

3 种国外竹制竹帘层积材防霉处理技术

安 鑫, 覃道春, 靳肖贝, 李瑜瑶

(国际竹藤中心 竹藤科学与技术重点实验室, 北京 100102)

摘要: 以尼泊尔虎克龙竹 *Dendrocalamus hookeri*, 尼泊尔马甲竹 *Bambusa teres* 和埃塞俄比亚高地竹 *Yushania alpina* 竹材制成的竹帘层积材为研究对象, 选用不同质量分数的有机碘化物、商用防霉剂、桐油和硝化纤维清漆处理板材, 参照国家标准 GB/T 18261-2000《防霉剂防治木材霉菌及蓝变菌的试验方法》进行处理材防霉试验, 分析不同竹种、不同处理方式对竹帘层积材防霉性能的影响。结果表明: 3 种竹帘层积材素材均不能防霉、防蓝变 ($P < 0.05$); 不同竹种对防霉效果影响不明显, 不同处理方式对防蓝变、防霉效率影响极显著 ($P < 0.01$), 尼泊尔马甲竹制成的层积材防蓝变能力优于另外 2 种竹材 ($P < 0.05$); 选用质量分数为 3% 有机碘化物与硝化纤维清漆联合涂刷处理基本达到防治霉菌要求; 选用质量分数为 5% 有机碘化物与硝化纤维清漆联合涂刷处理的霉菌、蓝变防治效力达到 100%。图 2 表 4 参 16

关键词: 木材科学与技术; 虎克龙竹; 马甲竹; 高地竹; 竹帘层积材; 防霉处理

中图分类号: S782.33 **文献标志码:** A **文章编号:** 2095-0756(2015)03-0404-06

Enhancing mold-resistance of laminated bamboo curtain lumber using three non-native bamboo species

AN Xin, QIN Daochun, JIN Xiaobei, LI Yuyao

(Bamboo and Rattan Science & Technology Laboratory, International Centre for Bamboo and Rattan, Beijing 100102, China)

Abstract: Laminated bamboo curtain lumber (LBCL) was manufactured from *Dendrocalamus hookeri*, *Bambusa teres*, and *Yushania alpina* all from Nepal or Ethiopia, and was coated with commercial mold inhibitors, 3-iodo-2-propynyl butyl carbamate (IPBC), Tung oil, or nitro-cellulose lacquer to improve anti-mildew capabilities. In the laboratory, resistance of both coated and uncoated LBCL to blue-stain and mold fungi was evaluated using China National Standard GB/T 18261-2000. Results showed that the uncoated LBCL had no anti-mildew capabilities according to areas of mold infection. Bamboo species had little influence on mold resistance with LBCL ($P < 0.05$); whereas, treatment methods had a strong effect on the mold resistance ($P < 0.01$). LBCL made of *B. teres* had slightly better resistance to *Botryodiplodia theobromae* than the other two bamboo species ($P < 0.05$), but LBCL coated with 3% IPBC and lacquer was basically resistant to *B. theobromae* and *Trichoderma lignorum*. The most effective treatment method that was an LBCL with 5% IPBC and lacquer coating provided 100% resistance to *B. theobromae* and *T. lignorum* was the most effective. [Ch, 2 fig. 4 tab. 16 ref.]

Key words: wood science and technology; *Dendrocalamus hookeri*; *Bambusa teres*; *Yushania alpina*; laminated bamboo curtain lumber; anti-mildew treatment

中国是世界上竹类资源最为丰富的国家, 也是竹产业最发达的地区, 几乎涵盖了所有竹产业的相关

收稿日期: 2014-08-27; 修回日期: 2014-10-10

基金项目: 国家林业局林业公益性行业科研专项(201304503)

作者简介: 安鑫, 博士研究生, 从事竹材细胞壁研究。E-mail: anxin@icbr.ac.cn。通信作者: 覃道春, 研究员, 博士, 从事竹木材防护研究。E-mail: qinde@icbr.ac.cn

生产和研究^[1]。中国作为国际竹藤组织东道国,一贯大力支持世界竹产业的健康发展。东南亚和非洲地区的竹子资源相对集中,但利用水平较低,国内外学者对上述地区的竹类研究主要针对竹子资源培育等方面,对其竹资源的利用和产业研究较少^[2]。帮助这些地区开发利用当地的竹资源作竹质工程材料,制造建筑结构中的檩条、梁、柱等承重结构部件^[3],促进全球竹资源的高附加值利用。竹帘层积材(laminated bamboo curtain lumber, LBCL)是以竹帘顺纹层积组坯、胶合热压而成的板方材,产品用途广泛,可用于建筑、家具、车厢板和集装箱板等承重结构材。但是,竹材本身含有大量的真菌赖以生存的营养物质,所制的竹质复合材料在潮湿的环境下,易遭受变色菌、霉菌等真菌侵害^[4],这不仅对板材外观质量造成影响,而且对人类健康造成危害,严重制约着竹材的发展和利用。竹帘层积材在使用过程中同样易生霉斑,对其防霉、防变色技术的研究少见报道^[5]。竹质人造板的防护处理工艺按处理工艺顺序分为前处理、中间处理和后处理^[6]。前处理是对人造板的组成单元进行处理,中间处理是在板材制造过程中将药剂在板坯成型和热压之前施加到材料单元,防腐后处理是在板材制作完成以后,再对产品进行防护处理。前处理和中间处理往往对材料的胶合性能产生劣化影响,降低结构材的承载能力,因此,对于结构用竹帘层积材涂刷后处理是一种适宜的处理工艺。随着人们环保意识的不断增强,环保型药剂处理竹材越来越受到人们的重视^[7]。有机碘化物(3-碘-2-丙炔基甲氨酸丁酯, IPBC)是一种良好的防霉菌化合物,对人类和环境的低毒性已经得到广泛证实,可以添加在化妆品、涂料、皮革或者其他纤维类的工业品中以延长存放时间,也可用于处理木/竹材霉菌防治^[8-9]。桐油是一种优良的带干性植物油,具有干燥快、耐热、耐酸、耐碱的优点,能渗入木质,可用于木/竹防水、防腐,是一种历史悠久的木材防护剂^[10]。硝化纤维清漆是一种比较常见的木器及装修用涂料,具有干燥快、装饰性好、具有较好的户外耐候性等特点,广泛用于木/竹制品的装饰和防护^[11]。因此,本研究以尼泊尔和埃塞俄比亚储量丰富的 3 个竹种制作的竹帘层积材为研究对象,选择不同的药剂和涂料,同时挑选一种市场销售的防霉剂作为对照。重点研究竹帘层积材后处理防霉、防蓝变技术,为推动世界范围的竹材资源高效利用提供支撑。

1 材料与方 法

1.1 试验试材

1.1.1 试材 尼泊尔和埃塞俄比亚储量丰富的 3 个竹种的竹材:尼泊尔虎克龙竹 *Dendrocalamus hookeri*, 基本密度为 $0.790 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$; 尼泊尔马甲竹 *Bambusa teres*, 基本密度为 $0.638 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$; 埃塞俄比亚高地竹 *Yushania alpina*, 基本密度为 $0.418 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 。由中国林业科学研究院木材工业研究所制作成竹帘层积材。竹帘层积材是竹篾按顺向铺装方式热压制备的板材,采用“热进—热出”的加工工艺,热压参数:热压温度 $140\sim 150 \text{ }^\circ\text{C}$,热压时间 $1.5\sim 2.0 \text{ min}\cdot\text{mm}^{-1}$,热压压力 $5.0\sim 8.0 \text{ MPa}$ 。

1.1.2 试验药剂 ①有机碘化物(IPBC):市购,其有效成分质量分数 $\geq 35.0\%$,外观为无色或黄色透明溶液,水性体系中的推荐 pH 值为 pH 4.0~10.0,可用温性硬水稀释。②商用防霉剂:市购,浅红色浓缩液体, pH 6.5~7.5,有效活性物质量分数为 80%。产品标注为“高效环保型预防木材蓝变的有效药剂”,说明书推荐质量分数范围 1%~10%。③桐油:市购,浅棕色,折光指数为 1.500 0~1.516 0,水分杂质及挥发物小于 1%,无机械杂质、无软脚和絮状物,酸价小于 $6 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ (氢氧化钾)。④硝化纤维清漆及稀释剂:市购,淡黄色透明液体,混合比例为 2:1,在温度为 $25 \text{ }^\circ\text{C}$,相对湿度 70%条件下的干结时间是 10 min。

1.1.3 试菌 蓝变菌:可可球二孢 *Botryodiplodia theobroamea*,简称 Bt。霉菌:绿色木霉 *Trichoderma lignorum*,简称 Tr。

1.2 防霉处理方法

将商用防霉剂和 IPBC 配置成 3 个质量分数梯度,别为 1%, 3%和 5%,然后涂刷试样表面,各种药剂的涂刷量均为 $0.1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ 。桐油处理的试材采用 3 次涂刷,各次涂刷量均为 $0.1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$,涂刷第 1 次晾干后用砂纸打磨光滑后再涂刷 1 遍(晾干→打磨→涂刷),打磨之后再涂刷 1 遍,最后余留在表面桐油可用于布擦去。以上各处理后分出一半试样在表面涂刷硝化纤维清漆,清漆涂刷量为 $0.1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ 。

1.3 防霉性能测试方法

参考国家标准 GB/T 18261-2000《防霉剂防治木材霉菌及蓝变菌的试验方法》^[10],竹帘层积材锯解为

50 mm(顺纹方向)×20 mm(横纹方向)×板厚的试样,并随机取样,再用各浓度药剂涂刷试样表面。各种处理方式(包括空白对照)各6块重复试样,依据上述标准试样的霉变程度以被害值表示,共分5级(表1),其平均被害值越低,试材防霉、防蓝变性能越好。

1.4 统计分析方法

本研究采用DPS统计软件进行方差分析、多重比较及聚类分析,通过数据方差分析、多重比较得出竹种和处理方式对最终防治效果的显著影响因素,以及各因素内的两两显著性比较^[13]。使用聚类分析对16种处理方式得出具有相似特征的分组,可以更好地分析出各组防治效果的优劣,衡量不同处理方式间的相似性^[14]。

2 结果与分析

试样经蓝变菌和霉菌4周侵染后,3种竹材的层积材经16种处理的被害值统计结果见表2。

表2 不同处理的竹帘层积材的被害值

Table 2 Mould growth rating of the LBCL coated with different agents

处理	试剂	药剂质量分数/%	蓝变菌被害值			均值	霉菌被害值			均值
			虎克龙竹	马甲竹	高地竹		虎克龙竹	马甲竹	高地竹	
1	空白组	0	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
2	硝化纤维清漆		4.00	3.90	4.00	3.70	2.58	1.08	2.67	2.11
3	有机碘化物	1	3.40	1.30	3.30	2.63	0.00	0.00	0.00	0.00
4	有机碘化物	3	2.20	1.30	3.50	2.91	0.00	0.00	0.00	0.00
5	有机碘化物	5	2.00	1.50	2.40	2.46	0.00	0.00	0.00	0.00
6	有机碘化物+硝化纤维清漆	1	3.60	2.20	3.20	3.26	0.00	0.00	0.00	0.00
7	有机碘化物+硝化纤维清漆	3	1.00	1.10	1.40	0.92	0.00	0.00	0.00	0.00
8	有机碘化物+硝化纤维清漆	5	0.90	0.60	0.90	0.65	0.00	0.00	0.00	0.00
9	商用防霉剂	1	4.00	3.33	4.00	3.78	3.67	2.67	4.00	3.44
10	商用防霉剂	3	4.00	3.33	4.00	3.78	3.17	0.17	3.58	2.31
11	商用防霉剂	5	2.58	3.83	3.92	3.44	1.08	1.08	1.42	1.19
12	商用防霉剂+硝化纤维清漆	1	3.42	3.83	2.92	3.39	2.00	3.72	2.83	2.85
13	商用防霉剂+硝化纤维清漆	3	3.83	3.97	4.00	3.93	1.92	3.08	2.83	2.61
14	商用防霉剂+硝化纤维清漆	5	2.50	2.63	4.00	3.04	0.85	2.50	1.42	1.59
15	桐油		4.00	4.00	4.00	4.00	2.08	2.33	3.92	2.78
16	桐油+硝化纤维清漆		4.00	3.50	3.83	3.78	1.50	0.33	2.58	1.47
	各竹种制板材被害均值		3.09	2.77	3.34		1.43	1.31	1.83	
	各竹种间多重比较结果		A	B	A		-	-	-	

说明:字母标记A和B表示多重比较结果,“-”表示竹种对防霉效果影响不显著($P<0.05$)。

2.1 防蓝变菌效率

表3是3竹种竹帘层积材的蓝变被害值的方差分析结果。由表3可知:竹种对防治结果影响显著($P<0.05$),处理方式对防治结果影响极显著($P<0.01$)。首先对竹材种类的蓝变菌侵染被害值做Duncan's新复极差测验的多重比较分析,结果见表2。可见马甲竹与虎克龙竹、高地竹差异显著($P<0.05$),高地竹与虎克龙竹差异不显著($P<0.05$)。由竹种被害值均值可以判断,相同处理条件下,马甲竹制作的竹帘层积材防治效果最好,马甲竹的天然防变色性优于虎克龙竹和高地竹,与两者的天然防霉防变色性能测试结果一致^[15],所以马甲竹制的竹帘层积材处理后对防蓝变效果有积极的影响。

使用DPS统计软件对16种不同处理方式的试材蓝变菌被害值系统聚类分析结果见图1。经各药剂涂刷处理后,有的处理可以完全防治蓝变菌,有的毫无防治效果,有的有一定的防治效果。因此,可将

表1 试样霉变程度分级^[12]

Table 1 Extent and intensity scale of mould growth on samples

被害值	程度	试菌侵染面积及蓝变程度
0	无霉变	试样表面无菌丝,内部及外部颜色均正常
1	轻微	试样表面侵染面积 $<1/4$,内部颜色正常
2	中等	试样表面侵染面积 $1/4\sim 1/2$,内部颜色正常
3	较严重	试样表面侵染面积 $1/2\sim 3/4$,或内部蓝变面积 $<1/10$
4	严重	试样表面侵染面积 $>3/4$,或内部蓝变面积 $>1/10$

表 3 3 种国外竹帘层积材蓝变菌 Bt 被害值方差分析

Table 3 Variance analysis for blue stain fungus growth rating of the LBCL from 3 foreign bamboo species

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值
竹材种类	2.524 1	2	1.262 1	4.737 7	0.016 3*
处理方式	47.642 2	15	3.176 1	11.923 0	0.000 1**
误差	7.991 6	30	0.266 4		
总和	58.15 8	47			

说明：* 和 ** 分别表示在 0.05 和 0.01 水平上显著。

聚类分析结果聚为 3 类，可选 1.3 作为聚类分割点，将处理方式分成 3 类：处理方式 7 和处理 8 被聚为一类，处理方式的处理 3，处理 4，处理 5 和处理 6 被聚为一类，其余处理方式聚为一类。结合处理方式均值可知，处理 7 和处理 8 效果最好，即 3% 或 5% 的有机碘化物与清漆联合处理效果最好。魏万姝等^[16]提到金菊婉曾用有机碘化物(IPBC)处理毛竹定向刨花板，结果显示：当有机碘化物的质量分数为 0.5% 时，能杜绝竹材定向刨花板表面发霉和内部蓝变。这与本研究结果不一致。由于引用文献[16]中采用中间处理试样，药剂在板材中分布较为均匀，而本研究采用表面涂刷，药剂难以进入试样内部，蓝变菌可在竹材导管中大量繁殖，能够侵入竹材内部，因而不能彻底杜绝板材受到蓝变菌的侵染。处理 3，处理 4，处理 5 和处理 6 对蓝变菌的防治均有一定效果，其中都含有有机碘化物处理，说明有机碘化物是一种有效的防蓝变药剂。经商用防霉剂处理后的试样与桐油处理、清漆处理、未经处理的素材被聚为一类，说明这些处理对蓝变菌的基本无效。

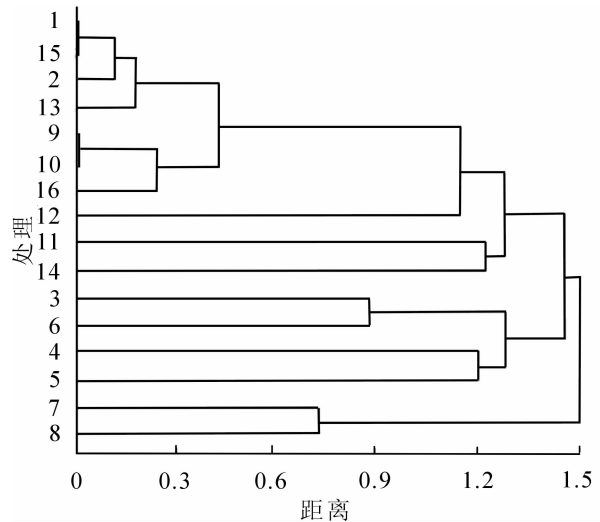


图 1 不同方法处理的竹帘层积材蓝变菌可球二孢被害值聚类分析

Figure 1 Clustering analysis for blue stain fungus growth rating of the LBCL

2.2 防霉菌效率

表 4 是 3 竹种的竹帘层积材霉菌被害值的方差分析结果。由表 4 可知：竹材种类对防治结果影响不显著，处理方式对防治结果影响极显著 ($P < 0.01$)。说明竹材种类对处理材的霉菌防治效果无显著影响 ($P < 0.05$)。

表 4 3 种国外竹帘层积材对霉菌被害值方差分析

Table 4 Variance analysis for mould growth rating of the LBCL from 3 foreign bamboo species

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值
竹材种类	2.356 7	2	1.178 3	2.301 3	0.117 5
处理方式	88.011 5	15	5.867 4	11.459 1	0.000 1**
误差	15.360 9	30	0.512 0		
总和	105.729 1	47			

说明：* 和 ** 分别表示在 0.05 和 0.01 水平上显著。

使用 DPS 统计软件对 16 种不同处理的试材霉菌被害值系统聚类分析结果见图 2，同样可将聚类结果聚为 3 类(选 1.7 作为聚类分割点)：处理 3，处理 4，处理 5，处理 6，处理 7 和处理 8 被聚为一类，处理 2，处理 10，处理 11，处理 14 和处理 16 被聚为一类，其余处理方式聚为一类。结合各处理方式均值可知：处理 3，处理 4，处理 5，处理 6，处理 7 和处理 8 均含有有机碘化物处理，该组试样的被害值均为 0。由此可知，有机碘化物是一种非常好的防霉药剂，且极限质量分数在 1% 以下。魏万姝等^[16]用质量分数分别为 0.35%，0.50%，0.65% 的有机碘化物(IPBC)处理浸胶后的竹丝束，用其制得防霉重组竹，对黑曲霉 *Aspergillus niger* 和橘青霉 *Penicillium citrinum* 有良好的防治作用，平均被害值均小于 1，

但对绿色木霉的防治效果较差。由于魏万姝等^[16]采用中间处理方法,分布在板材表面药剂量相对于涂刷处理较低,而绿色木霉与可可球二孢不同,只会侵染板材表面,所以,表面涂刷有机碘化物处理是一种有效的防霉技术。处理式 2, 处理 10, 处理 11, 处理 14 和处理 16 是高质量分数的商用防霉剂和清漆单独处理、桐油与清漆联合处理聚为一类,该组处理有一定的防霉效果,但不能达到防治要求。结合被害值均值可以看出处理 1, 处理 9, 处理 12, 处理 13 和处理 15 均没有防霉效果,说明桐油单独处理无防霉效果。结合上组聚类结果,可以认定,这种商用防霉剂并无防霉效果。

3 结论

①3种国外竹制成的竹帘层积材其素材均不具有防蓝变、防霉能力。②竹种对竹帘层积材处理材防蓝变效果影响显著($P < 0.05$),尼泊尔马甲竹制成的层积材防蓝变能力略优于另外2种竹材,但竹材种类对于防霉结果无显著影响($P < 0.05$)。③对于处理方式而言,使用有机碘化物单独处理和有机碘化物与硝化纤维清漆联合处理的试样防蓝变、防霉效果较好。选用3%有机碘化物(IPBC)与硝化纤维清漆联合涂刷处理基本可以达到防治可可球二孢和绿色木霉的要求;选用5%有机碘化物(IPBC)与硝化纤维清漆联合涂刷处理可以同时防治可可球二孢和绿色木霉。

4 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: 4.
- [2] 包英爽, 李志勇. 国外竹产业的发展现状及趋势[J]. 世界竹藤通讯, 2005, 3(4): 40 - 42.
BAO Yingshuang, LI Zhiyong. Status and trend of foreign bamboo industry [J]. *World Bamboo Rattan*, 2005, 3(4): 40 - 42.
- [3] 孙正军, 程强, 江泽慧. 竹质工程材料的制造方法与性能[J]. 复合材料学报, 2008, 25(1): 80 - 83.
SUN Zhengjun, CHENG Qiang, JIANG Zehui. Processing and properties of engineering bamboo products [J]. *Acta Mater Compos Sin*, 2008, 25(1): 80 - 83.
- [4] 吴开云, 翁月霞. 竹材霉变生物学的研究 (I) 毛竹材致霉菌与致霉特性[J]. 林业科学研究, 1990, 3(4): 303 - 309.
WU Kaiyun, WENG Yuexia. Study on biology of bamboo timber moulding (I) moulding characteristics and causal fungi of Mao bamboo timber [J]. *For Res*, 1990, 3(4): 303 - 309.
- [5] 傅峰. 竹帘层积材的工艺与性能[J]. 林业科技通讯, 1999(4): 6 - 9.
FU Feng. Processes and properties of laminated bamboo curtain lumber [J]. *For Sci Technol*, 1999(4): 6 - 9.
- [6] 金菊婉, 周定国. 木质复合材料防腐方法综述[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2009, 33(6): 121 - 126.
JIN Juwan, ZHOU Dingguo. A review of preservation methods for wood-based composites [J]. *J Nanjing For Univ Nat Sci Ed*, 2009, 33(6): 121 - 126.
- [7] 陈利芳, 何雪香, 马红霞, 等. 环保型防霉剂处理竹材的防霉效果[J]. 浙江农林大学学报, 2012, 29(1): 78 - 82.
CHEN Lifang, HE Xuexiang, MA Hongxia, et al. Performance of bamboo treated with environmentally sound anti-mould chemicals [J]. *J Zhejiang A & F Univ*, 2012, 29(1): 78 - 82.
- [8] 张明刚, 瞿欣, KAREN K, 等. 一种新型水分散型 IPBC 杀菌剂及其性能[J]. 精细与专用化学品, 2008, 16(9): 15 - 17.
ZHANG Minggang, QU Xin, KAREN K, et al. A new water dispersible biocide IPBC and its properties [J]. *Fine Spec*

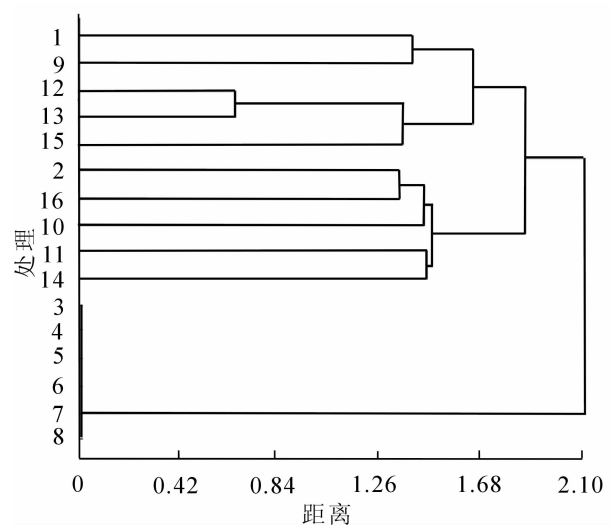


图2 不同方法处理的竹帘层积材对绿色木霉被害值聚类分析图

Figure 2 Clustering analysis for mould growth rating of the LBCL with different treatment

- Chem*, 2008, **16**(9): 15 – 17.
- [9] VOLKMER T, LANDMESSER H, GENOUD A, *et al.* Penetration of 3-iodo-2-propynyl butylcarbamate (IPBC) in coniferous wood pre-treated with *Physisporinus vitreus* [J]. *J Coat Technol Res*, 2010, **7**(6): 721 – 726.
- [10] 刘玄启. 中国桐油史研究[J]. 广西林业, 2007 (1): 37 – 39.
LIU Xuanqi. Chinese tung oil history [J]. *Guangxi For*, 2007(1): 37 – 39.
- [11] 王民信, 胡汉锋. 硝基漆的过去、现在和将来[J]. 中国涂料, 2004(3): 8 – 9.
WANG Minxin, HU Hanfeng. The past, the present and the future of nitro-varnish [J]. *China Paint*, 2004(3): 8 – 9.
- [12] 国家质量技术监督局. GB/T 18261–2000 防霉剂防治木材霉菌及蓝变菌的试验方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2001.
- [13] 袁治平. 多重比较管理研究方法论及其应用[J]. 西安交通大学学报, 1997, **31**(增刊 1): 106 – 111.
YUAN Zhiping. Multiple comparative management methodology and its application [J]. *J Xi'an Jiaotong Univ*, 1997, **31**(supp 1): 106 – 111.
- [14] 刘一星, 董玉库, 严劲松, 等. 木材用途与材性关系的综合分析 (I)模糊聚类分析, χ^2 检验分析[J]. 东北林业大学学报, 1992, **20**(4): 55 – 62.
LIU Yixing, DONG Yuku, YAN Jinsong, *et al.* Synthetical analysis of the relationship between the usages and properties of wood (I) blur cluster analysis and testing of χ^2 [J]. *J Northeast For Univ*, 1992, **20**(4): 55 – 62.
- [15] 安鑫, 覃道春, 余林, 等. 4 种国外竹天然耐久性的综合评价[J]. 竹子研究汇刊, 2012, **31**(3): 44 – 47.
AN Xin, QIN Daochun, YU Lin, *et al.* Comprehensive assessment of natural durability of four foreign bamboo species [J]. *J Bamboo Res*, 2012, **31**(3): 44 – 47.
- [16] 魏万姝, 覃道春. 4 种防霉剂对重组竹性能的影响[J]. 东北林业大学学报, 2011, **39**(4): 93 – 95.
WEI Wanshu, QIN Daochun. Effects of four mold inhibitor on properties of reconsolidated bamboo [J]. *J Northeast For Univ*, 2011, **39**(4): 93 – 95.