,3 种丛生竹的差异干缩介于 1.03~1.38 之间,车筒竹、簕竹和越南巨竹竹材全干差异干缩值分别为 1.09、1.10 和 1.13,均比对照竹种毛竹的相应值接近 1;各竹种气干差异干缩比全干值要大。从竹秆纵向部位来看,3 个丛生竹种的差异干缩均未表现出明显的规律性。

生竹龙竹(*Dendrocalamus giganteus*)0.517 g·cm⁻³、甜龙竹(*Dendrocalamus brandisi*)0.593 g·cm⁻³和油勒竹(*Bambusa lapidea*)0.586 g·cm⁻³等^[5]竹材的密度值均大;与木本植物相比,3 种丛生竹的基本密度均大于福建含笑(*Michelia fujianensis*)^[23] 0.414 g·cm⁻³、火力楠(*Michelia macclurel*)0.531 g·cm⁻³^[23]、鹅掌楸(*Liriodendron chinese*) 0.453 g·cm⁻³^[23]、黄山松(*Pinus taiwanensis*) 0.42 g·cm⁻³^[24]和杉木(*Cunninghamia lanceolata*)0.29~0.42 g·cm⁻³^[25]等木材的基本密度,因此可认为,车筒竹、簕竹和越南巨竹 3 个竹种的密度在一般竹材和木材当中均处于中上等水平。

3.2 竹材干缩性

车筒竹、簕竹和越南巨竹竹材的气干体积干缩率分别为 7.5%、6.9%和 6.5%,而全干体积干缩系数分别为 12.8%、11.9%和 11.0%,均大于毛竹的

相应值,与其他竹种相比,3 个丛生竹种的干缩性亦略大于龙竹、甜龙竹与黄竹(*Dendrocalamus membranaceus*)^[4],而比大木竹^[7]、红壳竹(*Phyllostachys iridescens*)^[26]和油勒竹^[4]的相应值要小。3 种丛生竹的体积干缩系数分别为 0.736%、0.795%、0.565%。其中车筒竹和簕竹的体积干缩系数大于参比竹种毛竹的相应值 0.651%,而越南巨竹比毛竹要小。

综上所述,车筒竹、簕竹和越南巨竹 3 个丛生竹种尽管比毛竹的密度稍小,但同其他丛生竹种及大多数木材相比,该 3 个竹种仍属于的密度较大的植物材用原料;从竹材干缩性来看,各方向干缩率和体积干缩率亦比毛竹的相应值大。作为板材用原料,从物理性能综合来看,3 种丛生竹均不如毛竹,但同其他丛生竹种及大多数木材比较,车筒竹、簕竹和越南巨竹的材质密实,干缩性良好。为深入评价 3 个竹种作为板材原料的适宜性,对车筒竹、簕竹和越南巨竹竹材的生物量结构、秆形和力学性能的研究发现车筒竹、簕竹和越南巨竹均较适宜作为板材用原料^[13];同时,考虑其生物量大的优势,建议对该 3 种丛生竹大力推广种植及作为竹板材原料予以加工利用。

致谢:本研究中试样的采集和测试得到广西省林科院张大勇老师和浙江林学院俞友明老师的帮助,特此致谢!

参考文献:

[1] 丁雨龙. 竹类植物资源利用与定向选育[J]. 林业科技开发, 2002,16(1):6-9.

[2] 金川,王月英. 我国丛生竹资源价值评估及其生产力拓展[J]. 江西林业科技,1995(2):29-33.

[3] 林金国,何水东,林顺德,等. 麻竹材基本密度与力学性质变异规律的研究[J]. 竹子研究汇刊,1999,18(1):58-62.

LIN J G, HE S D, LIN S D, *et al.* Study on the variation pattern of basic density and mechanic properties of *Dendrocalamus latiflorus* timber [J]. Journal of bamboo research, 1999, 18(1):58-62. (in Chinese)

[4] 张宏健,杜凡,张福兴. 云南 4 种材用丛生竹的主要物理力学性质[J]. 西南林学院学报,1998,18(3):189-193.

ZHANG H J, DU F, ZHANG F X. Main physical and mechanical properties of four typical thick-growing woody bamboos in Yunnan [J]. Journal of Southwest Forestry College, 1998,18(3):189-193. (in Chinese)

[5] 张宏健,杜凡,张福兴. 云南 4 种典型材用丛生竹宏观解剖结构与主要物理力学性质的关系[J]. 林业科学,1999,35(4):66-70.

ZHANG H J, DU F, ZHANG F X. Relationship between the textures and man physical and mechanical properties of four typical thick-growing structural bamboos in Yunnan [J]. Scientia Silvae Sinicae, 1999, 35(4):66-70. (in Chinese)

[6] 马灵飞,项利清,汪贤洪. 浙江省 6 种丛生竹材物理力学性质的研究[J]. 竹类研究,1989(4):25-32.

[7] 苏文会,顾小平,朱如云,等. 大木竹竹材物理性质的研究[J]. 南京林业大学学报,2007,31(2):42-46.

SU W H, GU X P, ZHU R Y, *et al.* Study on physical properties of *Bambusa wenchouensis* wood [J]. Journal of Nanjing Forestry University,2007, 31(2):42-46. (in Chinese)

[8] 苏文会,顾小平,马灵飞,等. 大木竹竹材力学性质的研究[J]. 林业科学研究,2006,19(5):621-624 .

SU W H, GU X P, MA L F, *et al.* Study on wood mechanical properties of *Bambusa wenchouensis* [J]. Forest Research, 2006,19(5):621-624. (in Chinese)

[9] 苏文会,顾小平,岳晋军,等. 大木竹秆形结构的研究[J]. 林业科学研究,2006,19(1):98-101.

SU W H, GU X P, YUE J J, *et al.* Study on the structure of clum form of *Bambusa wenchouensis* [J]. Forest Research, 2006, 19(1):98-101. (in Chinese)

[10] 朱石麟,马乃训,傅懋毅. 中国竹类植物图志[M]. 北京:中国林业出版社,1994:36,26,77.

[11] 杨宇明,辉朝茂. 簕竹生物学特性的研究[J]. 林业科学研究, 1998,11(3):265-270.

YANG Y M, HUI C M. Study on the biological characteristics of *Bambusa blumeana* [J]. Forest Research, 1998, 11(3):265-270. (in Chinese)

[12] 蒋和体,屠大伟. 越南巨竹竹叶黄酮类物质提取及组分研究[J]. 西南农业大学学报:自然科学版,2006,28(5):809-812.

JIANG H T, TU D W. A preliminary study on biochemical appraisal and extracting process of flavonoids from *Dendrocalamus yunnanicus* leaves [J]. Journal of Southwest Agricultural University:Nat. Sci., 2006, 28(5):809-812. (in Chinese)

[13] 彭颖,苏文会,范少辉,等. 车筒竹·簕竹和越南巨竹的力学性质研究[J]. 安徽农业科学,2010,38(10):5086-5088,5148.

PENG Y, SU W H, FAN S H, *et al.* Study on wood mechanical properties of *Bambusa sinospinosa*, *Bambusa blumeana* and *Dendrocalamus yunnanicus* [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences,2010,38(10):5086-5088,5148. (in Chinese)

[14] 谭宏超. 云南龙竹,大叶慈竹育苗技术研究[J]. 云南师范大学学报,1996,10(5):69-75.

TAN H C. Study on seedling technique of *Dendrocalamus yunanicus* and *D. farinosus* [J]. Journal of Yunnan Normal University, 1996, 10(5):69-75. (in Chinese)

[15] 侯伟,彭桂香,许志钧,等. 广东簕竹内生固氮菌生理特性及促生效果研究[J]. 林业科学研究,2008,21(1):101-105.

HOU W, PENG G X, XU Z J, *et al.* Growth-promoting effects and physiological property of endophytic diazotrophs isolated from Guangdong bamboo (*Bambusa blumeana*) [J]. Forest Research, 2008, 21(1):101-105. (in Chinese)

[16] 侯伟,彭桂香,许志钧,等. 广东省刺竹内生固氮菌多样性[J]. 农业生物技术学报,2007,15(2):290-294.

HOU W, PENG G X, XU Z J, *et al.* Diversity of endophytic diazotrophs isolated from *Bambusa blumeana* in Guangdong Province[J]. Journal of Agricultural Biotechnology, 2007, 15(2):290-294. (in Chinese)