

应用技术

# 热处理温度对枫桦材色及内含物的影响

曹燕燕, 高建民, 崔新宇, 母军

(北京林业大学材料科学与技术学院, 木材科学与工程北京市重点实验室, 木质材料科学与应用教育部重点实验室, 北京 100083)

**摘要:** 研究不同热处理温度条件下, 枫桦锯材心、边材的变色情况, 并进行视觉物理参数分析和紫外可见光谱分析。结果表明: 随着温度的升高和时间的延长, 枫桦综合色差值不断增加, 颜色向红色和深色方向发展; 其原因在于部分酚羟基被氧化, 导致枫桦颜色加深。

**关键词:** 热处理; 枫桦; 木材变色

中图分类号: S781; TS6 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654(2010)05-0042-03

## Influence of Heat Treatment on *Betula costata*'s Discoloration and Extract Content

CAO Yan-yan, GAO Jian-min, CUI Xin-yu, MU Jun

(Beijing Forestry University, College of Material Science and Technology, Key Laboratory of Beijing for Wood Science and Engineering, Key Laboratory of Wood Materials Science & Application, Beijing 100083, China)

**Abstract:** The authors investigated changes in *Betula costata*'s color under different heat-treatment conditions using ultraviolet visible spectroscopy. The results showed the temperature and heat treatment duration were the two major factors for wood discoloration. The authors also observed that the *Betula costata* ( $\Delta E^*$ ) color difference increased, which caused the treated lumber color to become redder and darker, with increasing temperature and duration. They also noted that the oxidized phenolic hydroxyl group could cause wood discoloration.

**Key words:** heat-treated; *Betula costata*; wood discoloration

枫桦又称硕桦, 是东北地区经济价值较高的硬阔叶树种之一, 其种植面积大, 在林木组成中约占10%~30%, 蓄积量2 683万 m<sup>3</sup>, 年采伐量23 888 m<sup>3</sup>。

枫桦心边材区别不明显, 易加工, 是优良的胶合板、地板、家具及室内装修用材。但枫桦耐腐蚀性较差, 在加工和贮存过程中易变色, 尤其是干燥导致的变色, 常造成产品降等及资源浪费<sup>[1-2]</sup>。

热处理温度与时间是影响木材材色的重要因素, 木材中的单宁、色素、酚类等与其他有机物发生反应, 主要是酚类物质的氧化造成木材变色<sup>[3-4]</sup>。笔者进行了热处理温度对枫桦材色影响的测定, 以期制定热

诱导变色的工艺条件, 以及解释变色现象, 获得均匀、悦目的枫桦材色, 提高其附加值提供参考。

### 1 材料与方法

#### 1.1 试验材料

1) 枫桦(*Betula costata*), 取自东北地区, 原木风干12个月, 含水率13%。心材、边材分别取样, 制成规格试件(长×宽×厚)100 mm×70 mm×10 mm。每种处理温度下, 心边材各取2块。为防止木材发生化学变化, 将试件储存于-10℃的冰箱中。

2) 试剂 苯-醇、甲醇、二氧六环、石油醚, 均为分析纯; FeCl<sub>3</sub> 溶液、NaCl、浓硫酸、明胶、浓盐酸和镁粉等, 购于北京化工厂。

#### 1.2 仪器与设备

ZB-A 色度仪; 索氏抽提器; UV-4802 型紫外可见分光光度计; DF 204 电热鼓风干燥箱; ZK-1BS 电

收稿日期: 2009-11-30; 修改日期: 2010-07-30

基金项目: 国家自然科学基金项目(30671633)。

作者简介: 曹燕燕(1983—), 女, 北京林业大学材料科学与技术学院硕士研究生。

通讯作者: 高建民, 男, 北京林业大学材料科学与技术学院教授, 博士生导师。

热真空干燥箱;FZ 102 微型植物试样粉碎机。

1.3 处理工艺

1) 热处理温度设为 140、160、180、200、220 ℃, 处理时间 23 h;

2) 处理后,冷却至 20 ℃,为使试材颜色不发生变化,进行真空干燥处理:真空度 0.095 MPa,温度 20 ℃,试材终含水率 3%。

1.4 方法与检测

1.4.1 抽提物测试<sup>[5-6]</sup>

1) 定量测试 分别采用热水、苯-醇、甲醇、二氧六环、石油醚等溶剂,抽提 40~60 目心材、边材的木粉,并测定其含量。

2) 定性测试 取热水、苯-醇、甲醇、二氧六环、石油醚抽提物的滤液各 30 mL,置于 6 个试管中,分别用 FeCl<sub>3</sub> 溶液、NaCl、浓硫酸、明胶、浓盐酸和镁粉进行测试,以颜色反应定性判断其成分。

1.4.2 色度指数变化测试

在试件长×宽面上,标出 2 个测试面( $d < 30$  mm)。在不同处理温度下,每隔 1 h 取出心材和边材试样,测定 2 个测试面的  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  等参数。

$\Delta E^*$ —色差,数值越大表示被测物和对照物颜色差别越大; $L^*$ —明度,以全白的物体视为 100,全黑的物体视为 0; $a^*$ —红绿轴色度指数,正值越大颜色越偏向红色,负值越大越偏向绿色; $b^*$ —黄蓝轴色度指数,正值越大颜色越偏向黄色,负值越大越偏向蓝色; $\Delta a^*$  为红绿色品差,即处理后木材的红绿轴色度指数与未处理材表面的红绿轴色度指数之差, $\Delta b^*$  为黄蓝色品差,即处理后木材的黄蓝轴色度指数与原木材表面的黄蓝轴色度指数之差<sup>[7]</sup>。

1.4.3 抽提物紫外可见光谱(UV-VIS)的检测

选取未经热处理对照材与 200 ℃下处理 23 h 的枫桦心材和边材,加工成 40~60 目的木粉,用二氧六环抽提 6~8 h,抽提液常温密封贮存。

2 结果与分析

2.1 枫桦内含物的含量及主要成分

试材各种抽提物含量,检测结果见表 1。

表 1 显示,热水、苯-醇、二氧六环等抽提物的含量均较高;有研究表明,极性试剂二氧六环抽提出的成分,含有较多的有色物质和诱发木材热变色的物质<sup>[8]</sup>。

对苯-醇抽提物检测发现,加入明胶后有白色沉淀,加入 FeCl<sub>3</sub> 呈蓝黑色,说明枫桦含有酚类物质,如鞣质等成分。二氧六环抽出物中加入浓盐酸和镁粉

表 1 不同抽提物的含量

Tab. 1 Extract contents using different reagents

| 试剂类型 | 抽提物含量/% |     |
|------|---------|-----|
|      | 心材      | 边材  |
| 热水   | 8.5     | 6.0 |
| 苯-醇  | 7.8     | 7.4 |
| 甲-醇  | 4.5     | 3.5 |
| 二氧六环 | 8.4     | 6.6 |
| 石油醚  | 4.0     | 2.4 |

后,在沸水浴中呈红色,说明含有黄酮类物质<sup>[9]</sup>。

2.2 处理温度对枫桦材色的影响

2.2.1  $\Delta E^*$  的变化

不同处理温度下心材和边材的  $\Delta E^*$ ,列于表 2。

表 2 不同热处理温度下枫桦心边材色差值

Tab. 2  $\Delta E^*$  of heartwood and sapwood under different temperature

| 试材 | 处理时间/<br>h | 不同热处理温度下的 $\Delta E^*$ |       |       |       |       |
|----|------------|------------------------|-------|-------|-------|-------|
|    |            | 140 ℃                  | 160 ℃ | 180 ℃ | 200 ℃ | 220 ℃ |
| 心材 | 0          | 33.23                  | 35.76 | 31.59 | 34.63 | 23.90 |
|    | 23         | 34.58                  | 36.76 | 41.68 | 47.70 | 56.12 |
|    | 色差值差       | 1.35                   | 1.00  | 10.10 | 13.06 | 32.22 |
| 边材 | 0          | 24.14                  | 23.25 | 21.64 | 23.99 | 15.57 |
|    | 23         | 28.26                  | 28.48 | 35.29 | 43.67 | 58.08 |
|    | 色差值差       | 4.12                   | 5.23  | 13.65 | 19.68 | 42.51 |

表 2 显示,随着处理温度的升高,心材和边材的色差值差基本呈逐渐增加的趋势。在 180 ℃下,枫桦心材的色差值增加了 32%,边材增加了 63%;200 ℃下,心材、边材的色差值分别增加了 38%和 82%;220 ℃时,枫桦心材的色差值增加了 1.3 倍,边材增加了 2.7 倍。边材变色较心材严重。

2.2.2  $L^*$ 、 $a^*$  与  $b^*$  的变化

心边材  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  随时间的变化趋势如图 1。

从图 1 可见,随着处理时间的延长, $L^*$  逐渐降低,枫桦的颜色变深。处理温度愈高,变化幅度愈大。心、边材的  $a^*$  随着时间的延长,以及温度的升高明显上升,颜色向红色发展。

随着温度的升高, $b^*$  变化的幅度愈显著,随着时间的延长,心材的  $b^*$  呈下降的趋势,颜色偏向蓝色;而边材的  $b^*$  则逐渐增大,颜色偏向黄色,具体原因有待于进一步研究。

2.3 枫桦的紫外可见光谱分析

在热处理中,二氧六环抽提物对试材材色的影响最显著<sup>[8]</sup>,因此,对枫桦心材处理前后的二氧六环抽提物,进行 UV-VIS 分析(图 2)。

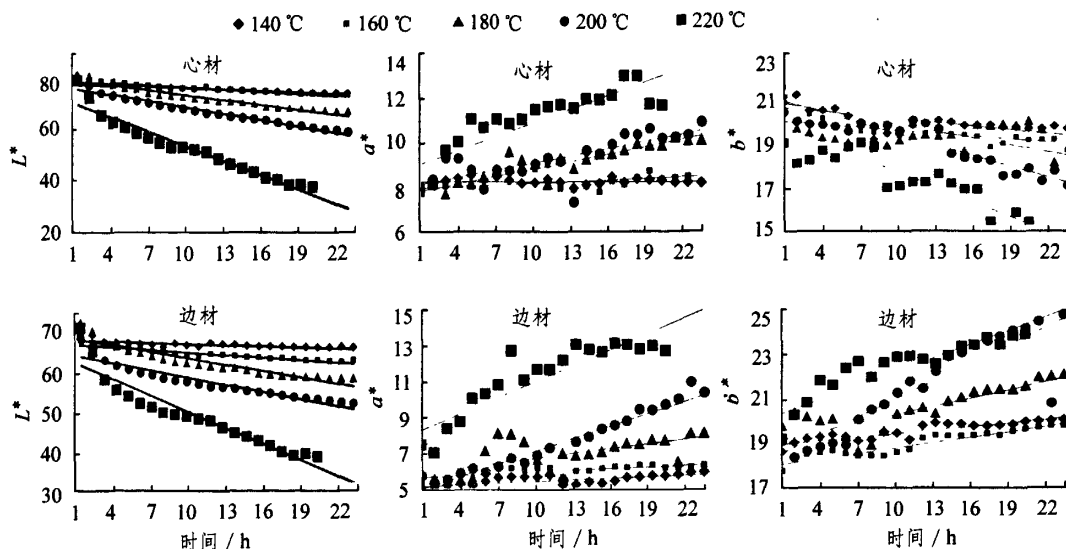
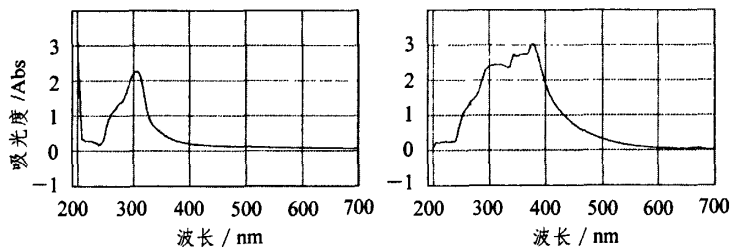
图1 不同温度条件下心材和边材的 $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ 随时间的变化趋势Fig.1 Heartwood and sapwood  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  trend under different temperatures

图2 处理前后心材的紫外光谱图

Fig.2 Untreated and treated heartwood UV-visible spectra

由图2可以看出,未处理枫桦木材的二氧六环抽提物在300 nm处明显的吸收峰,是多酚类物质特征。经200 °C热处理后,抽提物在344 nm和379 nm处均出现吸收峰,说明木材受热后,多酚类成分中,共轭碳基含量增加,特别是醌类结构,以及与苯环共轭的碳基含量增加,导致吸收峰红移(即向长波方向移动)延伸至可见光区。

这一测定结果表明,热处理过程中,木材成分发生了氧化还原反应以及分子内重排,部分酚羟基或取代基被氧化,发色体系结构变化,导致枫桦颜色加深<sup>[10]</sup>。

### 3 结论

1) 枫桦抽提物含量较高,其中含有的多酚类物质以及黄酮类物质,对木材变色有重要影响。

2) 在本试验范围内,边材的 $\Delta E^*$ 较心材的增长

幅度大;随着处理时间的延长,处理温度的升高,枫桦 $L^*$ 逐渐降低, $a^*$ 逐渐增大,心材的 $b^*$ 逐渐减小,边材的 $b^*$ 逐渐增大,总体来看,枫桦的颜色向红色和深色方向发展。

3) 热处理使木材部分酚羟基或取代基氧化,共轭发色体系结构发生变化,是导致枫桦颜色加深的重要原因。

### 参考文献:

- [1] 孙利军. 枫桦干燥过程中变色机理的研究[D]. 北京林业大学, 2005:16-17.
- [2] 孙利军,王宏,高建民. 木材变色的研究状况及展望[J]. 林业科技, 2005, 30(3): 60-62.
- [3] 朱同林,彭万喜,郑真真. 木材抽提物的研究现状与趋势[J]. 林业科技开发, 2004, 18(5): 6-9.
- [4] 黄荣文,董明光. 云南铁杉干燥过程中变色的控制[J]. 木材工业, 2002, 16(2): 37-39.
- [5] 颜秀茹,肖新亮. 无机化学与化学分析[M]. 天津:天津大学出版社, 2004.
- [6] 赵敏. 刺槐在预处理条件下抽出物对诱发变色作用的研究[D]. 北京林业大学, 2008:11-15.
- [7] 段新芳. 木材颜色调控技术[M]. 北京:中国建材工业出版社, 2002: 12-15.
- [9] 谭仁祥. 植物成分分析[M]. 北京:科学出版社, 2002: 492-493.
- [9] 陈瑶,樊永明,高建民. 溶剂抽提对刺槐热诱导变色的影响[J]. 北京林业大学学报, 2009, 31(1): 85-89.
- [10] 朱淮武. 有机分子结构波谱解析[M]. 武汉:武汉大学出版社, 2004.

(责任编辑 姜征、张一萍)