

不同媒染劑用於梔子著色棉織物色外觀影響之研究

Study on the Influence of Different Mordant Reagents on the Color Appearance of Cotton Fabrics Colored with Gardenia

盧禹丞¹，郭文貴¹，林尚明²，林鑫宏¹，張曉瑩³

Yu-Cheng Lu¹, Wen-Guey Kuo¹, Shan-Ming Lin², Xin-Hung Lin¹, Shiao-Yin Chang³

¹ 中國文化大學紡織工程學系

² 亞東技術學院材料與纖維系

³ 台灣色如丹有限公司

¹Department of Textile Engineering, Chinese Culture University,

²Department of Materials and Textiles, Oriental Institute of Technology,

³Taiwan Celludye Co., Ltd.,

zxc0218cxz@gmail.com, kuow@staff.pccu.edu.tw, fc013lin@gmail.com, sychang168@gmail.com

摘要

本實驗以梔子作為天然色素之萃取材料，以不同溫度、方法及添加不同媒染劑對棉織物染色，並探討其表觀濃度(K/S)值、相對上色率及染色色牢度。結果顯示，梔子萃取液 pH 值上升吸光度值上升，以 DMF 萃取樣布時隨著吸光波長下降，吸光度上升，以 50°C 媒染棉織物時，相對上色率較高，當 50°C 以 pH12 改變染浴不改變媒染浴，相對上色率較高，以未添加媒染劑與添加醋酸銅媒染劑時上色率皆相差 9% 以上，而濃度從 20 克至 40 克時上升幅度較為平緩，染色織物的耐濕磨擦堅牢度、耐水洗堅牢度及耐棉汙染皆為 3 及 2-3 級其餘皆達到 4-5 級。

關鍵字：梔子、表觀濃度、媒染劑、染色堅牢度

ABSTRACT

In this experiment, gardenia was used as an extraction material for natural pigments. Cotton fabrics were dyed at different temperatures and with different mordant reagents. The apparent concentration (K/S) value, relative dye-take-up rate, and dyeing fastness were discussed. The results showed that the pH value of the gardenia extract rose and the absorbance value increased. When the sample was extracted with DMF, the absorbance increased with the decrease of the absorption wavelength. When the cotton fabrics were dyed with mordant reagents respectively at 50 °C as well as in a dyeing bath with high pH value, they had higher relative dye-take-up rate than those under the other dyeing condition. This rate might be different by more than 9% between the conditions without mordant and with copper acetate mordant. Furthermore, the relative dye-take-up rate was gently rising with increasing the concentration of gardenia. The dyeing wet-abrasion and washing fastnesses of the colored cotton fabrics were all graded between 2-3 and 3 with the exception of those of dry-abrasion and staining fastnesses 4-5.

Keywords : Gardenia, Apparent Concentration, Mordant Reagent, Dyeing Fastness

前言

現今人們生活水準提高，使得天然染料正引起越來越多人關注，天然染料無毒、無害、無汙染，具有較好的生物可分解性與環境有較好的相容性。雖化學合成染料價廉物美，而天然染料具有綠色環保特點，這是合成染料，所無法辦到的，是一種對環境友好的染色方法[1]。

天然染料可以分為礦物性染料、動物性染料及植物性染料三類。其中又屬植物性染料的種類為數甚多，且色相分布也最齊全。植物性染料是指萃取自植物的有色物質，色素普遍存在於植物體內，如大家所熟悉的胡蘿蔔素、葉綠素等，在花和果實中的色素，因為色彩鮮豔而容易使人察覺到它的存在。天然植物染料 300 多種，而梔子是較為常見的黃色系染料，從梔子果實中提取的天然色素，色澤鮮艷，無毒，染色能力強，耐熱，耐光，耐還原性較其他植物染較為理想，且取材便捷，是近年來重點發展的植物染之一[2]。

植物染料顯色卻不是那麼顯著，可能必須藉助媒染劑的作用來幫助顯色料。在早期，人們把大自然植物色素取出或把礦石磨成粉末加入水中調和，得到天然的顏色，再將這些顏色用在衣物、家飾、配件、畫圖顏料、化妝品上，後來人們把萃取出來的天然色素透過煮染，發酵方式來染布，染布過程中，加入石灰、泥土類、醋酸、尿液等，同一種色素會因添加物而產生不同深淺、色調相異之色彩，且使顏色更加牢固，不易褪色，得到較好且飽滿色澤，後來人們才知道這些添加劑都為促進染色作用，這就是古時候媒染的方法[3]。

本研究探討天然梔子色素液用於棉織物染色，並使用不同溫度、不同方法及不同媒染劑進行棉織物媒染，並分析其差異性，以染出較佳效果及符合市場需求產品。

理論

梔子色素之化學結構

梔子別名為枝子、山枝子、山黃梔、紅梔子、山

紅梔、黃梔子，其為茜草科，梔子黃色素是從果實中提取出來的食用色素，目前已應用於食品及紡織業中。作為染料，梔子色素主要為藏紅花素(Crocin)、藏紅花酸(Crocetin)，藏紅花素是世界上少數存在的水溶性類胡蘿蔔素衍生物，而藏紅花酸以 α -藏紅花酸及 β -藏紅花酸兩種形式存在於梔子黃色素中[2,4]。

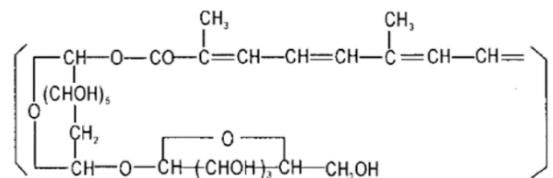


圖 1 Crocin 的結構

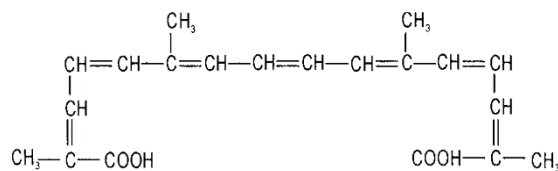


圖 2 Crocetin 的結構

棉纖維染色

為纖維素纖維，由葡萄糖分子組成，主要的染色官能基為-OH 基。纖維素分子彼此之間主要以平行狀態排列形成結晶區，並有不定型之非結晶區。纖維素纖維含有許多毛細管及孔隙，染料分子藉由非結晶區之微孔擴散至纖維內部而被固著。纖維素與染料分子間可藉無數氫鍵之結合力結合[5]。

媒染劑原理

天然染料即由礦物、動物及植物取得之染料，主要以媒染法染之。大部分的自然染料屬媒染染料(mordant dyes)，纖維與染料無直接染著性。天然染料染色堅牢度差及固色率低是因為染料分子與纖維材料間缺乏強大吸附力與結合力。為了強化纖維染著力，利用天然色素可與金屬離子形成配位絡合連結，抓住更多的色素染著於纖維上增加染色堅牢度[3]。

Kubelka-Munk

有色物質對光的吸收帶與反射率的關係，通常以入射光波長 λ (nm) 為橫座標，相對反射率 R % 為縱座標作圖。當入射光照射於不透明有色物質時，除少量鏡面反射外大部分光線進入纖維內部，發生光的吸收與散射。於織物的反射率測試中，吸收光的

物質主要是染料，染料濃度愈高時，吸收強度越大，反射強度越小。染料濃度與反射率之間存在一關係式，此關係式如下[5]：

$$K/S = \frac{(1-R)^2}{2R}$$

K：吸收係數，代表無限厚平面介質中，照射入射光後介質對光的吸收率

S：散射係數，代表無限厚平面介質中，照射入射光後介質對光的散射率

R：最大吸收波長的反射率

實驗

實驗材料

- (1). 梔子：草屯
- (2). 蒸餾水：屈臣氏蒸餾水中心
- (3). 醋酸鋁： $\text{Al}_2\text{O}(\text{CH}_3\text{COO})_4$ 日本試藥協會
- (4). 醋酸銅： $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ 日本試藥協會
- (5). 醋酸鐵： $\text{Fe}(\text{OH})(\text{CH}_3\text{COO})_2$ 日本試藥協會
- (6). DMF： $\text{HCON}(\text{CH}_3)_2$ 日本試藥協會

實驗設備

- (1). UV-Vis 光譜儀，Meterteksp-870，祥泰儀器。
- (2). 磁石加熱攪拌器，MH，新瑞開發科技公司。
- (3). 電子天平，precisa-sb220，祥泰儀器。
- (4). pH meter，pH6000。
- (5). 恆溫震盪槽，H-24M，新瑞開發科技公司。
- (6). 棉織物： $\frac{68'' \times 68''}{\text{C30/S} \times \text{C30/S}} \circ$
- (7). 分光測色儀，X-rite 8200。
- (8). 摩擦試驗機 II 型，天祥科學儀器有限公司。

實驗流程

梔子果實磨碎→色素萃取→過濾→調整 pH 值→UV-Vis 光譜測試→染色→媒染→染色→媒染→皂洗→分光儀測色→測染色堅牢度

實驗方法

1. 梔子色素萃取工藝

將乾燥的 10 克梔子果實使用研磨機磨碎後，以 200mL 蒸餾水做為溶劑，在常溫條件下萃取磨碎的梔子果實浸泡 24 時過濾得到梔子色素萃取液。另以 10mL DMF 做為溶劑萃取 0.5g 布重樣布在常溫條件下放置三天得到梔子色素萃取液。

2. 梔子萃取液的紫外可見光譜分析

使用紫外可見分光光度法在 200-800nm 之間掃描梔子萃取液。

3. 棉布染色

使用 2g 棉織物放入梔子色素萃取液再置入於恆溫震盪槽進行染色 30 分鐘，後取出再浸漬於媒染浴 30 分鐘。

4. 棉布媒染

將 2g 棉織物從染浴中取出置入於 15%布重媒染浴中再進行媒染 30 分鐘。

5. 耐水洗色牢度

使用 CNS1494 耐染色堅牢度 A-2 法測試評級，肥皂 5g/L，液量 200mL，溫度 50°C，水洗 30min，取出試片，後脫水，乾燥。

6. 耐摩擦色牢度

使用 CNS1499 耐染色堅牢度檢驗法測試評級，先將色布(22cm x 3cm)及摩擦用白棉布(5cm x 5cm)，至於標準狀態下。檢驗時在摩擦器前端包覆摩擦用白棉布，在 10cm 之距離，以每分鐘往復 30 次之速度作 100 次往復之摩擦。摩擦後之白棉布與未摩擦之白棉布以灰色標比較評定其染色堅牢度。

結果與討論

梔子色素於不同 pH 值吸光度影響分析

在常溫下使用 200mL 蒸餾水作為溶劑萃取 10g 梔子果實粉末放置 1 天後 過濾萃取出梔子萃取液，再將其 pH 值調至 7、10、12，比較在不同酸鹼值下萃取液之 UV-Vis 光譜。結果如表 1 所示，在可見光

範圍內，萃取液 pH 值增加主吸收波長變小，而主吸收波長吸光度增加，pH 值 5、7、10、12 其主吸收波長分別為 442nm、440nm、438nm、430nm，吸光度分別為 1.949、2.062、2.254、2.557。

表 1 不同酸鹼值色素萃取液之吸光度值

項目 pH 值	主吸收波長(nm)	吸光度值
5	442	1.949
7	440	2.062
10	438	2.254
12	430	2.557

梔子色素於不同媒染劑成布以 DMF 剝取色素分析

在常溫下使用 10mL DMF 作為溶劑萃取 0.5g 布重放置 3 天後，過濾萃取出梔子萃取液，再將比較在以前未添加媒染劑、醋酸鋁、醋酸鐵、醋酸銅萃取液之 UV-Vis 光譜。結果如表 2 所示，在可見光範圍內，其主吸收波長分別為 431nm 423nm 418nm 416nm，吸光度分別為 1.775、2.20、2.37、2.53。

表 2 不同樣布色素萃取液之吸光度值

項目 媒染劑	主吸收波長(nm)	吸光度值
無媒染	431	1.775
醋酸鋁	423	2.20
醋酸鐵	418	2.37
醋酸銅	416	2.53

梔子色素對棉織物不同溫度媒染分析

將相同條件下萃取出梔子萃取液，醋酸鋁，醋酸鐵，醋酸銅媒染液進行兩次媒染，分別以溫度 50°C、60°C、100°C，浴比 1：100 對棉織物進行染色，觀察其染色布樣之表觀濃度(K/S)，結果如表 3 所示，主吸收波長皆在 460nm 時有最大 K/S 其中以 50°C 醋酸鐵 1.74 為最佳其次為 50°C 醋酸銅 1.58，而相較於 60°C 以上染色之布樣，50°C 下染色布樣皆有較高表觀濃度。以上所述表觀濃度測試結果，根據一般合成染料染色時達理想飽和濃度之反射率 R 為 3%，亦其 K/S 值為 15.68。試算此 9 塊布樣，對應此理想飽和濃度之相對上色率，結果如表 2 所示，以 50°C 染色之布樣，上色率皆有 10%以上，又以醋酸鐵上色率最

高達 11%，相對於 60°C 以上染色之布樣皆降為 10% 以下上色率。

表 3 不同溫度對棉織物媒染之表觀濃度 K/S 值及上色率

溫度	媒染劑	K/S 值	上色率
50	醋酸鋁	1.52	10
	醋酸鐵	1.74	11
	醋酸銅	1.58	10
60	醋酸鋁	1.46	9
	醋酸鐵	1.51	10
	醋酸銅	1.47	9
100	醋酸鋁	1.29	8
	醋酸鐵	1.38	9
	醋酸銅	1.33	8

梔子色素以不同濃度色素下媒染分析

將染色中調整梔子萃取色素量，分別以 10 克、20 克、40 克及未添加媒染劑與添加媒染劑在鹼性浴下染色後觀察其表觀濃度 結果顯示如表 4 及圖 3 所示，其中添加媒染劑情況下表觀濃度皆有到達 2，其中 40 克醋酸銅表觀濃度高達 3.7 而未添加媒染劑表觀濃度皆低於 2。

表 4 不同濃度媒染劑對棉織物染色之表觀濃度 K/S 值及上色率

克數	媒染劑	K/S 值	上色率
10g	未添加	1.03	6
	醋酸鋁	2.13	13
	醋酸鐵	2.05	13
20g	醋酸銅	2.37	15
	未添加	1.60	10
	醋酸鋁	3.06	19
40g	醋酸鐵	2.85	18
	醋酸銅	3.36	20
	未添加	1.967	12
	醋酸鋁	3.50	22
	醋酸鐵	3.20	20
	醋酸銅	3.70	23

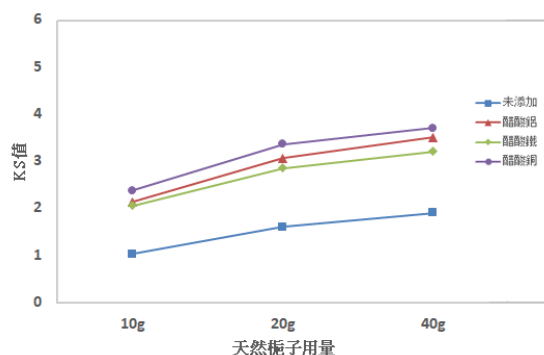


圖 3 不同濃度對棉織物媒染之表觀濃度 K/S 值

梔子色素對棉織物染色色牢度分析

將染色後織物分別以 10 克及 40 克做染色堅牢度測試，其耐水性及耐磨擦之變褪色和汙染進行評級，結果顯示如表 5、表 6 與表 7 所示，經過方法 2 染色織物，40 克因上色率較高，固退色較明顯，經灰色標評級為 2-3 級，水洗後對六纖維附布之汙染不嚴重，但對棉來說效果較差其於狀況普遍良好。耐磨擦牢度測試中，乾摩擦牢度皆有 4-5，而濕摩擦相對於乾摩擦效果較差。

表 5 以不同梔子濃度媒染棉織物之染色堅牢度(a-未添加、b-醋酸鋁、c-醋酸鐵、d-醋酸銅)

樣布	牢度種類		
	耐水洗	乾摩擦	濕摩擦
10g-a	2-3	4-5	3
10g-b	3	4-5	3
10g-c	3	4-5	3
10g-d	3	4-5	3
40g-a	2-3	4-5	2-3
40g-b	2-3	4-5	2-3
40g-c	2-3	4-5	2-3
40g-d	2-3	4-5	2-3

表 6 以 10g 梔子濃度染色樣本之耐汙染色牢度(a-未添加、b-醋酸鋁、c-醋酸鐵、d-醋酸銅)

耐汙染	樣布			
	10g-a	10g-b	10g-c	10g-d
羊毛	4-5	4-5	4-5	4-5
壓克力	4-5	4-5	4-5	4-5
聚酯	4-5	4-5	4-5	4-5
尼龍	4-5	4-5	4-5	4-5
棉	3	3	3	3
醋酸	4-5	4-5	4-5	4-5

表 7 以 40g 梔子濃度染色樣本之耐汙染色牢度(a-未添加、b-醋酸鋁、c-醋酸鐵、d-醋酸銅)

耐汙染	樣布			
	40g-a	40g-b	40g-c	40g-d
羊毛	4-5	4-5	4-5	4-5
壓克力	4-5	4-5	4-5	4-5
聚酯	4-5	4-5	4-5	4-5
尼龍	4	4	4	4
棉	2-3	2-3	2-3	2-3
醋酸	4-5	4-5	4-5	4-5

結論

- 梔子色素萃取，使用蒸餾水為溶劑，調整至 pH 值 12 時有較好的效果，其主吸收波長為 430nm，萃取液隨著 pH 值上升，吸收波長下降，吸光度上升。
- 以 DMF 萃取樣布中，以醋酸銅效果最佳為 2.53，其吸收光波長下降，吸光度逐漸上升。
- 50°C、60°C、100°C 溫度媒染時測得主吸收光波長皆為 460nm，而 50°C 醋酸鐵媒染時 K/S 值為 1.74 上色率為 11%，而隨著溫度上升 K/S 值逐漸下降。
- 梔子色素液進行媒染時在未改 pH 值時以醋酸鐵效果最佳，改變 pH 值後則為醋酸銅效果最佳。
- 當以不同濃度下進行媒染時 40g 醋酸銅媒染效果最佳為 3.7，然而未添加媒染劑時表觀濃度皆低於 2，而與醋酸銅上色率皆相差 9%，以上濃度 20 克至 40 克時曲線較為平緩。
- 當以 10 克及 40 克下測試染色後織物耐水洗，汙染部分普遍皆有 4-5 級，但對棉汙染較差為 3 及 2-3 級，而耐磨擦部分乾摩擦，皆有達 4-5 級但濕摩擦較差為 3 及 2-3 級，由於是天染染料，故其上色不易，導致上色率越高，染色色牢度偏差。

謝誌

感謝翁浚璋、蔡博安、孫梓巋先生在實驗期間的協助。

參考文獻

1. 宋純馥，紅鳳菜色素染色可行性之研究，華岡紡織期刊，第 14 卷，第 1 期，67-73(2007)
2. 蔡平里，園藝作物天然色素之研究 1. 梔子色素之抽取和化學性質，中國園藝，第二十一卷、第一期，27-31(1975)
3. 邱定中、郭文貴，紅肉火龍果對尼龍織物染色性之研究，華岡紡織期刊，第 14 卷，第 3 期，236-242(2007)
4. 賴秀菁、林正榮，茶葉抽出物之木材染色，國立屏東科技大學木材工業系碩士論文，6 (2005)
5. Shen, J., Li, Y., & He, J. H. On the Kubelka–Munk absorption coefficient. *Dyes and Pigments* 127, 187-188 (2016)