

# 染色竹材的耐光性研究及提高耐光性的方法

汶录凤<sup>1</sup>,王玉梅<sup>2</sup>,吴华平<sup>2</sup>,孙芳利<sup>2\*</sup>

(1. 杨凌职业技术学院,陕西 杨陵 712100;2. 浙江农林大学 工程学院,浙江 临安 311300)

**摘 要:**染色材已广泛应用于竹窗帘、竹工艺品、竹地板和竹家具等领域。但是,染色材在应用过程中易受光照影响而褪色和变色,特别是紫外光。以 4 年生新鲜毛竹为试验材料,对常用染料染色材耐光性进行研究,并采用添加紫外线吸收剂、壳聚糖前处理竹材等方式探索提高染色竹材耐光性。结果表明,所选染料中,酸性染料染色材的耐光性最好,大多数染料的染色材在光照下明度变化最小,红绿轴色品指数变化最大;紫外线吸收剂或者壳聚糖前处理均能提高活性染料和酸性染料染色材的耐光性,后者的效果优于前者,对酸性染料,ΔE 降到 5 以下,但 2 种方式对碱性染料和分散染料作用不明显;壳聚糖前处理与紫外线吸收剂相结合对染色材耐光性的作用较 2 种方式单独处理效果差。

**关键词:**竹材;耐光性;紫外线吸收剂;壳聚糖前处理

**中图分类号:**S781.61      **文献标志码:**A      **文章编号:**1001-7461(2016)04-0275-04

## A Study on Light Fastness of Dyed Bamboo Wood and its Improvement

WEN Lu-feng<sup>1</sup>,WANG Yu-mei<sup>2</sup>,WU Hua-ping<sup>2</sup>,SUN Fang-li<sup>2\*</sup>

(1. Yangling Vocational and Technical College, Yangling, Shaanxi 712100, China;  
2. School of Engineering, Zhejiang A&F University, Lin'an, Zhejiang 311300, China)

**Abstract:** Dyed bamboo timber has been widely used as a material for curtains, crafts, floors and furniture. However, it is easy to lose its dyed color under light, especially under ultra-violet light. Taking the timber from 4-year-old fresh bamboo as material, the light fastness of the conventional dyes were examined, the methods of pre-treatment were investigated, such as adding ultra-violet absorbent in the dyes, or treating the timber with chitosan before dying. The results indicated that bamboo timber treated with acidic dyes showed the best light fastness. Among the three color parameters, the brightness of dyed bamboo after light irradiation varied slightly. The red-green axis chromaticity index exhibited the biggest variation. Both ultra-violet absorbent and chitosan pretreatment worked well in improving light fastness of reactive dyed bamboo and acid dyed bamboo. Chitosan showed better effect, and the value of ΔE decreased less than 5 when it was applied in acidic dyes. However, both showed little effect on basic dye and disperse dye. Chitosan pretreatment combined with ultra-violet absorbent is comparatively less effective than adopting only either one of both methods.

**Key words:** bamboo timber; light fastness; ultra-violet absorbent; chitosan pretreatment

竹子是森林资源的重要组成部分。当世界森林面积在逐渐减小时,竹林面积却在以每年 3% 的速度递增<sup>[1]</sup>。因此,竹子被认为是 21 世纪最有希望和潜力的植物<sup>[2]</sup>。随着竹材工业化发展,竹材产品种

类繁多,从传统的竹席、竹窗帘、竹工艺品到竹地板、竹家具,甚至用于电子、信息、交通等高科技领域<sup>[3]</sup>。由于竹材材色单调,为了满足人们对竹材材色多样化需求,可通过漂白、炭化和染色等方式制成本色

收稿日期:2015-09-06    修回日期:2016-03-16

作者简介:汶录凤,女,副教授,研究方向:农林生态。E-mail:lfwen777@126.com

\* 通信作者:孙芳利,女,教授,研究方向:林业生态。E-mail:sun-fangli@163.com

竹、炭化竹和染色竹。改变竹材颜色最主要的方式还是染色,通过染色可以得到更丰富的材色。竹材染色常用染料为酸性染料、碱性染料、活性染料和少量的分散染料。目前,染色材已被广泛应用于竹窗帘、竹工艺品、竹地板和竹家具等领域。但是,染色材在应用过程中受到光照影响发生褪色和变色的问题<sup>[4]</sup>,如竹窗帘、竹地板和其他户外竹制品等。

光照对竹材及染色材颜色影响较大,特别是太阳光中的紫外光<sup>[5]</sup>。为此,本试验对常用染料染色材耐光性进行研究,并采用添加紫外线吸收剂、壳聚糖前处理竹材等方式探索提高染色竹材耐光性,为染色材的广泛应用奠定一定的基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

1.1.1 试材 4 年生新鲜毛竹 (*Phyllostachys edulis*),采自浙江省临安市三口镇(118°51′—119°52′E、29°56′—30°23′N),取基部向上 2~4 m 段,用竹材开片机将原竹加工成 2 cm 长竹条,然后用砂光机去青去黄后加工成 50 mm×20 mm×5 mm(长×宽×厚),竹青砂光约 1 mm 厚,竹黄砂光约 2~3 mm 厚,编号,重复数为 4 块。

1.1.2 试剂 壳聚糖,分子量 20 万,脱乙酰度 85%,购自浙江金壳药业有限公司,配制成质量百分比为 0.5% 的溶液;紫外线吸收剂 1,2,3-苯骈三氮唑,购自江阴金山福达化工有限公司;染料为市售活性红 X-3B (RR)、活性橙 K-G (RO)、酸性红 GR (AR)、酸性橙 II (AO)、碱性品红 (BF)、碱性橙 2 (BO)、分散橙 30 (DO),结构式见图 1。染料质量百分比为 0.8%,紫外线吸收剂质量百分比为 0.2%。

1.1.3 仪器设备 DC-P3 型全自动测色色差计,上海华岩仪器设备有限公司产品;JJ224BC 电子天平,感量为 0.1 mg,昆山托普泰克电子有限公司生产;QUV 紫外老化试验箱(美国 Q-LAB 公司);采用 UVA-340 灯管,提供最佳太阳光模拟光谱,临界短波长范围从 365 nm 到太阳光截止波长 295 nm。

### 1.2 方法

1.2.1 试块的干燥和预处理 试块先在恒温干燥箱中 60℃ 干燥 2 h,80℃ 干燥 2 h,105℃ 再干燥 4 h,干燥好的竹块放在干燥皿。将干燥好的试块分成 2 份,1 份用 0.5% 的壳聚糖溶液预处理 30 min,60℃ 干燥 4 h,备用;另 1 份直接用于染色。

1.2.2 试块的染色 染色工艺如下:待染试件→按照 1.2.1 方式干燥→(0.5% 壳聚糖溶液预处理 30 min)→90℃ 水浴染色 2 h→干燥。

1.2.3 耐光性测试 将染色竹材置于紫外老化试

验箱内,温度(50±2)℃,湿度 80%,灯管轴线与试件表面距离 14 cm,辐射度为 35 W·m<sup>-2</sup>,光照 288 h。染色材在光照下颜色的变化可以采用主观测色并与标准色卡对比,也可以用仪器测试并计算色差。后者评定结果更为客观准确。测色色差计可以测定三刺激值,并通过内部计算得到 CIE1976  $L^*a^*b^*$  色系中的明度( $L$ )、红绿轴色品指数( $a$ )和黄蓝轴色品指数( $b$ ),再根据  $L$ 、 $a$  和  $b$  的变化计算光照前后染色材的色差  $\Delta E$ <sup>[6]</sup>,每块试件选取 5 个观测点(图 1)。

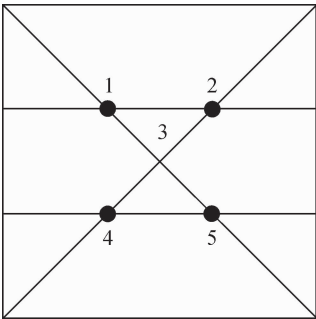


图 1 颜色测试点示意  
Fig. 1 Color test point diagram

## 2 结果与分析

### 2.1 不同染料染色材耐光性研究

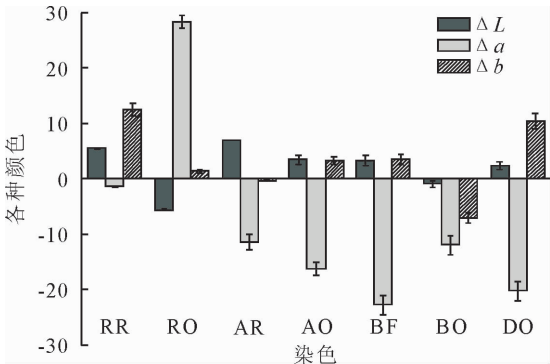
不同染料染色后竹材的  $L$ 、 $a$  和  $b$  的变化(图 2)可以看出,各染色材在紫外光照射下明度变化最小。活性橙染色材明度下降较明显,碱性橙染色材明度几乎不变,其余染色材在紫外光照射下明度略有增加,颜色变浅。在  $L$ 、 $a$  和  $b$  3 指标中,活性染料染色材与其他染料染色材红绿轴色品指数  $\Delta a$  变化不同,活性红染色材光照后  $\Delta a$  几乎不变,而活性橙染色材明显增大,达 28.39,光照后偏红。其他染料染色材在紫外光照射后  $\Delta a$  均明显下降,说明紫外光照后颜色与原来相比偏绿。除碱性橙外,紫外光照后的染色材黄蓝轴色品指数均为正值,说明材色与原来相比偏黄,变化最大的是活性红。

根据明度、红绿轴色品指数和黄蓝轴色品指数计算总色差值(图 3),紫外光照后的染色材色差均 >10,说明紫外光照对染色材颜色变化影响较大。相对于其他染料,酸性染料耐光性较好。耐光性最差的是活性橙,色差达到 29,其次为碱性品红和分散棕染色材。

### 2.2 紫外线吸收剂的加入对染色材耐光性的影响

紫外线吸收剂 1,2,3-苯骈三氮唑的加入对染色竹材耐光性的影响(图 4)可以看出,紫外线吸收剂对不同染料染色材耐光性影响不同,提高了活性

染料和酸性染料的耐光性,特别是活性橙处理的色差由 28.39 减小到 12.1。但紫外线吸收剂对碱性染料和分散染料作用不明显,甚至还降低了染色材的耐光性。



注:RR:活性红;RO:活性橙;AR:酸性红;AO:酸性橙;BF:碱性品红;BO:碱性橙;DO:分散橙。

图 2 不同染色竹材在紫外光照射后的  $L$ 、 $a$  和  $b$  的变化

Fig. 2 Variation of the indices of  $L$ ,  $a$  and  $b$  under UV irradiation

理染色材的 1/2 以下,耐光性甚至优于使用紫外线吸收剂的效果,特别是对酸性染料, $\Delta E$  降到 5 以下(图 5)。壳聚糖前处理对碱性染料耐光性略有增强作用,对分散染料耐光性几乎没有影响。提高最明显的是活性橙染色材,色差从原来的 28.39 降到 12.7。

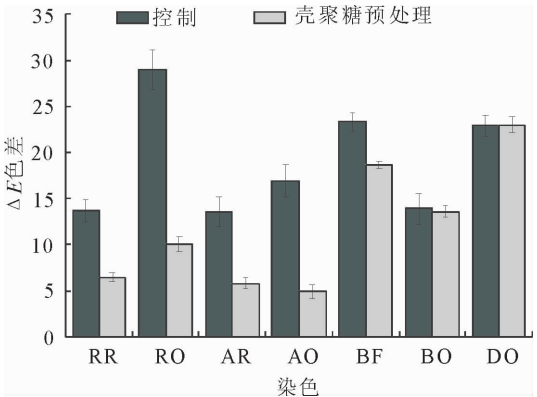


图 5 壳聚糖预处理竹材染色后的耐光性

Fig. 5 UV resistance of dyed bamboo pretreated with chitosan

### 2.4 CTS 前处理并加入紫外线吸收剂对染色材耐光性的影响

壳聚糖预处理与紫外光吸收剂相结合仅对活性橙染色材耐光性明显提高,使色差降到 9.2,对酸性染料耐光性略有提高,但比单独使用紫外线吸收剂或壳聚糖前处理的效果差(图 6)。

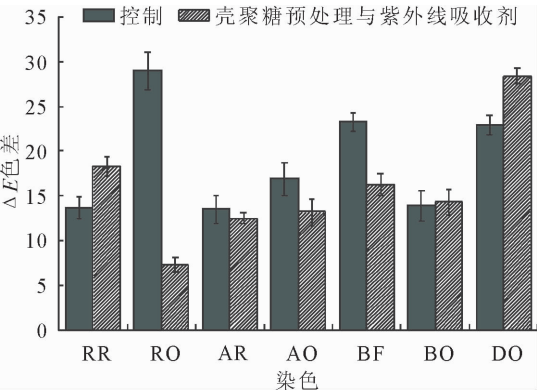


图 6 壳聚糖预处理与紫外线吸收剂相结合对染色竹材耐光性的影响

Fig. 6 UV resistance of dyed bamboo with the pretreatment of chitosan and addition of UV absorbent

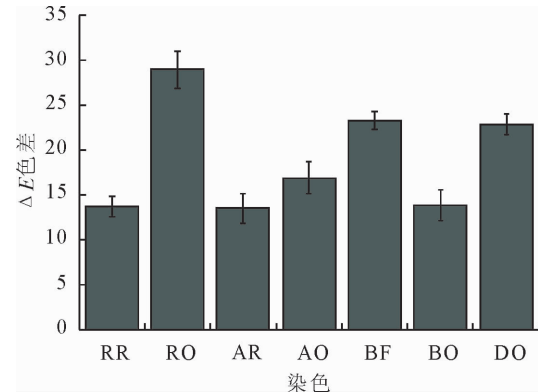


图 3 不同染色竹材在紫外光照射后的色差

Fig. 3 Color variation of dyed bamboo under UV irradiation

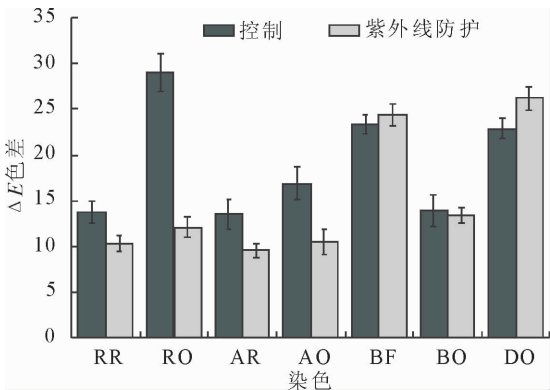


图 4 紫外线吸收剂的加入对染色竹材耐光性的影响

Fig. 4 UV resistance of dyed bamboo with the addition of 1,2,3-benzotriazole

### 2.3 壳聚糖前处理对染色材耐光性的影响

壳聚糖前处理显著增加了活性染料和酸性染料染色材的耐光性,紫外光照射后的色差减小到未处

## 3 结论与讨论

不同染料染色竹材耐光性不同,活性橙染色材耐光性最差,在 UV-340 光照下色差达 29.38,红绿轴色品指数增加明显,明度提高。酸性染料较其他染料染色材的耐光性强。除活性红外,其余类型的染料在光照后红绿轴色品指数变化均较大,是光照后色差增加的主要原因。各染色材在紫外光照射下

明度变化最小,与文献[8]报道的研究结果一致。紫外光对不同染料结构的破坏不同,有的发生氧化还原反应,有些发生降解反应或异构化,生成不同产物,从而导致染色材经紫外光照后明度和色品指数发生不同的变化<sup>[8-9]</sup>。影响竹材耐光性的主要化学成分是木质素。酸性染料能够对木质素染色,而对纤维素和半纤维素染色效果较差,因此,酸性染料耐光性较好<sup>[10]</sup>。

苯骈三氮唑类化合物是一种性能优良的紫外光吸收剂,已被国内外广泛应用于高分子材料、彩色感光材料、涂料、染料、香料、化妆品和食品等方面<sup>[11-12]</sup>。为了提高染色材的耐光性,在染色液中加入紫外线吸收剂 1,2,3-苯骈三氮唑。研究表明紫外线吸收剂对不同染料染色材耐光性影响不同,它能够显著提高活性染料和酸性染料染色材的耐光性,但对碱性染料和分散染料染色材耐光性影响不明显。

壳聚糖是甲壳素的脱乙酰化产物,基本单元为氨基葡萄糖,是 1 种碱性多糖,其氨基在酸性条件下能够接受 H<sup>+</sup>,使壳聚糖带上正电荷,易与带负电荷的纤维素形成牢固结合,从而提高染料在纤维制品中的固着性。为了进一步探索壳聚糖前处理对染色材耐光性的影响,竹材预先经 0.5%壳聚糖溶液处理,然后进行染色。壳聚糖前处理显著增加了活性染料和酸性染料染色材的耐光性,可能是酸性染料对木质素染色效果好,而对纤维素和半纤维素染色效果差,经壳聚糖前处理后,酸性染料对竹材主要成分均能染色<sup>[13]</sup>,因此,提高了染料的固着性。研究表明,0.5%的壳聚糖前处理能提高活性染料和酸性染料染色材的耐光性,对碱性染料耐光性略有提高,但对分散染料效果不佳。

为了进一步提高染色材的耐光性,将壳聚糖预处理与紫外光吸收剂相结合,即将竹材先用壳聚糖预处理,然后用含有紫外线吸收剂的染料对竹材进行染色<sup>[14-15]</sup>。对染料耐光性反应不同,具体原因有待于进一步研究。

参考文献:

[1] 姜海波,彭伊光. 竹材软化工艺及设备[J]. 林业机械与木工设备, 2007,35(4):53-54.

[2] 项瑜,张乃华,汪爱君,等. 竹子在千岛湖林相改造中的应用[J]. 世界竹藤通讯, 2010, 9(2):24-27.

XIANG Y,ZHANG N H,WANG A J,*et al.* Bamboo application to forest form improvement in Qiandao Lake[J]. World Bamboo and Rattan,2010,9(2):24-27. (in Chinese)

[3] 宋孝金,刘晓辉. 竹材的工业化利用[J]. 林业科技, 2011, 36(6):55-57.

SONG X J,LIU X H. Study on industrial utilization of bamboo [J]. Forestry Science & Technology, 2011, 36(6): 55-57. (in Chinese)

[4] 俞福惠,李兆龙. 日本的竹材着色处理技术[J]. 金日科技, 1986(7):10-11.

[5] 吴再兴,陈玉和,马灵飞,等. 紫外辐照下染色竹材的色彩稳定性[J]. 中南林业科技大学学报, 2014(2):127-132.

WU Z X,CHEN Y H,MA L F,*et al.* Color stability of dyed bamboo wood under UV Exposure [J]. Journal of Central South University of Forestry & Technology, 2014(2): 127-132. (in Chinese)

[6] 段新芳. 木材颜色调控技术[M]. 北京: 中国建材工业出版社, 2002.

[7] 王洋,唐鹏磊,袁亚东,等. 色度学原理在确定化学反应终点中的应用[J]. 科技创新导报, 2012,7(2):127-128.

[8] 刘毅,高建民,邵灵敏,等. 自然光与人工模拟光辐射染色单板的对应关系[J]. 东北林业大学学报, 2012,40(8):78-81.

LIU Y,GAO J M,SHAO L M,*et al.* Correspondence of photo-discoloration of dyed veneers irradiated with natural and artificial light[J]. Journal of Northeast Forestry University, 2012, 40(8):78-81. (in Chinese)

[9] 张永金,张波兰,宋心远. 纤维上染料的老化紫外光谱分析[J]. 染料与染色, 2004,40(5):269-271.

ZHANG Y J,ZHANG B L,SONG X Y. UV special analysis of dye degradation on fibers[J]. Dyestuffs and Coloration, 2004, 40(5):269-271. (in Chinese)

[10] 段新芳. 甲壳素和壳聚糖的研究及其在农业中的应用[J]. 世界林业研究, 1998(3):10-15.

DUAN X F. Introduction of research situation about chitin and chitosan and their application in agriculture and forestry[J]. World Forestry Research, 1998(3):10-15. (in Chinese)

[11] 张章福. 吸紫膜的研究和应用[J]. 自然杂志, 1980,3(3):197.

[12] 周月英,孙芳利,鲍滨福. 不同添加剂对防霉剂野外防霉性能的影响[J]. 浙江农林大学学报, 2013,30(3):385-391.

ZHOU Y Y,SUN F L,BAO B F. Field tests for mold resistance with BHT and BTA added to bamboo preservatives[J]. Journal of Zhejiang A&F University, 2013, 30(3):385-391. (in Chinese)

[13] 段新芳,孙芳利,朱玮,等. 壳聚糖处理对木材染色的助染效果及其机理的研究[J]. 林业科学, 2003,39(6):126-130.

DUAN X F,SUN F L,ZHU W,*et al.* Effects of wood dyeing pretreated with chitosan and its mechanism for color improvement by chitosan[J]. Scientia Silvae Sinicae, 2003,39(6):126-130. (in Chinese)

[14] 王正国,段新芳,王朝晖,等. 竹藤材染色研究现状及展望[J]. 西北林学院学报, 2009,24(2):124-127.

WANG Z G,DUAN X F,WANG Z H,*et al.* Advances and expectation trend of bamboo and rattan cane dyeing [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2009,24(2):124-127.

[15] 吴志庄,李伟成,熊德礼,等. 不同竹龄青皮竹光合作用与荧光特性的比较[J]. 西北林学院学报, 2013,28(6):33-36.

WU Z Z,LI W C,XIONG D L,*et al.* A comparative study on photosynthetic and fluorescence characteristics among different aged bambusa textilis [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2013,28(6):33-36. (in Chinese)