

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會
作品說明書

高職組 農業及生物科技科

佳作

091403

「布」同凡響~與植物有染

學校名稱：國立員林高級農工職業學校

作者： 職二 張馨之 職二 李郁慶 職二 張雅筑 職二 陳靜君	指導老師： 許坤明 鄭美淑
---	---------------------

關鍵詞：植物染 P.C.C.S. 媒染劑

「布」同凡響—與植物有『染』

壹、摘要

六種染材以 pH8.6 地下水加熱萃取染液，經 P.C.C.S. 色票比色，再行煮染及六種媒染劑處理後，行染布 P.C.C.S. 色票比色，結果將染液分成；(I) 福木、樟樹(淡橙色群)、(II) 毛柿、榕樹(紅橙色群)及(III) 乾荷葉、乾蓮蓬(暗赤色群)；染布分為(I) 福木(黃色群)、(II) 榕樹、毛柿、樟樹(赤肌色群)及(III) 乾荷葉、乾蓮蓬(淺灰色群)三群；再以碳酸鈉及冰醋酸調出不同 pH 地下水溶液，以榕樹、福木為染材萃取、煮染及媒染，經 PANTONE 色卡行比色，結果鹼性溶液有利於色素的溶出；酸性溶劑有利於染布著色，木醋酸鐵對染布的著色有強化作用，可能原因是，酸性能把染材中的另一種著色成份的溶解出來，且酸性條件可使染料帶負電，媒染金屬帶正電故染著力較佳；鹼性條件同為負電荷，故有相斥現象。

貳、研究動機

野生植物有的對人類有用，有的則否；人類選擇有用者加以栽培、保護及改良，藉人為的馴化使其成為有經濟價值的植物，此種植物稱為作物(Crops)⁽¹⁶⁾。基於農藝學的觀點，一般作物大都根據用途來分類，在我們的教材裡區分為：食用作物(普通作物)、特用作物(工藝作物)、飼料作物、雜用作物四大類^(1、7、8)，來自特用作物中的染料作物，即本次研究的主題，甚至包含非作物及其他植物廢棄物等，對學習作物栽培的我們深具意義。

人類懂得運用植物色彩已有很長的歷史，甚至早於利用植物纖維織布事件，如非洲甘比亞部落以非洲巴克豆樹皮將皮膚染為紅色⁽¹⁹⁾；在中國可以追溯到四千六百年前，茜草根部的茜素⁽²⁾；台灣泰雅族原住民在早期以松枝焚煤煙黥面；排灣族以荊類草木汁液染牙齒，以增加美觀，並具有辨識族人的功能⁽⁴⁾；狄薇豆(*Caesalpinia coriaria*)的莢果含有黑色的染料在墨西哥被當成墨水使用⁽¹⁴⁾、洋蔥是古波斯地毯的黃色染料等⁽⁶⁾。

台灣從 19 世紀前期便是靛藍(Indigo)的生產地，且為當時的重要染料產業^(10,13,18)，由文獻得知，除了梔子、茜草、薑黃、鬱金等曾被經濟栽培的染料作物外；相思樹、薯榔、檳榔、艾草等也都是民間常用的染料植物，相信當時所使用的植物染材為數可能更多。植物染成的顏色以棕色、褐色或淡黃色居多，紅色、黃色甚至藍色、紫色較少，自古以來最貴的染料是紫色染料，只有王宮貴族才穿得起⁽²⁾。植物染材除含有色素成份可供調製塗料，染製器皿、紡織物、工藝品等之顏色外，尚有防蟲、食用、藥用等附加功能，故功能多元、顏色充滿變化、環保安全，又極富人文色彩不同凡響的植物染又逐漸受到重視，如薯榔、紅花、大菁及薑黃等等⁽¹⁵⁾。本試驗材料取自於校園植物及其廢棄物，一方面符合廢棄物再利用、資源再生之環保理念，又可學習先人體驗精緻的染布文化，尋求植物除了生產層面外，更令人感動的人文價值，實踐更具體結合生產、生態、生活—的農業『三生』理念⁽¹⁶⁾。

參、研究目的

『科技源自於人心』在今日追求高科技、高效率的浪潮下，給我們更多省思的空間，一種崇尚環保、自然的人文風潮正逐步形成之中，植物染料是各種植物在自然界中經代謝

過程所得的特殊產物，這些色素合成的機制，存在於植物的遺傳基因中^(3,5)。利用自然界之花、草、樹木、莖、葉、果實、種子等行『五彩彰施於五色』，有別於化學染料，可減少對環境產生污染和有害人體健康之成份產生；可更深入了解各層面之染布文化，創造更具變化及獨特風格之民俗色彩。

本試驗探討不同植物染材、不同 pH 值及不同種類媒染劑媒染之染布著色狀況，並以植物染材萃取之染液顏色及煮染、媒染後試布顏色，依據 P. C. C. S. 色票及 PANTONE 色卡為標準行色差比對觀察，期能初步建立各植物染材之最佳染色方法，並探討其可能影響之變因，以為往後植物染研究之參考。

肆、研究設備及材料

一、材料

(一) 試驗 A 福木 (*Garcinia subelliptica*)、榕樹 (*Ficus Reusa* Linn)、毛柿 (*Diospyros discolor* willd)、樟樹 (*Cinnamomum camphora* (Linn) Sieb)、乾荷葉及乾蓮蓬 (*Nelumbo nucifera* Gaerth) (圖 1.)。

(二) 試驗 B 福木 (*Garcinia subelliptica*)、榕樹 (*Ficus Reusa* Linn)。

二、器材和藥品

橡皮圈、木片、棉布(長 55 cm、寬 20 cm 及重量 25.7)、棉布(長 91 cm、寬 20 cm、重量 25g) (圖 2)、P. C. C. S. 色票(Practical color coordingte system 簡稱是日本國家色彩研究所)(圖 5)、曬衣夾、碳酸鈉、冰醋酸 (圖 12)、高速磨豆漿機、天秤、磅秤、麻繩、脫水機、量杯、水桶、瓦斯桶、木棍、大鍋子、水、明礬、醋酸銅、醋酸錫、醋酸鋁、木醋酸鐵(圖 3)、PANTONE 色卡(圖 18)、pH meter(圖 15i)。

伍、研究方法或過程

一、試驗 A：依據陳、馬^(11、12)的方法分成八步驟進行如下：

(一) 染材準備

福木 375g、榕樹 750g、樟樹 750g、乾荷葉 375g、乾蓮蓬 375g(選擇大葉片、老葉片及連著樹枝剪下)及水 6000ml(每種染材)。

註：煮染材： 浴比=水：被染物(布重)=40：1 左右

水：布重=40：1

(二) 染布的選擇：天染純棉纖維試布 (長 55 cm 及寬 20 cm、重 25.7 g)。

(三) 豆漿處理(圖 4)

1. 試布用手搓揉清洗乾淨，晾乾後才可做豆漿處理。
2. 秤量布重，由布重推算黃豆量，黃豆量為布重的一半，水量為布重的四倍(黃豆：布重：水量=1：2：8)。
3. 浸泡黃豆：冬天約浸泡一夜，夏天 3~4 小時即可。
4. 磨豆漿：以磨豆漿機磨成的豆漿，經棉布袋過濾，並絞乾豆渣，豆渣再泡些清水做第二回絞汁。
5. 浸泡吃漿：將絞過兩回所得的生豆漿混合在一起，再將精練過棉布放入浸泡，並經常搓揉翻動，浸泡時間一回約 15~20 分鐘。
6. 脫水與曝曬：將浸泡過的棉布擰乾，脫水 1 分鐘，確實扯平後在太陽下均勻曬

乾。

7. 陰天不要做豆漿處理，布若未曬乾，容易發霉影響染色效果。

8. 打好的豆漿必須馬上處理，存放3小時以上的豆漿會開始凝固成豆花，就不適合做豆漿處理。

9. 漿好的棉布儘量平放或捲成圓筒狀保存，否則容易在對折處產生摺痕。

(四) 萃取染液(圖 4)

先將秤取過的染材放置入清水中清洗掉表面灰塵或不淨物，再放入裝有 6000ml 水的鍋中加熱 30 分鐘。將萃取出來的染液，經過濾網過濾(如果染液不夠八公升，再重新煮一回，時間約 30 分鐘，再混合兩次萃取染液備用)。

(五) 煮染

煮開後開至中火，煮染 30 分鐘，過程需不停的攪拌，不能讓布浮出水面的時間太長，以免局部氧化，造成著色不均(圖 4)。

(六) 媒染

調配媒染劑：木醋酸鐵 10%(2.5g)、醋酸銅 5%(1.2g)、醋酸錫 5%(1.2g)、醋酸鋁 5%(1.2g)、明礬 10%(1.2g)、水，媒染劑各加 1000ml 的水。將第一回煮染過的布，分別放入媒染桶中媒染，過程需不停攪拌，時間為 30 分鐘，使被染物能充分均勻吸收(圖 15)。

註：媒染劑=布重：媒染劑：水

比例=1：醋酸(錫、鋁、銅、明礬)5%=20-25 倍

木醋酸鐵 12-15%

(七) 清洗及曬乾

染布先用中性洗滌劑，並充份清洗乾淨，以脫水機脫水(約 1 分鐘)，再拿到陽光底下曬乾(布要攤開弄平)。

(八) 比色(圖 5)：利用 P.C.C.S. 色票比對植物萃取液及染布之顏色。

以上試驗每個處理重復三次，每重復做六條染布(合計十八條)，並以清水為對照組進行植物染及比色試驗。

二、試驗 B：

(一) 染材準備

福木 0.75kg (分 3 組做萃取，每一組為 0.25kg、水 4000 c.c.)；榕樹 1.5 kg(分 3 組做萃取，每一組為 0.5 kg、水 4000c.c.)

【註】煮染材：

福木→被染物:染材:浴比=1:2.5g:40c.c.

榕樹→被染物:染材:浴比=1:5.0g:40c.c.

【註】一組=布四條 100g:250g:4000c.c.

(二) 豆漿處理(圖 4)：做法(同試驗 A)

(三) 萃取染液(圖 4)

1、把 0.75kg 的福木各分成三鍋 A、B、C，每鍋各 250g，先用熱水把福木煮過 10 分鐘，讓表面的膠質去除，即可撈起。

2、每鍋各加 4000 cc 的水，煮開後，在 B、C 兩鍋各加入 10cc 化學藥劑(冰醋酸和

碳酸鈉)，A 鍋不加化學藥劑為對照組，再加入處理過的葉子，煮 30 分鐘，即可用濾網和濾布過濾。

3、染液經冰醋酸和碳酸鈉組合萃取後，將染液分成五組處理如下：

- (1)不加任何化學藥劑萃取(對照組)
- (2)加入碳酸鈉 5 克萃取
- (3)加入碳酸鈉 5 克萃取後，再加入冰醋酸還原成對照組之 pH 值
- (4)加入冰醋酸 5c. c. 萃取
- (5)加入冰醋酸 5c. c. 萃取，再加入碳酸鈉還原成對照組之 pH 值並進行染液之 PANTONE 色卡比色及 pH 值測試。

(四) 煮染(圖 13)

- 1、染布前處理：準備十條布(每處理兩條布)，經過清水浸泡，時間不需太久，使染布吸水更均勻。
- 2、經前處理之染布加入五種 pH 萃取之染液中，煮開後關至小火，煮染 30 分鐘。
- 3、煮染後，對各處理之染液再做 pH 值測試。

(五) 媒染：

- 1、媒染劑的調配：木醋酸鐵及醋酸銅之調配同試驗 A。
- 2、將布投入調配好的媒染劑中，需不停的攪拌，讓被染物能充分均勻的吸收媒染劑，時間為 30 分鐘。
- 3、媒染後，將布洗淨放入萃取液中煮染 30 分鐘後，再對每桶染液做 pH 值測試。

(六) 洗淨及曬乾(圖 15 之 e-i)

- 1、將布用中性洗潔精洗淨，再放進脫水機中脫水。
- 2、陽光下曬乾(布需攤平)。

(七) PANTONE 色卡比色(圖 16)

由於 P. C. C. S. 色票色系不足，改以 PANTONE 色卡比對染液及染布顏色，並以處理 1(清水)為對照組。

(八) pH 值校正及測定(圖 13i)

- 1、以蒸餾水清洗 pH meter 電極，再以吸水紙拭乾
- 2、以 pH4.01 及 7.00 之緩衝液進行 pH meter 反復校正
 - (1)先以 pH4.01 之緩衝液檢測 pH meter，等指標數字穩定後按下 4.01 Reset。
 - (2)再以 pH7.00 之緩衝液檢測之，並按下 7.00 Reset。
 - (3)反覆進行至讀出數字與緩衝液無誤為止。
- 3、放入各處理染液中測試實際 pH 值。
- 4、每次測試前皆需用蒸餾水清洗，再行拭乾備用。

陸、研究結果

一、試驗 A：

染材經 pH 8.6 地下水萃取、煮染及六種媒染處理(木醋酸鐵、醋酸銅、醋酸錫、醋酸鋁、明礬及水)清洗曬乾後，行染液及染布 P. C. C. S 色票比色，結果染液及染布之著色各分為三群：染液(1)淡橙族群：福木(dp8-帶橘色的橙)、樟樹(v6-帶黃色的橙)、(2)濃橙族群：毛柿(dp6-帶橘色的濃橙)、榕樹(dp4 濃-帶赤色的橙)及(3)暗赤族群：乾荷葉(dk4 暗-帶深橘色的暗赤)、乾蓮蓬(dk2 帶褐色的暗赤)(圖 9)；染布

(1) 福木(黃色群)、(2) 榕樹、毛柿、樟樹(赤肌色群)及(3) 乾荷葉、乾蓮蓬(淺灰色群)三群(表一及圖 10、11)。三群植物染布中以木醋酸鐵為媒染劑之組的顏色最深,其他組合如醋酸銅、醋酸錫、醋酸鋁、明礬等與對照組(水)沒有明顯之差異(圖 10、11);而經萃取植物染材之殘渣可供作堆肥或栽培介質等使用(圖 6)。

二、試驗 B:

經不同 pH 溶液萃取之植物染液溶出率,及染布煮染後不同媒染處理之染布著色力如表二、三、四、五、六及圖 14, 17。由表二、圖 14 知,淡橙色系(福木)與紅橙色系(榕樹)其染液 PANTONE 色卡比色代碼隨 pH 值增高而顏色加深,即較高的 pH 值(加碳酸鈉者)有利植物色素溶出,萃取之染液顏色加深,加冰醋酸者顏色變淡,萃取後中和為原來 pH 值組,顏色近似對照組,但不完全等於對照組(表五);但就染布著色力而言,兩色系皆以低 pH 值者染布著色力較高(表三、圖 17),且低 pH 值及以木醋酸鐵媒染處理者著色力最佳,醋酸銅與對照組間無顯著之差異。

由表四進一步觀察染液煮染及媒染前、後之 pH 值差異變動現象得知,以冰醋酸萃取者染煮前後 pH 值幾乎不變,對照組及碳酸鈉組有微小變動,且以經碳酸鈉及冰醋酸中和還原過的處理 3、5 兩組合 pH 有明顯變動。

柒、討論

『植物染料大多是多色性染料』,各種植物染料並非只能染單一的色彩,是透過不同的媒染過程,使被染物產生不同的顏色變化,且越新鮮者越偏向植物色素原色(黃綠色系),惟其堅牢度通常較差,理論上其著色機制牽動的變數甚廣,無法一次完全掌控,植物色素之季節性、成熟度、生長狀況,染布之材質、前處理,媒染劑之種類、濃度、處理方式,染製過程中各種環境因子如溫度、水質、pH 值、採收期、乾燥程度、保存的方法與時間等,會產生色彩上的變化,故試驗再現性較低,甚至同處理不同重複間亦有色差存在,故本試驗只針對有關染布前處理、媒染劑、pH 值、單寧等及其他零星因素作有限的探討。

一、染布前處理

(一) 精練:目的在於去除纖維以外如油脂、膠質、糊料等物質,增進染料之附著性,染色之前必須進行退漿,而棉布退漿之後需曬乾,其夾法需採以斜夾的方法,才可使整塊布的面積曬乾,不易發霉才不會影響到染色的效果,本試驗所用棉布,廠商以先精練。

(二) 豆漿處理:棉布的主要成分為纖維素,它們與染劑之間缺乏親和性,吸色不易,染色效果較薄弱,附著在纖維上的漿料,以豆漿或牛奶等,含乳酪素為一介面活性劑可為親水—親油之媒介橋樑,其目的是使纖維素,吸收蛋白質,進而促使纖維素與色素的結合。

二、媒染劑:通常使用金屬類化合物居多,使用金屬媒染劑的原因是色素的原子排列位置會因為金屬離子的介入而改變位置。所謂『媒染』,就是將纖維材料浸泡金屬鹽的水溶液,使纖維上附著媒染劑(即金屬分子)的意思,媒染之後再將纖維材料放進染液中染色,染液中的色素即可和附著在纖維上的金屬鹽產生結合而發色。若使用不同的媒染劑於同一煮染處理中,則染布所呈現的色彩就可能顯現出相當的差異,這種可以結合纖維,並產生發色作用的媒染劑是從事植物染色作者必須要認識並加以妥善運用的化學物質⁽¹²⁾。為了快速清除纖維上的浮色,清洗時可以先使用中性洗滌劑洗過一回,再用

清水沖洗三、四回，就可以減少清洗的時間。經染色、水洗之後的被染物可以用脫水機脫水 1 分鐘，取出後用手拉直扯平，然後用竹竿或衣夾吊掛在通風良好，故染前或染後媒染常會有不同之色彩表現。

根據馬的“黃色系植物染料的蠶絲染料研究”報告中所使用的醋酸鋁、醋酸錫、醋酸銅及醋酸亞鐵等為日本工藝染色界所推薦的安全性醋酸系金屬媒染劑⁽⁶⁾，惟價格昂貴一般只少量使用，如醋酸銅及木醋酸鐵等，本試驗以木醋酸鐵效果最佳，尤其在酸性環境下，木醋酸鐵中之鐵離子亦扮演著重要角色，媒染過程中 Fe^{+2} 為無色，具還原力能被氧化為 Fe^{+3} ，故顏色會越來越深。

木醋酸鐵 $(CH_3COO)_2Fe$ ：木醋酸是從木頭中乾餾所取得的酸液，加上鐵屑溶解後即為木醋酸鐵，是一種深褐而近黑色的液體，具有濃烈的焦臭味，使用中將它倒入清水中稀釋即可。因木醋酸是天然的有機酸，較不會造成環境污染的危害，所以較為染織同好所採用，但目前國內使用量較少，故仍不易購得⁽¹²⁾。

三、pH 值：由於色素的溶出率及離子的媒染著色表現與 pH 值息息相關^(11,12)，pH 值大小是染布過程中必要控制因子，控制不當將影響染布著色效果，pH 值較大（鹼性）可除去天然布料上的雜質，但是若 pH 值太高會使布料變的粗糙，本試驗酸性染液著色力較佳可能原因是：酸性條件可促使染料帶正電荷，而染布是帶負電荷，故染著力較佳；鹼性條件下則同為負電荷，故有相斥作用著色力較差；pH 值對鐵離子之作用亦扮演著重要角色，媒染過程中 Fe^{+2} 為無色，具還原力能被氧化為 Fe^{+3} ，故顏色會越來越深。

四、單寧：單寧與染料有著很密切的關係，單寧(tannins)(分子式： $C_{14}H_{10}O_9$ 或 $C_{14}H_{10}O_9 \cdot H_{10}O_9$)是一群複合酚類物質(complex phenolic substance)廣泛存在於植物之老熟成長部份，如紅樹林、鹽敷木、香蕉皮、未成熟的柿子、李子⁽¹⁷⁾；在酸性環境下單寧亦較易被氧化而呈現較深之紅色系，本試驗中之榕樹即有此現象，且越成熟部位顏色越深。

單寧因可使蛋白質沉澱結合成不溶性物質，所以可分。

(一) 凝結性單寧，與氯化鐵作用產生黑綠色反應，本試驗木醋酸鐵有類似之作用。

(二) 可水解單寧，為醣類(通常為葡萄糖)，產生藍黑色反應，與適當的媒染劑作用則可做為染料，例如；楊梅、竹柏，及因含單寧而可用為染料⁽¹⁸⁾。

理論上，任何有彩色都具有三種屬性，又稱色彩的三要素，這是構成色彩所必須具備的三個最基本條件。色相又稱為色調，是指色彩的相貌，或是區別色彩的名稱或色彩的種類，而色相與色彩明暗無關；明度指色彩明暗程度，也就是色彩經由光的照射，所反射出來的光量之不同。在無色中，明度最高與最低分別為白色與黑色；在有彩色中，黃色明度最高，紫色明度最低。彩度指色彩的純粹程度，亦可說是色的飽和度(saturation)。純粹色彩中無黑白色混入，達飽和度之色又稱純色，也就是說當純色與黑、灰、白或其他顏色混和以後，彩度就會降低。黃色的彩度最高，其次是橙、紅、青、紫⁽²⁰⁾，此為本次兩系統比色之依據，惟目視之比色無法精確的比對，實有賴更精密之色層分析儀器之使用。

同一種植物可以染成的顏色，隨著過程中受到不同因素的影響，又變化出不同顏色。同一種植物染料因布料材質、加入的媒染劑等各種因素而染成不同色調。其中以蠶絲效果最好，棉的效果最差。植物染的布料在使用一段時間後，色澤會更美，尤其是兩年後，色澤最美⁽⁹⁾，是化學染料無法達成的。

實驗中發現，染液萃取率鹼性溶液優於酸性溶液萃取者；相反的，酸性溶液萃取液的染著力卻優於鹼性溶液萃取者(圖 17、表三)，其原因可能是，酸性溶劑能把染材中的另一

種複合成份溶解出來，只是這種成份在煮染作用前並不發色，甚至是無色，因而使人誤以為利用鹼性溶液萃取之染液，其色素量遠超過對照組與酸性萃取之組合。

捌、結論

台灣從十九世紀起便是靛藍的生產地，除了梔子、茜草、薑黃、鬱金等曾經種植為經濟作物的染料外，相思樹、薯榔、檳榔、艾草等也都是民間常用的染料植物。相信當時所使用的植物染材應有更多。人工染料雖然具有較好的色牢度與耐久性，不過它具有毒性及污染的問題，於是喚起人們對安全、自然、健康與獨具人文特色的植物染料；有更多的歷史及文化回憶，這是合成染料無法替代的。

本實驗以唾手可得之校園植物為染材，找出各染材的最佳的著色組合，較低 pH 及木醋酸鐵媒染處理者有顯著的著色增強效果，且許多植物染料兼具有藥用成份⁽⁶⁾，鬱金所染之棉布亦有殺菌防蟲效果⁽⁵⁾，有些植物染料不具毒性，可染食物，植物特殊香味，也可增加食物風味⁽⁶⁾，不同植物染料有不同的取用部位，不同部位就可染出不同顏色呈現，如蘇木的根可染黃，心材可染紅莢果可染黑，然而人們對著色的鑑賞程度並無一致之標準，而花花世界各取所需，環肥燕瘦各盡其美，故植物染是最具有個人色彩及多元功能應用的生活技藝，兼具知性與感性的文化產業，值得大力推廣。

總而言之，染液及染布間色系並無一致性（即溶出色系≠染上的色系），且六種媒染處理中，以木醋酸鐵對染布的著色效果最佳，其他處理與對照組（水）沒有明顯差異；且煮染用溶液之 pH 值對染液萃取、染布著色作用有顯著之影響力；其著色機制並非取決於染液之植物天然色素，而是其他不可用顏色判定之植物複合成份（如植物鹼或單寧、等）與 pH 值、媒染劑及環境之綜合效應，且較低 pH 值及鐵離子對染材的溶出率及染布著色作用有增強效果，且經由三次重複間色系之差異，證明其複合染色成份受季節、溫度、pH 值及新鮮度等內、外在因子影響重大。

玖、引用文獻及其他

1. 王淑美、吳坤玉。作物生產 II。初版。台南市。復文書局。PP. 2-3。2000。
2. 何子樂(2000)。染料傳奇。科學月刊，31(2)，PP. 154-163。
3. 吳淑生、田自秉。中國染織史。初版。台北。南天書局。PP. 2-12。1987。
4. 周憲文(1959)。台灣先住民之食衣住。台灣銀行經濟研究室。台灣之原始經濟。台灣研究叢刊。PP. 23-32。
5. 林紋翠 (1992)。以五彩彰施於~染料植物簡介。台大農藝學系專題討論集。PP. 1~6。
6. 馬芬妹(1991)。黃色系植物染料的蠶絲染色研究。台灣手工業(39)。PP. 20-49。
7. 洪秋森、許坤明、鄭美淑。初版。農藝(一)。台南市。復文書局。PP. 10-30。1981。
8. 梁振昌。作物生產 I。初版。台南市。復文書局。PP. 3-15。2000。
9. 陳碧棠(2001)。台灣植物染料。染化資訊
(<http://www.fibronet.com.tw/text/color.html>)。
10. 陳珊珊。藍染植物染：DIY 活用百科。初版。台北市。麥浩斯資訊股份有限公司。PP. 24-29。2004。
11. 陳景林、馬毓秀。大地之華-台灣天然染色事典(續)。初版。台中縣。台中縣立文化中心。PP. 36-47。2004。
12. 陳景林、馬毓秀。大地之華-台灣天然染色事典。第二版。台中縣。台中縣立文化中心。PP. 34-62。2005。
13. 陳珊珊。植物 in 染家飾布。初版。台北市。福利出版社。PP. 16-25。2005。

14. 葉茂生、鄭隨和。台灣豆類植物資源彩色圖鑑。農委會。PP. 288, 312, 361, 389, 442。1991。
15. 蔡中涵(2000)。生物多樣性與台灣原住民發展。台北：財團法人原住民文教基金會。
16. 蔡耀中。農業概論。初版。台南市。復文書局。PP. 2-5。2000. 04。
17. Fu, L. Y. (2001). Playing with science at the foot of Mountain Papak-Waqa: a set of science learning activities for Atayal Students in Taiwan. Paper presented at the National Association for Research in Science Teaching (NARST) 2001 Conference, St, Louis, MO, USA.
18. J. W. Davidson (1903) The Island of Formosa, Past and Present Oxford University Press, New York PP. 515-PP. 521
19. N. R. de Graaf, J. W. Fundter & J. W. Hildebrand Dyes and Tannins in a Changing World
20. http://210.69.130.41/website7/uploadfile/Teaching/90_色彩學.doc



福木



榕樹



毛柿



樟樹



乾荷葉



乾蓮蓬

圖 1. 供試不同種類校園植物之染材



圖 2. 純棉之天然纖維試布 (重 25.7 g、長 55 cm 及寬 20 cm)



木醋酸鐵



醋酸銅



醋酸錫



醋酸鋁



明礬



水

圖 3. 供試之不同種類媒染劑

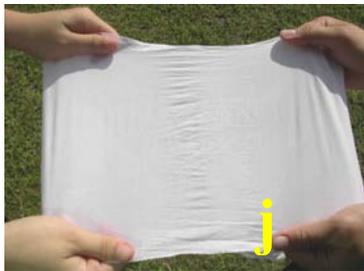




圖 4. 植物染步驟 (a-s)

a:挑選黃豆，b:秤取黃豆重量，c:水 2,000 ml，d:浸泡黃豆，e:過濾黃豆，f:榨漿，g:過濾好的豆漿，h:搓揉棉布，i:脫水，j:攤平，k:曝曬，l:晾乾，m:水煮開，n:丟入處理過的染材，o:攪拌，p:過濾，q:丟入棉布，r:媒染，s:成品。

- 註 1. 曬乾後可收藏備用，收藏時請注意保持乾燥，切勿潮濕以免上過漿的布產生霉點。
2. 打好的豆漿必須馬上處理，存放在 3 小時以上的豆漿會開始凝固成豆花狀，不適合做布料的豆漿處理。
3. 棉布盡量要平放或圓筒狀保存，否則存放太久容易在對折處產生褶痕，特別是漿過的棉布，更容易產生嚴重的摺痕。



圖 5. P.C.C.S.色票

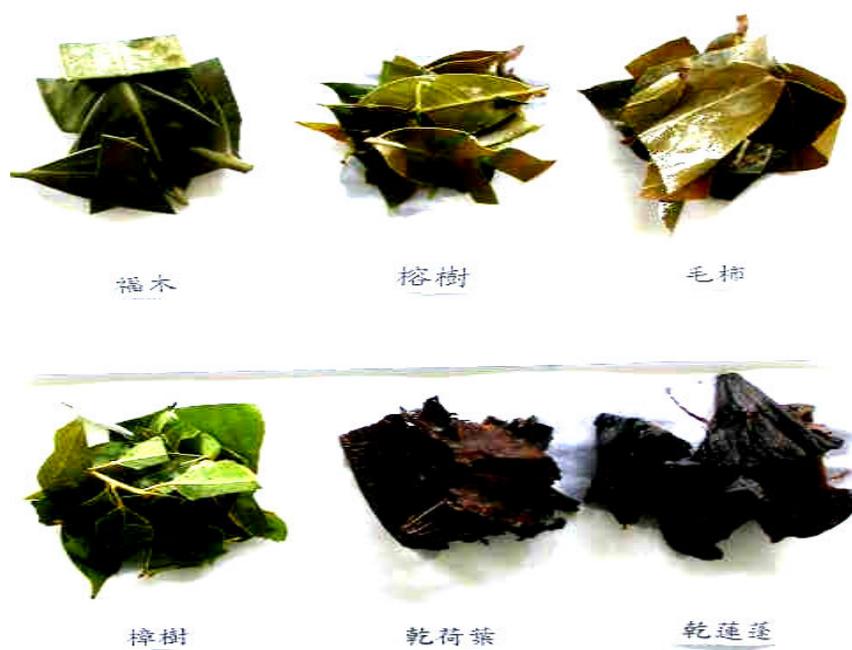


圖 6、植物材料經大火煮開之殘渣可供堆肥及栽培介質使用

色相號碼		色相名稱	色相記號
赤	1	帶紫色的赤	PR
	2	赤	R
	3	帶黃色的赤	YR
橙	4	帶赤色的橙	Ro
	5	橙	O
	6	帶黃色的橙	yO
黃	7	帶赤色的黃	rY
	8	黃	Y
	9	帶綠色的黃	GY
黃綠	10	黃綠	YG
綠	11	帶黃色的綠	yG
	12	綠	G
	13	帶青色的綠	bG
	青綠	14	青綠
青綠	15	青綠	BG
	青	16	帶綠色的青
青	17	青	B
	18	青	B
	19	帶紫色的青	pB
青紫	20	青紫	V
紫	21	紫	P
	22	紫	P
赤紫	23	赤紫	RP
	24	赤紫	RP

圖 7. P.C.C.S.依等感覺差分成 12 色相或 24 色相，一般採用正確分法是 24 色相
 (http://140.128.159.23/www/art/a/a2/a2_2.htm#)

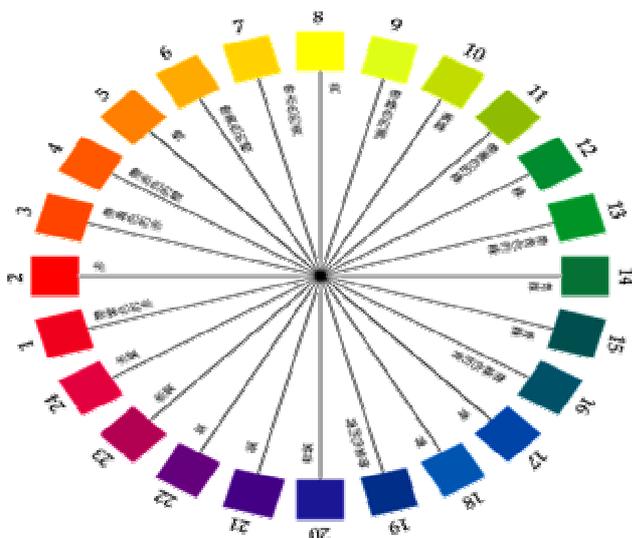


圖 8. P.C.C.S.色相環
 (http://140.128.159.23/www/art/a/a2/a2_2.htm#)

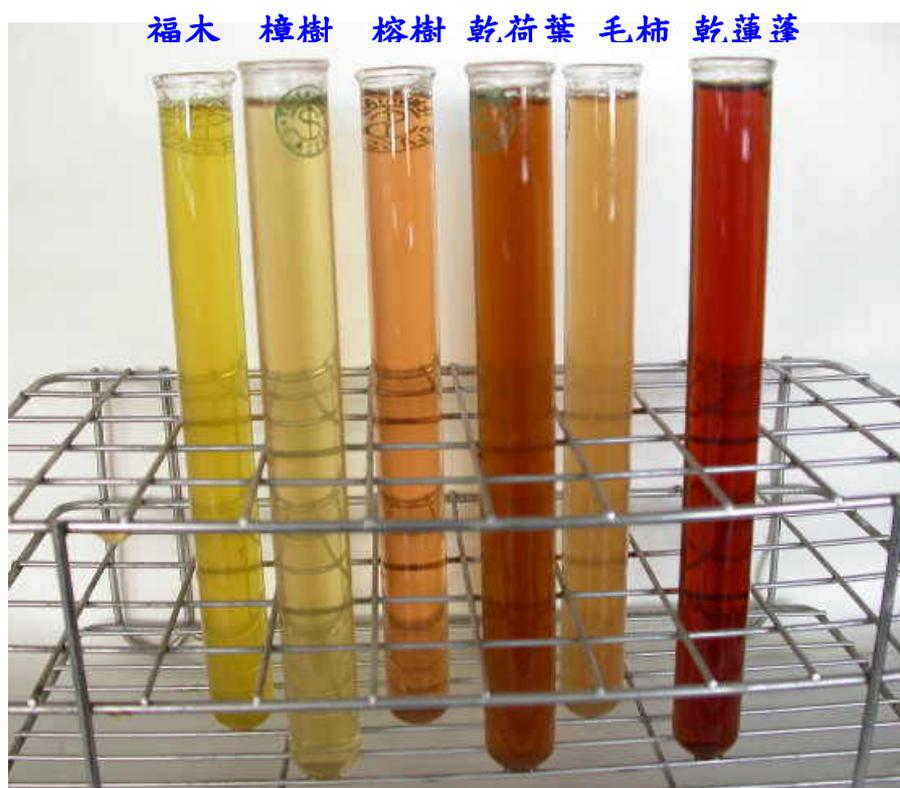
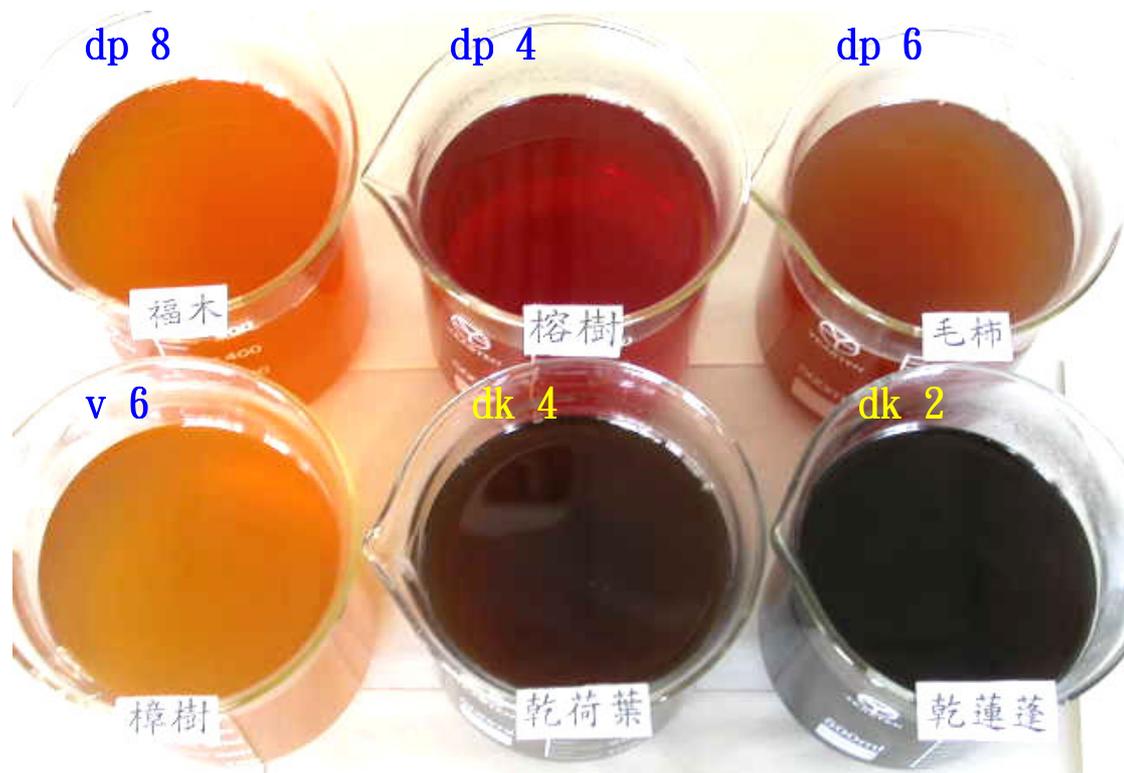


圖 9. 植物材料萃取液 P.C.C.S.色票比色圖 (a 及 b) (英文字母為色調，阿拉伯數字為色相)

dp 8 : deep (濃-黃)、dp 4 : deep (濃-帶赤色的橙)、dp 6 : deep (濃-帶黃色的橙)、v 6 : vivid (生-帶黃色的橙)、dk 4 : dark (暗-帶赤色的橙)、dk 2 : dark (暗-赤)

表一、植物不同染材經煮染後以不同媒染劑處理對染布顏色 PCCS 色票比色表

染材	媒染劑	染布顏色	PCCS 顏色代號
福木	木醋酸鐵	暗綠	f16
	醋酸銅	淺黃色	b8
	醋酸錫	黃色	it8
	醋酸鋁	淺黃色	it8
	明礬	黃色	it8
	水	淺黃色	it8
榕樹	木醋酸鐵	深紫色	dk24
	醋酸銅	桃紅色	d2
	醋酸錫	桃紅色	d4
	醋酸鋁	桃紅色	d4
	明礬	桃紅色	d4
	水	桃紅色	d4
毛柿	木醋酸鐵	咖啡紅	dk24
	醋酸銅	淺紫紅	dk4
	醋酸錫	深桃紅	d2
	醋酸鋁	深桃紅	d2
	明礬	淡桃紅	d2
	水	淡桃紅	d2
樟樹	木醋酸鐵	紫色	g2
	醋酸銅	深粉紅	f13
	醋酸錫	淡粉紅	f13
	醋酸鋁	粉紅	f1-3
	明礬	粉紫	f1-3
	水	粉紅	f1-3
荷葉	木醋酸鐵	茶褐色	br-4
	醋酸銅	淺褐色	f1-6
	醋酸錫	淺褐色	f15
	醋酸鋁	淺褐色	f15
	明礬	淺褐色	f15
	水	淺褐色	f15
蓮蓬	木醋酸鐵	焦褐色	g4
	醋酸銅	淺褐色	g2
	醋酸錫	淺褐色	br-3
	醋酸鋁	淺褐色	itg4
	明礬	淺褐色	itg4
	水	茶褐色	itg4

【註】英文字母為色調，阿拉伯數字為色相

福木

木醋酸鐵

醋酸銅

醋酸錫

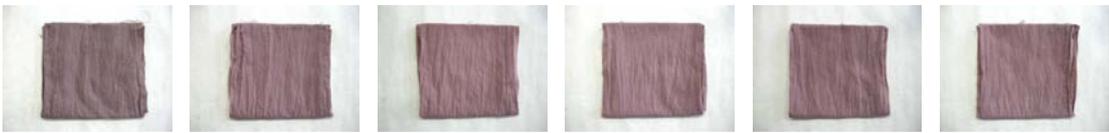
醋酸鋁

明礬

水



榕樹



毛柿



樟樹



乾荷葉



乾蓮蓬



圖 10、六種染材、六種媒染處理染布著色(摺疊)之成品

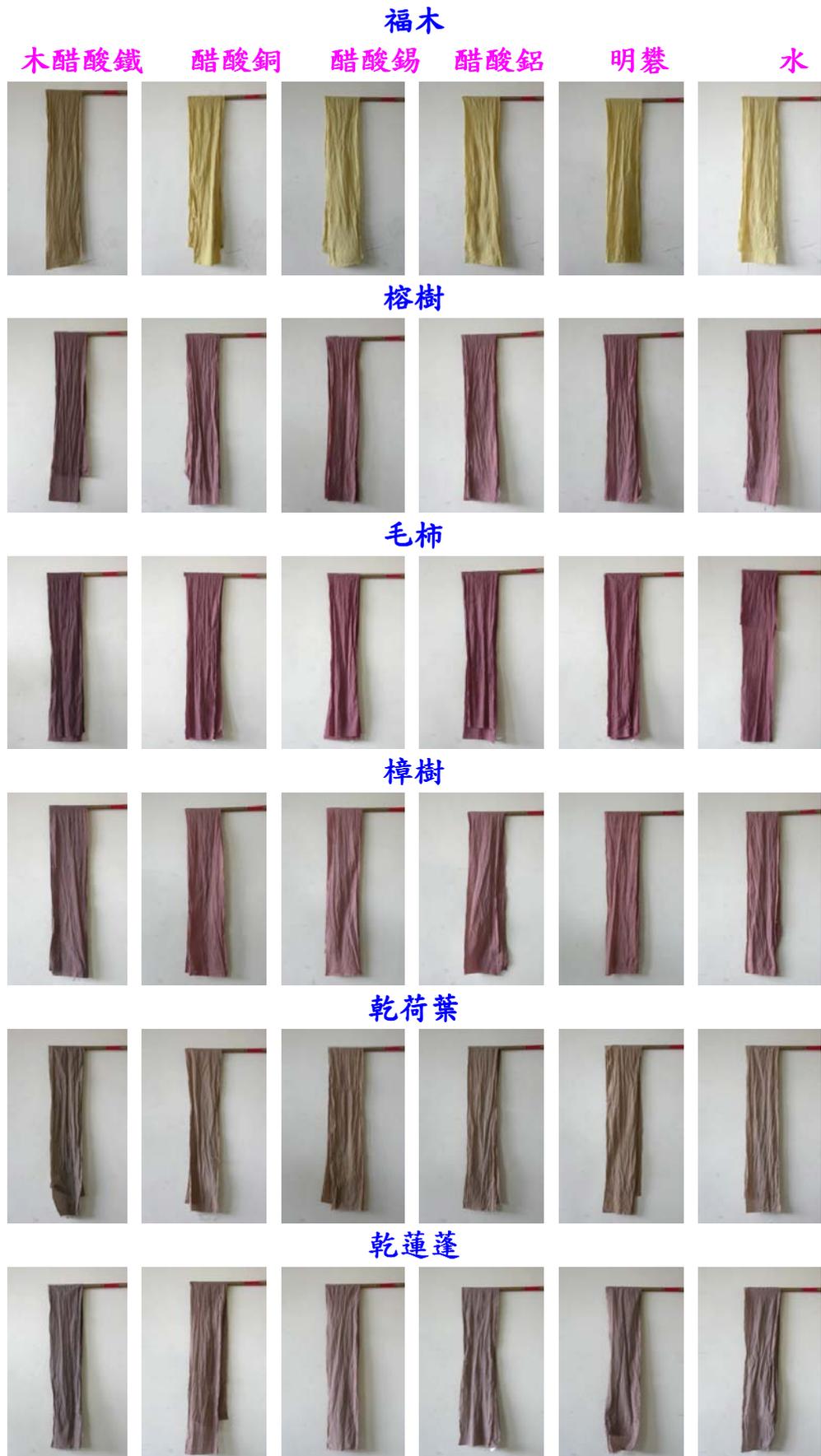


圖 11、六種染材、六種媒染處理染布著色(展開)之成品

表二、福木、榕樹利用五種不同處理萃取染液經 PANTONE 色卡比色後顏色及 pH 值對照表

染材	重量	處理	前處理	染液萃取方法	顏色	PH 值	
福木	1.5 kg	0.5 kg	I	(目的去膠質不需過久) 使用熱水燙過	直接 加 5000 cc 的水 作萃取	橄欖黃 110C	8.5
		0.5 kg	2		5000 cc 的水 + <u>5g 的碳酸鈉</u> (分兩次放)	暗黃橘-深黃 159C	9.8
			3			暗黃橘-淡黃 138C	9.8→8.5
		0.5 kg	4		5000 cc 的水 + <u>5g 的冰醋酸</u> (分兩次放)	淡象牙-黃 7499U	4.7
			5			土黃-黃 124C	4.9→8.5
榕樹	1.5 kg	0.5 kg	1		直接 加 5000 cc 的水 作萃取	黃紅-紅 158U	8.5
		0.5 kg	2		5000 cc 的水 + <u>5g 的碳酸鈉</u> (分兩次放)	葡萄紅 1807U	9.8
			3			酒紅 1945U	9.8→8.5
		0.5 kg	4		5000 cc 的水 + <u>5g 的冰醋酸</u> (分兩次放)	淺橘咖 130U	4.7
			5			深橘紅 179U	4.9→8.5

表三：福木、榕樹以五種萃取方式後經媒醋酸銅、木醋酸鐵媒染後的染布顏色及 pH 值對照表

染材	組別	媒染劑	顏色	PH 值
福木	1	醋酸銅	淡土黃色 1245U	8.5
		木醋酸鐵	深土黃色 1405U	
	2	醋酸銅	淺膚色 155U	9.8
		木醋酸鐵	深膚色 7508U	
	3	醋酸銅	淺咖啡色 7508U	9.8→8.5
		木醋酸鐵	深咖啡色 7509U	
	4	醋酸銅	淺綠褐色 4515U	4.7
		木醋酸鐵	深墨褐色 455U	
	5	醋酸銅	淺膚褐色 7501U	4.9→8.5
		木醋酸鐵	深膚褐色 7502U	
榕樹	1	醋酸銅	淺紫褐色 4985U	8.5
		木醋酸鐵	深紫褐色 504U	
	2	醋酸銅	淺粉紫色 5025U	9.8
		木醋酸鐵	深粉紫色 5015U	
	3	醋酸銅	淺粉紫色 5015U	9.8→8.5
		木醋酸鐵	深粉紫色 5005U	
	4	醋酸銅	淺紫褐色 4715U	4.7
		木醋酸鐵	深紫褐色 4705U	
	5	醋酸銅	淺葡萄紫色 499U	4.9→8.5
		木醋酸鐵	深葡萄紫色 498U	



圖 12、化學藥劑&媒染劑：

- a. 碳酸鈉 b. 冰醋酸 c. 木醋酸鐵 d. 醋酸銅



圖 13、煮染過程：

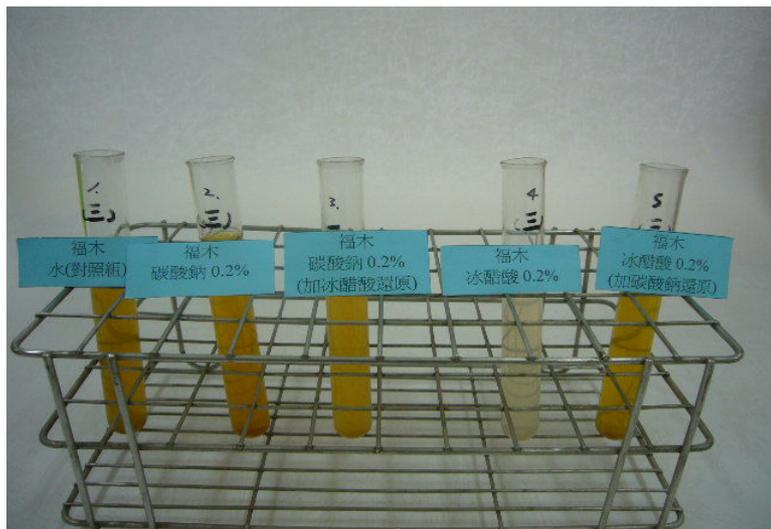
- a. 剪碎葉片 b. 煮熱水去福木表面膠質 c. 煮熱水準備萃取 d. 倒入碳酸鈉 e. 倒入冰醋酸 f. 倒入福木萃取染液 g. 萃取過程不停攪拌 h. 經濾網與濾布過濾 i. 測 pH 值 j. 放入被染物 k. 進行煮染 l. 煮染過程不停絞動。



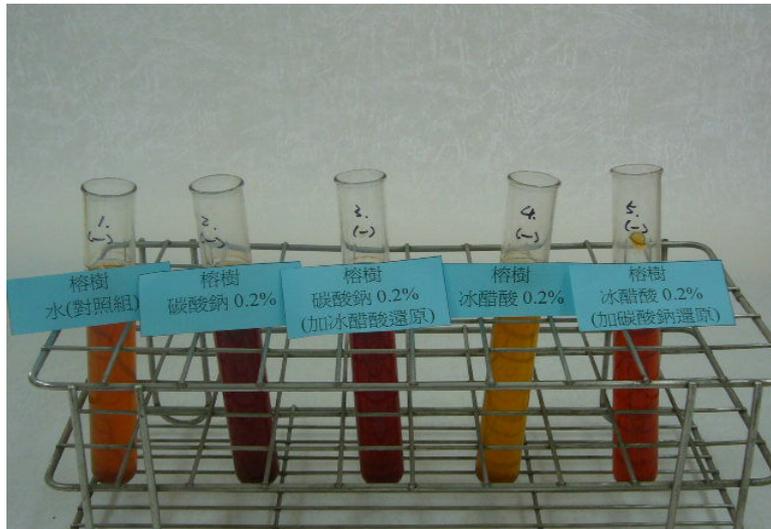
福木-第一組



福木-第二組



福木-第三組



榕樹-第一組



榕樹-第二組



榕樹-第三組

圖 14、染液試管比對



圖 15、媒染過程：

a. 調媒染劑 b. 丟入染後的布 c. 進行媒染 d. 不停翻動、攪拌 e. 倒入中性洗潔劑 f. 進行搓洗 g. 擰乾 h. 脫水 i. 曬乾。



PANTONE 色卡 (綠卡霧面)



PANTONE 色卡 (藍卡亮面)

圖 16、PANTONE 色卡

福木 I

水



碳酸鈉



碳酸鈉加
冰醋酸



冰醋酸



冰醋酸加
碳酸鈉



醋酸銅

水



碳酸鈉



碳酸鈉加
冰醋酸



冰醋酸



冰醋酸加
碳酸鈉



福木 II

水



碳酸鈉



醋酸銅

碳酸鈉加
冰醋酸



冰醋酸



冰醋酸加
碳酸鈉



水



碳酸鈉



木醋酸鐵

碳酸鈉加
冰醋酸



冰醋酸



冰醋酸加
碳酸鈉



福木 III

水



碳酸鈉



醋酸銅

碳酸鈉加
冰醋酸



冰醋酸



冰醋酸加
碳酸鈉



水



碳酸鈉



木醋酸鐵

碳酸鈉加
冰醋酸



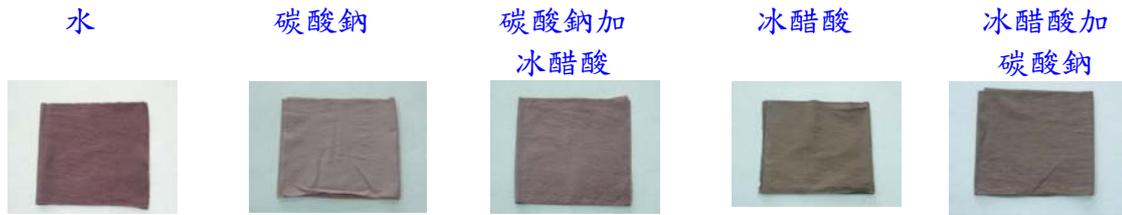
冰醋酸



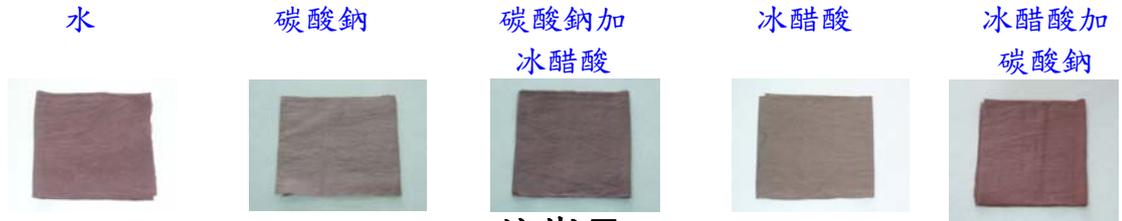
冰醋酸加
碳酸鈉



**榕樹 I
醋酸銅**



木醋酸鐵



**榕樹 II
醋酸銅**



木醋酸鐵



**榕樹 III
醋酸銅**



木醋酸鐵



圖 17、兩種染材兩種媒處理後染布著色(摺疊)之成品

表四、福木及榕樹不同萃取液溶出染液煮染前後之 pH 值比較表

福木		1	2	3	4	5
重複	煮染前後	對照組 (水)	碳酸鈉	碳酸鈉+冰醋酸 (還原成對照組的 pH 值)	冰醋酸	冰醋酸+碳酸鈉 (還原成對照組的 pH 值)
I	染前	8.5	9.8	9.8→8.5	4.7	4.9→8.5
	染後	8.4	9.6	9.3	4.7	9.1
II	染前	8.7	10.1	9.5→8.7	4.9	4.8→8.7
	染後	8.2	10..0	9.7	4.9	9.7
III	染前	8.7	10.5	10.4→8.7	4.9	4.8→8.7
	染後	8.4	10.4	9.9	4.9	9.7
榕樹		1	2	3	4	5
重複	煮染前後	對照組 (水)	碳酸鈉	碳酸鈉+冰醋酸 (還原成對照組的 pH 值)	冰醋酸	冰醋酸+碳酸鈉 (還原成對照組的 pH 值)
I	染前	8.5	9.8	9.8→8.5	4.7	4.9→8.5
	染後	8.4	9.6	9.3	4.7	9.1
II	染前	8.7	10.1	9.5→8.7	4.9	4.8→8.7
	染後	8.2	10..0	9.7	4.9	9.7
III	染前	8.7	10.5	10.4→8.7	4.9	4.8→8.7
	染後	8.4	10.4	9.9	4.9	9.7

表五、福木及榕樹不同萃取液溶出染液色澤之 PANTONE 色卡比色一覽表

福木	1	2	3	4	5
I	橄欖-黃 110C	暗黃橘-深黃 159C	暗黃橘-淡黃 138C	淡象牙-黃 7499U	土黃-黃 124C
II	土黃-黃 124C	深土黃-深黃 131C	鵝黃色-黃 116C	淡象牙-黃 7499U	柳橙-黃 113C
III	淡黃-黃 128U	深鵝黃-深黃 115U	淡黃橘-黃 121U	淡象牙-黃 7499U	深橘黃-橙黃 130U
榕樹	1	2	3	4	5
I	黃紅-紅 158U	葡萄紅 1807U	酒紅 1945U	淺橘咖 130U	暗紅-深橘 179U
II	暗橘-橘紅 1665U	淺葡萄紅 187U	淺酒紅 180U	深橘咖 138U	淡黃橘 144U
III	酒紅-紫紅 1797U	深葡萄紅 202U	深酒紅 201U	淺橘咖 130U	暗橘褐 166U

表六、福木及榕樹經媒染後染布著色 PANTONE 色卡比色一覽表

福 木		處理 1	處理 2	處理 3	處理 4	處理 5
I	醋酸銅	淺土黃色 1245U	淺膚色 155U	淺咖啡色 7508U	淺綠褐色 4515U	淺膚褐色 7501U
	木醋酸鐵	深土黃色 1405U	深膚色 7508U	深咖啡色 7509U	深綠褐色 455U	深膚褐色 7502U
II	醋酸銅	淺綠褐 118C	淺象牙黃 7402U	淺象牙黃 7403U	淺墨綠 4505U	淺黃褐色 7501U
	木醋酸鐵	深綠褐 464U	深象牙黃 7403U	香檳金 468U	深墨綠 7503U	深黃褐色 7502U
III	醋酸銅	橄欖綠-黃 117U	淺梨黃 128U	淺橄欖綠 110U	淺橄欖綠 104U	淺黃綠 458U
	木醋酸鐵	橄欖綠 126U	深梨黃 7404U	深橄欖綠 117U	暗橄欖綠 455U	深黃綠 457U
榕 樹		處理 1	處理 2	處理 3	處理 4	處理 5
I	醋酸銅	淺紫褐色 4985U	淡粉紫 5025U	淡粉紫 5015U	紫褐色-淺 4715U	淺葡萄紫 499U
	木醋酸鐵	深紫褐色 504U	粉紫 5015U	深粉紫 5005U	紫褐色-深 4705U	深葡萄紫 498U
II	醋酸銅	淺鬱金紫 491U	淺灰紫 5025U	紫褐 499U	淡米茶-淺 4725U	淺葡萄紫 499U
	木醋酸鐵	深鬱金紫 504U	深灰紫 5015U	粉紫 5005U	淡米茶-深 4715U	深葡萄紫 498U
III	醋酸銅	淺咖啡紫 505U	淺灰紫 5025U	粉淺紫 5005U	淡米茶 4725U	淺葡萄紫 499U
	木醋酸鐵	深暗咖啡 497U	深灰紫 5015U	深粉紫 4995U	深米茶 4715U	深葡萄紫 498U

【評語】

091403 「布」同凡響~與植物有染

1. 充份利用周遭植物作為材料。
2. 實驗流程清晰。
3. 較缺乏科學數據分析。
4. 文獻收集尚完整，建議報告書內容中，文獻應與研究呼應。