

## 水溶性藥劑對桂竹保綠之影響

莊閔傑<sup>1</sup>、吳志鴻<sup>1</sup>、童鈺棠<sup>2</sup>、張上鎮<sup>3</sup>

(收件日期：民國 91 年 10 月 16 日，接受日期：民國 91 年 11 月 4 日)

**【摘要】**桂竹 (*Phyllostachys makinoi* Hayata) 具有翠綠的外表，長久以來廣受人們所喜愛。然而，若不經適當的保護處理，很快地就會失去吸引人之特色。因此，為了開發桂竹適用的保綠藥劑與處理方法，本試驗乃將試材以鉻磷酸鹽 (CP)、銅磷酸鹽 (CuP)、硝酸鎳 (Ni(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>)、硫酸銅 (CuSO<sub>4</sub>)、氯化銅 (CuCl<sub>2</sub>)、硫酸鎳 (NiSO<sub>4</sub>)、醋酸鎳 (Ni(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>) 和醋酸銅 (Cu(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>) 等八種藥劑及各種處理條件進行處理，並比較其保綠效果。同時，亦評估最適合桂竹之前處理鹼性藥劑種類及處理條件，期能提高桂竹試材表面滲透性及保綠效果。試驗結果顯示：桂竹最佳前處理條件為混合 1% KOH 與界面活性劑，在 80°C 下加熱 30 min。此外，若前處理以超音波振盪加熱方式進行，並將 KOH 濃度提高為 4%，則可有效地移除桂竹表面的蠟質薄膜及矽質小蓋，更有助於改善試材表面之濕潤性及後續保綠藥劑之反應成效。比較各種藥劑處理後之保綠效果，則以 4% CuSO<sub>4</sub> 於 60°C 下處理 3 hr，可獲得較佳之綠色效果。

**【關鍵詞】**竹材保綠、桂竹、前處理、超音波振盪、硫酸銅、鉻磷酸鹽、銅磷酸鹽。

### EFFECTS OF WATER-BORNE REAGENTS ON THE GREEN COLOR PROTECTION OF MAKINO BAMBOO (*PHYLLOSTACHYS MAKINOI* HAYATA) SURFACE

Min-Jay Chung<sup>1</sup> Jyh-Horng Wu<sup>1</sup> Yu-Tang Tung<sup>2</sup> Shang-Tzen Chang<sup>3</sup>

(Received :October 16, 2002; Accepted: November 4, 2002)

**【Abstract】** Standing makino bamboo (*Phyllostachys makinoi* Hayata) culm is attractive to people for its green color, but without any protective or stabilization treatment it fades readily. To find an appropriate reagent and the treatment conditions for preserving the green color of makino bamboo culms, eight kinds of water-borne protectors, including chromated phosphate (CP), copper-phosphorous salt (CuP), nickel nitrate (Ni(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>), copper sulfate (CuSO<sub>4</sub>), copper chloride (CuCl<sub>2</sub>), copper acetate (Cu(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>), nickel sulfate (NiSO<sub>4</sub>) and nickel acetate (Ni(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>) were examined in this study and the effectiveness of their green color protection was compared. In addition, to improve the penetration and reaction for the green color protection treatments, various alkali-pretreatment conditions were also investigated. The results revealed that the wettability of bamboo epidermis was increased significantly after pretreating it with a mixture of 1% KOH and 1% surfactant at 80°C for 30 min in water-bath. However, when the bamboo culms were pretreated with 4% KOH in an ultrasonic-bath, the wax layer and the capes of silica cells were also removed from bamboo surface effectively. Furthermore, the pretreated bamboo culms exhibited an excellent green color protection when they were treated with 4%

<sup>1</sup> 國立台灣大學森林學研究所研究生。  
Graduate Students, Department of Forestry, National Taiwan University.

<sup>2</sup> 國立台灣大學森林學系學生。  
Undergraduate Student, Department of Forestry, National Taiwan University.

<sup>3</sup> 國立台灣大學森林學研究所教授 (通訊作者)。  
Professor, Department of Forestry, National Taiwan University, Corresponding Author.

CuSO<sub>4</sub> at 60°C for 3 hr.

**【Key words】** Green color protection, *Phyllostachys makinoi* Hayata, Pretreatment, Ultrasonic, copper sulfate, chromated phosphate, copper phosphorous salt.

## I、前言

台灣位處於亞熱帶，極適合竹子的生長，因此竹材資源十分豐富。竹子特有的翠綠竹青及蘊含著一種清新、有活力之視覺影像，是其他木質材料所沒有的優點 (Liese, 1987)。然而，令人感嘆的是，竹材常會因外在環境因子，如光線、氧氣、酵素 (Llewellyn *et al.*, 1990a; 1990b; Struck *et al.*, 1990) 等影響而改變了原有之翠綠顏色，甚至竹材本身易受生物因子的危害而使竹材產生劣化，因而降低了竹製品之價值，亦使竹材加工的發展性受到限制。為了保有此特質，著實需要研發竹青保綠技術，若能藉此而再開發出更多樣性的相關產品及應用，如此或許有助於提振近年來每況愈下之竹材加工產業 (李守仁, 1993; 吳志鴻等, 2002)。此外，若能藉由現代科學技術與傳統產業的結合，相信竹青保綠技術對於竹材加工產業的提升必有很大的助益。

截至目前與竹青保綠相關的研究多是以麻竹 (Chang and Wu, 2000a; 2000b) 及孟宗竹 (林昭明, 1989; Chang and Yeh, 2000) 為研究對象，並且在保綠效果及堅牢度方面已獲良好成效 (Chang and Wu, 2000b; Chang and Yeh, 2000)。然而，另一種本土高經濟竹種-桂竹 (*Phyllostachys makinoi* Hayata) 保綠有關的研究卻不多，僅知目前所開發的保綠藥劑對桂竹的保綠效果均不理想 (李鴻麟、張上鎮, 1990; 1991; 1992)，故對於桂竹竹青綠色保留之藥劑與處理方法，值得作進一步探討。

另一方面，過去許多研究報告曾指出，試材若經鹼性藥劑處理，可以去除竹材表面的蠟質薄膜，有助於改善試材表面之濕潤性及後續保綠藥劑之反應成效 (Chang *et al.*, 2001)。麻竹最適之鹼性藥劑為 K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (吳志鴻, 1996)，而孟宗竹效果最佳之鹼性藥劑為 KOH (葉汀

峰, 1997)，因此，對於不同竹種尋找一適當鹼性藥劑作前處理，以利後續保綠藥劑的滲透與反應是必要的 (Chang *et al.*, 2001; Chang *et al.*, 2002)。所以本研究即針對桂竹之前處理及保綠藥劑之種類、濃度、處理時間及溫度等條件進行一系列的探討。

## II、材料與方法

### (I) 試驗材料

#### 1. 桂竹

本試驗所採用之試材為三年生桂竹 (*Phyllostachys makinoi* Hayata; Makino bamboo)，伐採自國立台灣大學實驗林水里營林區林班，所得試材予以去節並裁製成 5 cm × 1.5 cm × 0.4 cm 的尺寸。裁製後之新鮮竹材清洗後再置入封口袋中，並於 4°C 黑暗的條件下儲存備用。

#### 2. 化學藥劑

本試驗所使用之前處理藥劑為水溶性鹼性藥劑，各試驗鹼性藥劑種類為：KOH、K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>、NaHCO<sub>3</sub>、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 和 NaOH。本試驗所使用之保綠藥劑為水溶性保綠藥劑，包括：鉻磷酸鹽 (CP, CrO<sub>3</sub>:H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>=50:50)、銅磷酸鹽 (CuP, CuSO<sub>4</sub>:H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>=60:40)、硝酸鎳 (Ni(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>)、硫酸銅 (CuSO<sub>4</sub>)、氯化銅 (CuCl<sub>2</sub>)、硫酸鎳 (NiSO<sub>4</sub>)、醋酸鎳 (Ni(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>) 和醋酸銅 (Cu(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>)，共計八種。

### (II) 試驗方法

#### 1. 竹材前處理

保綠處理前，將試材置於鹼性藥劑與界面活性劑 (Surfactant) 混合液中進行前處理，再進一步探討不同鹼性藥劑及前處理條件對桂竹

竹青保綠效果之影響。依不同界面活性劑之濃度 (1%、2%、4%)、溫度 (25°C、40°C、60°C、80°C、100°C) 及時間 (15 min、30 min、1 hr、2 hr、4 hr) 進行前處理。處理後之試材並移入 60°C 烘箱乾燥 12 hr，再進行表面性質分析。此外，亦將試材與前處理藥劑置入血清瓶中，並將血清瓶放在超音波振盪器 (Ultrasonic oscillator, Branson PC 620) 內進行振盪加熱，以評估超音波振盪處理方式對前處理效果之影響。

## 2. 保綠藥劑處理

本試驗主要探討不同保綠藥劑及藥劑濃度 (1%、2%、4%) 對桂竹表面綠色之影響。首先，將前處理後之試材置入配製好的藥劑中，並於 60°C 水浴加熱處理 3 hr。處理後之試材移入 60°C 烘箱乾燥 12 hr，再進行各項性質分析。

## (III) 性質分析

### 1. 竹材表面顏色測定

試材表面顏色係採用光源為  $D_{65}$  色差計 (Color difference meter, Dr. Lange Co.)，測量讀取 X、Y、Z 三刺激值 (Tristimulus values)，並依 1976 年國際照明委員會 (CIE) 所制訂的 CIE LAB 色彩體系計算出竹材表面的  $L^*$ 、 $a^*$  及  $b^*$  等數值，各數值之定義如下：

$$L^* = 116(Y/100)^{1/3} - 16$$

完全白的物體視為 100，完全黑的物體視為 0。

$$a^* = 500 [(X/94.81)^{1/3} - (Y/100)^{1/3}]$$

正值愈大表示顏色愈偏向紅色，負值愈小表示顏色愈偏向綠色。

$$b^* = 200 [(Y/100)^{1/3} - (Z/107.34)^{1/3}]$$

正值愈大表示顏色愈偏向黃色，負值愈小表示顏色愈偏向藍色。

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

色差值，數值愈大表示產顏色變化愈大。

### 2. 接觸角測量

為評估試材表面濕潤性，本試驗利用接觸角儀 (Contact angle meter, kyowa kaimenkagaku Co.)，以蒸餾水為測定液，測量竹片表面與水的接觸角，作為竹片表面濕潤性之評估依據。

### 3. 竹材表面結構分析

為了進一步評估桂竹經前處理與保綠處理後竹材表面結構之變化及影響，乃以掃描式電子顯微鏡 (Scanning electron micrograph, SEM) 進行照相與觀察，加速電壓設定為 15 KV。

### 4. 統計分析

利用 SAS 系統中席夫 (Scheffe) 統計方式，檢驗竹材經不同條件處理後，各組竹材表面顏色參數 ( $a^*$  值) 差異是否顯著，分析所使用之信賴區間為 95%。

## III、結果與討論

### (I) 鹼性藥劑種類對桂竹接觸角影響

若能尋得最適合桂竹之鹼性前處理藥劑及處理條件，對於桂竹竹青之保綠將有很大助益。為了探討鹼性前處理藥劑對竹青表面濕潤性之影響，本試驗以接觸角進行評估，當接觸角測值較低時，即表示試材表面與水的濕潤性較為良好，有助於後續保綠藥劑之滲透與反應性。

表 1 為桂竹、麻竹及孟宗竹生材表面之顏色參數值及接觸角，其中，麻竹與孟宗竹的數據乃引用自吳志鴻 (1996) 與葉汀峰 (1997) 的研究結果。由表 1 得知桂竹生材之  $L^*$  值、 $a^*$  值及  $b^*$  值分別為 37.8、-6.5 及 24.9，而接觸角為 84.8°。比較三種竹材之顏色參數值及接觸角 (表 1) 則得知，桂竹生材之  $L^*$  值、 $a^*$  值及接觸角均與麻竹及孟宗竹的差異不明顯，至於  $b^*$  值方面，桂竹的值較大，顯示桂竹生材顏色較麻竹及孟宗竹生材黃。

此外，桂竹以 KOH、 $K_2CO_3$ 、 $NaHCO_3$ 、 $Na_2CO_3$  及 NaOH 等五種藥劑作為前處理鹼性藥劑 (各鹼性藥劑濃度均為 4%，同時並添加



表 1 不同竹種生竹之顏色參數值及接觸角

Table 1 Color parameters and contact angle of the surface of fresh bamboo species

Bamboo species	CIE LAB			Contact angle (°)
	L*	a*	b*	
Makino bamboo	37.8	-6.5	24.9	84.8
Ma bamboo <sup>1</sup>	32.4	-6.3	13.6	80.1
Moso bamboo <sup>2</sup>	40.9	-6.7	17.6	83.6

<sup>1</sup>: 吳志鴻, 1996<sup>2</sup>: 葉汀峰, 1997

1%界面活性劑), 於 80°C 下處理 30 min。處理後各試材之接觸角依次分別為 51.9°、68.7°、69.7°、70.7° 及 65.9°。此結果顯示, 以 4% KOH 為前處理鹼性藥劑, 可獲較低接觸角測定值 (51.9°), 即表示試竹表面蠟質除去的效果較佳, 使得試材表面與水的濕潤性較為良好, 有助於後續保綠藥劑之滲透與反應性。因此, 為了再進一步了解 KOH 濃度對桂竹表面性質之影響, 仍將試材以 0.5%、1%、2% 與 4% 四種濃度, 同樣在 80°C 下進行 30 min 的前處理, 然後再以 2% CuSO<sub>4</sub> 做為保綠藥劑, 於 60°C 下處理 3 hr, 乾燥後, 再評估各試材 a\* 值之變化。

由圖 1 結果可以發現, 以 0.5% KOH 為前處理藥劑, 經保綠處理後 b\* 值偏高 (偏黃), 且 a\* 值亦不如 1% 或 2% KOH 處理後的竹材。當桂竹以 1% KOH 前處理, 並經保綠處理後, 試材表面的綠色較為均勻; 若 KOH 濃度在 2% 以上時, 試材經保綠處理後的表面會明顯出現深綠色斑點, 且深綠色斑點顯現之程度隨藥劑濃度增加而更明顯。由此得知, 以 1% KOH 為前處理藥劑, 再經 2% CuSO<sub>4</sub> 保綠處理可獲得較為理想的 a\* 值, 且表面綠色效果亦較為均勻。

## (II) 前處理條件對竹青顏色之影響

首先, 本試驗固定前處理藥劑及保綠藥劑分別為 1% KOH 及 4% CuSO<sub>4</sub>, 以探討不同界

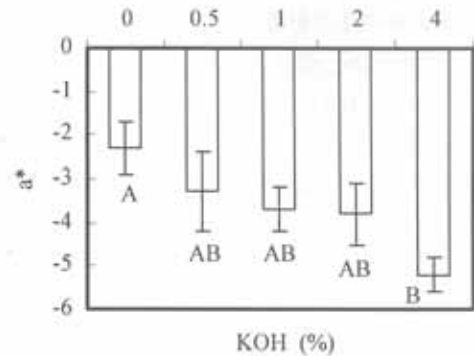


圖 1 桂竹經不同 KOH 濃度前處理之顏色變化 (圖中 A, B 為 Scheffe 氏多變域分析結果, 不同字母表示差異顯著)

Fig. 1 Changes in color of makino bamboo surface treated with different KOH concentrations (marked by different letters are significantly different at the level of  $P < 0.05$  according to the Scheffe test)

面活性劑濃度對試材 a\* 值之影響。由圖 2 結果顯示, 當添加 1% 界面活性劑時, 即可獲良好的綠色效果, 且經由統計分析結果亦可得知, 1%、2%、4% 三種濃度處理後試材之 a\* 值並無顯著差異。換言之, 添加 1% 界面活性劑即可獲得有效的前處理效果。

此外, 為了尋得最佳前處理溫度, 所使用之前處理藥劑固定為 1% KOH 及 1% 界面活性劑, 再以 5 種不同溫度進行 30 min 前處理; 前處理後之試材再以 4% CuSO<sub>4</sub> 保綠藥劑, 於 60°C 下處理 3 hr。圖 3 為處理後之 a\* 值變化, 當前處理溫度為 80°C 時, 顏色參數值中 a\* 值為 -4.2, 表示試材可獲良好綠色效果; 而當溫度升高為 100°C 時, a\* 值雖比 80°C 處理者低 (a\* 值為 -5.1), 但經由統計分析結果顯示並無顯著差異, 因此, 以 80°C 進行前處理即可獲得良好的綠色效果。

至於前處理時間之影響, 則以五種前處理時間 (15 min、30 min、1 hr、2 hr、4 hr) 進行評估。桂竹經前處理後, 同樣地再以 4% CuSO<sub>4</sub> 為保綠藥劑, 在 60°C 下處理 3 hr。處理後各試材之 a\* 值 (圖 4) 顯示, 30 min 與 1 hr 處理後

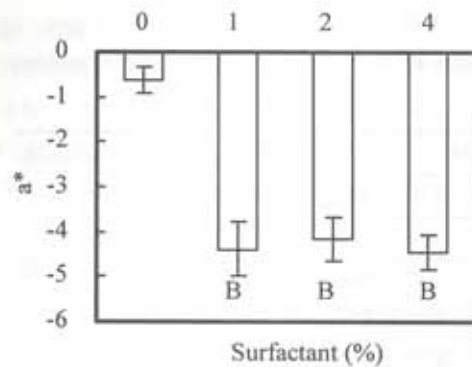


圖 2 界面活性劑濃度對桂竹 a\* 值影響 (圖中 A, B 為 Scheffe 多變域分析結果, 不同字母表示差異顯著)

Fig. 2 Effect of the surfactant concentration on the a\* value of makino bamboo surface (marked by different letters are significantly different at the level of  $P < 0.05$  according to the Scheffe test)

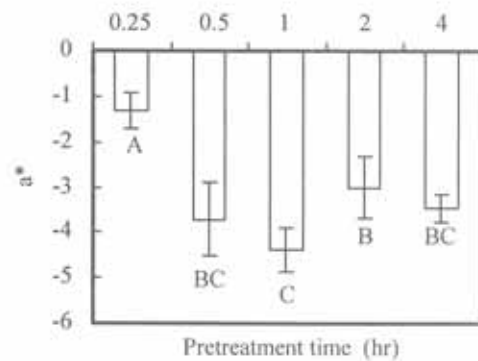


圖 4 前處理時間對試材 a\* 值之影響 (圖中 A, B, C 為 Scheffe 氏多變域分析結果, 不同字母表示差異顯著)

Fig. 4 Influence of pretreatment time on the a\* value of makino bamboo surface (marked by different letters are significantly different at the level of  $P < 0.05$  according to the Scheffe test)

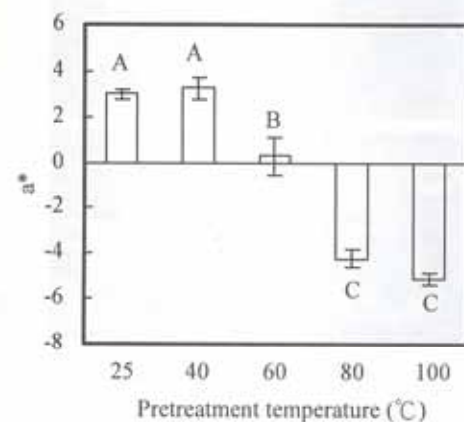


圖 3 前處理溫度對試材 a\* 值之影響 (圖中 A, B, C 為 Scheffe 氏多變域分析結果, 不同字母表示差異顯著)

Fig. 3 Influence of pretreatment temperature on the a\* value of makino bamboo surface (marked by different letters are significantly different at the level of  $P < 0.05$  according to the Scheffe test)

之 a\* 值分別為 -4.4 與 -3.7, 1 hr 處理時間雖可獲最低 a\* 值, 但與處理 30 min 之綠色效果比較, 統計分析結果顯示差異性並不顯著。另一

方面, 當前處理時間增加為 2 hr 及 4 hr 時, a\* 值分別為 -3.0 及 -3.4, 顯示保綠效果反而變差。由此可知, 以 30 min 做為前處理時間即可獲良好的前處理效果。

又為了進一步評估 KOH 前處理藥劑三種濃度 (0%、2% 及 4%) 對竹青顏色之影響, 乃固定添加 1% 界面活性劑, 並於 80°C 下處理 30 min, 然後再以 4% CuSO<sub>4</sub> 保綠藥劑於 60°C 下處理 3 hr, 最後並比較其表面性質之差異。另一方面, 更進一步探討加熱方式對前處理之影響, 因此依上述條件並配合超音波振盪加熱做比較。試驗結果如表 2 所示, 當 KOH 濃度為 4% 時, 並配合超音波振盪加熱進行前處理, 則可有效地去除試材表面的蠟質及矽質小蓋 (圖 5), 表面接觸角由生材 84.8° 降為 46.6°, 當前處理條件為 4% KOH 時, 並利用超音波振盪加熱處理後的試材, 所呈現的色差值較低 ( $\Delta E^*$  為 13.2), 而 a\* 值方面雖可達 -6.6, 但 L\* 值亦明顯降低 (L\* 為 46.8), 顯示處理後的試材表面呈現暗生綠色。至於光澤度, 處理材亦失去如生材般鮮綠的光澤表面特質。

表 2 經兩種不同前處理條件及藥劑 (KOH) 濃度對桂竹表面性質之影響

Table 2 Effects of pretreatment method and KOH concentration on the color and contact angle of makino bamboo surface

Pretreatments	Conc. (%)	CIE LAB			$\Delta E^*$	Contact angle ( $^{\circ}$ )
		L*	a*	b*		
Fresh bamboo	—	36.0	-5.7	19.6	—	84.8
Water-bath heating	0	54.1	3.1	29.7	22.5	66.2
	2	54.4	-5.0	26.3	25.6	54.4
	4	55.1	-5.5	31.2	22.0	51.9
Ultrasonic heating	0	54.3	3.1	29.1	22.5	62.4
	2	57.2	-4.9	29.0	23.2	50.3
	4	46.8	-6.6	27.1	13.2	46.6

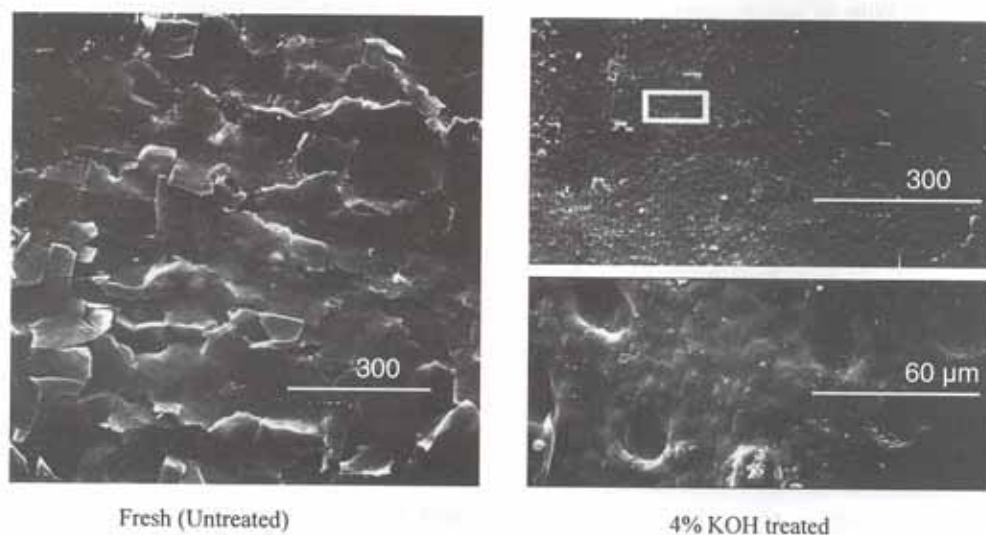
Treated with 4% CuSO<sub>4</sub> at 60°C for 3 hr.

圖 5 SEM 觀察桂竹經 4% KOH 處理後表面構造圖

Fig. 5 Scanning electron micrographs of pretreated-makino bamboo surface before and after reaction with 4% KOH

### (III) 保綠藥劑種類及濃度對竹材顏色的影響

除了探討前處理條件 (如: 時間、溫度及界面活性劑濃度) 之外, 本試驗亦針對不同保綠藥劑作進一步試驗, 期能尋得一適當的保綠藥劑, 有助於評估後續理想之保綠處理條件。

前處理過程若以超音波振盪加熱方式進行, 不但會使保綠處理後的試材表面失去光澤, 而且處理程序亦較為繁雜, 就經濟考量下

亦較不敷成本。因此, 本試驗前處理條件乃選用 1% KOH 及界面活性劑為混合鹼性藥劑, 於 80°C 水浴加熱 30 min, 而後續的保綠處理則在 80°C 下處理 3 hr。表 3 為桂竹經六種 2% 保綠藥劑處理後之 a\* 值變化, 由表 3 的結果可以發現, 除了 2% CuSO<sub>4</sub> 處理之桂竹具保綠效果外, CuCl<sub>2</sub>·Ni(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>·NiSO<sub>4</sub>·Cu(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub> 及 Ni(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 等水溶性藥劑均無法使桂竹產生保綠效果。此外, 若以 CuP 及 CP 等藥劑進行試



驗，由圖 6 之結果顯示，雖然 1% 及 4% CuP 處理後之桂竹稍具保綠效果 ( $a^*$  值分別為 -3.2 及 -2.6)，但此 CuP 保綠效果仍不及 2% 與 4%  $\text{CuSO}_4$  處理之桂竹。經由統計分析結果顯示，2% 及 4%  $\text{CuSO}_4$  處理試材的  $a^*$  值並無顯著差異，但就  $b^*$  值而言，2% 處理材之  $b^*$  值為 25.3，明顯較 4% 處理材 ( $b^* = 32.1$ ) 為高；換言之，2% 處理材之表面顏色較 4% 為偏藍色調。綜合上述結果可以得知，桂竹以 4%  $\text{CuSO}_4$  處理不但可獲得較為理想之保綠效果 ( $a^*$  值較低)，且表面綠色效果亦較為均勻。

表 3 2% 之不同保綠藥劑對桂竹表面顏色之影響

Table 3 Color of makino bamboo surface treated with 2% green color protectors

Chemicals	CIE LAB		
	L*	a*	b*
Fresh	40.6	-2.1	22.8
$\text{CuCl}_2$	51.1	0.6	29.0
$\text{Ni}(\text{CH}_3\text{COO})_2$	56.4	2.8	37.0
$\text{NiSO}_4$	58.4	2.8	31.8
$\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$	47.5	1.8	32.4
$\text{CuSO}_4$	55.3	-2.5	27.1
$\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$	57.1	2.6	33.4

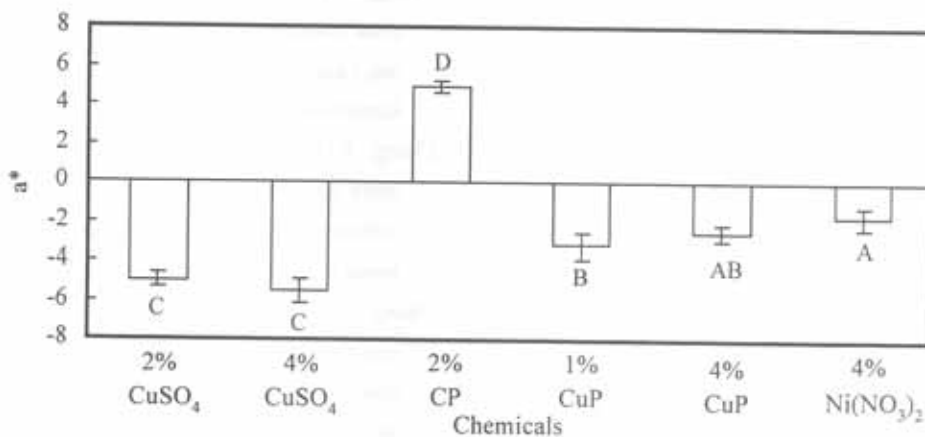


圖 6 不同保綠藥劑處理對於桂竹表面  $a^*$  值之影響 (圖中 A, B, C, D 為 Scheffe 氏多變域分析結果，不同字母表示差異顯著)

Fig. 6 Influence of green color protector on the  $a^*$  value of the makino bamboo surface (marked by different letters are significantly different at the level of  $P < 0.05$  according to the Scheffe test)

#### IV、結論

桂竹經適當鹼性藥劑前處理後，對試材表面顏色影響不大，且可除去試材表面白色蠟狀薄膜，改善試材表面的濕潤性，故有助於後續各種保綠藥劑之反應性。本研究首先探討藥劑前處理對桂竹竹青性質之影響，然後再進一步的評估保綠藥劑種類及濃度對保綠效果之影響。試驗結果綜合如下：

1. 桂竹試材以 1% KOH 與 1% 界面活性劑做為前處理藥劑，於 80°C 下處理 30 min，可

獲得較為理想之效果。

2.  $\text{Ni}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ 、 $\text{NiSO}_4$ 、 $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ 、 $\text{CuCl}_2$  及 CP 等藥劑處理後之桂竹不具保綠效果，而以 4%  $\text{CuSO}_4$  於 60°C 下處理 3 hr，可獲得較佳之保綠效果。

3. 桂竹之前處理若以 4% KOH 及 1% 界面活性劑混合之鹼性水溶液，配合超音波振盪水浴加熱的方式，於 80°C 加熱 30 min，續以 4%  $\text{CuSO}_4$  水溶液進行保綠處理，可以獲得良好的綠色效果 ( $a^*$  值為 -6.4)，且表面之綠色均勻，然而，其  $L^*$  值會明顯降

低，即表示試材表面的色澤變暗，不具生材般的光澤。

- 4. 桂竹經 4% CuSO<sub>4</sub> 水溶性保綠藥劑處理雖可獲得較佳的綠色效果，但表面仍出現少許斑點，因此，將另尋其它保綠藥劑或改變處理方法，期能獲得更理想的保綠效果。

### V、致謝

本研究承農委會經費補助(91農管-3.5-林-01)，國立台灣大學實驗林管理處水里加工廠林筴園主任及謝祚元先生提供試材，始得完成，特此致謝。

### VI、引用文獻

李鴻麟、張上鎮(1990) 鎘鹽保護劑處理條件對於竹材顏色之影響。林業試驗所研究報告季刊 5(1):1-9。

李鴻麟、張上鎮(1991) 不同藥劑處理對竹青顏色及耐久性之評估：(I)藥劑種類對於竹青顏色之影響。林業試驗所研究報告季刊 6(4):387-395。

李鴻麟、張上鎮(1992) 不同藥劑處理對竹青顏色及耐久性之評估：(II)藥劑種類對於竹青顏色之影響。林業試驗所研究報告季刊 7(4):103-115。

李守仁(1993) 台灣地區竹產業與竹材市場之研究。國立台灣大學森林研究所碩士論文。pp.35-42。

林昭明(1989) 孟宗竹竹青之保留。國立中興大學碩士論文。118pp。

吳志鴻(1996) 鎘磷鹽類對麻竹竹青保綠效果之影響。國立台灣大學森林研究所碩士論文。64pp。

吳志鴻、張上鎮(2001) 鎘磷酸鹽處理對麻竹竹青葉之影響。中華林學季刊 34(1):111-118。

吳志鴻、葉汀峰、張上鎮(2001) 鎘磷酸鹽處

理對麻竹之保綠機制。中華林學季刊 34(2):241-248。

吳志鴻、葉汀峰、張上鎮(2002) 竹青保綠的發展與回顧。中華林學季刊 34(4):487-496。

葉汀峰(1997) 鎘磷鹽對孟宗竹竹青保綠效果之評估。國立台灣大學碩士論文。62pp。

Chang, S.-T. and H.-L. Lee (1996) Protection of the green color of moso bamboo (*Phyllostachys edulis*) culms and its colorfastness after treatment, *Mokuzai Gakkaishi* 42(4): 392-396.

Chang, S.-T. (1997) Comparison of the green color fastness of ma bamboo (*Dendrocalamus* spp.) culms treated with inorganic salts. *Mokuzai Gakkaishi* 43(6):487-492.

Chang, S.-T. and J.-H. Wu (2000a) Green color conservation of ma bamboo (*Dendrocalamus latiflorus*) treated with chromium based reagents. *J. Wood Sci.* 46(1):40-44.

Chang, S.-T. and J.-H. Wu (2000b) Stabilizing effect of chromated salt treatment on the green color of ma bamboo (*Dendrocalamus latiflorus*). *Holzforchung* 54(3):327-330.

Chang, S.-T. and T.-F. Yeh (2000) Effect of alkali pretreatment on surface properties and green color conservation of moso bamboo (*Phyllostachys pubescens* Mizes) treated with chromium based reagents. *J. Wood Sci.* 47:228-232.

Chang, S.-T., T.-F. Yeh and J.-H. Wu (2001) Mechanisms for the surface color protection of bamboo treated with chromated phosphate. *Polym. Degrad. Stab.* 74:551-557.

Chang, S.-T., T.-F. Yeh, J.-H. Wu and D. N.-S. Hon (2002) Reaction characteristics on the green surface of moso bamboo (*Phyllostachys pubescens* Mizes) treated with chromated phosphate. *Holzforchung* 56(2): 130-134.



Liese, W. (1987) Research on bamboo. Wood Sci. Technol. 21:189-209.

Liewellyn, C. A., R. F. C. Mantoura and R. G.

Brereton (1990a) Products of chlorophyll photodegradation 1: detection and separation.

Photochem. Photobiol. 52(5):1037-1041.

Liewellyn, C. A., R. F. C. Mantoura and R. G.

Brereton (1990b) Products of chlorophyll photodegradation 2: structural identification.

Photochem. Photobiol. 52(5):1043-1047.

Struck, A., E. Cmiel, S. Schneider and H. Scheer

(1990) Photochemical ring-opening in meso-chlorinated chlorophylls. Photochem. Photo-

biol. 51(2):217-222.