

中華民國第 51 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 化學科

佳作

最佳(鄉土)教材獎

080205

在地「色水」染出「蕨」色

學校名稱：高雄市左營區永清國民小學

作者：	指導老師：
小六 車珮慈	吳麗淑
小六 楊傑安	蔣信蓊
小六 王怡璇	
小六 鍾華郁	
小六 賈富涵	
小六 郭子琳	

關鍵詞：蕨類、染布、酸鹼

在地色水一

染出『蕨』色

摘要

染布是中國傳統技藝，以植物染最符合環保、低成本。台灣是蕨類王國，校園內又處處可見，我們嘗試用別人沒染過的蕨類當染材。染前先浸在綠豆和高筋麵粉的助染劑（每100公克的助染劑中含蛋白質量約23公克左右）中可加深色澤。取腎蕨13.04%染液在中溫左右染5分鐘，染出的色澤最翠綠。色澤會因加溫時間越久，顏色由綠色偏黃色。若以小蘇打粉作為媒染劑時，色澤偏棕褐色，有利於色素溶出；以檸檬汁、水作為媒染劑時，偏橄欖色，利於染布著色。不論照射時間長或短，褪色效果大多僅為同色系間變化。

蕨類染不但可染出高彩度的鮮艷色，更可以得到許多細膩的中間色，並且，透過不同染色次數與不同色相的複染，亦可以染出更典雅雋永的色彩層次。



圖一、思古幽情—戀戀古城



圖二、蓮池映柳—詩詞漫步



圖三、染出蕨色

校園中長滿各式各樣的蕨類等著我們探索！

壹、研究動機

『戀戀古城遺跡，再造蕨代風華』是我們的校本課程，近幾年來學長姐以校園內東門古蹟生態牆上的蕨類數量消長、壓製蕨類標本等題材參與歷屆科展競賽，深獲評審的肯定。此次，在學長姐的帶領引導之下，我們又繼續對蕨類展開探索之旅。上藝術與人文課時，看到美術老師染的染布，有些是用植物染，有些是用壓克力顏料染，都非常的好看。植物染讓我們想到，染料是否也可以用蕨類來製作，因此，我們想親自動手做看看。於是，展開了這一趟奇妙的蕨類染布之旅，期望能在蕨世天堂中尋找出染布的好材料。

貳、研究目的

- 一、探討校園蕨類的色素成分
- 二、探討哪些布料適合當校園蕨類植物的染布
- 三、探討不同助染劑對染布的色澤變化
- 四、探討影響染布顏色的因素
 - (一) 探討染液的濃度對染布效果的影響
 - (二) 探討助染劑中蛋白質含量的高低是否會影響染液吸附在染布上的效果
 - (三) 探討染色的時間是否會影響染布染出來的顏色
 - (四) 探討染布浸泡染液時溫度對染色效果的差異
 - (五) 探討不同媒染劑對染色效果的差異
- 五、探討紫外線照射對染布褪色的影響
- 六、獨門『蕨』活-蕨類植物染的成品

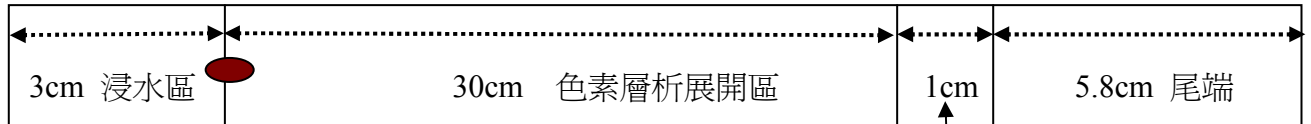
參、研究設備及器材

- 一、植物（蕨類）染材：鱗蓋鳳尾蕨、密毛小毛蕨、野小毛蕨、山蘇、腎蕨
- 二、染色布料：棉布（不同厚薄）、紗布（嬰兒手巾、慈濟方巾）、純棉不織布（厚、薄）
- 三、萃取液：RO水、酒精
- 四、助染劑：黑松沙士汽水、台鹽特級精鹽、高筋麵粉、中筋麵粉、低筋麵粉、起司脆酥粉、高鈣維他命奶粉、安麗優質蛋白素、熟黑芝麻粉、綠豆粉、黃豆粉、綠豆仁、黃豆、綠豆、紅豆、花生
- 五、媒染劑：檸檬汁、小蘇打粉
- 六、染色工具：鐵鍋、電磁爐、色票、電腦
- 七、其它器材：量杯、燒杯、胖胖杯、不鏽鋼鍋、濾網、豆漿過濾袋、電子秤、計時器、曬衣夾、剪刀、橡皮筋、彈珠、攪拌棒、竹筷、廣用試紙、研鉢、小滴管、顯微鏡、掃瞄器、培養皿、長條濾紙、塑膠袋

肆、研究過程或方法

一、研究方法

- (一) 色層分析法：藉著各種色素分子對水和對濾紙的相對親和力的不同或是水溶性的高低，而達到色素分子在濾紙上的分離的效果，因此可用來分析各種染材中有哪些色素分子。



● 滴染液的位置

置於曬衣夾上

取一39.8cm×2cm長條濾紙，將蕨類萃取液用滴管滴在濾紙上，每滴一次，就用吹風機吹乾染液。滴4次後，在濾紙上形成直徑約1cm的小圓。然後將濾紙置於加八分滿酒精的培養皿中，讓水經毛細現象在濾紙上將色素展開，等水的前緣移動到濾紙尾端前5cm的位置時，即將濾紙拿起來靜置桌面，等濾紙乾了之後，再拍照分析實驗結果。（如上圖）

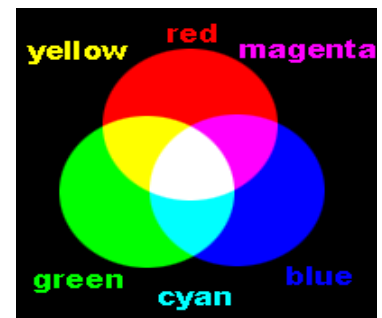
長形濾紙層析--

1. 取一長條濾紙，並以鉛筆在長條濾紙離底端 3cm 處畫一橫線。
2. 以滴管吸取萃取出的汁液，點一滴在橫線的中央上。
3. 將濾紙放入含有八分滿展開液（如：RO 水、自來水、酒精等）的培養皿中。
4. 將濾紙固定好，用衣夾夾住它。

(二) 照相與資料分析：

1. 拍照--為了記錄染布的色澤變化，先用數位相機拍照，再利用掃描機將欲分析的布料掃描進入電腦。
2. 轉換成數據--我們拍攝很多照片，色彩都變來變去。剛開始我們只記錄顏色，但卻很難發現其中規則。剛好我們學過色光三原色是紅色、綠色、藍色，所有色光都是這三個顏色所組成，因此我們決定將照片中的顏色轉換成數據。

光的三原色(RGB)（如圖四），就是紅(red)，綠(green)，藍(blue)。因為這三種光線的混合幾乎可以表示出所有的顏色，因此電腦裡頭就用RGB三個數值的大小來標示顏色。因為光線是越加越亮，因此兩兩混合可得到更亮的中間色：黃(yellow)、青(cyan)、洋紅(magenta)；三種等量相加可得到白色，三種等比例疊加則可得到灰色。



圖四、光的三原色

3. 使用軟體--圖檔經由 PhotoImpact 處理，再經 Photoshop 分析明度（明度數值越大，布色越淺）。

(1) 利用掃描機將欲分析布料掃描進入電腦。

- (2) 利用 Photoshop 作 RGB 值、明度值的判讀，方法如下：
- 設定魔術棒工具選取容取度為 20。
 - 再用魔術棒工具點選布料圖檔，當圈選範圍超過八成時，以色彩選取工具吸取色彩，讀取所選的 R.G.B 各數值、明度值，重覆此步驟三次求取平均值。
- (3) 使用電腦繪圖軟體分析可避免肉眼觀察所造成的不客觀，且可以量化亦是其優點。



圖五、搜尋植物染資料

二、植物染之文獻探討

- 萃取液：萃取是利用溶劑對各種色素有不同的溶解度來分離混合物的操作，本實驗以固-液萃取為主，也叫浸取，用溶劑分離固體混合物中的成分。
- 萃取液的功用：利用萃取液的展開作用，分離植物葉內與光合作用有關的各種色素。如：RO水、酒精等。
- 助染劑：各種染料依其性質，以不同的藥劑來幫助染色的進行，且增進染色的效果。
- 助染劑的功用：主要是幫助染液的色素附著於纖維之上的物質。如：黑松沙土、台鹽特級精鹽、高筋麵粉…等。
- 媒染劑：當染料與纖維具有親和力，但無法直接染著時，可以媒介兩者，使染色能夠進行的藥劑，稱為媒染劑。
- 媒染劑的功用：媒染的作用一般多用在發色或變色，因為植物性的染料通常較不具耐光性與耐水性，因此利用媒染劑來增強效果。如：小蘇打粉、檸檬汁等。
- 染色流程：染前處理需經去漿、精練、漂白。去漿目的是將布料纖維上的雜質去除掉，需先將布浸泡溫水一天，隨時翻動搓揉，再以一般洗衣方式洗滌。本實驗所使用染後處理法：染色→後媒染（或稱後處理）→晾乾、完成。

三、研究過程

研究問題一：探討校園蕨類的色素成分

實驗一、實驗步驟：

1. 各秤取40克的校園蕨類植物，用研鉢搗碎，以紅標米酒、RO水當萃取液。
2. 以酒精當展開劑，將各種蕨類萃取汁液滴在長條濾紙上。
3. 記錄成果並比較各種校園蕨類經萃取後所呈現的色素。

研究問題二：探討哪些布料適合當校園蕨類植物的染布

實驗二、實驗步驟：

1. 秤取50克腎蕨加入500ccRO水，用果汁機打碎5分鐘。將萃取出的萃取液，過濾之。
2. 將綁好的棉布放入萃取液中，用電磁爐中溫煮5分鐘，拿起晾乾。
3. 記錄成果並用色票比較各種布料的染色效果。

研究問題三：探討不同助染劑對染布的色澤變化

實驗三、實驗步驟：

- (1) 取20克助染劑，加400cc自來水攪拌均勻，過濾之。
- (2) 將綁好的棉布放入助染劑溶液中浸泡5分鐘，取出擰乾並曬乾。
- (3) 秤取50克腎蕨加入500ccRO水，用果汁機打碎5分鐘，過濾汁液。
- (4) 將曬乾後各上過不同助染劑的棉布，放入腎蕨萃取液中，熱染10分鐘，拿起晾乾。
- (5) 記錄成果並用色票比較各助染劑染色前後的色澤變化。

研究問題四：探討影響染布顏色的因素

(一) 探討染液的濃度對染布效果的影響

實驗四-1、實驗步驟：

- (1) 取20克高筋麵粉，加400cc自來水攪拌均勻，當助染劑溶液。
- (2) 將綁好的棉布放入助染劑溶液中浸泡5分鐘，取出擰乾並曬乾。
- (3) 秤取腎蕨各10、20、30、40克，各加入200ccRO水，用果汁機打碎5分鐘。
- (4) 將曬乾後各上過助染劑的棉布，放入各濃度的腎蕨萃取液中，熱染10分鐘，拿起晾乾。
- (5) 記錄成果並用色票比較染液的濃度對染布效果的影響。

(二) 探討助染劑中蛋白質含量的高低是否會影響染液吸附在染布上的效果

實驗四-2、實驗步驟：

- (1) 取蛋白質含量20克左右的助染劑（從探討活動四實驗中，得知易附著且助染劑色澤最佳是蛋白質介於19-31公克左右，取20公克左右原因是希望找出臨界值），加400cc自來水攪拌均勻，過濾。
- (2) 將綁好的棉布放入各助染劑溶液中浸泡5分鐘，取出擰乾並曬乾。
- (3) 秤取30克腎蕨加入200ccRO水，用果汁機打碎5分鐘，過濾。
- (4) 將曬乾後各上過不同助染劑的棉布，放入腎蕨萃取液中，熱染10分鐘，拿起晾乾。
- (5) 記錄結果並用色票比較助染劑中蛋白質含量的高低對吸附染布效果。

(三) 探討染色的時間是否會影響染布染出來的顏色

實驗四-3、實驗步驟：

- (1) 取20克綠豆，加400cc自來水攪拌均勻，過濾。
- (2) 將綁好的棉布放入助染劑溶液中浸泡5分鐘，取出擰乾並曬乾。
- (3) 秤取30克腎蕨，加入200ccRO水，用果汁機打碎5分鐘。
- (4) 將曬乾後各上過助染劑的棉布，放入腎蕨萃取液中，熱染5、10、20分鐘，拿起晾乾。
- (5) 記錄成果並用色票比較染色時間是否會影響染布的顏色。

(四) 探討染布浸泡染液時溫度對染色效果的差異

實驗四-4、實驗步驟：

- (1) 取20克綠豆，加400cc自來水攪拌均勻，過濾。
- (2) 將綁好的棉布放入助染劑溶液中浸泡5分鐘，取出擰乾並曬乾。
- (3) 秤取30克腎蕨，加入200ccRO水，用果汁機打碎5分鐘，過濾。
分別將過濾取出染液分裝在三個容器裡面，並改變它們的溫度。
 - ①低溫：將染液用電磁爐持續加熱保持溫度維持在低溫。
 - ②中溫：將染液用電磁爐持續加熱保持溫度維持在中溫。
 - ③高溫：將染液用電磁爐持續加熱保持溫度維持在高溫。
- (4) 將曬乾後各上過助染劑棉布，放入腎蕨萃取液中，把電磁爐調至染布的溫度後，熱染5分鐘，拿起晾乾。
- (5) 記錄成果並用色票比較染布浸泡染液時溫度對染色效果的影響。

(五) 探討不同媒染劑對染色效果的差異

實驗四-5、實驗步驟：

- (1) 取20克綠豆，加400cc自來水攪拌均勻，過濾。
- (2) 將綁好的棉布放入助染劑溶液中浸泡5分鐘，取出擰乾並曬乾。
- (3) 秤取30克腎蕨，加入200ccRO水，用果汁機打碎5分鐘，過濾。
- (4) 將萃取液用電磁爐持續加熱以保持溫度維持在70℃，並把已加過綠豆助染劑的棉布，熱染5分鐘，取出擰乾並曬乾。
- (5) 取20克媒染劑，加100cc自來水攪拌均勻。
- (6) 將已加過綠豆助染劑的棉布，放入各媒染劑中浸泡5分鐘，取出擰乾並曬乾。
- (7) 記錄成果並用色票比較各媒染劑的染布顏色與酸鹼值。

研究問題五：探討紫外線對染布褪色效果

實驗五、實驗步驟：

- (1) 將已加過綠豆助染劑且媒染完成的染布，取出擰乾並攤平，置於衣夾上。
- (2) 攤平的染布置於陽光下照射1天、1週、1個月。
- (3) 觀察染布經陽光照射後的色澤變化。
- (4) 記錄成果並用色票比較經陽光照射後染布呈現的色澤變化。

研究問題六：獨門『蕨』活-蕨類植物染的成品

伍、研究結果

研究問題一：探討校園蕨類的色素成分

(一) 實驗記錄：

表一 校園蕨類經不同萃取液萃取後的色素呈現表

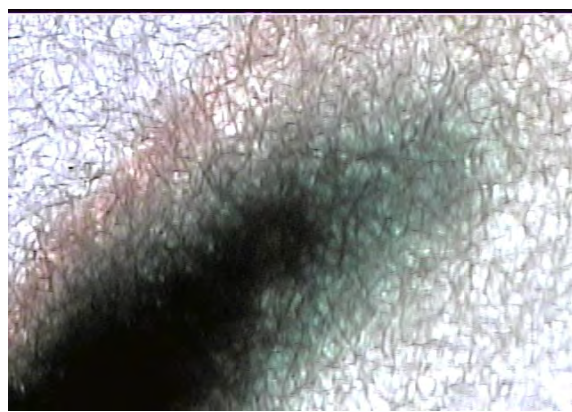
長條形濾紙	萃取液	展開劑	色素
鱗蓋鳳尾蕨	RO 水	酒精	棕、黃、綠
	紅標料理米酒 (濃度 19.5°)		棕、黃、綠
密毛小毛蕨	RO 水		棕、黃、綠
	紅標料理米酒 (濃度 19.5°)		棕、黃、綠
野小毛蕨	RO 水		棕、黃、綠
	紅標料理米酒 (濃度 19.5°)		棕、黃、綠、紅
山蘇	RO 水		棕、綠
	紅標料理米酒 (濃度 19.5°)		棕、綠
腎蕨	RO 水		棕、黃、綠、藍
	紅標料理米酒 (濃度 19.5°)		棕、黃、綠、藍、紅

(二) 發現與推論：

1. 我們採用RO水、丙酮、藥用酒精 (濃度95°、75°)、紅標料理米酒 (濃度19.5°)、高粱酒 (濃度58°) 等五種溶劑萃取蕨類色素，色素呈現以黃、綠、棕色居多。最後決定採以最常見的RO水及紅標米酒來萃取校園內數量多的蕨類植物做濾紙色層分析，探討蕨類植物的色素。
2. 許多身邊隨處可見的植物，其實就是最環保又方便的天然染材。經常會先選擇量多且容易取得的植物，而且以不傷害植物本體為原則。
3. 學校蕨類植物多達20幾種，考量數量多寡，選擇數量最多的前5種蕨類植物來做染材。
4. 從表一可知，校園蕨類植物以腎蕨所呈現色素最多，且校園內外隨處可見其蹤跡，所以決定以腎蕨當此次實驗的染材。



圖六、色彩趴趴走



圖七、腎蕨在顯微鏡下的層析圖



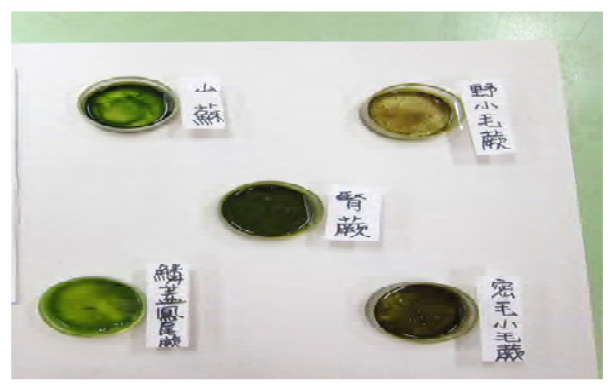
圖八、校園中數量最多的蕨類染材



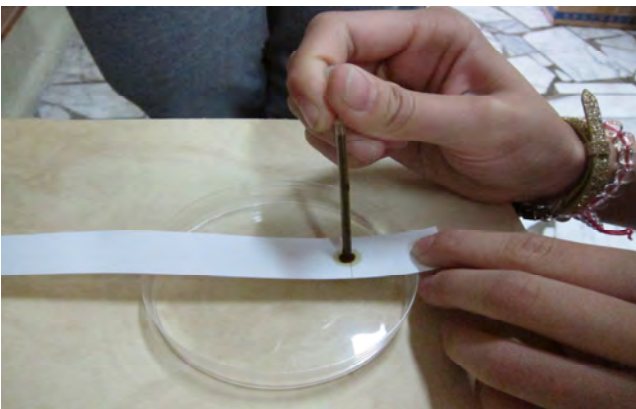
圖九、校園中數量最多的蕨類染材-腎蕨



圖十、將蕨類剪成碎狀，並磨成汁



圖十一、校園中數量最多的蕨類染汁液



圖十二、以滴管吸取萃取液滴入長條濾紙 3cm 處



圖十三、蕨類色素色層分析展開實驗



圖十四、在顯微鏡下分析色素















圖十五、使用顯微鏡分析色素分佈

研究問題二：探討哪些布料適合當校園蕨類植物的染布

(一) 實驗記錄：

圖十六 腎蕨經不同布料染色後.用色票比較乾、濕布的染色效果

纖維材料 顏色法	棉布 (薄)	棉布 (厚)	純棉 不織布 (薄)	純棉 不織布 (厚)	紗布 (慈濟 方巾)	紗布 (嬰兒 手巾)
熱染 (濕布)						
熱染 (乾布)						

(二) 發現與推論：

1. 由圖十六可發現，從濕布變乾布過程中發現染布色澤有些微變化，有些卻沒有。比較過後發現乾布顏色是我們要的，且也較受親師生的喜愛，因此選用乾布顏色做標準。
2. 腎蕨的萃取液對各種纖維的染色優劣依序為：純棉不織布 > 棉布 > 紗布。
3. 適合當染布的材質以纖維中含棉布的染色效果最好，最均勻；紗布的效果也不錯，但是紗布的縫隙較大，感覺上色澤較不均勻。
4. 純棉不織布中材質厚薄的染色效果都不錯，但因考量染布的實用性、價錢與染色附著力三方面，因此我們決定以純棉不織布（薄）來進行實驗，因薄純棉不織布容易被天然色素附著，易染色，效果也佳。
5. 以棉布當染材被全體親師生喜愛接受度最高；同樣棉布又以薄質易染、易綁更佳。



圖十七、蕨類的採集也是門學問喔！



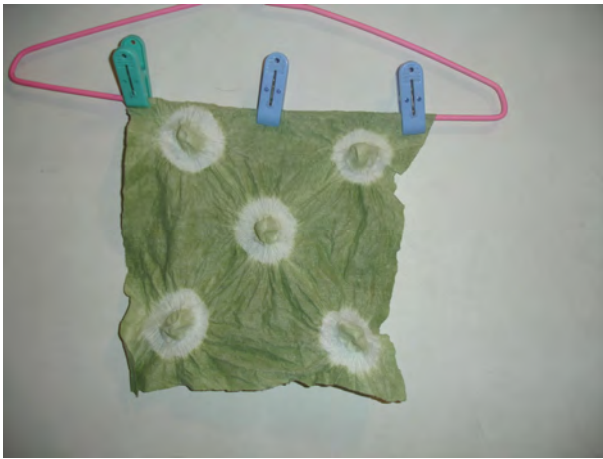
圖十八、多次過濾汁液，務求汁液無雜質



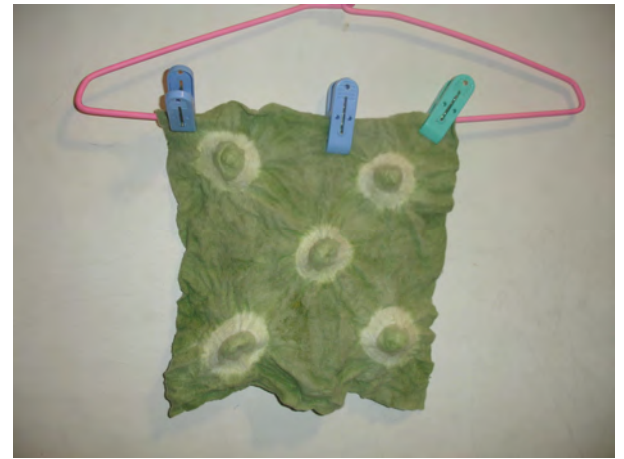
圖十九、染布成品-棉布（薄）



圖二十、染布成品-棉布（厚）



圖二十一、染布成品-純棉不織布（薄）



圖二十二、染布成品-純棉不織布（厚）



圖二十三、染布成品-紗布（慈濟方巾）



圖二十四、染布成品-紗布（嬰兒手巾）





研究問題三：探討不同助染劑對染布的色澤變化

(一) 實驗記錄：

(1) 圖二十五 比較各種助染劑中的品牌及價錢

助染劑	台鹽 精鹽 \$ 18	高筋 麵粉 \$ 23	中筋 麵粉 \$ 23	低筋 麵粉 \$ 23	起司 脆酥粉 \$ 43	黃豆粉 \$ 55	黃豆 (生豆漿) \$ 51	黑松 沙士 \$ 25
產品別								

(2) 圖二十六 浸泡過不同助染劑.用色票比較乾、濕布的色澤記錄

助染劑 顏色 類	未加 助染劑 (對照組)	台鹽 精鹽	高筋 麵粉	中筋 麵粉	低筋 麵粉	起司 脆酥粉	黃豆粉	黃豆 (生豆漿)	黑松 沙士
腎蕨 (濕布)									
腎蕨 (乾布)									

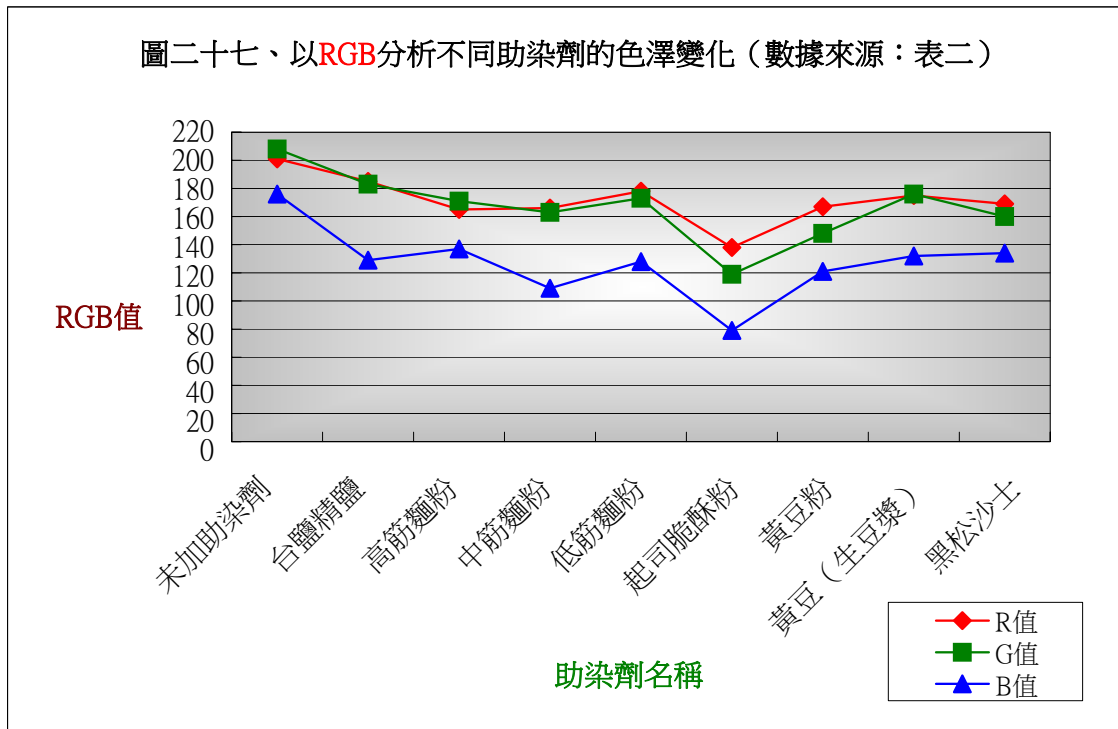
(3) 表二 浸泡不同助染劑的染布.染色後經軟體比對的RGB值記錄表

助染劑 RGB	未加 助染劑	台鹽 精鹽	高筋 麵粉	中筋 麵粉	低筋 麵粉	起司 脆酥粉	黃豆粉	黃豆 (生豆漿)	黑松 沙士
R值	201	185	165	166	178	138	167	175	169
G值	208	183	171	163	173	119	148	176	160
B值	176	129	137	109	128	79	121	132	134

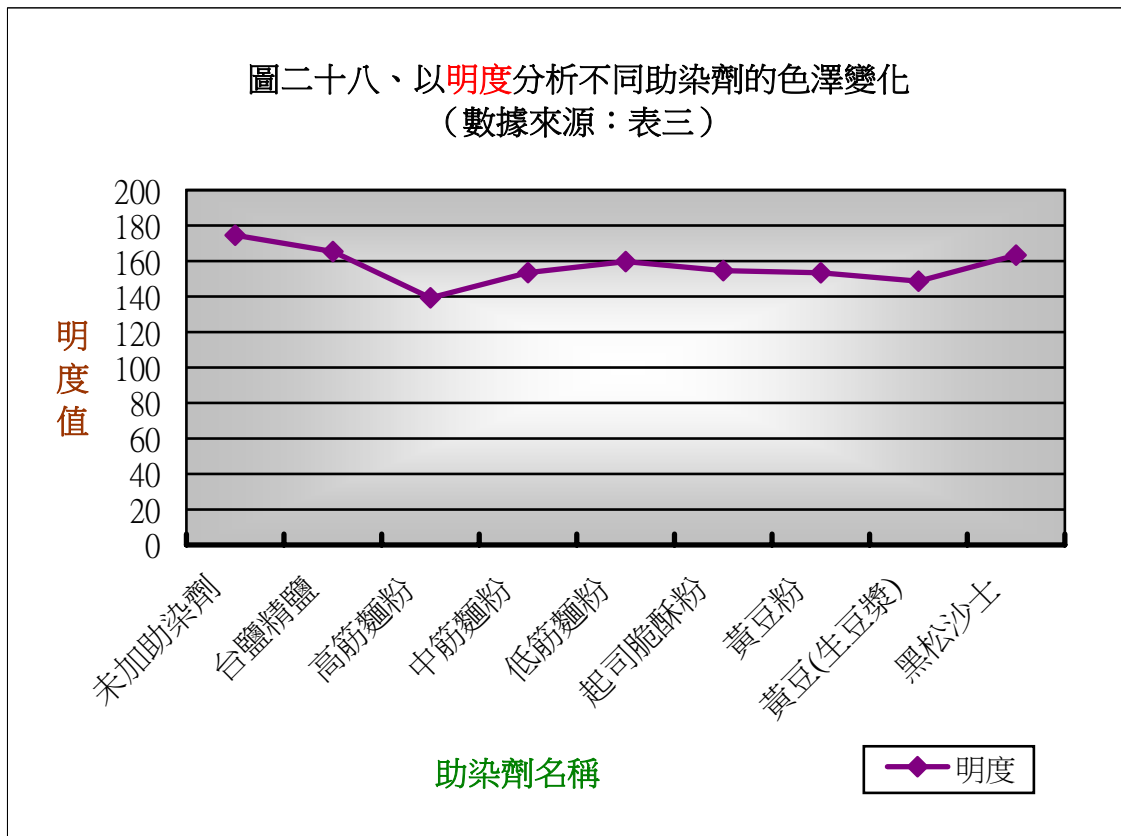
(4) 表三 浸泡不同助染劑的染布.染色後經軟體比對的明度值記錄表

助染劑 數 值	未加 助染劑	台鹽 精鹽	高筋 麵粉	中筋 麵粉	低筋 麵粉	起司 脆酥粉	黃豆粉	黃豆 (生豆漿)	黑松 沙士
明度	174.60	165.40	139.25	153.52	159.74	154.56	153.35	148.67	163.35

圖二十七、以RGB分析不同助染劑的色澤變化（數據來源：表二）



圖二十八、以明度分析不同助染劑的色澤變化（數據來源：表三）



(二) 發現與推論：

1. 從表三、圖二十八得知，未加助染劑的布在明度值均較其他已加助染劑的布值高(明度值高，表示色澤較淡，色素不易附著於布上)。
2. 由上述結果可知，布在染色之前需先浸泡助染劑，可加深染色的色澤。
3. 經由圖二十六可發現，濕布時，低筋麵粉染布顏色最淡，起司脆酥粉和台鹽精鹽染布顏色最深。
4. 乾布時，低筋麵粉、中筋麵粉和台鹽精鹽染布顏色最淡，生豆漿、高筋麵粉染布顏色最深。

5. 依據以上結果，我們根據各種助染劑在價錢、染色色澤度做一個簡單的分析，以便選定我們日後做實驗的助染劑取材。

表四 比較各種助染劑中的價錢、染色色澤度

標記方法：★表示最佳 ◎表示普通 △表示最差

助染劑	台鹽精鹽	高筋麵粉	中筋麵粉	低筋麵粉	起司脆酥粉	黃豆粉	黃豆(生豆漿)	黑松沙士
價錢 單位：元/克	0.018	0.026	0.046	0.0418	0.086	0.1833	0.1457	0.0416
染色色澤度	△	★	△	△	◎	◎	★	△

6. 經由實驗發現，助染劑的效果由高至低排列如下：

黃豆(生豆漿)、高筋麵粉 > 起司脆酥粉、黑松沙士、黃豆粉 > 低筋麵粉、中筋麵粉、台鹽精鹽。

7. 依照圖二十七、圖二十八、表四分析，以黃豆和高筋麵粉當助染劑效果較佳。

8. 從圖二十五、表四、圖二十八可知，高筋麵粉的售價便宜且也是廚房常見的調味品，比傳統書籍上所使用生豆漿省時、省力，是經濟實惠的助染劑材料。



圖二十九、有加助染劑-高筋麵粉



圖三十、未加助染劑



圖三十一、浸泡助染劑，可加深染布的色澤











圖三十二、將染布加入助染劑浸泡

研究問題四：探討影響染布顏色的因素

(一) 探討染液的濃度對染布效果的影響

1. 實驗記錄：

圖三十三 不同染液濃度.經色票比較乾、濕布的染色效果

染液濃度 顏色 染材	10公克 (4.76%)	20公克 (9.09%)	30公克 (13.04%)	40公克 (16.67%)
腎蕨 (濕布)				
腎蕨 (乾布)				

2. 發現與推論：

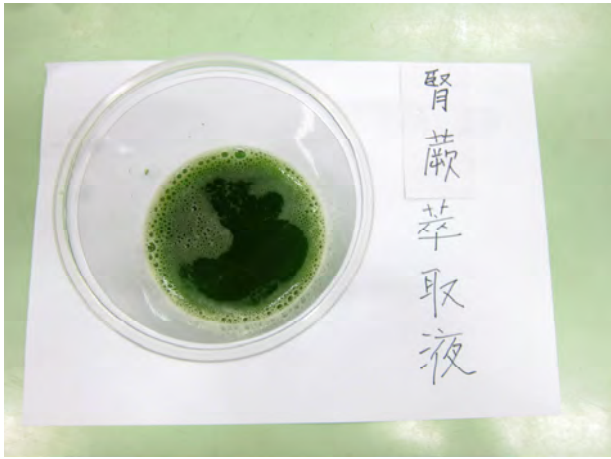
- (1) 從圖三十三發現，10g和40g的腎蕨汁液在色彩亮度（翠綠）較20g和30g來的差，其中以30g所染的布色彩較深，超過30g色澤轉淡。
- (2) 我們發現採腎蕨當染劑時以（13.04%）濃度當染液，染出來的染布顏色色澤最翠綠。
- (3) 經由實驗得知，濃度在染色上確實佔有重要角色，所以如果要染出鮮豔或是喜愛的色彩，在濃度上需特別留意。



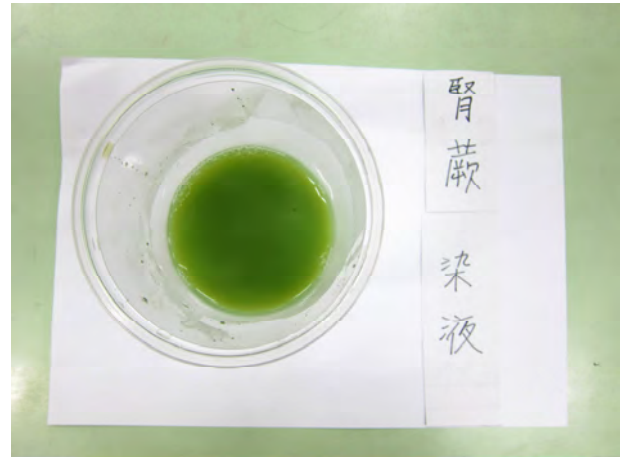
圖三十四、利用電子秤精確的秤出蕨類重量



圖三十五、不同重量的腎蕨



圖三十六、腎蕨萃取液



圖三十七、腎蕨熱染後的染液



圖三十八、染布成品-濃度 4.76%的染布



圖三十九、染布成品-濃度 9.09%的染布



圖四十、染布成品-濃度 13.04%的染布



圖四十一、染布成品-濃度 16.67%的染布















(二) 探討助染劑中蛋白質含量的高低是否會影響染液吸附在染布上的效果

1. 實驗紀錄：

(1) 圖四十二 比較各種助染劑中所含蛋白質的重量(依據產品上成分標示)

助染劑	即溶低脂奶粉 \$ 265	綠豆仁 \$ 60	熟黑芝麻粉 \$ 67	綠豆粉 \$ 47	綠豆 \$ 55	紅豆 \$ 98	花生 \$75
產品別							
每100公克所含蛋白質的重量	28.5公克	24公克	20.4公克	22公克	23公克	20公克	26.2公克

(2) 圖四十三 浸泡過不同助染劑.用色票比較乾、濕布色澤記錄

蛋 白 質 顏 色 類	即溶低脂奶粉	綠豆仁	熟黑芝麻粉	綠豆粉	綠豆	紅豆	花生
腎蕨 (濕布)							
腎蕨 (乾布)							

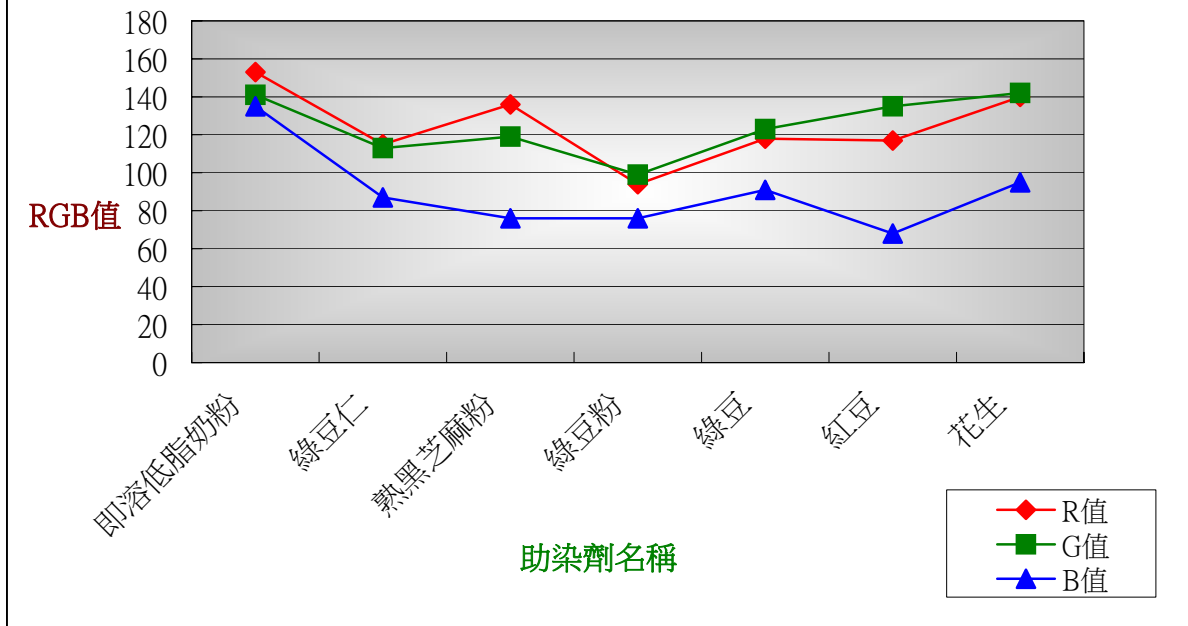
(3) 表四 浸泡不同助染劑的染布.染色後經軟體比對的RGB值記錄表

助 染 劑 RGB	即溶低脂奶粉	綠豆仁	熟黑芝麻粉	綠豆粉	綠豆	紅豆	花生
R值	153	115	136	94	118	117	140
G值	141	113	119	99	123	135	142
B值	135	87	76	76	91	68	95

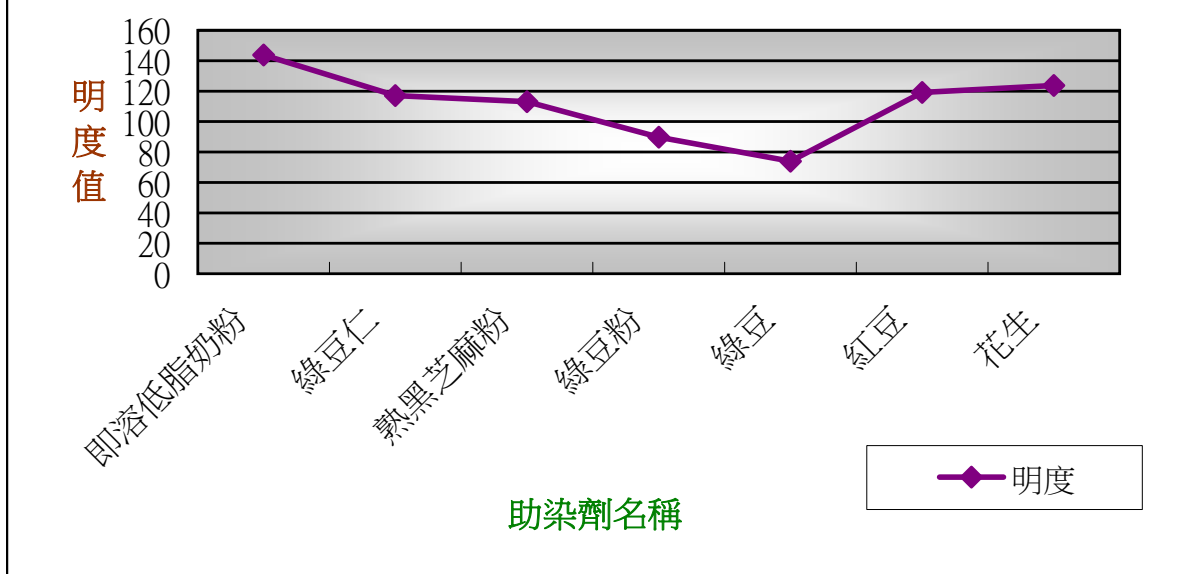
(4) 表五 浸泡不同助染劑的染布.染色後經軟體比對的明度值記錄表

助 染 劑 數 值	即溶低脂奶粉	綠豆仁	熟黑芝麻粉	綠豆粉	綠豆	紅豆	花生
明度	143.80	117.08	113.03	89.77	73.97	119.18	123.75

圖四十四、以RGB分析助染劑中蛋白質高低對染布吸附效果
(數據來源：表四)



圖四十五、以明度分析助染劑中蛋白質高低對染布吸附效果
(數據來源：表五)



2. 發現與推論：

- (1) 從圖四十二可知，助染劑中每100公克蛋白質含量由高至低依序為：
即溶低脂奶粉 > 花生 > 綠豆仁 > 綠豆 > 綠豆粉 > 紅豆 > 熟黑芝麻粉
- (2) 經由圖四十三發現，濕布時，染布色澤深淺依序為：綠豆粉 > 綠豆、花生、紅豆 > 綠豆仁 > 熟黑芝麻粉、即溶低脂奶粉。
- (3) 曬乾後染布顏色深淺依序為：綠豆 > 綠豆粉 > 熟黑芝麻粉、花生、紅豆 > 綠豆仁 > 即溶低脂奶粉。
- (4) 依據表五結果，明度值由小到大依序為：綠豆 > 綠豆粉 > 熟黑芝麻粉 > 綠豆仁 > 紅豆 > 花生 > 即溶低脂奶粉。(明度值越大，布色越淺)

(5) 從以上實驗得知，每100公克助染劑所含蛋白質越高，染出來的布不一定很深。因此，我們想從此實驗找出，以腎蕨來說可染出較深的色澤布時，助染劑中蛋白質含量的最佳值。

根據以上結果，接著我們在價錢、染色色澤度做一個簡單的分析，以便選定我們日後做實驗時的最佳助染劑。

表六 比較各種助染劑中（含有蛋白質）的價錢、染色色澤度

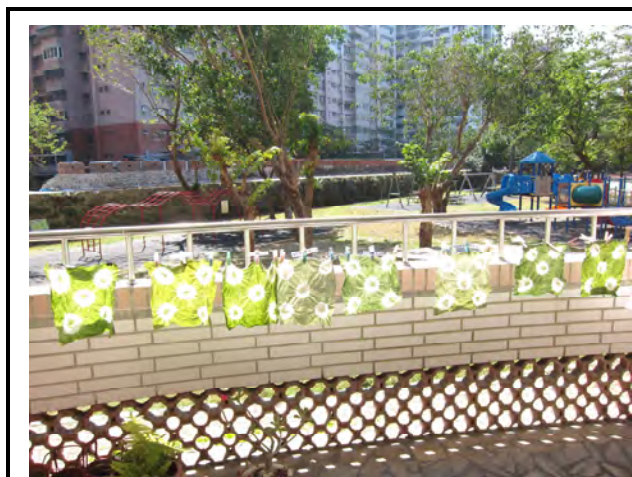
標記方法：★表示最佳 ◎表示普通 △表示最差

蛋白質重量 高低排列	即溶低脂 奶粉	花生	綠豆仁	綠豆	綠豆粉	紅豆	熟黑芝 麻粉
價錢 單位：元/克	0.3212	0.125	0.1	0.1375	0.235	0.245	0.1116
染色 色澤度	△	★	◎	★	★	★	★

(6) 依照圖四十四、圖四十五、表六分析，以綠豆和綠豆粉當助染劑最好。

(7) 綠豆屬於高蛋白的健康食品、售價又便宜、且染出布的色澤也不錯，更是家裡常見的豆類食物，因此採用綠豆為助染劑是不錯的選擇。

(8) 從圖四十二、圖四十五、表六得知，助染劑中蛋白質含量約23公克左右時，染出的色澤最深。並非是蛋白質含量高，所染出的布色澤一定很深。



圖四十六、以各種助染劑染出的色澤



圖四十七、以綠豆粉為助染劑的染布

(三) 探討染色的時間是否會影響染布染出來的顏色

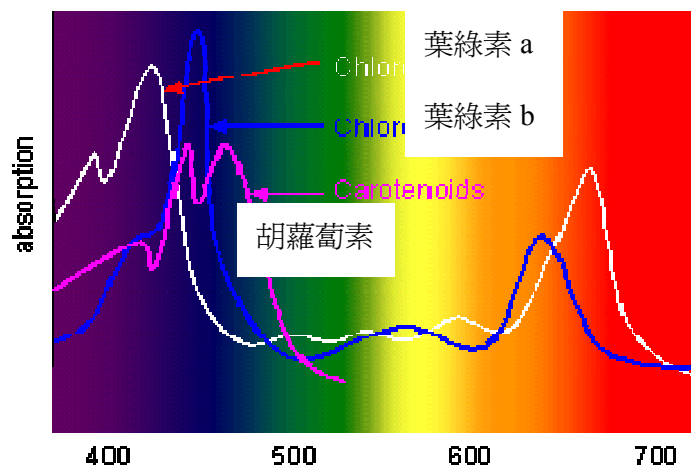
1. 實驗記錄：

圖四十八 不同染色時間.經色票比較乾、濕布的染色效果

染色時間 染 色 材	5分鐘	10分鐘	20分鐘
腎蕨 (濕布)	■	■	■
腎蕨 (乾布)	■	■	■

2. 發現與推論：

- (1) 由圖四十八得知，濕布與乾布的染布色澤深淺依序皆為：5分鐘 > 10分鐘 > 20分鐘。
- (2) 一般而言，染色的加溫時間越久，染布的顏色就越深。但從實驗得知，腎蕨在染色5分鐘時，染布顏色偏橄欖色（綠色）。等到10分鐘與20分鐘時，染布顏色較偏黃色。
- (3) 蕨葉在煮之前萃取液都是綠色，但煮過後卻都變成其他顏色，溶液裡面也都不是樹葉本身的顏色。如：腎蕨本身是綠色，煮出的染液卻是淺綠色、橄欖色、深卡其色等。這讓我們想到上課時老師曾提及綠色的部分是樹葉葉綠素的地方，所以我們懷疑熱水（65°C）以上會破壞葉子的葉綠素，造成葉黃素與胡蘿蔔素增加，導致染布的顏色因加溫時間越久，染布越偏黃色。



- (4) 葉綠素會因為加熱而被破壞，花青素則不易因加熱而破壞。



圖四十九、調助染劑，並將棉布放入浸泡



圖五十、放入染布，計時染色時間



圖五十一、仔細比對顏色，務求色彩最真實的呈現



圖五十二、染布成品-染色 5 分鐘



圖五十三、染布成品-染色 10 分鐘









圖五十四、染布成品-染色 20 分鐘

(四) 探討染布浸泡染液時溫度對染色效果的差異

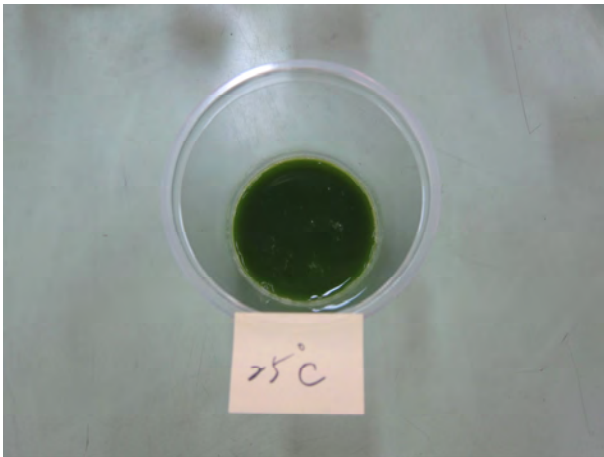
1. 實驗記錄：

圖五十五 染布浸泡染液時不同溫度的染色效果

染液溫度 染材	室溫	中溫	高溫
腎蕨 (濕布)			
腎蕨 (乾布)			

2. 發現與推論：

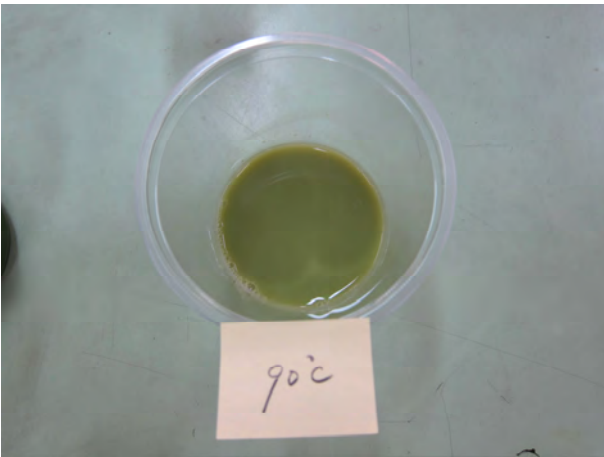
- (1) 經由圖五十五發現，濕布時，染色的效果優劣依序為：室溫 > 中溫 > 高溫。
- (2) 乾布時，染色的效果優劣依序為：中溫 > 室溫 > 高溫。
- (3) 發現水沸騰後染液很快就會進到染布裡面，而染布的顏色也很快就會改變。
- (4) 低溫時染液則會一直被染布所排斥，所以染布沒有辦法很快的改變顏色。因此，在低溫時染色，染色效果較不明顯，且染色成品並不具實用性。
- (5) 根據以上實驗可發現，溫度於中溫左右，其染色效果最好。



圖五十六、室溫的染液



圖五十七、中溫的染液



圖五十八、高溫的染液



圖五十九、染布成品-室溫的染布



圖六十、染布成品-中溫的染布



圖六十一、各種不同溫度染成的成品




(五) 探討不同媒染劑對染色效果的差異

1. 實驗記錄：

(1) 圖六十二 酸、鹼、中性不同媒染劑處理對染布顏色對照表

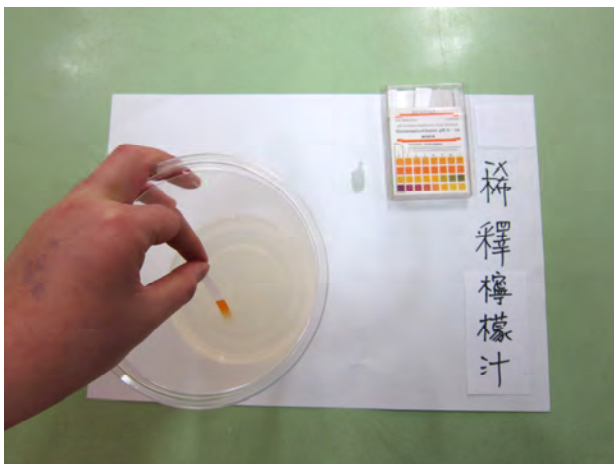
染材	媒染劑	染布顏色	酸鹼值
腎蕨	小蘇打粉溶液	 (濕布)	PH=8
	檸檬汁溶液	 (濕布)	PH=4
	水溶液	 (濕布)	PH=7

(2) 圖六十三 腎蕨染色後經小蘇打粉、檸檬汁、水媒染後染布顏色及酸鹼值對照表

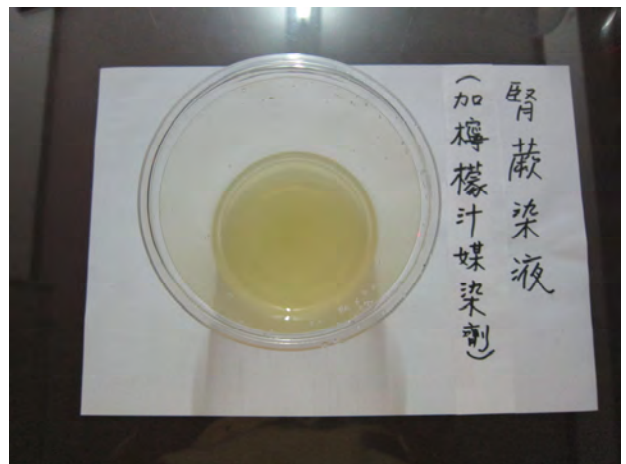
染材	組別	媒染劑	染布顏色	酸鹼值
腎蕨	染後處理法	小蘇打粉	 (乾布)	PH=8
	染後處理法	檸檬汁	 (乾布)	PH=4
	染後處理法	水	 (乾布)	PH=7

2. 發現與推論：

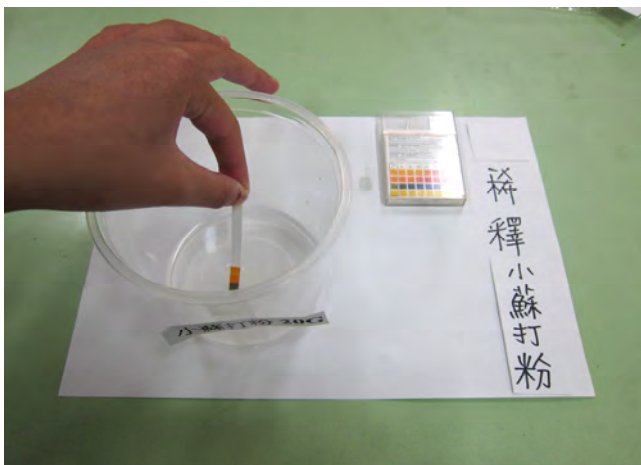
- (1) 由圖六十三知道，以小蘇打粉作為媒染劑時，所染出的布色澤較偏棕褐色，表示鹼性溶液有利於色素的溶出；反之，以檸檬汁、水作為媒染劑時，所染出的布色澤較偏橄欖色，表示中性、酸性溶劑有利於染布著色。
- (2) 經由上述實驗可證明，使用媒染劑一般多用在發色、變色或固色。媒染劑會使原本染色色調改變，因媒染劑與染材種類而異。使用中性、酸性媒染劑的作用是在固色，使用鹼性媒染劑的作用是在變色。



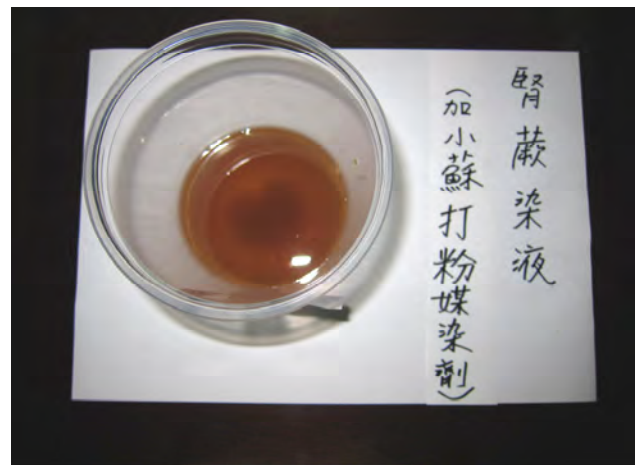
圖六十四、使用廣用試紙測試檸檬汁溶液



圖六十五、加入檸檬汁媒染的染液



圖六十六、使用廣用試紙測試小蘇打粉溶液



圖六十七、加入小蘇打粉媒染的染液



圖六十八、加鹼性媒染劑染出的成品















圖六十九、加酸性媒染劑染出的成品

研究問題五：探討紫外線對染布褪色效果

1. 實驗記錄：

圖七十 比較紫外線照射時間長短對染布褪色的影響

組別	媒染劑	已加助染與媒染劑	照射 1 天 褪色效果	照射 1 週 褪色效果	照射 1 個月 褪色效果
染後處理法	小蘇打粉				
	檸檬汁				
	水				

2. 發現與推論：

- (1) 經由圖七十發現，在照射1週後，染布顏色有點褪掉，而到1個月連續照射後，所褪掉的顏色就更多了。
- (2) 不論照射時間長或短，染布的褪色效果大多僅為同色系間變化。
- (3) 不論使用酸性或鹼性媒染劑，染布受陽光直接照射那面會呈現有螢光色澤且顏色較淺；反之，未受陽光直接照射那面卻呈現較深的色澤。但若將植物染布放置一段時間後，螢光色澤便會消失，這可能與照射紫外線，行光分解，破壞葉綠素結構有關。
- (4) 根據以上實驗，我們發現植物染之成品需陰乾，切勿日曬，若可將其放置一段時間後再行使用，其顏色牢固力較佳。

研究問題六：獨門『蕨』活-蕨類植物染的成品



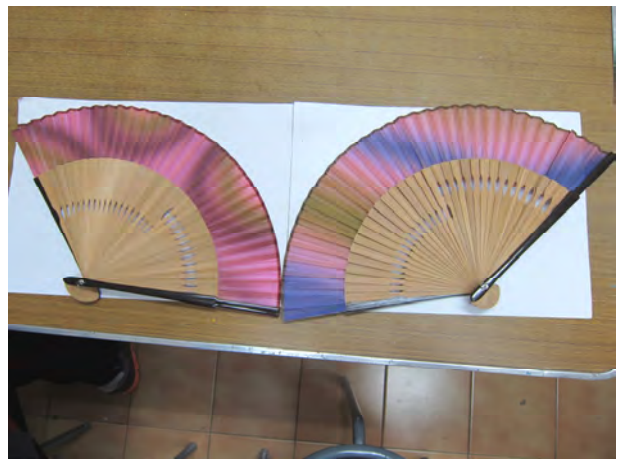
圖七十一、海岸擬蕨蕨染出的成品



圖七十二、海岸擬蕨蕨



圖七十三、腎蕨



圖七十四、腎蕨噴染出的作品



圖七十五、扇子



圖七十六、環保筷子袋

陸、討論

- 一、採天然植物來染布料比起化學合成染料所造成的汙染輕微許多。
- 二、一般植物染萃取後的染液不宜儲放過久，一般約兩、三天後即開始發酵腐敗或長黴菌。但以蕨類為染材時，其萃取液卻不會長黴菌。
- 三、即溶低脂奶粉的蛋白質含量雖然頗高，但是染色效果不佳且不如預期。原因可能是即溶低脂奶粉中並沒有蛋白質具有像牛奶中的酪蛋白 (Casein)，或黃豆中的大豆球蛋白 (Glycinin) 般具有幫助色素附著於纖維上的作用。
- 四、以腎蕨當染材時，色素吸附於纖維上的效果和助染劑中的蛋白質總量並沒有絕對的關係，應該是和助染劑中的特定蛋白質有關，如黃豆中的大豆球蛋白，麵粉中的麥穀蛋白、醇溶蛋白等。其中麵粉中蛋白質含量越高時，所染出的布色澤越深，因為麵粉吸水性大，故染出效果最好。
- 五、染布時以綠豆和綠豆粉當助染劑最好，基本上綠豆與綠豆粉是相同食品，僅是含水量不同而已。豆類食品若經加熱、磨碎後，可能會將裡面纖維素去除，因此我們可知綠豆較綠豆粉較佳。
- 六、花生、芝麻屬於油脂類堅果，富含油脂。因為脂肪是脂溶性的物質，它的存在可能會干擾水溶性的色素吸附於纖維上。因此，我們認為助染劑中的脂肪可能會對植物性染材色素吸附纖維產生些微的干擾。
- 七、根據植物染書籍介紹的染法，布在染色之前要先浸泡生豆漿助染劑，以加深染色。使用黃豆目的是使布料吸收蛋白質，促使布料纖維與色素更易結合。由實驗可知，綠豆屬於高蛋白質的健康食品、售價便宜、且染布色澤也不錯，更是家裡常見的豆類食物，因此我們實驗皆採用綠豆為助染劑。
- 八、媒染劑會使原本的染色色調改變，染色效果則會因媒染劑與染材種類而異。



柒、結論

- 一、大自然的種種皆含有奧妙的色素成分，草木染取材於自然，使用後色素能分解而回歸於自然，符合綠色工藝的環保概念。
- 二、在植物生命能量最強的時候，色素含量最多，此時用以染色能充分發揮染材的效用；因此染材的選用要兼顧天時地利。
- 三、適合當染布的材質以纖維中含棉布的染色效果最好，最均勻。
- 四、布在染色之前先浸泡助染劑，可加深染色的色澤。其中以綠豆、黃豆和高筋麵粉當助染劑最好。
- 五、腎蕨當染劑時以（13.04%）濃度當染液，染出來的染布顏色色澤最翠綠。
- 六、以腎蕨當染材時，每100公克的助染劑中蛋白質含量約 23公克左右，染出的布色澤最深。
- 七、製作蕨類染布的色澤會因加溫時間越久，染布顏色由綠色越偏黃色。以浸泡在中溫左右的染液中，其染出的效果最佳。
- 八、染布時使用媒染劑一般多用在發色、變色或固色。媒染劑會使原本染色色調改變，因媒染劑與染材種類而異。使用中性、酸性媒染劑的作用是在固色，使用鹼性媒染劑的作用是在變色。
- 九、發現植物染之成品需陰乾，切勿日曬，若可將其放置一段時間後再行使用，其顏色牢固力較佳。



圖七十七、校園內古蹟東門城牆將進行整修，施工期達 1 年多，基於對這片土地及植物生命力的熱愛，進行蕨類染布實驗，將古城牆上移除的蕨類充分應用。

捌、參考資料及其他

- 一、國小自然與生活科技課本第一冊（民99）。第四單元：廚房裡的科學。康軒。
- 二、國小自然與生活科技課本第五冊（民99）。第三單元：植物世界。南一。
- 三、郭城孟（2001）。蕨類圖鑑。台北市：遠流。
- 四、陳珊珊（2005）。植物in染家飾布。初版。台北市：福利出版社。
- 五、莊世琦（2007）。染色技法1.2.3。三版。台北：雄獅圖書。
- 六、吳幸娟、郭靜香合著（2009）。營養學實驗。二版。台中市：華格那企業。
- 七、給點顏色就開起染坊來了一植物染色劑的相關問題研究，國小組化學科，中華民國第四十三屆中小學科學展覽會。
- 八、「校園大染缸」—植物萃取汁之應用，國小組化學科，中華民國第四十三屆中小學科學展覽會。
- 九、告訴你有多「色」—探討植物染色的效果，國中組化學科，中華民國第四十四屆中小學科學展覽會。
- 十、行政院衛生署網站 http://www.doh.gov.tw/cht2006/index_populace.aspx
- 十一、國立臺灣工藝研究所植物染研究會 <http://colorfuldye.blogspot.com/>



【評語】 080205

1. 為什麼要染色之目的或利用不明確。
2. 利用蕨類顏色當染料逐步探討相關因素。
3. 若能探討褪色之控制更佳。