

中華民國第 64 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 生活與應用科學(三)科

團隊合作獎

083001

蕨類植物煉丹記

學校名稱：宜蘭縣員山鄉七賢國民小學

作者： 小六 賴靖媛 小六 吳昶葆 小六 劉禹函 小六 陳宜汝 小六 李芊霈	指導老師： 黃瓊瑤 王元璋
---	-------------------------

關鍵詞：蕨類植物、丹寧、色澱

摘要

本次研究從龍潭湖區域的蕨類植物調查開始，共計調查到四十八種蕨類植物。發現本區環湖區域多為接近 70 度以上陡坡，一般植物難以生長，但蕨類植物卻能在此生長良好，對水土保持有良好功能。

為了能更推廣蕨類植物之美，採取熱轉印方式進行印染，並以族群數量多、容易採集、葉片形狀大小適中等條件，選擇適合熱轉印印染蕨類植物 27 種，再以自製氯化鐵試劑來篩選含丹寧量高的蕨類植物 16 種進行熱轉印印染。

在熱轉印中顯色鮮豔的沙皮蕨、半邊羽裂鳳尾蕨、細葉複葉耳蕨可提取植物染液，染液能運用於植物染，但有機染液不易保存，加入含鋁、鈣等金屬化合物，可以產生色澱。而色澱乾燥後的色粉可運用在染色、繪畫顏料方面，用途多樣便於推廣。

壹、研究動機

蕨類是地球上存活最久的類維管束植物，它原始、不開花不結果，卻能從幾億年前存活到現在，是生活周遭很常見到的活化石。台灣因優越的地理條件，擁有多樣性的蕨類植物資源。

我們調查學校附近的龍潭湖區域，發現短短 2 公里的步道周邊，有 48 種蕨類植物，物種相當豐富。

蕨類植物以葉片為表現方式，美麗的蕨類植物值得大家去觀賞，近年來也有許多蕨類植物因其美麗的外型以園藝植栽的方式進入大眾視野，如鹿角蕨、鐵線蕨、山蘇、兔腳蕨…。但在野外缺乏解說介紹的情形下，相近似的生態環境裡各式各樣的蕨類植物使學習蕨類植物就是一件「覺得很累」的事情。

這一段時間認識蕨類植物、調查蕨類植物外，更希望把美麗的蕨類植物讓大家認識。我們認為植物印染是一個好的開始。

貳、研究目的

- 一、龍潭湖蕨類植物調查。
- 二、龍潭湖區域蕨類植物丹寧含量測試。
- 三、蕨類植物染液萃取探討。
- 四、蕨類植物色澱色泥提取探討。
- 五、蕨類植物作為染材染布後是否能運用在熱轉印探討。
- 六、印染成品色牢度探討。
- 七、蕨類植物提取之染液、色泥、與熱轉印運用之探討。

參、研究工具與方法

- 一、蕨類植物調查。
 - (一) 研究方法：調查法。
 - (二) 研究器材及工具：圖鑑、望遠鏡、採集剪、紀錄表、相機、手機、山林日誌 APP
- 二、丹寧含量分析。
 - (一) 研究方法：實驗法。
 - (二) 研究器材及工具：記數瓶、量筒、研鉢、滴管、電子秤、氯化鐵溶液。
- 三、蕨類植物染色及熱轉印。
 - (一) 研究方法：實驗法。
 - (二) 研究器材及工具：優頓草染液、小蘇打粉、亞鐵溶液、冰醋酸、醋酸銅、耐熱塑膠紙、木棍、保鮮膜、蒸籠、爐具。

四、染液及色泥提取方法。

(一) 研究方法：實驗法。

(二) 研究器材及工具：剪刀、鍋具、濾網、爐具、氧化鈣、氯化鈣、醋酸鈣、醋酸鋁、氯化鋁、醋酸鎂、氯化鎂、玉米澱粉、布氏漏斗、濾紙、抽氣馬達、吸引瓶。

五、色牢度測試。

(一) 研究方法：實驗法。

(二) 研究器材及工具：洗劑、全光譜植物燈。

六、染液、色泥、與熱轉印染運用。

(一) 研究方法：實作法。

(二) 研究器材及工具：布料織品、皮革、陶瓷杯墊、水彩紙、鵝蛋、型染版。

肆、研究流程與步驟



伍、研究成果

一、龍潭湖蕨類植物調查

(一) 龍潭湖環境描述：

龍潭湖原名「大埤湖」，又稱作「大陂湖」，位於宜蘭縣礁溪鄉，距離宜蘭市區大約 6 公里，在四結村、龍潭村北方的釉瑤山南麓，湖面將近 20 公頃，是宜蘭五大湖中最大的天然湖泊；龍潭湖三面環山，在環湖道路旁的樹林綠意盎然，蕨類植物生長在環湖道路邊坡，數量多且生態多元，環繞龍潭湖步行一圈僅約 2.8 公里，輕鬆好走，蕨類植物大多數是常見且特徵明顯、不易混淆的物種。因此很適合作為認識蕨類入門物種的區域。

(二) 龍潭湖步道區域蕨類植物調查

經過調查，龍潭湖步道區域共有 48 種蕨類植物，依照發現順序，並依照適合作為移印染標準，族群量大、葉片平整、葉片大小及質地適中及採集容易進行篩選適合作為印染的蕨類物種，如下表：

編號	目別	科別	屬別	物種名稱	適合採集與否
01	水龍骨目	鳳尾蕨科	鳳尾蕨屬	鳳尾蕨	※適合
02	水龍骨目	鳳尾蕨科	鳳尾蕨屬	半邊羽裂鳳尾蕨	※適合
03	水龍骨目	鐵角蕨科	鐵角蕨屬	東洋山蘇	植株葉片太大
04	莎草蕨目	海金沙科	海金沙屬	海金沙	※適合
05	合囊蕨目	合囊蕨科	觀音座蓮屬	觀音座蓮	※適合
06	水龍骨目	金星蕨科	毛蕨屬	密毛小毛蕨	※適合
07	水龍骨目	三叉蕨科	三叉蕨屬	蛇脈三叉蕨	※適合
08	水龍骨目	腎蕨科	腎蕨屬	腎蕨	※適合
09	水龍骨目	碗蕨科	鱗蓋蕨屬	粗毛鱗蓋蕨	※適合
10	裏白目	裏白科	芒萁屬	芒萁	※適合
11	水龍骨目	鱗毛蕨科	鱗毛蕨屬	南海鱗毛蕨	※適合
12	水龍骨目	碗蕨科	鱗蓋蕨屬	台北鱗蓋蕨	※適合
13	水龍骨目	鳳尾蕨科	鳳尾蕨屬	箭葉鳳尾蕨	※適合
14	梭羅目	梭羅科	梭羅屬	鬼杪羅	植株葉片太大
15	水龍骨目	腎蕨科	腎蕨屬	長葉腎蕨	※適合
16	水龍骨目	三叉蕨科	三叉蕨屬	沙皮蕨	※適合
17	水龍骨目	鳳尾蕨科	鐵線蕨屬	扇葉鐵線蕨	族群量少
18	水龍骨目	鳳尾蕨科	書帶蕨屬	書帶蕨	生長於高處採集不易
19	水龍骨目	鱗始蕨科	鱗始蕨屬	圓葉鱗始蕨	族群量少
20	水龍骨目	烏毛蕨科	擬烏毛蕨屬	烏毛蕨	※適合
21	水龍骨目	水龍骨科	伏石蕨屬	伏石蕨	肉質葉片不是合印染
22	水龍骨目	鱗毛蕨科	鱗毛蕨屬	長葉鱗毛蕨	※適合
23	梭羅目	梭羅科	梭羅屬	台灣杪羅	植株葉片太大
24	水龍骨目	鱗毛蕨科	網脈突齒蕨屬	網脈突齒蕨	※適合
25	水龍骨目	骨碎補科	骨碎補屬	海州骨碎補	著生高位樹幹不易採集
26	水龍骨目	碗蕨科	鱗蓋蕨屬	華南鱗蓋蕨	族群稀少
27	水龍骨目	金星蕨科	新月蕨屬	三葉新月蕨	※適合
28	水龍骨目	鱗毛蕨科	鱗毛蕨屬	台灣鱗毛蕨	族群量少
29	水龍骨目	蹄蓋蕨科	對囊蕨屬	假蹄蓋蕨	※適合
30	膜蕨目	膜蕨科	膜蕨屬	團扇蕨	族群量小
31	水龍骨目	劍蕨科	劍蕨屬	柳葉劍蕨	族群量小
32	水龍骨目	蹄蓋蕨科	雙蓋蕨屬	細柄雙蓋蕨	※適合
33	水龍骨目	碗蕨科	鱗蓋蕨屬	克氏鱗蓋蕨	族群量少
34	水龍骨目	水龍骨科	薄唇蕨屬	萊氏腺蕨	葉形不平整
35	水龍骨目	蹄蓋蕨科	雙蓋蕨屬	廣葉鋸齒雙蓋蕨	※適合
36	水龍骨目	金星蕨科	毛蕨屬	小毛蕨	※適合
37	水龍骨目	鳳尾蕨科	鳳尾蕨屬	傅氏鳳尾蕨	※適合

38	水龍骨目	鱗始蕨科	鱗始蕨屬	錢氏鱗始蕨	族群量少
39	水龍骨目	金星蕨科	稀毛蕨屬	稀毛蕨	※適合
40	梭羅目	梭羅科科	白梭羅屬	筆筒樹	植株葉片太大
41	水龍骨目	鳳尾蕨科	鳳尾蕨屬	天草鳳尾蕨	族群量少
42	水龍骨目	腎蕨科科	腎蕨屬	馬蹄腎蕨	※適合
43	水龍骨目	鳳尾蕨科	鳳尾蕨屬	鱗蓋鳳尾蕨	族群量少
44	水龍骨目	鱗毛蕨科	鱗毛蕨屬	落鱗鱗毛蕨	族群量少
45	水龍骨目	水龍骨科	盾蕨屬	大星蕨	葉片太大
46	水龍骨目	水龍骨科	薄唇蕨屬	橢圓線蕨	※適合
47	水龍骨目	水龍骨科	石葦屬	石葦	高處採集不易
48	水龍骨目	鱗毛蕨科	複葉耳蕨屬	細葉複葉耳蕨	※適合

表 5-1-1 龍潭湖區域蕨類植物調查表

(三) 龍潭湖區域蕨類植物綜合評估

龍潭湖區域，由於環湖步道邊坡陡峭，多數為坡度接近 70 度以上的邊坡，有高度約五公尺的土坡。鬼梭羅、台灣梭羅生長在擋土牆高處，其下是大型的觀音座蓮、烏毛蕨等蕨類植物，接下來是三叉蕨科植物沙皮蕨與蛇脈三叉蕨，邊坡最下方是鳳尾蕨家族、鱗毛蕨與鱗蓋蕨家族間雜其中，高位著生的水龍骨家族附著在擋土牆上、樹幹上及邊坡岩石上。環湖道路柏油化與水泥擋土牆接合因此地生蕨類並不多，又因處於東北季風季節性強降雨區，邊坡沖刷嚴重，雜草不易著根，反而使著生的蕨類植物生長情形良好。龍潭湖區域邊坡陡峭，但少有土石崩塌情形，蕨類植物扮演水土保持相當重要角色。

經調查本區共有六目十五科二十七屬 48 種蕨類植物，我們以族群數量、葉片大小、採集方便為條件，選擇 27 種蕨類植物作為後續印染的標的。

			
圖 5-1-1：邊坡陡峭只有蕨類植物生長	圖 5-1-2：邊坡上方有大型蕨類植物鬼梭羅、觀音座蓮、烏毛蕨	圖 5-1-3：扮演水土保持功能的蕨類植物	圖 5-1-4：著生在山壁上的蛇脈三叉蕨

二、龍潭湖區域蕨類植物丹寧含量分析

我們計畫以植物熱轉印方式將植物葉片印染在織物上，植物色素提取需要丹寧量多的蕨類植物。植物丹寧要如何檢定呢？查閱文獻第 60 屆科展「樹葉現形記」用氯化鐵來檢測植物丹寧，但過程頗為繁複，需取植物葉片，打成汁液後，滴入液態氯化鐵觀察變色情形。

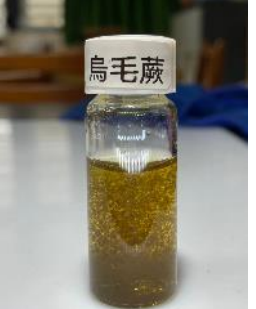
我們採用比色的方式來判斷標的植物丹寧含量多寡，來選擇適合作為植物熱轉印的蕨類植物。

(一) 實驗一：蕨類植物丹寧測試

1. 實驗步驟：

- (1) 調製 5%氯化鐵溶液。
- (2) 取 5ml 置於透明計數瓶。

- (3) 取 1g 蕨類植物葉片，加入 10ml 水量以研鉢研磨出汁液。
- (4) 取滴管滴入 10 滴研磨後之蕨類葉片汁液於計數瓶。
- (5) 觀察變色情形拍照記錄，並將照片以 Colorpicker APP 分析 RGB 值。
https://www.ginifab.com.tw/tools/colors/rgb_to_hsv_hsl.html#google_vignette。網站轉換為 HSL 值，
 取 L 值亮度來分析，亮度越高，丹寧成分含量越低。

				
圖 5-2-1：計數瓶中倒入 5% 氯化鐵溶液 10ml	圖 5-2-2：秤一公克蕨類葉片	圖 5-2-3：加入 10ml 清水以研鉢研磨	圖 5-2-4：滴管吸取植物汁液滴入綠化鐵溶液中	圖 5-2-5：觀察變色情形

2. 實驗結果：

(1) 試劑反應丹寧成分較多的蕨類植物：按 L 值由低到高，即丹寧成分由高到低排列

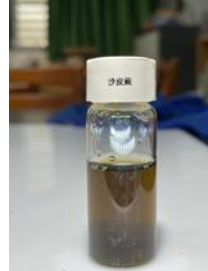



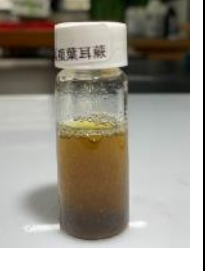
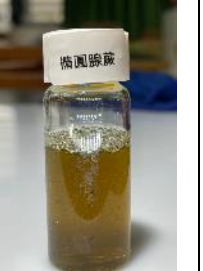

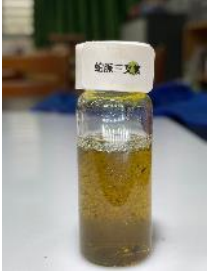
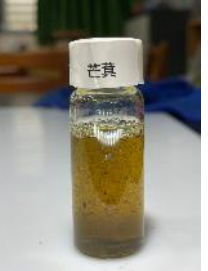

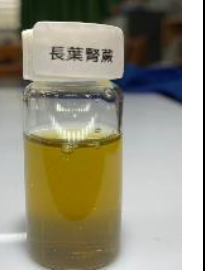
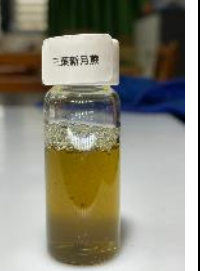
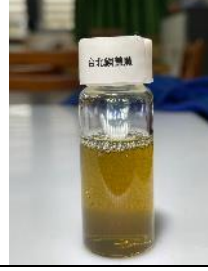
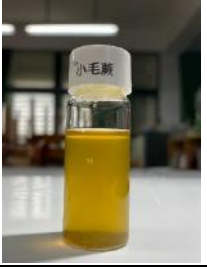
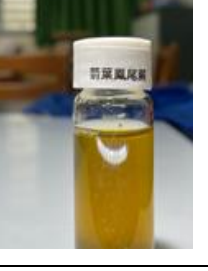
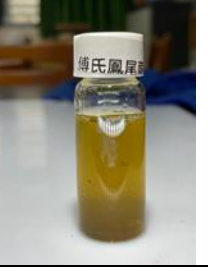
					
沙皮蕨	南海鱗毛蕨	馬蹄腎蕨	半邊羽裂鳳尾蕨	細葉復葉耳蕨	橢圓腺蕨
					
烏毛蕨	蛇脈三叉蕨	芒萁	密毛小毛蕨	長葉腎蕨	三葉新月蕨
					
台北鱗蓋蕨	小毛蕨	箭葉鳳尾蕨	傅氏鳳尾蕨		

表 5-2-1 丹寧含量較高的蕨類植物

(2) 試劑反應丹寧成分較少的蕨類植物：

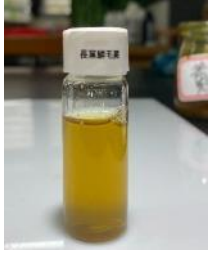
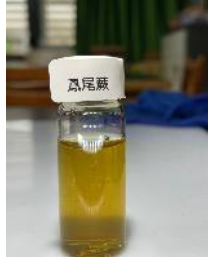



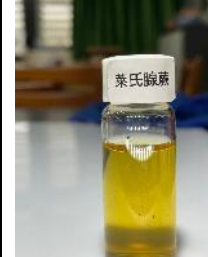

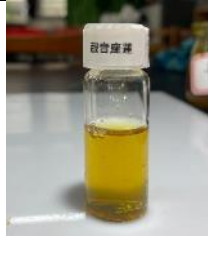
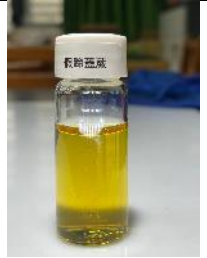

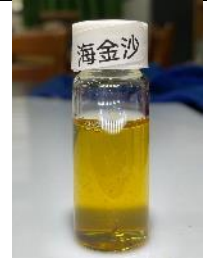
					
長葉鱗毛蕨	鳳尾蕨	腎蕨	網脈凸齒蕨	廣葉鋸齒雙蓋蕨	萊氏線蕨
					
細柄雙蓋蕨	觀音座蓮	假蹄蓋蕨	稀毛蕨	海金沙	

表 5-2-2 丹寧含量較少的蕨類植物

3. 實驗討論:

(1) 依照比色情形分析適合印染蕨類植物如下表:

物種名稱	汁液滴入氯化鐵呈現顏色	丹寧含量	適合印染與否
鳳尾蕨	金黃色	偏少	不適合
半邊羽裂鳳尾蕨	深棕色	多	適合
海金沙	金黃色	偏少	不適合
觀音座蓮	金黃色	偏少	不適合
密毛小毛蕨	褐黃	適中	適合
蛇脈三叉蕨	褐黃	適中	適合
腎蕨	金黃色	偏少	不適合
粗毛鱗蓋蕨	褐黃	適中	適合
芒萁	褐黃	適中	適合
南海鱗毛蕨	棕色	較多	適合
台北鱗蓋蕨	棕色	較多	適合
箭葉鳳尾蕨	褐黃	適中	適合
長葉腎蕨	褐黃	適中	適合
沙皮蕨	深棕色	最多	適合
烏毛蕨	褐黃	適中	適合
長葉鱗毛蕨	深黃	偏少	不適合
網脈突齒蕨	金黃	偏少	不適合
三葉新月蕨	褐黃	適中	適合
假蹄蓋蕨	金黃	偏少	不適合
細柄雙蓋蕨	金黃	偏少	不適合
廣葉鋸齒雙蓋蕨	金黃	偏少	不適合
小毛蕨	褐黃	適中	適合
傅氏鳳尾蕨	褐黃	適中	適合
稀毛蕨	金黃	偏少	不適合

馬蹄腎蕨	棕色	偏多	適合
橢圓線蕨	棕色	偏多	適合
細葉複葉耳蕨	棕色	偏多	適合

表 5-2-3：植物丹寧比色與印染評估分析

- (2) 蕨類植物汁液在氯化鐵溶液裡的反應呈現深褐色、黃綠色、黃藍色不同的反應、應該是丹寧成分不同的原因。
- (3) 經過丹寧檢定後我們從選定的 27 種蕨類植物中再篩選出 16 種丹寧反應顏色較深的物種作為後續熱轉印的研究對象。

(二) 實驗二：選定植物印染

我們在上述實驗中，發現蕨類植物的丹寧含量確實不同，選擇 16 種單寧含量高的蕨類植物以植物熱轉印的方式進行測試。

1. 實驗步驟：

- (1) 選擇含單寧量較多的 16 種蕨類植物
- (2) 棉布退漿後浸泡 3% 小蘇打粉當作主布，為了凸現蕨類植物形色，蓋布泡優頓草染液進行印染。

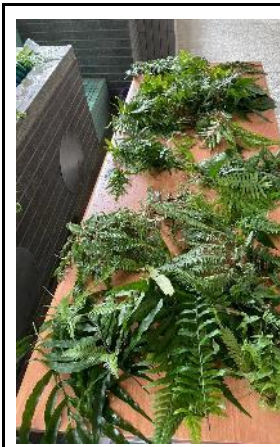


圖 5-2-6：採集與分類蕨類植物



圖 5-2-7：在主布上置放植物葉片



圖 5-2-8：在植物上放置蓋布與保鮮膜



圖 5-2-9：以木棍捲起



圖 5-2-10：放入蒸鍋中蒸煮一小時

2. 實驗結果：



沙皮蕨



南海鱗毛蕨



馬蹄腎蕨



半邊羽裂鳳尾蕨





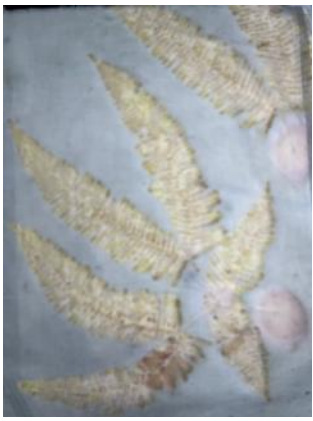







			
細葉複葉耳蕨	橢圓腺蕨	烏毛蕨	蛇脈三叉蕨
			
芒萁	密毛小毛蕨	長葉腎蕨	三葉新月蕨
			
台北鱗鈣蕨	小毛蕨	劍葉鳳尾蕨	傅氏鳳尾蕨

表 5-2-3：選定蕨類植物熱轉印染成果

3. 實驗討論

- (1) 依據丹寧含量挑選的 16 種蕨類植物都能在織物上顯色，且試劑上顯示丹寧顏色越深，多數染出來的織品越顯色，有些植物丹寧含量高卻不顯色原因在葉的質地，革質葉較難顯色，如蛇脈三叉蕨。
- (2) 蕨類植物呈現的顏色多元，有些蕨類植物老葉，新葉，孢子葉，營養葉顯色情形不同。
- (3) 實驗發現有三種蕨類植物呈現的色彩很特別，紅色的沙皮蕨、黃色的半邊羽裂鳳尾蕨、橘色的細葉複葉耳蕨。

三、蕨類植物染液萃取探討

蕨類植物能運用於熱轉印印染在織物上顯色，但能不能作為一般植物染的染材呢？在上一個實驗中，發現有三種蕨類植物呈現的色彩很特別，紅色的沙皮蕨、黃色的半邊羽裂鳳尾蕨、橘色的細葉複葉耳蕨。為了再次確定這三種蕨類植物顯色情形再進行一次印染測試：

		
圖 5-3-1：細葉複葉耳蕨印染成果	圖 5-3-2：半邊羽裂鳳尾蕨印染成果	圖 5-3-3：沙皮蕨印染成果

實驗結果和前實驗一致，細葉複葉耳蕨顯色為橘色，半邊羽裂鳳尾蕨顯色為黃色，沙皮蕨則呈現紅色。

我們查閱文獻，發現這三種蕨類植物從未被運用於植物染染材，我們想知道蕨類植物熱轉印染顯色與萃取染液顏色會一樣嗎？能來進行植物染嗎？進行以下實驗：




(一) 實驗一：蕨類植物染液萃取

				
圖 5-3-4：採集植物	圖 5-3-5：剪碎植物	圖 5-3-6：加入植物二倍水量	圖 5-3-7：熬煮二小時	圖 5-3-8：過濾染液

1. 實驗步驟

- (1) 採集沙皮蕨、半邊羽裂鳳尾蕨、細葉複葉耳蕨各二公斤。
- (2) 清洗剪碎後加入四公升清水。
- (3) 熬煮二小時後染液剩下二公升。
- (4) 過濾染液觀察染液顏色。

2. 實驗結果：

		
圖 5-3-9：沙皮蕨染液	圖 5-3-10：半邊羽裂鳳尾蕨染液	圖 5-3-11：細葉複葉耳蕨染液

3. 實驗討論：

- (1) 沙皮蕨染液萃取為紅色與熱轉印顯色相同。

- (2) 半邊羽裂鳳尾蕨染液萃取為黃色與熱轉印顯色相同
- (3) 細葉複葉耳蕨染液萃取為橘色與移印染顯色相同
- (4) 使用的三種蕨類都能萃取出染液，且顏色與熱轉印染顯色一致。

(二) 實驗二：萃取染液染布測試

1. 實驗步驟：

- (1) 將棉布精煉退漿。
- (2) 分別取前一實驗三種染液小火煮滾。
- (3) 置入棉布煮染 10 分鐘。
- (4) 取出晾乾、觀察上色情形。

2. 實驗結果：

		
圖 5-3-12：沙皮蕨染液在織品上顯色情形	圖 5-3-13：半邊羽裂鳳尾蕨染液在織品上顯色情形	圖 5-3-14：細葉複葉耳蕨染液在織品上顯色情形

3. 實驗討論：

- (1) 觀察在織品上的顯色情形，沙皮蕨染布呈現偏暗色的紅色，半邊羽裂鳳尾蕨染布呈現偏褐黃色調，而細葉複葉耳蕨呈現橘紅色調。
- (2) 蕨類植物提取的染液確實能運用於植物染布，且與熱轉印染葉片呈現的顏色相仿。

四、蕨類植物色泥提取探討

提取植物染液相當費時費力，且每個區域植物生長物候不同，不同區域、不同季節植物也可能產生不同顏色色素，我們想保存當季染料，將染液做成染色色泥。

我們查閱文獻，製藍靛藍泥使用石灰來沉澱藍草顏色，製作胭脂會使用珍珠粉來提取玫瑰花瓣色素，而色澱是由水溶性的染料與鹼性鋁或鈣離子反應，生成鹽類，將染料沉澱，能作為顏料稱為色澱。

鈣、鎂、鋁系列同屬鹼土族，經與老師討論，我們使用常用於媒染劑或食品添加劑的含鈣、鎂、鋁試劑來進行色澱實驗，選擇的添加劑為氧化鈣、氯化鈣、醋酸鈣、氯化鋁、醋酸鋁、氯化鎂、醋酸鎂等 7 種試劑與染液進行色澱實驗。

(一) 實驗一：色澱實驗試劑濃度探討

1. 實驗步驟：

- (1) 取氧化鈣、氯化鈣、醋酸鈣、氯化鋁、醋酸鋁、氯化鎂、醋酸鎂等 7 種藥劑粉末各 1g、2g、3g、4g 放置於貼上尺規的計數瓶共三組。
- (2) 每一組分別在計數瓶加沙皮蕨、半邊羽裂鳳尾蕨、細葉複葉耳蕨染液各 10ml，製作四階化合物濃度染液分別為 10%、20%、30%、40%。
- (3) 進行為期 10 日的色澱實驗。

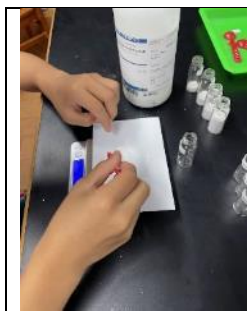


圖 5-4-1：秤藥劑



圖 5-4-2：放入計數瓶



圖 5-4-3：量 10ml 染液



圖 5-4-4：與藥劑混合



圖 5-4-5：觀察並量測色澱情形

2. 實驗結果：

(1) 半邊羽裂鳳尾蕨染液添加不同濃度試劑色澱情形：

濃度 添加物	10%	20%	30%	40%
氧化鈣	5mm	10mm	15mm	18mm
氯化鈣	2mm	3mm	6mm	4mm
醋酸鈣	2mm	2mm	3mm	2mm
醋酸鋁	6mm	8mm	12mm	17mm
氯化鋁	2mm	4mm	5mm	4mm
醋酸鎂	2mm	2mm	4mm	3mm
氯化鎂	3mm	4mm	5mm	4mm

表 5-4-1：不同濃度藥劑半邊羽裂鳳尾蕨色澱情形

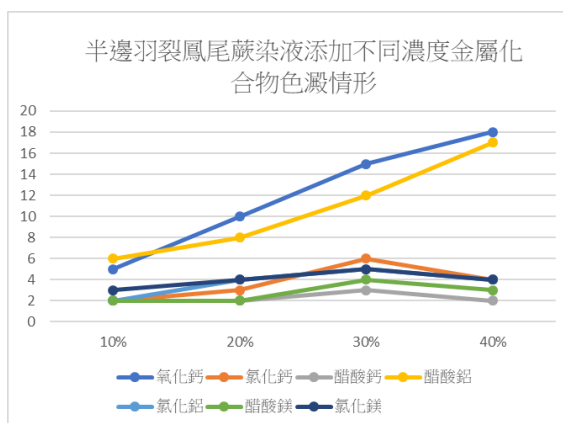


圖 5-4-6：折線圖

(2) 沙皮蕨染液添加不同濃度藥劑色澱情形：

濃度 添加物	10%	20%	30%	40%
氧化鈣	7mm	10mm	13mm	12mm
氯化鈣	4mm	10mm	19mm	13mm
醋酸鈣	4mm	5mm	6mm	5mm
醋酸鋁	3mm	10mm	14mm	10mm
氯化鋁	3mm	4mm	6mm	8mm
醋酸鎂	7mm	8mm	12mm	8mm
氯化鎂	10mm	12mm	17mm	11mm

表 5-4-2：不同濃度藥劑沙皮蕨色澱情形

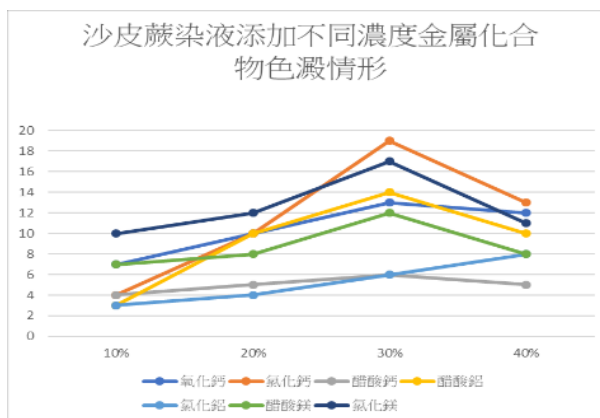


圖 5-4-7：折線圖

(3) 半邊細葉複葉耳蕨染液添加不同濃度藥劑色澱情形：

濃度 添加物	10%	20%	30%	40%
氧化鈣	12mm	15mm	17mm	15mm
氯化鈣	3mm	4mm	6mm	5mm
醋酸鈣	4mm	6mm	8mm	8mm
醋酸鋁	5mm	7mm	11mm	10mm
氯化鋁	3mm	5mm	6mm	5mm
醋酸鎂	4mm	5mm	6mm	4mm
氯化鎂	2mm	3mm	5mm	4mm

表 5-4-3：不同濃度藥劑沙皮蕨色澱情形

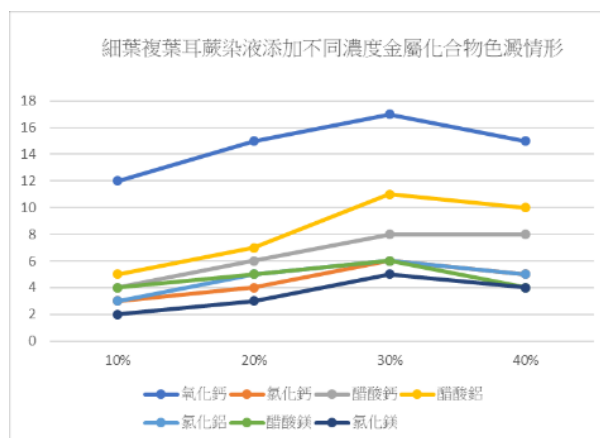


圖 5-4-8：折線圖

3. 實驗討論：

- (1) 我們進行染液添加 4 階試劑濃度的實驗，三種染液搭配 7 種試劑，多數以 30% 試劑濃度產生的色澱量最高。
- (2) 色澱量隨著染液添加的試劑濃度增加而增多，但濃度超過 30% 後多數試劑產生的色澱不增反降，不知是什麼原因。
- (3) 後續研究採取染液添加 30% 濃度試劑進行實驗。

(二) 實驗二：色澱實驗時間探討

1. 實驗步驟：

我們在進行濃度與色澱量實驗時，同時記錄每日產生色澱的情形，想了解需要幾日能產生最多的色澱量，我們分析添加 30% 濃度試劑的染液不同日數所產生之色澱高度：

2. 實驗結果：

(1) 半邊羽裂鳳尾蕨染液不同日數色澱情形：

日數 添加物	1 日	2 日	3 日	4 日	5 日	6 日	7 日	8 日	9 日
添加物	3mm	6mm	8mm	9mm	12mm	13mm	15mm	15mm	15mm
氧化鈣	2mm	3mm	4mm	4mm	5mm	6mm	6mm	6mm	6mm
氯化鈣	1mm	2mm	3mm	3mm	3mm	3mm	3mm	3mm	3mm
醋酸鈣	4mm	6mm	6mm	8mm	10mm	10mm	12mm	13mm	13mm
醋酸鋁	1mm	3mm	3mm	4mm	4mm	4mm	5mm	5mm	5mm
氯化鋁	1mm	2mm	2mm	3mm	4mm	4mm	4mm	4mm	4mm
醋酸鎂	1mm	3mm	3mm	3mm	4mm	4mm	5mm	6mm	7mm

表 5-4-4：半邊羽裂鳳尾蕨染液不同日數色澱紀錄表

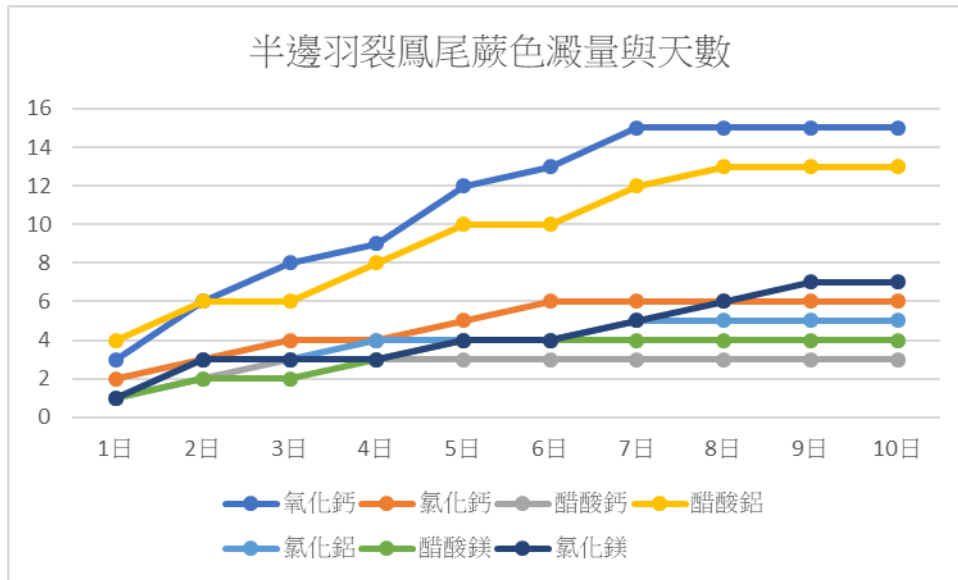


圖 5-4-9：半邊羽裂鳳尾蕨日數折線圖

(2) 沙皮蕨染液不同日數色澱情形：

日數 添加物	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日
添加物	5mm	8mm	8mm	9mm	11mm	12mm	13mm	14mm	14mm
氧化鈣	5mm	8mm	13mm	15mm	15mm	19mm	19mm	19mm	19mm
氯化鈣	2mm	3mm	3mm	5mm	5mm	5mm	6mm	7mm	7mm
醋酸鈣	4mm	7mm	11mm	12mm	12mm	14mm	14mm	14mm	15mm
醋酸鋁	3mm	4mm	5mm	5mm	5mm	5mm	6mm	6mm	6mm
氯化鋁	3mm	4mm	7mm	8mm	10mm	12mm	12mm	11mm	11mm
醋酸鎂	5mm	8mm	12mm	14mm	16mm	16mm	17mm	16mm	15mm

表 5-4-5：沙皮蕨染液不同日數色澱紀錄表

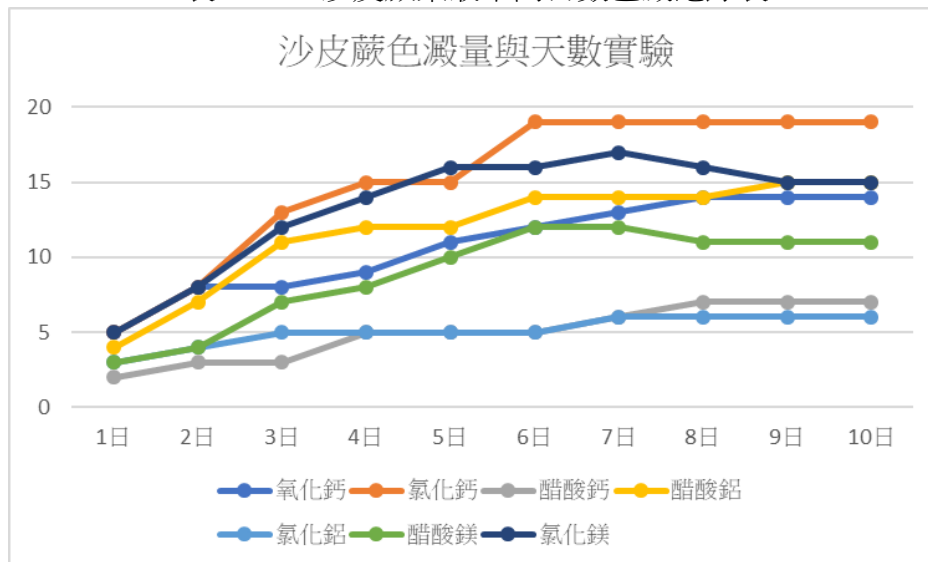


圖 5-4-10：沙皮蕨日數折線圖

(3) 細葉複葉耳蕨染液不同日數色澱情形：

日數 添加物	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日
添加物	5mm	7mm	11mm	14mm	16mm	17mm	17mm	17mm	17mm
氧化鈣	3mm	5mm	5mm	6mm	6mm	6mm	6mm	6mm	6mm

氯化鈣	2mm	4mm	5mm	7mm	7mm	7mm	8mm	8mm	8mm
醋酸鈣	4mm	5mm	6mm	9mm	10mm	10mm	11mm	12mm	12mm
醋酸鋁	2mm	3mm	5mm	5mm	5mm	6mm	6mm	6mm	6mm
氯化鋁	1mm	2mm	2mm	4mm	5mm	5mm	6mm	5mm	5mm
醋酸鎂	2mm	3mm	3mm	4mm	4mm	4mm	5mm	5mm	5mm

表 5-4-6：細葉複葉耳蕨染液不同日數色澱紀錄表

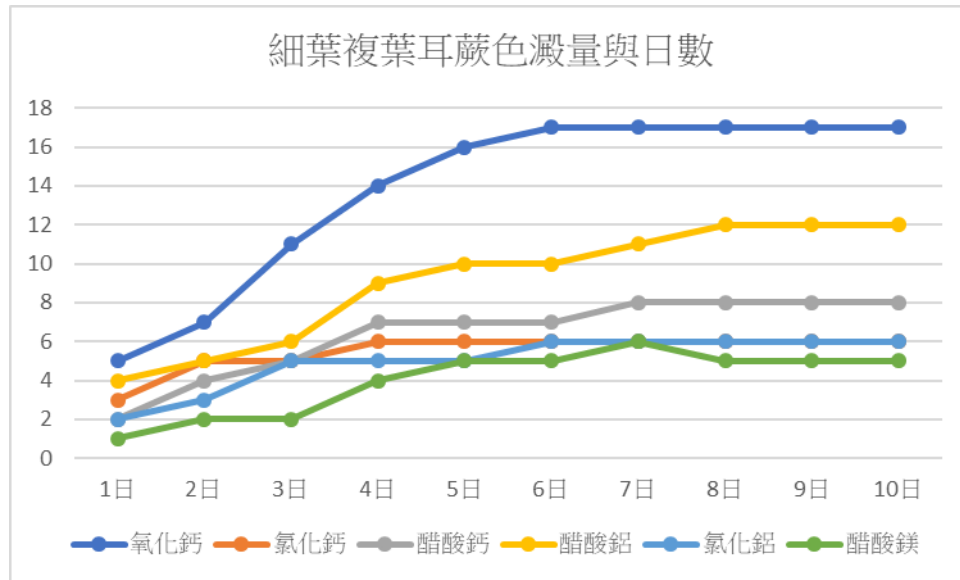


圖 5-4-11：沙皮蕨日數折線圖

3. 實驗討論：

- (1) 染液在添加藥劑後，第一天就能產生色澱，隨著時間增加色澱量增加。
- (2) 多數染液添加藥劑後，6 到 7 日達到最高色澱量。
- (3) 本實驗後續採取染液添加 30% 試劑，進行七日色澱提取色泥。

(三) 實驗三：色澱色泥提取

1. 實驗步驟

- (1) 取沙皮蕨、細葉複葉耳蕨、半邊羽裂鳳尾蕨染液 200ml 各 8 杯。
- (2) 分別加入氯化鈣、醋酸鈣、氯化鈣、醋酸鋁、氯化鎂、醋酸鎂、玉米粉等 7 種粉末各 60 公克。
- (3) 仔細攪拌後靜置七日。
- (4) 以濾紙過濾沉澱後的色澱色泥。
- (5) 置入低溫烘箱以 60 度烘乾。
- (6) 以研鉢將乾燥的色泥研磨保存備用，若膠狀色泥則直接裝罐。

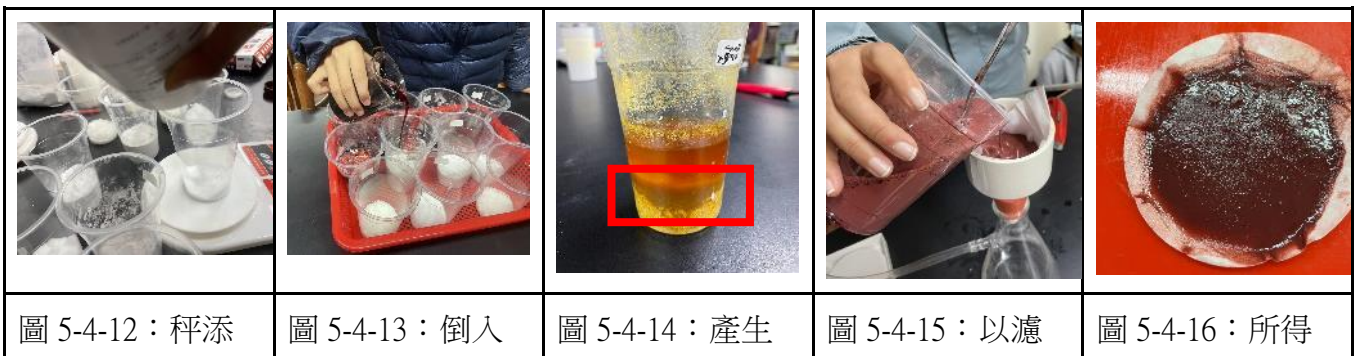


圖 5-4-12：秤添

圖 5-4-13：倒入

圖 5-4-14：產生

圖 5-4-15：以濾

圖 5-4-16：所得

加劑	染液	色澱反應	紙過濾	色澱色泥
----	----	------	-----	------

2.實驗結果：

(1) 沙皮蕨染液提取之色澱色泥：




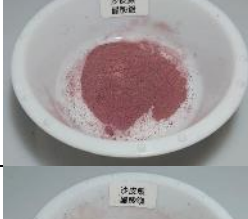

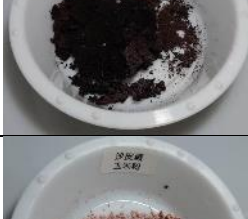

加入添加劑	提取之色泥	說明
氧化鈣		紅色 乾燥粉末狀
氯化鈣		暗紅色 膠狀結塊
醋酸鈣		玫瑰紅 乾燥粉末狀
醋酸鋁		玫瑰紅 乾燥粉末狀
醋酸鎂		淺紅色 乾燥粉末狀
氯化鎂		深紅色 膠狀結塊
玉米澱粉		淺紅 乾燥粉末狀

表 5-4-7：沙皮蕨染液提取提取之色泥

(2) 半邊羽裂鳳尾蕨染液提取之色澱色泥





加入添加劑		說明
氧化鈣		黃色 乾燥粉末狀
氯化鈣		棕色 膠狀結塊
醋酸鈣		淺黃 乾燥粉末狀
醋酸鋁		深黃 乾燥粉末狀
醋酸鎂		褐黃 乾燥粉末狀
氯化鎂		褐黃色 膠狀
玉米澱粉		黃色 乾燥粉末狀

表 5-4-8：半邊羽裂鳳尾蕨染液提取之色澱色泥

(3) 細葉複葉耳蕨染液提取之色澱色泥：

加入添加劑		說明
氧化鈣		橘色 乾燥粉末狀







氯化鈣		深咖啡色膠狀結塊狀
醋酸鈣		淺橘色乾燥粉末狀
醋酸鋁		深橘色乾燥粉末狀
醋酸鎂		咖啡色膠狀結塊
氯化鎂		咖啡色膠狀結塊
玉米澱粉		淺橘色乾燥粉末狀

表 5-4-9：細葉複葉耳蕨染液提取之色澱色泥

3. 實驗討論：

- (1) 水溶性染液添加含鈣、鎂、鋁金屬試劑能形成與染料顏色相同的沉澱物稱為色澱，澱粉則會直接吸附顏色產生沉澱物。
- (2) 每一種添加劑都能沉澱色澱色泥，但顏色深淺各不相同。鈣、鋁系列添加劑顯色較明亮，鎂系列添加劑較暗沉。
- (3) 每一種添加劑的色泥提取狀況不同，數量也不同，時間越長沉澱的色澱色泥越多，七日後能達到最高色澱量。
- (4) 氯化鈣與氯化鎂作為添加劑所得色泥為膠狀物，其餘均能乾燥磨成粉末。

(二) 實驗二：提取之色澱色泥運用於植物染探討

1. 實驗步驟：

- (1) 將提取之色澱色泥加入 200ml 清水還原成染液。
- (2) 加熱至沸騰。
- (3) 將精煉退漿之棉布放入染液中。
- (4) 煮染 10 分鐘後取出觀察其顏色。

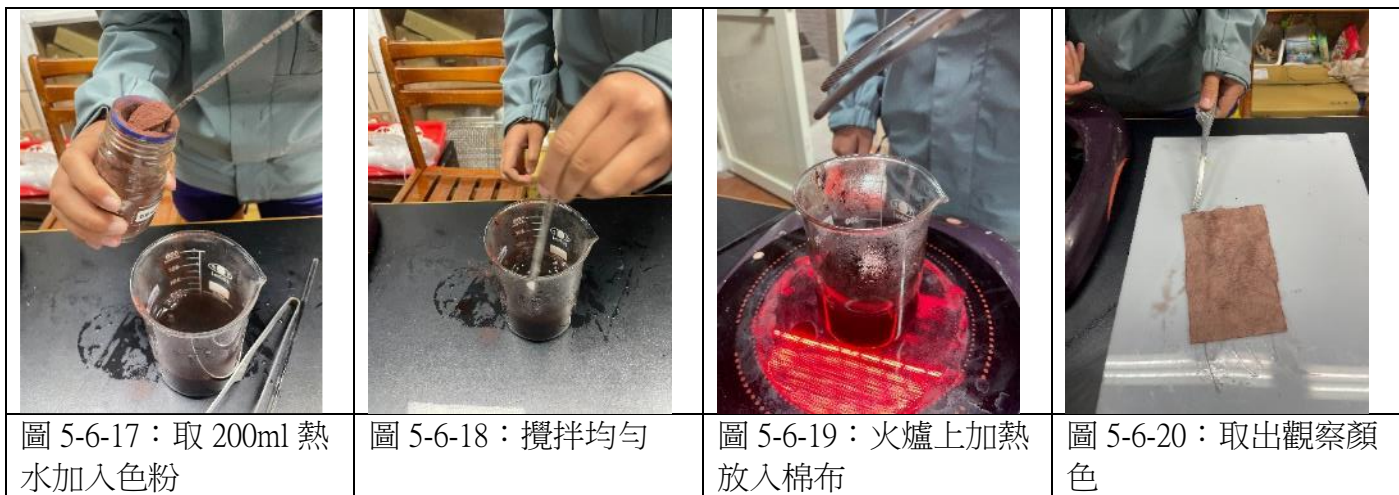


圖 5-6-17：取 200ml 熱水加入色粉





圖 5-6-18：攪拌均勻

圖 5-6-19：火爐上加熱放入棉布

圖 5-6-20：取出觀察顏色

2.實驗結果：

(1) 沙皮蕨染液提取之色澱色泥還原染液染布情形：

加入添加劑	染布顏色	說明
無添加		紅色帶灰階，飽和灰紅色，色階 9 階
氧化鈣		不飽和淺紅色，不太顯色，色階 4 階
氯化鈣		偏紫藍色調紅色，色階 7 階
醋酸鈣		近膚色紅色，色階 6 階




醋酸鋁		帶褐色紅色，顏色較不飽和，色階 7 階
氯化鋁		明亮紅中帶橙色，色階 7 階
醋酸鎂		略帶紫藍色調的紅色，顏色飽和，色階 9 階
氯化鎂		帶咖啡色紅色，顏色飽和，色階 8 階
玉米澱粉		偏棕紅色，顏色飽和，色階 9 階

表 5-4-10：沙皮蕨提取之色澱色泥還原染液染布情形：

(2) 半邊羽裂鳳尾蕨提取之色澱色泥還原染液染布情形：

加入螯合劑	染布顏色	說明
無添加		帶褐綠色黃色，顏色飽和，色階 8 階
氧化鈣		不飽和及淺黃色，色階 1 階







氯化鈣		略為顯色淺黃色，色階 2 階
醋酸鈣		略為顯色淺黃色，色階 2 階
醋酸鋁		略為顯色淺黃色，色階 2 階
醋酸鎂		帶橙色淺黃色，色階 3 階
氯化鎂		帶橙色淺黃色，色階 3 階
玉米澱粉		帶棕色的淺黃色，色階 5 階

表 5-4-10：半邊羽裂鳳尾蕨提取之色澱色泥還原染液染布情形

(3) 細葉複葉耳蕨染液提取之色澱色泥還原染液染布情形：

加入添加劑	染布顏色	說明
無添加		帶棕色的橙色，色階 9 階





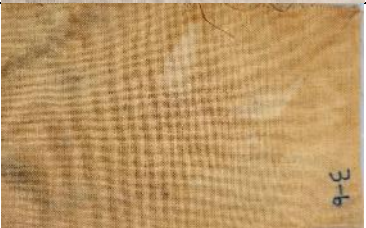
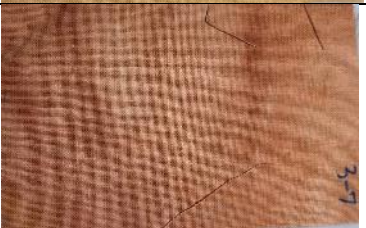


氧化鈣		較不飽和帶褐色的橙色，色階 5 階
氯化鈣		偏紅色的橙色，色階 5 階
醋酸鈣		帶棕色的橙色，顏色較飽和，色階 7 階
醋酸鋁		不飽和的淺橙色，色階 1 階
氯化鋁		偏黃色橙色，色階 5 階
醋酸鎂		偏棕紅色橙色，色階 7 階
氯化鎂		偏磚紅色橙色，色階 6 階
玉米澱粉		偏磚紅色橙色，色階 9 階

圖 5-4-11：細葉複葉耳蕨染液提取之色澱色泥還原染液染布情形

3. 實驗討論

- (1) 加入不同添加物形成的色澱色泥，在加熱後，能還原成染液。
- (2) 鈣系列採用氧化鈣、氯化鈣、醋酸鈣，縱使色泥顏色很深，染在織物上的顏色仍然偏淺色。
- (3) 鋁系列採用醋酸鋁，是傳統媒染劑，能使顏色變明亮。
- (4) 鎂系列採用醋酸鎂與氯化鎂，顏色與原色差異較小。
- (5) 玉米澱粉則使染色織物顏色變深，煮染時色泥會糊化上色效果不錯。
- (6) 本次實驗所使用的添加劑確實能與染液反應形成色澱色泥，選用添加劑鈣系列與鋁系列都能使染布色彩明亮化，運用於深色染液沙皮蕨染液與複葉耳蕨染液都有色階不同的效果，淺色系的染液如黃色的半邊羽裂鳳尾蕨染液提取色澱色泥後，染色效果顯色色階不明顯。

五、以蕨類染布運用在熱轉印染探討

沙皮蕨能萃取紅色染液，半邊羽裂鳳尾蕨能萃取黃色染液，細葉複葉耳蕨能萃取橘色染液，這些染液也可以順利讓織品上色，我們想試試看以蕨類染液上色的織品是否能運用於熱轉印印染。

1. 實驗步驟：

- (1) 取精煉過後之棉布放入染液中煮染 30 分鐘，分別染出沙皮蕨、半邊羽裂鳳尾蕨、細葉複葉耳蕨各 4 片。
- (2) 取 0.3% 亞鐵溶液、小蘇打溶液、冰醋酸溶液、醋酸銅溶液浸泡薄棉布 30 分鐘作為蓋布。
- (3) 鋪保鮮膜放置染好上色的主布，放置蕨類植物葉片，分別蓋上浸泡不同溶液的蓋布。
- (4) 以木棒捲緊放入蒸鍋中蒸煮一小時。
- (5) 觀察顯色情形。

2. 實驗結果













染液	沙皮蕨	半邊羽裂鳳尾蕨	細葉複葉耳蕨
蓋布			
小蘇打蓋布			
亞鐵溶液蓋布			
冰醋酸蓋布			



表 5-5-1：以三種蕨類萃取染液搭配不同媒染劑蓋布進行熱轉印染

3.實驗討論：

- (1) 染過色的布用於印染，植物形狀能顯示，植物的原色不會出現，是否因棉布已吸附丹寧，植物本身丹寧無法再釋放，尚待研究
- (2) 浸泡小蘇打溶液作為蓋布，顯色情形不佳，顏色會變淺，植物輪廓也不清楚。
- (3) 浸泡亞鐵溶液做為蓋布，由於丹寧會和鐵結合為丹寧亞鐵使得顏色變深，植物的輪廓清楚明顯。
- (4) 浸泡冰醋酸溶液做為蓋布，底布顏色會變淺而明亮，顏色被蓋布吸附。
- (5) 浸泡醋酸銅溶液做為蓋布顏色會稍許呈現綠色，尤其以底色為黃色的半邊羽裂鳳尾蕨染布最為明顯。

六、印染色牢度探討

天然染色不比化學染色，染布的顏色可能不如坊間的織品鮮豔，顏色也比較容易因洗濯、日曬而褪色，我們試著探討本實驗的作品色牢度是否足夠。

(一) 實驗一：色牢度實驗

1.實驗步驟：

- (1) 取上一個實驗蓋布為亞鐵溶液，主布染三種染液熱轉印染布片各一片。
- (2) 將每片布剪成四片。
- (3) 第一片作為對照組。
- (4) 第二片以清水浸泡清洗。
- (5) 第三片以肥皂搓洗。
- (6) 第四片以每日照射全光譜植物燈，流明 70000 納克斯，照射四小時方式處理。
- (7) 每日拍照記錄。



圖 5-6-1：將印染完成的布剪成四塊

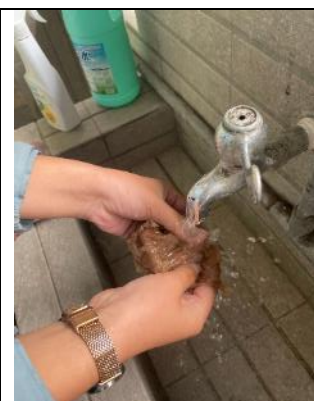


圖 5-6-2：編號 2 布片以清水清洗















圖 5-6-3：編號 3 布片以肥皂搓洗



圖 5-6-4：編號 4 布片以全光譜植物燈照射

3. 實驗結果:

不同染液染印 日數	沙皮蕨染液熱轉印	半邊羽裂鳳尾蕨染液熱 轉印	細葉複葉耳蕨染液熱 轉印
第一天			
第五天			
第十天			
第十五天			










第二十天			
第二十五天			
第三十天			

表 5-6-1：色牢度分析

3. 實驗討論

- (1) 本實驗因時間因素，因此僅能進行 30 天。
- (2) 實驗結果發現清水洗滌與肥皂洗滌褪色情形較明顯，但雖然色彩略減，但圖案仍然很清楚。
- (3) 以植物燈模擬太陽光照，照射三十天，顏色並無太大改變。
- (4) 本實驗植物染作品至少能耐得起 30 次的洗濯，30 天的全光譜植物燈照射，因此有相當的色牢度，能推廣運用。

七、蕨類植物提取之染液、色泥、與熱轉印染運用之探討

本次實驗嘗試將沙皮蕨、半邊羽裂鳳尾蕨、細葉複葉耳蕨提取染液、加入添加劑提取色泥、再以龍潭湖所生長蕨類植物來做轉印染。色泥可以用來作為繪畫的顏料、型染的色料、染液可以用來染布、皮革轉印品轉印、陶瓷轉印，搭配不同的蕨類植物葉片，不同媒染劑蓋布，運用十分多元。



圖 5-7-1：本實驗提取之色澱色泥



圖 5-7-2：沙皮蕨染液用於夾染



圖 5-7-3：自製色澱色泥用於型染



圖 5-7-4：自製色澱色泥繪畫



圖 5-7-5：自製色澱色泥繪畫

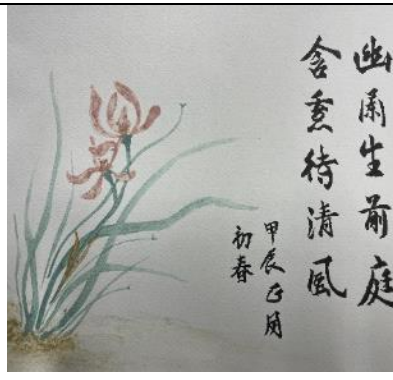


圖 5-7-6：色澱色泥運用於國畫作品



圖 5-7-7：色澱色泥彩繪杯墊



圖 5-7-8：色澱色泥繪畫於布料上

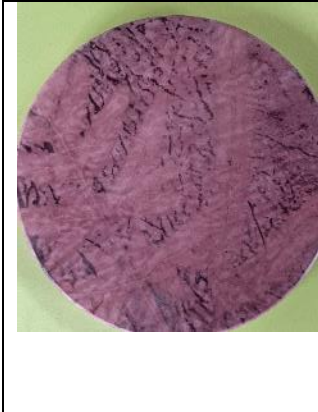


圖 5-7-9：染沙皮蕨染液再進行熱轉印染的杯墊



圖 5-7-10：印染在皮革上製成滑鼠墊



圖 5-7-11：印染在皮革上製成手提袋



圖 5-7-12：印染在布料上製成保溫袋



圖 5-7-13：印染在布



圖 5-7-14：製成餐墊、杯



圖 5-7-15：製作成



圖 5-7-16：染出一條蕨

料上製作成抱枕	墊、與收納盒	美觀實用的面紙套	類圖案的桌巾
---------	--------	----------	--------

陸、結論與建議

- 一、龍潭湖區域共有 6 目 15 科 27 屬 48 種蕨類植物，數量種類多元。龍潭湖步道邊坡近 70 度，雜草不易著根，反而使著生或攀緣型的蕨類植物生長情形良好。龍潭湖區域邊坡陡峭，但少有土石崩塌情形，蕨類植物扮演水土保持相當重要角色。我們透過科學的探究導入美學的呈現方式，期待能讓更多人認識在地蕨類植物。
- 二、以族群數量、葉片大小適中、葉片質地適合、採集方便為條件，選擇 27 種蕨類植物作為印染的標的，再以自製丹寧試劑測試蕨類植物丹寧含量，選擇顯色較深的 16 種蕨類植物作為熱轉印染的素材，印染成果都能顯色。顯示自製丹寧試劑確實成效良好，能篩選出適合印染的植物。減少錯誤嘗試，增加印染成功機率。
- 三、蕨類植物以沙皮蕨、細葉複葉耳蕨、半邊羽裂鳳尾蕨印染顏色最為特別，取這三種植物作為染材來萃取染液都能順利萃取成功，且染液顏色與熱轉印染顏色相仿，因此熱轉印染在織物上的顏色，與用於植物染的顏色雷同，萃取染液之前先經丹寧測試與轉印測試，可節省許多時間。
- 四、濃縮的染液中添加鈣、鎂、鋁系列的金屬離子化合物，能成生色澱反應，乾燥後形成色澱色素，成為色澱色素後有以下幾個優點：（一）有機染料不易保存，可變成色澱色素後會更好保存。（二）攜帶方便。（三）還原簡單。（四）利用不同鹼土金屬來讓色澱產生色階反應，使顏色繽紛多元。其中鈣、鎂、鋁系列添加物為傳統媒染劑，使得色泥顏色產生變化，使用於染料時不需再增加媒染劑，有機染液在色泥提取時可視需要加入不同添加劑。
- 五、玉米澱粉作為添加劑，價格便宜且天然，染色效果也相當飽和顯色，是很不錯的色泥提取添加劑。是否有更多天然澱粉物質可作為添加劑，效果表現如何？仍待後續研究。
- 六、以蕨類提取的染液，染布後能運用在熱轉印印染。主布染色，擺放植物，蓋布浸泡亞鐵溶液、冰醋酸水溶液、醋酸銅水溶液、小蘇打水溶液，經熱轉印染後，有不同的表現，變化多元。
- 七、植物染布不如化學染顏色飽和繽紛，但植物染有與大地相同的低調色彩，十分耐看，重要是天然，對已十分脆弱的自然環境十分友善，蕨類植物生長快速，煮染與印染顏色繽紛，葉形多變美麗，取之為染材無論是形與色都十分獨特，值得推廣與運用。
- 八、色澱色泥可以用來作為繪畫的顏料、型染的色料、染液可以用來染布、皮革轉印、織品轉印、陶瓷轉印，搭配不同的蕨類植物葉片，不同媒染劑蓋布，運用十分多元，配合區域生長的蕨類植物，能做成各式各樣的文創作品，發揮在地特色。

柒、參考文獻

- 一、陳千惠（民 91）。台灣植物染。台北市：大樹。
- 二、陳姍姍（民 95）。風華再現植物染。台北市：全華科技。
- 三、陳姍姍（民 98）。捻花染草七彩植物染。台北市：腳丫文化。
- 四、張學敏（民 105）。玩色彩！我的草木染生活手作。晨星出版。
- 六、郭城孟（民 110）。蕨類觀察圖鑑 1：基礎常見篇。遠流出版。
- 七、郭城孟（民 110）。蕨類觀察圖鑑 2：進階珍稀篇。遠流出版。
- 八、許天詮（民 108）。台灣原生植物全圖鑑第八卷：蕨類。貓頭鷹出版。

【評語】 083001

本研究調查環湖步道區域的蕨類植物，提出是因陡坡而使蕨類植物生長良好，而本作品主要重點則是以自製氯化鐵試劑來篩選含丹寧量高的蕨類植物，選擇出適合熱轉印印染的幾種蕨類植物。研究成果具環保價值且開發出個性化文創產品，具應用推廣的潛力。試驗過程有多項變因的探討，可將測量過程標準化，各項觀察試驗和測量若能具有重複性，可提升研究結果的可信度。

作品簡報

蕨類植物煉丹記

壹、研究動機

蕨類是地球上存活最久的類維管束植物，它原始、不開花不結果，卻能從幾億年前存活到現在，是生活周遭很常見到的活化石。台灣因優越的地理條件，擁有多樣性的蕨類植物資源。

我們調查學校附近的龍潭湖區域，發現短短2公里的步道周邊，有48種蕨類植物，物種相當豐富。

蕨類植物以葉片為表現方式，美麗的蕨類植物值得大家去觀賞，近年來也有許多蕨類植物因其美麗的外型以園藝栽植的方式進入大眾視野，如鹿角蕨、鐵線蕨、山蘇、兔腳蕨...。但在野外缺乏解說介紹的情形下，相近似的生態環境裡各式各樣的蕨類植物使學習蕨類植物就是一件「覺得很累」的事情。

這一段時間認識蕨類植物、調查蕨類植物外，更希望把美麗的蕨類植物讓大眾認識。我們認為運用蕨類植物來進行印染是一個好的開始。

貳、研究目的

- 一、龍潭湖蕨類植物調查。
- 二、龍潭湖區域蕨類植物丹寧含量測試。
- 三、蕨類植物染液萃取探討。
- 四、蕨類植物色澱泥提取探討。
- 五、蕨類植物作為染材染布後是否能運用在熱轉印染探討。
- 六、印染成品色牢度探討。
- 七、蕨類植物提取之染液、色泥、與熱轉印染運用之探討。

參、研究工具與方法

肆、研究流程與步驟



伍、研究成果

一、龍潭湖蕨類植物調查

(一) 龍潭湖環境描述：

龍潭湖原名「大埤湖」，又稱作「大陂湖」，位於宜蘭縣礁溪鄉，距離宜蘭市區大約6公里，在四結村、龍潭村北方的秣瑤山南麓，湖面將近20公頃，是宜蘭五大湖中最大的天然湖泊；龍潭湖三面環山，在環湖道路旁的樹林綠意盎然，蕨類植物生長在環湖道路邊坡，數量多且生態多元，環繞龍潭湖步行一圈僅約2.8公里，輕鬆好走，蕨類植物大多數是常見且特徵明顯、不易混淆的物種。因此很適合作為認識蕨類入門物種的區域。

(二) 龍潭湖步道區域蕨類植物調查

經過調查，龍潭湖步道區域共有48種蕨類植物，依照發現順序，並依照適合作為移印染標準，族群量大、葉片平整、葉片大小及質地適中及採集容易進行篩選適合作為印染的蕨類物種，如下表：

編號	目別	科別	屬別	物種名稱	適合採集與否
01	水龍骨目	鳳尾蕨科	鳳尾蕨屬	鳳尾蕨	※適合
02	水龍骨目	鳳尾蕨科	鳳尾蕨屬	半邊羽裂鳳尾蕨	※適合
03	水龍骨目	鐵角蕨科	鐵角蕨屬	東洋山蘇	植株葉片太大
04	莎草目	海金沙科	海金沙屬	海金沙	※適合
05	合囊蕨目	合囊蕨科	觀音座蓮屬	觀音座蓮	※適合
06	水龍骨目	金星蕨科	毛蕨屬	密毛小毛蕨	※適合
07	水龍骨目	三叉蕨科	三叉蕨屬	蛇脈三叉蕨	※適合
08	水龍骨目	腎蕨科	腎蕨屬	腎蕨	※適合
09	水龍骨目	碗蕨科	鱗蓋蕨屬	粗毛鱗蓋蕨	※適合
10	裏白目	裏白科	芒萁屬	芒萁	※適合
11	水龍骨目	鱗毛蕨科	鱗毛蕨屬	南海鱗毛蕨	※適合
12	水龍骨目	碗蕨科	鱗蓋蕨屬	台北鱗蓋蕨	※適合
13	水龍骨目	鳳尾蕨科	鳳尾蕨屬	箭葉鳳尾蕨	※適合
14	梭羅目	梭羅科	梭羅屬	鬼紗欄	植株葉片太大
15	水龍骨目	腎蕨科	腎蕨屬	長葉腎蕨	※適合
16	水龍骨目	三叉蕨科	三叉蕨屬	沙皮蕨	※適合
17	水龍骨目	鐵線蕨科	鐵線蕨屬	扇葉鐵線蕨	族群量少
18	水龍骨目	鳳尾蕨科	書帶蕨屬	書帶蕨	生長於高處採集不易
19	水龍骨目	鱗始蕨科	鱗始蕨屬	圓葉鱗始蕨	族群量少
20	水龍骨目	烏毛蕨科	擬烏毛蕨屬	烏毛蕨	※適合
21	水龍骨目	水龍骨科	伏石蕨屬	伏石蕨	肉質葉片不適合印染
22	水龍骨目	鱗毛蕨科	鱗毛蕨屬	長葉鱗毛蕨	※適合
23	梭羅目	梭羅科	梭羅屬	台灣紗欄	植株葉片太大
24	水龍骨目	鱗毛蕨科	網脈突齒蕨屬	網脈突齒蕨	※適合
25	水龍骨目	骨碎補科	骨碎補屬	海州骨碎補	著生高位樹幹不易採集
26	水龍骨目	碗蕨科	鱗蓋蕨屬	華南鱗蓋蕨	族群稀少
27	水龍骨目	金星蕨科	新月蕨屬	三葉新月蕨	※適合
28	水龍骨目	鱗毛蕨科	鱗毛蕨屬	台灣鱗毛蕨	族群量少
29	水龍骨目	蹄蓋蕨科	對囊蕨屬	假蹄蓋蕨	※適合
30	膜蕨目	膜蕨科	膜蕨屬	團扇蕨	族群量小
31	水龍骨目	劍蕨科	劍蕨屬	柳葉劍蕨	族群量小
32	水龍骨目	蹄蓋蕨科	雙蓋蕨屬	細柄雙蓋蕨	※適合
33	水龍骨目	碗蕨科	鱗蓋蕨屬	克氏鱗蓋蕨	族群量少
34	水龍骨目	水龍骨科	薄唇蕨屬	萊氏腺蕨	葉形不平整
35	水龍骨目	蹄蓋蕨科	雙蓋蕨屬	廣葉鋸齒雙蓋蕨	※適合
36	水龍骨目	金星蕨科	毛蕨屬	小毛蕨	※適合
37	水龍骨目	鳳尾蕨科	鳳尾蕨屬	傅氏鳳尾蕨	※適合
38	水龍骨目	鱗始蕨科	鱗始蕨屬	錢氏鱗始蕨	族群量少
39	水龍骨目	金星蕨科	稀毛蕨屬	稀毛蕨	※適合
40	梭羅目	梭羅科	白梭羅屬	筆筒樹	植株葉片太大
41	水龍骨目	鳳尾蕨科	鳳尾蕨屬	天草鳳尾蕨	族群量少
42	水龍骨目	腎蕨科	腎蕨屬	馬蹄腎蕨	※適合
43	水龍骨目	鳳尾蕨科	鳳尾蕨屬	鱗蓋鳳尾蕨	族群量少
44	水龍骨目	鱗毛蕨科	鱗毛蕨屬	落鱗鱗毛蕨	族群量少
45	水龍骨目	水龍骨科	盾蕨屬	大星蕨	葉片太大
46	水龍骨目	水龍骨科	薄唇蕨屬	橢圓線蕨	※適合
47	水龍骨目	水龍骨科	石韋屬	石韋	高處採集不易
48	水龍骨目	鱗毛蕨科	複葉耳蕨屬	細葉複葉耳蕨	※適合

表5-1-1 龍潭湖區域蕨類植物調查表

(三) 龍潭湖區域蕨類植物綜合評估

龍潭湖區域，由於環湖步道邊坡陡峭，多數為坡度接近70度以上的邊坡，有高度約五公尺的土坡。兔梭羅、台灣梭羅生長在擋土牆高處，其下是大型的觀音座蓮、烏毛蕨等蕨類植物，接下來是三叉蕨科植物沙皮蕨與蛇脈三叉蕨，邊坡最下方是鳳尾蕨家族、鱗毛蕨與鱗蓋蕨家族間雜其中，高位著生的水龍骨家族附著在擋土牆上、樹幹上及邊坡岩石上。環湖道路柏油化與水泥擋土牆接合因此地生蕨類不多，又因處於東北季風季節性強降雨區，邊坡冲刷嚴重，雜草不易著根，反而使著生的蕨類植物生長情形良好。龍潭湖區域邊坡陡峭，但少有土石崩塌情形，蕨類植物扮演水土保持相當重要角色。

經調查本區共有六目十五科二十七屬48種蕨類植物，我們以族群數量、葉片大小、採集方便為條件，選擇27種蕨類植物作為後續印染的標的。



圖5-1-1：邊坡陡峭只有蕨類植物生長
圖5-1-2：邊坡上方有大型蕨類植物兔梭羅、觀音座蓮、烏毛蕨
圖5-1-3：扮演水土保持功能的蕨類植物
圖5-1-4：著生在山壁的蛇脈三叉蕨

二、龍潭湖區域蕨類植物丹寧含量分析

我們計畫以植物熱轉印方式將植物葉片印染在織物上，植物色素提取需要丹寧量多的蕨類植物。植物丹寧要如何檢定呢？查閱文獻第60屆科展「樹葉現形記」用氯化鐵來檢測植物丹寧，但過程頗為繁複，需取植物葉片，打成汁液後，滴入液態氯化鐵觀察變色情形。

我們採用比色的方式來判斷標的植物丹寧含量多寡，來選擇適合作為植物熱轉印的蕨類植物。

(一) 實驗一：蕨類植物丹寧測試



圖5-2-1：計數瓶中倒入5%氯化鐵溶液10ml
圖5-2-2：秤一公克蕨類葉片
圖5-2-3：加入10ml清水以研鉢研磨
圖5-2-4：滴管吸取植物汁液滴入氯化鐵溶液中
圖5-2-5：觀察變色情形

1. 實驗結果：

(1) 劑劑反應丹寧成分較多的蕨類植物：按L值由低到高，即丹寧成分由高到低排列

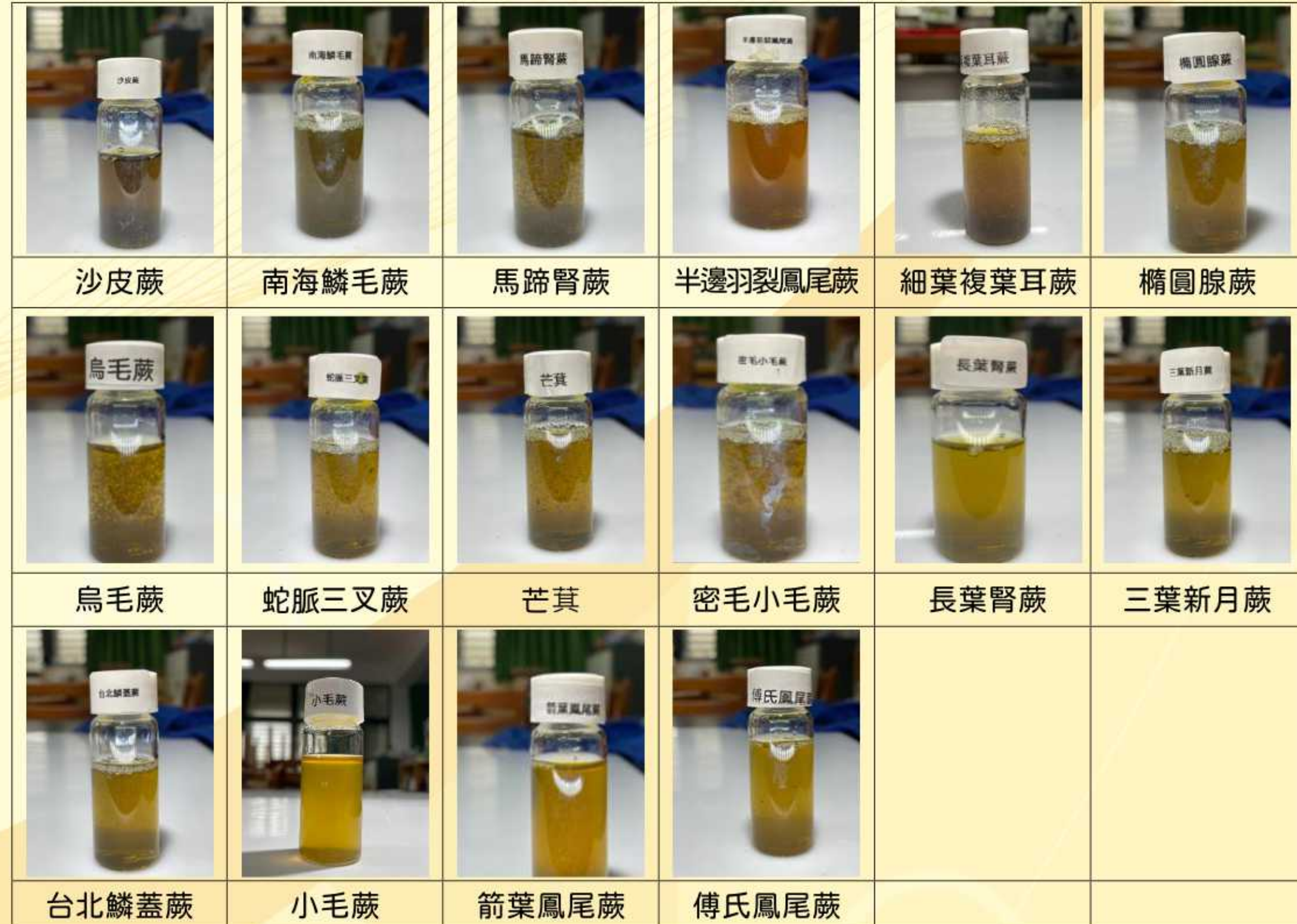


表5-2-1 丹寧含量較高的蕨類植物

(2) 劑劑反應丹寧成分較少的蕨類植物：

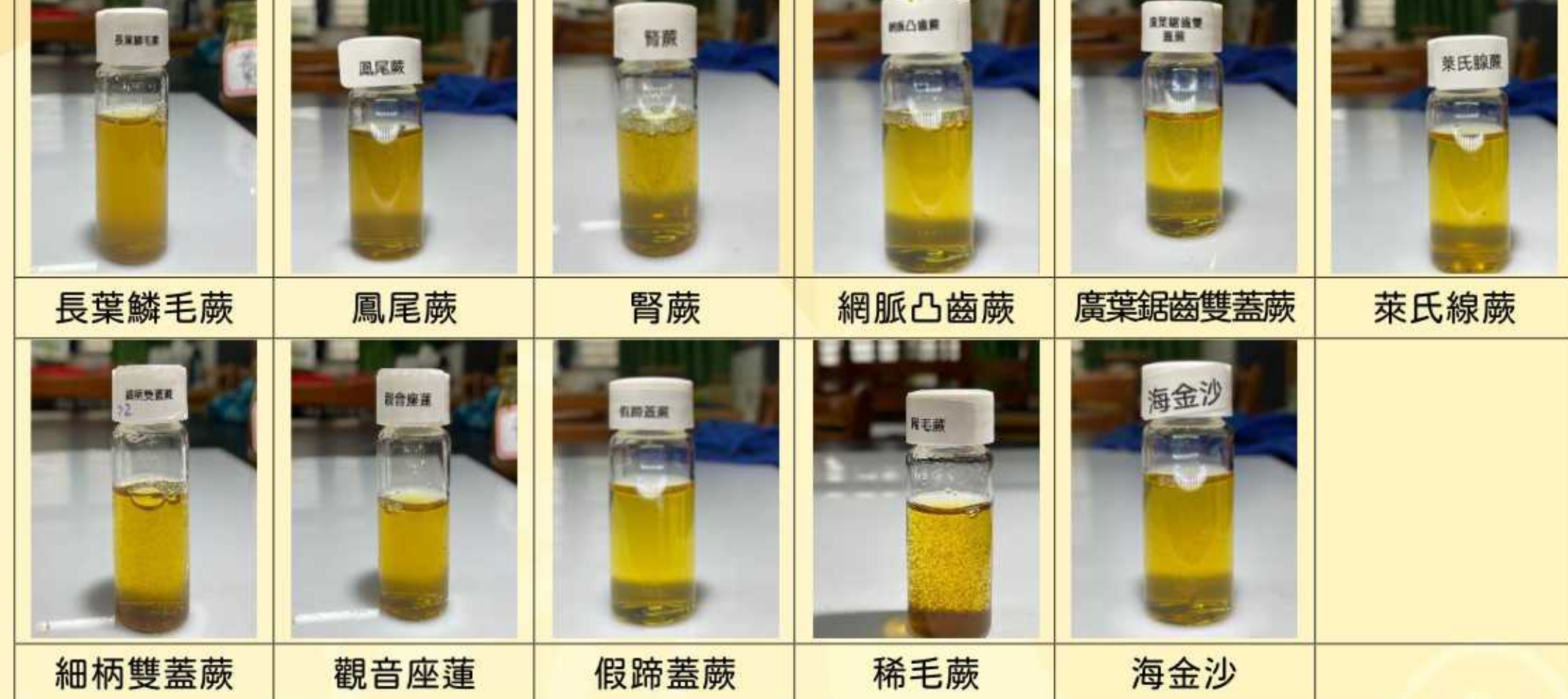


表5-2-2 丹寧含量較少的蕨類植物

2. 實驗討論：

(1) 依照比色情形分析適合印染蕨類植物如下表

物種名稱	汁液滴入氯化鐵呈現顏色	丹寧含量	適合印染與否
鳳尾蕨	金黃色	偏少	不適合
半邊羽裂鳳尾蕨	深棕色	多	適合
海金沙	金黃色	偏少	不適合
觀音座蓮	金黃色	偏少	不適合
密毛小毛蕨	褐黃	適中	適合
蛇脈三叉蕨	褐黃	適中	適合
腎蕨	金黃色	偏少	不適合
粗毛鱗蓋蕨	褐黃	適中	適合
芒萁	褐黃	適中	適合
南海鱗毛蕨	棕色	較多	適合
台北鱗蓋蕨	棕色	較多	適合
箭葉鳳尾蕨	褐黃	適中	適合
長葉腎蕨	褐黃	適中	適合
沙皮蕨	深棕色	最多	適合
烏毛蕨	褐黃	適中	適合
長葉鱗毛蕨	深黃	偏少	不適合
網脈突齒蕨	金黃	偏少	不適合
三葉新月蕨	褐黃	適中	適合
假蹄蓋蕨	金黃	偏少	不適合
細柄雙蓋蕨	金黃	偏少	不適合
廣葉鋸齒雙蓋蕨	金黃	偏少	不適合
小毛蕨	褐黃	適中	適合
傅氏鳳尾蕨	褐黃	適中	適合
稀毛蕨	金黃	偏少	不適合
馬蹄腎蕨	棕色	偏多	適合
橢圓線蕨	棕色	偏多	適合
細葉複葉耳蕨	棕色	偏多	適合

表5-2-3：植物丹寧比色與印染評估分析

(2) 蕨類植物汁液在氯化鐵溶液裡的反應呈現深褐色、黃綠色、黃藍色不同的反應，應該是丹寧成分不同的原因。

(3) 經過丹寧檢定後我們從選定的27種蕨類植物中再篩選出16種丹寧反應顏色較深的物種作為後續熱轉印的研究對象。

(二) 實驗二：選定植物印染

我們在上述實驗中，發現蕨類植物的丹寧含量確實不同，選擇16種單寧含量高的蕨類植物以植物熱轉印的方式進行測試。



圖5-2-6：採集與分類蕨類植物
圖5-2-7：在主布上置放植物葉片
圖5-2-8：在植物上放置蓋布與棍捲起
圖5-2-9：以木棍捲起
圖5-2-10：放入蒸鍋中蒸煮一小時

1. 實驗結果



表5-2-4：選定蕨類植物熱轉印染成果

2. 實驗討論

- 依據丹寧含量挑選的16種蕨類植物都能在織物上顯色，且試劑上顯示丹寧顏色越深，多數染出來的織品越顯色，有些植物丹寧含量高卻不顯色原因在葉的質地，革質葉較難顯色，如蛇脈三叉蕨。
- 蕨類植物呈現的顏色多元，有些蕨類植物老葉，新葉，孢子葉，營養葉顯色情形不同。
- 實驗發現有三種蕨類植物呈現的色彩很特別，紅色的沙皮蕨、黃色的半邊羽裂鳳尾蕨、橘色的細葉複葉耳蕨。

三、蕨類植物染液萃取探討

蕨類植物能運用於熱轉印染在織物上顯色，但能不能作為一般植物染的染材呢？在上一個實驗中，發現有三種蕨類植物呈現的色彩很特別，紅色的沙皮蕨、黃色的半邊羽裂鳳尾蕨、橘色的細葉複葉耳蕨。為了再次確定這三種蕨類植物顯色情形再進行一次印染測試：



圖5-3-1：細葉複葉耳蕨印染成果 圖5-3-2：半邊羽裂鳳尾蕨印染成果 圖5-3-3：沙皮蕨印染成果
實驗結果和前實驗一致，細葉複葉耳蕨顯色為橘色，半邊羽裂鳳尾蕨顯色為黃色，沙皮蕨則呈現紅色。

我們查閱文獻，發現這三種蕨類植物從未被運用於植物染染材，我們想知道蕨類植物熱轉印染顯色與萃取染液顏色會一樣嗎？能來進行植物染嗎？進行以下實驗：

(一) 實驗一：蕨類植物染液萃取

1. 實驗步驟：



圖5-3-4：採集植物 圖5-3-5：剪碎植物 圖5-3-6：加入植物二倍水量 圖5-3-7：熬煮二小時 圖5-3-8：過濾染液
2. 實驗結果：
圖5-3-9：沙皮蕨染液 圖5-3-10：半邊羽裂鳳尾蕨染液 圖5-3-11：細葉複葉耳蕨染液

3. 實驗討論：

- 沙皮蕨染液萃取為紅色與熱轉印顯色相同。
- 半邊羽裂鳳尾蕨染液萃取為黃色與熱轉印顯色相同
- 細葉複葉耳蕨染液萃取為橘色與移印顯色相同
- 使用的三種蕨類都能萃取出染液，且顏色與熱轉印染顯色一致。

(二) 實驗二：萃取染液染布測試

1. 實驗步驟：

- 將棉布精煉退漿。
- 分別取前一實驗三種染液小火煮滾。
- 置入棉布煮滾10分鐘。
- 取出晾乾、觀察上色情形。

2. 實驗結果：



圖5-3-12：沙皮蕨染液在織品上顯色情形 圖5-3-13：半邊羽裂鳳尾蕨染液在織品上顯色情形 圖5-3-14：細葉複葉耳蕨染液在織品上顯色情形

- 觀察在織品上的顯色情形，沙皮蕨染布呈現偏暗色的紅色，半邊羽裂鳳尾蕨染布呈現偏褐黃色調，而細葉複葉耳蕨呈現橘紅色調。
- 蕨類植物提取的染液確實能運用於植物染染布，且與熱轉印染葉片呈現的顏色相仿。

四、蕨類植物色泥提取探討

提取植物染液相當費時費力，且每個區域植物生長物候不同，不同區域、不同季節植物也可能產生不同顏色色素，我們想保存當季染料，將染液做成染色色泥。

我們查閱文獻，製藍靛藍泥使用石灰來沉澱藍草顏色，製作胭脂會使用珍珠粉來提取玫瑰花瓣色素，而色泥是由水溶性的染料與鹼性鋁或鈣離子反應，生成鹽類，將染料沉澱，能作為顏料稱為色泥。

鈣、鎂、鋁系列同屬鹼土族，經與老師討論，我們使用常用於媒染劑或食品添加劑的含鈣、鎂、鋁試劑來進行色泥實驗，選擇的添加劑為氯化鈣、氯化鈣、醋酸鈣、氯化鋁、醋酸鋁、氯化鎂、醋酸鎂等7種試劑與染液進行色泥實驗。

(一) 實驗一：色泥實驗試劑濃度探討

1. 實驗步驟：



圖5-4-1：秤藥劑 圖5-4-2：放入計數瓶 圖5-4-3：量10ml染液 圖5-4-4：與藥劑混合 圖5-4-5：量測色泥情形

2. 實驗結果：

(1) 半邊羽裂鳳尾蕨染液添加不同濃度試劑色泥情形：

濃度	10%	20%	30%	40%
氯化鈣	5mm	10mm	15mm	18mm
氯化鈣	2mm	3mm	6mm	4mm
醋酸鈣	2mm	2mm	3mm	2mm
醋酸鋁	6mm	8mm	12mm	17mm
氯化鋁	2mm	4mm	5mm	4mm
醋酸鎂	2mm	2mm	4mm	3mm
氯化鎂	3mm	4mm	5mm	4mm

表5-4-1：不同濃度藥劑半邊羽裂鳳尾蕨色泥情形

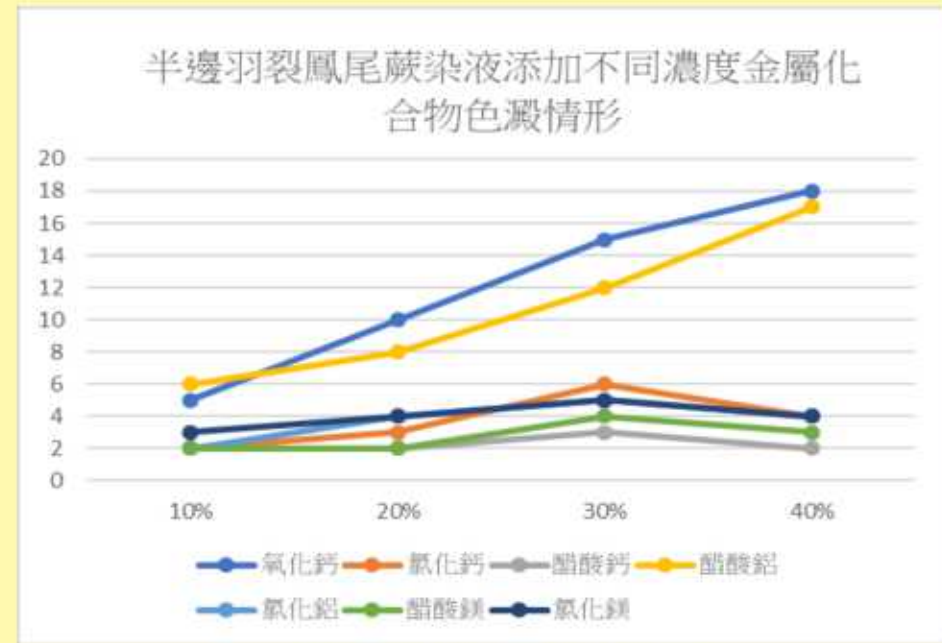


圖5-4-6：折線圖

(2) 沙皮蕨染液添加不同濃度藥劑色泥情形：

濃度	10%	20%	30%	40%
氯化鈣	7mm	10mm	13mm	12mm
氯化鈣	4mm	10mm	19mm	13mm
醋酸鈣	4mm	5mm	6mm	5mm
醋酸鋁	3mm	10mm	14mm	10mm
氯化鋁	3mm	4mm	6mm	8mm
醋酸鎂	7mm	8mm	12mm	8mm
氯化鎂	10mm	12mm	17mm	11mm

表5-4-2：不同濃度藥劑沙皮蕨色泥情形

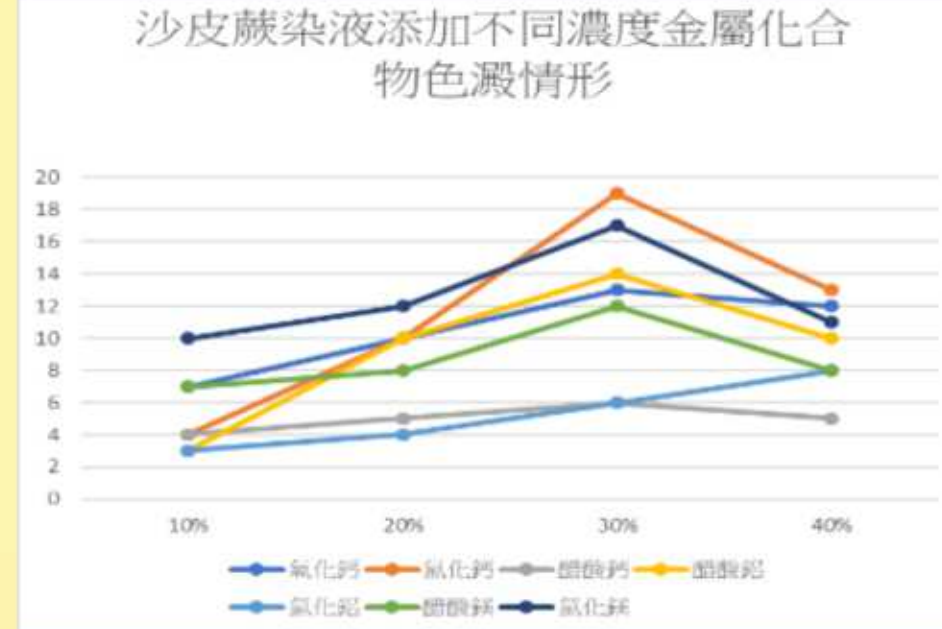


圖5-4-7：折線圖

(3) 半邊細葉複葉耳蕨染液添加不同濃度藥劑色泥情形：

濃度	10%	20%	30%	40%
氯化鈣	12mm	15mm	17mm	15mm
氯化鈣	3mm	4mm	6mm	5mm
醋酸鈣	4mm	6mm	8mm	8mm
醋酸鋁	5mm	7mm	11mm	10mm
氯化鋁	3mm	5mm	6mm	5mm
醋酸鎂	4mm	5mm	6mm	4mm
氯化鎂	2mm	3mm	5mm	4mm

表5-4-3：不同濃度藥劑沙皮蕨色泥情形

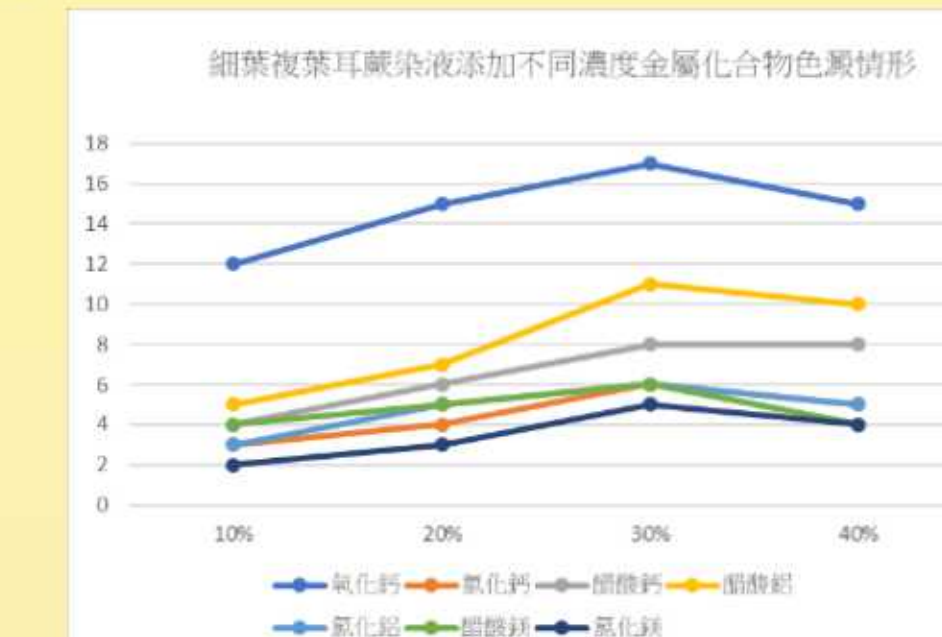


圖5-4-8：折線圖

3. 實驗討論：

- 我們進行染液添加4階試劑濃度的實驗，三種染液搭配7種試劑，多數以30%試劑濃度產生的色泥量最高。
- 色泥量隨著染液添加的試劑濃度增加而增多，但濃度超過30%後多數試劑產生的色泥不增反降，不知是什麼原因。
- 後續研究採取染液添加30%濃度試劑進行實驗。

(二) 實驗二：色泥實驗時間探討

1. 實驗步驟：

我們在進行濃度與色泥量實驗時，同時記錄每日產生色泥的情形，想了解需要幾日能產生最多的色泥量，我們分析添加30%濃度試劑的染液不同日數所產生之色泥高度：

我們在進行濃度與色泥量實驗時，同時記錄每日產生色泥的情形，想了解需要幾日能產生最多的色泥量，我們分析添加30%濃度試劑的染液不同日數所產生之色泥高度：

2. 實驗結果：

(1) 半邊羽裂鳳尾蕨染液不同日數色泥情形：

日數	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日
添加物	3mm	6mm	8mm	9mm	12mm	13mm	15mm	15mm	15mm
氯化鈣	2mm	3mm	4mm	4mm	5mm	6mm	6mm	6mm	6mm
氯化鈣	1mm	2mm	3mm	3mm	3mm	3mm	3mm	3mm	3mm
醋酸鈣	4mm	6mm	6mm	8mm	10mm	10mm	12mm	13mm	13mm
醋酸鋁	1mm	3mm	3mm	4mm	4mm	4mm	5mm	5mm	5mm
氯化鋁	1mm	2mm	2mm	3mm	4mm	4mm	4mm	4mm	4mm
醋酸鎂	1mm	3mm	3mm	4mm	4mm	4mm	5mm	6mm	7mm

表5-4-4：半邊羽裂鳳尾蕨染液不同日數色泥紀錄表

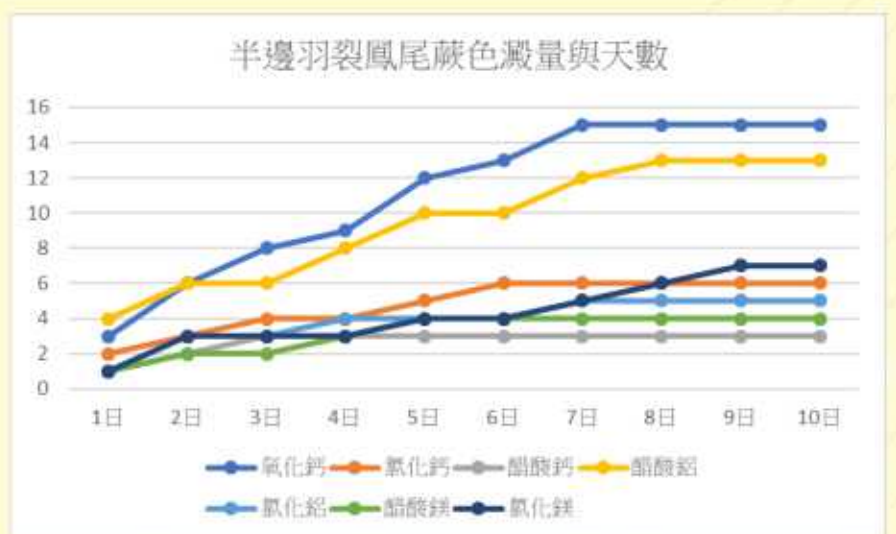


圖5-4-9：半邊羽裂鳳尾蕨日數折線圖

(2) 沙皮蕨染液不同日數色泥情形：

日數	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日
添加物	5mm	8mm	8mm	9mm	11mm	12mm	13mm	14mm	14mm
氯化鈣	5mm	8mm	13mm	15mm	15mm	19mm	19mm	19mm	19mm
氯化鈣	2mm	3mm	3mm	5mm	5mm	5mm	6mm	7mm	7mm
醋酸鈣	4mm	7mm	11mm	12mm	12mm	14mm	14mm	14mm	15mm
醋酸鋁	4mm	4mm	5mm	5mm	5mm	5mm	6mm	6mm	6mm
氯化鋁	3mm	4mm	7mm	8mm	10mm	12mm	12mm	11mm	11mm
醋酸鎂	5mm	8mm	12mm	14mm	16mm	17mm	16mm	16mm	15mm

表5-4-5：沙皮蕨染液不同日數色泥紀錄表

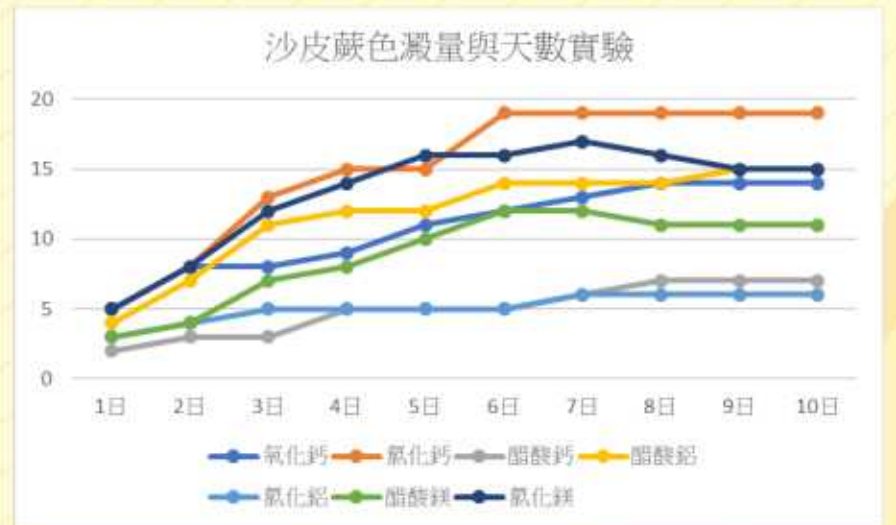


圖5-4-10：沙皮蕨日數折線圖

(3) 細葉複葉耳蕨染液不同日數色泥情形：

日數	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日
添加物	5mm	7mm	11mm	14mm	16mm	17mm	17mm	17mm	17mm
氯化鈣	3mm	5mm	5mm	6mm	6mm	6mm	6mm	6mm	6mm
氯化鈣	2mm	4mm	5mm	7mm	7mm	7mm	8mm	8mm	8mm
醋酸鈣	4mm	5mm	6mm	9mm	10mm	10mm	11mm	12mm	12mm
醋酸鋁	2mm	3mm	5mm	5mm	5mm	6mm	6mm	6mm	6mm
氯化鋁	1mm	2mm	2mm	4mm	5mm	5mm	6mm	5mm	5mm
醋酸鎂	2mm	3mm	3mm	4mm	4mm	4mm	5mm	5mm	5mm

表5-4-6：細葉複葉耳蕨染液不同日數色泥紀錄表

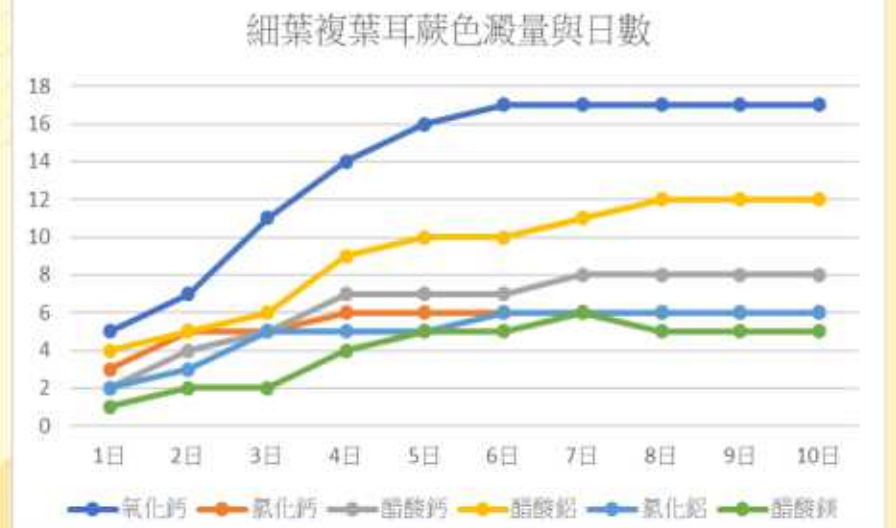


圖5-4-11：沙皮蕨日數折線圖

3. 實驗討論：

- 染液在添加藥劑後，第一天就能產生色泥，隨著時間增加色泥量增加。
- 多數染液添加藥劑後，6到7日達到最高色泥量。
- 本實驗後續採取染液添加30%試劑，進行七日色泥提取色泥。

(三) 實驗三：色泥色泥提取

1. 實驗步驟：

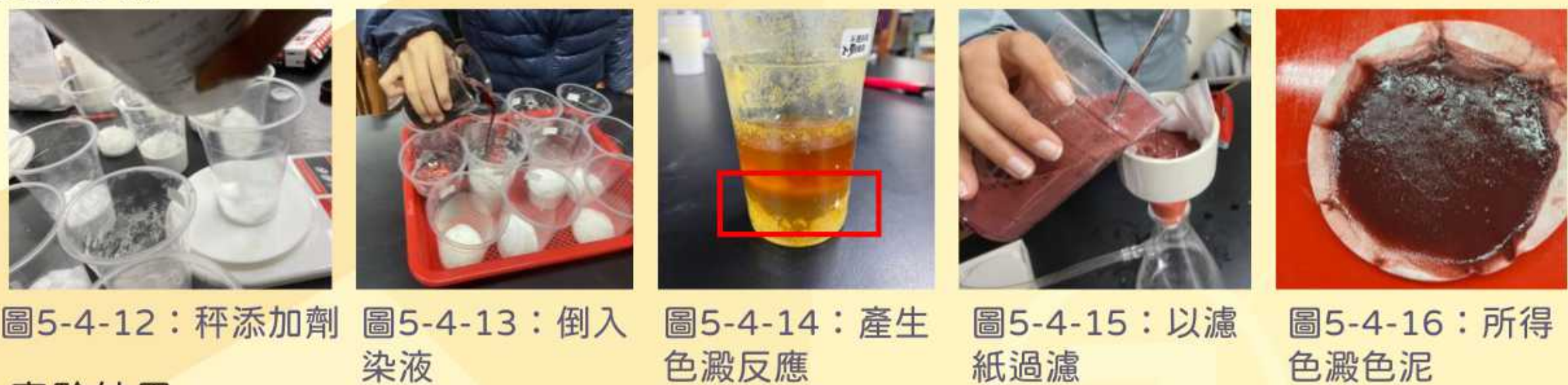


圖5-4-12：秤添加劑 圖5-4-13：倒入染液 圖5-4-14：產生色泥反應 圖5-4-15：以濾紙過濾 圖5-4-16：所得色泥

2. 實驗結果：

(1) 沙皮蕨染液提取之色泥

加入添加劑	提取之色泥	說明
氫氧化鈣	紅色乾燥粉末狀	紅色乾燥粉末狀
氯化鈣	暗紅色膠狀結塊	暗紅色膠狀結塊
醋酸鈣	玫瑰紅乾燥粉末狀	玫瑰紅乾燥粉末狀
醋酸鋁	玫瑰紅乾燥粉末狀	玫瑰紅乾燥粉末狀
醋酸鎂	淺紅色乾燥粉末狀	淺紅色乾燥粉末狀
氯化鎂	深紅色膠狀結塊	深紅色膠狀結塊
玉米澱粉	淺紅乾燥粉末狀	淺紅乾燥粉末狀

表5-4-7：沙皮蕨染液提取之色泥

(2) 半邊羽裂鳳尾蕨染液提取之色泥

加入添加劑	說明
氫氧化鈣	黃色乾燥粉末狀
氯化鈣	棕色膠狀結塊
醋酸鈣	淺黃乾燥粉末狀
醋酸鋁	深黃乾燥粉末狀
醋酸鎂	褐黃乾燥粉末狀
氯化鎂	褐黃色膠狀
玉米澱粉	黃色乾燥粉末狀

表5-4-8：半邊羽裂鳳尾蕨染液提取之色泥

(3) 細葉複葉耳蕨染液提取之色泥

加入添加劑	說明
氫氧化鈣	橘色乾燥粉末狀
氯化鈣	深咖啡色膠狀結塊
醋酸鈣	淺橘色乾燥粉末狀
醋酸鋁	深橘色乾燥粉末狀
醋酸鎂	咖啡色膠狀結塊
氯化鎂	咖啡色膠狀結塊
玉米澱粉	淺橘色乾燥粉末狀

表5-4-9：細葉複葉耳蕨染液提取之色泥

3. 實驗討論：

- 水溶性染液添加含鈣、鎂、鋁金屬試劑能形成與染料顏色相同的沉澱物稱為色泥，澱粉則會直接吸附顏色產生沉澱物。
- 每一種添加劑都能沉澱色泥，但顏色深淺各不相同。鈣、鋁系列添加劑顯色較明亮，鎂系列添加劑較暗沉。
- 每一種添加劑的色泥提取狀況不同，數量也不同，時間越長沉澱的色泥越多，七日後能達到最高色泥量。
- 氯化鈣與氯化鎂作為添加劑所得色泥為膠狀物，其餘均能乾燥磨成粉末。

(二) 實驗二：提取之色泥運用於植物染探討

1. 實驗步驟：



圖5-6-17：取200ml熱水加入色粉 圖5-6-18：攪拌均勻 圖5-6-19：火爐上加熱放入棉布 圖5-6-20：取出觀察顏色

2. 實驗結果：

(1) 沙皮蕨染液提取之色泥還原染液染布情形：

加入添加劑	無添加	氫氧化鈣	氯化鈣	醋酸鈣	醋酸鋁	醋酸鎂	氯化鎂	玉米澱粉	
染布顏色									
說明	紅色帶灰階，飽和灰紅色，色階9階	不飽和淺紅色，不太顯色，色階4階	偏紫藍色調紅色，色階7階	近膚色紅色，色階6階	帶褐色紅色，色階7階	明亮紅中帶褐色，色階7階	略帶紫藍色調的紅色，顏色飽和，色階9階	帶咖啡色紅色，顏色飽和，色階8階	偏棕紅色，顏色飽和，色階9階

表5-4-10：沙皮蕨提取之色泥還原染液染布情形

(2) 半邊羽裂鳳尾蕨提取之色泥還原染液染布情形：

加入添加劑	無添加	氫氧化鈣	氯化鈣	醋酸鈣	醋酸鋁	醋酸鎂	氯化鎂	玉米澱粉
染布顏色								
說明	帶褐色黃色，顏色飽和，色階8階	不飽和及淺黃色，色階1階	略為顯色淺黃色，色階2階	略為顯色淺黃色，色階2階	略為顯色淺黃色，色階2階	帶褐色淺黃色，色階3階	帶褐色淺黃色，色階3階	帶棕色的淺黃色，色階5階

表5-4-10：半邊羽裂鳳尾蕨提取之色泥還原染液染布情形

(3) 細葉複葉耳蕨染液提取之色原染液染布情形：

加入添加劑	無添加	氫氧化鈣	氯化鈣	醋酸鈣	醋酸鋁	氯化鋁	醋酸鎂	氯化鎂	玉米澱粉
染布顏色									
說明	帶棕色的橙 色，色階9階	較不飽和帶 褐色的橙色， 色階5階	偏紅色的 橙色，色 階5階	帶棕色的 橙色，顏 色較飽和 色階7階	不飽和的淺 橙色，色階 1階	偏黃色橙色 ，色階5階	偏棕紅色橙 色，色階7 階	偏磚紅色 橙色，色 階6階	偏磚紅色橙 色，色階9階

圖5-4-11：細葉複葉耳蕨染液提取之色澱色泥還原染液染布情形

3. 實驗討論：

- (1) 加入不同添加物形成的色澱色泥，在加熱後，能還原成染液。
- (2) 鈣系列採用氯化鈣、醋酸鈣，縱使色泥顏色很深，染在織物上的顏色仍然偏淺色。
- (3) 鋁系列採用醋酸鋁，是傳統媒染劑，能使顏色變明亮。
- (4) 鎂系列採用醋酸鎂與氯化鎂，顏色與原色差異較小。
- (5) 玉米澱粉則使染色織物顏色變深，煮染時色泥會糊化上色效果不錯。
- (6) 本次實驗所使用的添加劑確實能與染液反應形成色澱色泥，選用添加劑鈣系列與鋁系列都能使染布色彩明亮化，運用於深色染液沙皮蕨染液與復葉耳蕨染液都有色階不同的效果，淺色系的染液如黃色的半邊羽裂鳳尾蕨染液提取色澱色泥後，染色效果顯色色階不明顯。

五、以蕨類染布運用在熱轉印染探討

沙皮蕨能萃取紅色染液，半邊羽裂鳳尾蕨能萃取黃色染液，細葉複葉耳蕨能萃取橘色染液，這些染液也可以順利讓織品上色，我們想試試看以蕨類染液上色的織品是否能運用於熱轉印印染。

1. 實驗步驟：

2. 實驗結果

蓋布	染液	沙皮蕨	半邊羽裂鳳尾蕨	細葉複葉耳蕨
小蘇打蓋布				
亞鐵溶液蓋布				
冰醋酸蓋布				
醋酸銅蓋布				

表5-5-1：以三種蕨類萃取染液搭配不同媒染劑蓋布進行熱轉印染

3. 實驗討論：

- (1) 染過色的布用於印染，植物形狀能顯示，植物的原色不會出現，是否因棉布已吸附丹寧，植物本身丹寧無法再釋放，尚待研究
- (2) 浸泡小蘇打溶液作為蓋布，顯色情形不佳，顏色會變淺，植物輪廓也不清楚。
- (3) 浸泡亞鐵溶液做為蓋布，由於丹寧會和鐵結合為丹寧亞鐵使得顏色變深，植物的輪廓清楚明顯。
- (4) 浸泡冰醋酸溶液做為蓋布，底布顏色會變淺而明亮，顏色被蓋布吸附。
- (5) 浸泡醋酸銅溶液做為蓋布顏色會稍許呈現綠色，尤其以底色為黃色的半邊羽裂鳳尾蕨染布最為明顯。

六、印染色牢度探討

天然染色不比化學染色，染布的颜色可能不如坊間的織品鮮豔，顏色也比較容易因洗濯、日曬而褪色，我們試著探討本實驗的作品色牢度是否足夠。

(一) 實驗一：色牢度實驗

1. 實驗步驟：



圖5-6-1：將印染完成的布剪成四塊 圖5-6-2：編號2布片以清水清洗 圖5-6-3：編號3布片以肥皂搓洗 圖5-6-4：編號4布片以全光譜植物燈照射

2. 實驗結果：

不同染液印日數	沙皮蕨染液熱轉印	半邊羽裂鳳尾蕨染液熱轉印	細葉複葉耳蕨染液熱轉印
第一天			
第五天			
第十天			
第十五天			

不同染液印日數	沙皮蕨染液熱轉印	半邊羽裂鳳尾蕨染液熱轉印	細葉複葉耳蕨染液熱轉印
第二十天			
第二十五天			
第三十天			

表5-6-1：色牢度分析

3. 實驗討論

- (1) 本實驗因時間因素，因此僅能進行30天。
- (2) 實驗結果發現清水洗滌與肥皂洗滌褪色情形較明顯，但雖然色彩略減，但圖案仍然很清楚。
- (3) 以植物燈模擬太陽光照，照射三十天，顏色並無太大改變。
- (4) 本實驗植物染作品至少能耐得起30次的洗濯，30天的全光譜植物燈照射，因此有相當的色牢度，能推廣運用。

七、蕨類植物提取之染液、色泥、與熱轉印染運用之探討

本次實驗嘗試將沙皮蕨、半邊羽裂鳳尾蕨、細葉複葉耳蕨提取染液、加入添加劑提取色泥、再以龍潭湖所生長蕨類植物來做轉印染。色泥可以用來作為繪畫的顏料、型染的色料、染液可以用來染布、皮革轉印品轉印、陶瓷轉印，搭配不同的蕨類植物葉片，不同媒染劑蓋布，運用十分多元。



圖5-7-1：本實驗提取之色澱色泥 圖5-7-2：沙皮蕨染液用於染布 圖5-7-3：自製色澱色泥用於型染 圖5-7-4：自製色澱色泥繪畫



圖5-7-5：自製色澱色泥繪畫 圖5-7-6：色澱色泥運用於國畫作品 圖5-7-7：色澱色泥彩繪杯墊 圖5-7-8：色澱色泥繪畫於布料上



圖5-7-9：染沙皮蕨染液再進行熱轉印染的杯墊 圖5-7-10：印染在皮革上製成滑鼠墊 圖5-7-11：印染在皮革上製成手提袋 圖5-7-12：印染在布料上製成保溫袋



圖5-7-13：印染在布料上製成抱枕 圖5-7-14：製成餐墊、杯墊、與收納盒 圖5-7-15：製作成美觀實用的面紙套 圖5-7-16：染出一條蕨類圖案的桌巾

陸、結論與建議

- 一、龍潭湖區域共有6目15科27屬48種蕨類植物，數量種類多元。龍潭湖步道邊坡近70度，雜草不易著根，反而使著生或攀緣型的蕨類植物生長情形良好。龍潭湖區域邊坡陡峭，但少有土石崩塌情形，蕨類植物扮演水土保持相當重要角色。我們透過科學的探究導入美學的呈現方式，期待能讓更多人認識在地蕨類植物。
- 二、以族群數量、葉片大小適中、葉片質地適合、採集方便為條件，選擇27種蕨類植物作為印染的標的，再以自製丹寧試劑測試蕨類植物丹寧含量，選擇顯色較深的16種蕨類植物作為熱轉印染的素材，印染成果都能顯色。顯示自製丹寧試劑確實成效良好，能篩選出適合印染的植物。減少錯誤嘗試，增加印染成功機率。
- 三、蕨類植物以沙皮蕨、細葉複葉耳蕨、半邊羽裂鳳尾蕨印染顏色最為特別，取這三種植物作為染材來萃取染液都能順利萃取成功，且染液顏色與熱轉印染顏色相仿，因此熱轉印染在織物上的顏色，與用於植物染的顏色雷同，萃取染液之前先經丹寧測試與轉印測試，可節省許多時間。
- 四、濃縮的染液中添加鈣、鎂、鋁系列的金屬離子化合物，能成生色澱反應，乾燥後形成色澱色素，成為色澱色素後有以下幾個優點：(一)有機染料不易保存，可變成色澱色素後會更好保存。(二)攜帶方便。(三)還原簡單。(四)利用不同鹼土金屬來讓色澱產生色階反應，使顏色繽紛多元。其中鈣、鎂、鋁系列添加物為傳統媒染劑，使得色泥顏色產生變化，使用於染料時不再需增加媒染劑，有機染液在色泥提取時可視需要加入不同添加劑。
- 五、玉米澱粉作為添加劑，價格便宜且天然，染色效果也相當飽和顯色，是很不錯的色泥提取添加劑。是否有更多天然澱粉物質可作為添加劑，效果表現如何？仍待後續研究。
- 六、以蕨類提取的染液，染布後能運用在熱轉印印染。主布染色，擺放植物，蓋布浸泡亞鐵溶液、冰醋酸水溶液、醋酸銅水溶液、小蘇打水溶液，經熱轉印染後，有不同的表現，變化多元。
- 七、植物染布不如化學染顏色飽和繽紛，但植物染有與大地相同的低調色彩，十分耐看，重要是天然，對已十分脆弱的自然環境十分友善，蕨類植物生長快速，煮染與印染顏色繽紛，葉形多變美麗，取之為染材無論是形與色都十分獨特，值得推廣與運用。
- 八、色澱色泥可以用來作為繪畫的顏料、型染的色料、染液可以用來染布、皮革轉印、織品轉印、陶瓷轉印，搭配不同的蕨類植物葉片，不同媒染劑蓋布，運用十分多元，配合區域生長的蕨類植物，能做各式各樣的文創作品，發揮在地特色。